



HAL
open science

La ville à fleur d'eau : Doctrines, techniques et aménagements de l'eau de pluie et des cours d'eau dans l'agglomération parisienne, 1970-2015

Emma Thébault

► To cite this version:

Emma Thébault. La ville à fleur d'eau : Doctrines, techniques et aménagements de l'eau de pluie et des cours d'eau dans l'agglomération parisienne, 1970-2015. Sciences de l'Homme et Société. Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2019. Français. NNT : . tel-02412423

HAL Id: tel-02412423

<https://theses.hal.science/tel-02412423v1>

Submitted on 15 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
UMR 8504 Géographie-cités
Centre de recherche sur les Réseaux, l'Industrie et l'Aménagement
École Doctorale de Géographie de Paris
U.F.R. de Géographie

Thèse

pour obtenir le grade de docteur de l'université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne
Discipline : Géographie, Aménagement

La ville à fleur d'eau : Doctrines, techniques et aménagements de l'eau de pluie et des cours d'eau dans l'agglomération parisienne, 1970-2015

Présentée et soutenue publiquement par

Emma Thébault

le 3 octobre 2019

sous la direction de Sabine Barles

devant le jury composé de

Sabine Barles	Professeure des Universités	Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne	Directrice de la thèse
Sylvie Barraud	Professeure des Universités	INSA Lyon	Examinatrice
Catherine Carré	Professeure des Universités	Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne	Examinatrice
Olivier Coutard	Directeur de recherche CNRS	Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés	Rapporteur
Marie-Anne Germaine	Maître de Conférences	Université Paris Nanterre	Examinatrice
Emmanuelle Hellier	Professeure des Universités	Université Rennes 2	Rapporteuse
Manuel Pruvost- Bouvattier	Chargé d'études	IAU Île-de-France	Invité

Remerciements

Voici finalement la page la plus difficile à remplir, car bien que liminaire, elle clôt ce manuscrit et lui donne sa forme définitive. Il est grand temps de remercier les personnes qui ont participé, de près ou de loin à ces travaux.

Je remercie d'abord les membres du jury d'avoir bien voulu examiner ce travail : Emmanuelle Hellier, Olivier Coutard, Sylvie Barraud, Catherine Carré et Marie-Anne Germaine.

Ces travaux trouvent leur élan originel dans les enseignements inspirants de Sabine Barles. Je la remercie vivement pour son soutien continu, à toutes les étapes du travail, des balbutiements à la mise en page. Il est difficile de rassembler en quelques lignes tous les enseignements prodigués, tant ils sont nombreux, et je ne suis pas sûre d'en connaître déjà l'importance. Je soulignerais seulement le grand bonheur d'avoir été guidée sans être contrainte. J'envisage presque avec regret de quitter mon statut de doctorante, qui rendait cruciales nos conversations aquatiques.

Je remercie chaleureusement Manuel Pruvost-Bouvattier, Brigitte Guigou et Christian Thibault qui ont soutenu et rendu possible cette thèse au sein de l'IAU. Merci de m'avoir accordé votre confiance. J'ai bénéficié à l'IAU d'une multitude de ressources pour mes travaux. Merci également à Cécile Mauclair qui a, comme Manuel, beaucoup contribué à ces recherches.

Merci aux collègues de l'IAU pour tous les échanges qui ont fait avancer mes travaux, et pour leurs encouragements, au fil des déjeuners aux pieds de la tour Montparnasse ; en particulier à Lucas et Sandrine, à Gianluca, Erwan, Stéphanie, Simon, Nicolas L. et Nicolas C., Julie, Laure, Laetitia, Christine, Ludovic, Corine, Thomas, Alexandra, Martin O. et Martin W..

Ces travaux doivent beaucoup à l'enthousiasme et à la passion des professionnels rencontrés au cours des entretiens et visites de sites. J'ai eu la chance d'avoir de longs échanges avec nombre de passionnés. J'adresse en ce sens un merci particulier à Natali Tostes de Souza, Édouard Nicolas, Éric Chanal, Thierry Maytraud, Martin Morales, Julien Dalibart, Lilian Delahayes et Damien Février.

Ces recherches émergent aussi de la salle 313, des amitiés qui s'y forment et des débats qui l'animent : merci aux vieux loups de mer du Criou, qui voguent aujourd'hui sur bien d'autres flots, et à ses jeunes moussaillons, à qui je souhaite des surfs et des plongeurs : Élisabeth, Sabine, Marion, Nicolas, Leïla, Matthieu, Juliette, Lina, Paul, Laetitia, Clément, Marie, Julie, Clara H., Natacha, Kei, Marion, Étienne, Clara J., Milan, Fanny, Mathilde... Une onde de remerciements à celles et celui qui ont bien voulu patager avec moi dans les eaux de cette ville aquatique, et qui ont relu ma prose. Un tsunami de gratitude à Marion, Élisabeth, Marie et Sabine qui ont soufflé dans mes voiles à la fin de l'aventure.

Merci en particulier à mes amis, la vie est douce à vos côtés. Je pense immédiatement à ceux qui ont partagé un peu des instants de la thèse : Margaux, Matthias, Ariane et Félix, Maud, Fanny, Mathilde, Léo, Marc (un merci sous forme de bulles), Jeanne, Camille, Mathias de Lyon, Elodie, ma traductrice officielle, mon cousin Julien, David pour la balade, Kathleen de la boxe. C'est aussi l'occasion de déclarer ma grande tendresse à ma famille : Maylis, Grégoire, Roxane, Fodé, Amalia, Jacques, et Laurence en particulier, qui a bien voulu chausser ses lunettes dans la chaleur du mois de juillet.

Un immense et chatoyant merci à Yohann, pour tout.

Résumé

Dans les années 2010, des politiques urbaines de résilience et de soutien de la biodiversité sont mises en avant, avec pour cœur une gestion renouvelée de l'eau en ville. Pourtant, les travaux de recherche font plutôt état d'une faible efficacité des politiques urbaines environnementales, et interrogent la désirabilité d'une réforme du rapport entre environnement et ville. Les travaux identifient cependant une transformation forte de la gestion urbaine de l'eau depuis les années 1970.

Nous proposons de prendre au sérieux la possibilité d'une inflexion écologique et climatique de la gestion des eaux de pluie et des cours d'eau urbains, au moyen de trois hypothèses : celle de la constitution d'une doctrine technique fondée sur des principes écologiques et climatiques ; celle de la transformation de l'hydrologie urbaine, par la démultiplication de nouvelles techniques ; et celle de l'extension de cette doctrine technique à l'urbanisme.

Ces hypothèses sont testées par l'étude de la doctrine au prisme des thèmes de l'écologie et du climat, par celle d'un inventaire des techniques issues des doctrines de gestion de l'eau et du témoignage des gestionnaires, dans l'agglomération parisienne. Cinq sites sont étudiés.

L'écologie est présente dans la doctrine et les pratiques en tant qu'auxiliaire de l'assainissement, et une éthique écologique est incorporée aux doctrines techniques. L'hydrologie de l'agglomération parisienne n'est pas massivement transformée, cependant elle évolue dans ses marges. Enfin, les quartiers urbains ne sont pas transfigurés par la gestion de l'eau, celle-ci reste ténue, discontinue, sous-jacente et précédée par d'autres logiques d'organisation et de structuration spatiales.

Abstract

Since the 2010s, strategic local policies concerning urban resilience and biodiversity support are being promoted, focusing on ways to renew urban water management. Research points however, to the low effectiveness or efficiency of such urban environmental policies, and questions the need of renewing the relationship between the environment and the city. Other researches put forward that a major change occurs in urban rainwater management since the 1970s.

We follow the idea of an ecological and climatic transformation of rainwater and urban rivers management since the 1970s. Three hypotheses underlie this thesis. First, based on ecological and climatic principles, a technical management doctrine transforms the urban water engineering. Secondly, urban hydrology has experienced a shift, carried out by new techniques. Thirdly, this technical doctrine has extended to urban planning and design.

We tested the hypotheses by the study of a corpus of guides and technical documents produced between 1970 and 2015; of an inventory of techniques; and of five case-studies, completed with interviews with professionals.

The study found that ecology is present, but as an auxiliary to sanitation principles. An ecological ethic is incorporated into technical doctrines: the use of living organisms in engineering is partially based their supposed superior effectiveness in spatial planning. The hydrology of the Paris metropolitan area seems to be marginally evolving. Urban neighborhoods are not transformed by water management: urban water spaces and facilities remain tenuous, discontinuous, underlying and preceded by other logics of spatial organization.

Avant-propos

Ces travaux de thèse ont été financés par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France (IAU), au sein duquel nous avons en partie mené nos travaux. L'IAU, qui sera renommé Institut Paris Region en 2020, est une agence d'urbanisme d'échelle régionale : créée en 1960, elle est d'abord fondation de l'État, puis est transférée à la région Ile-de-France en 1983 dans le cadre des lois de décentralisation. J'y ai été encadrée par Manuel Pruvost-Bouvattier, chargé d'études et agronome de formation, et notre collaboration s'est fortement articulée autour de la constitution d'une base de données concernant les techniques alternatives et de renaturation. La création de cette base de données coïncide avec l'un des cœurs de métier de l'IAU qui est la création de données à l'échelle de la région : j'ai ainsi bénéficié des compétences de mes collaborateurs en la matière, notamment de la géomaticienne du département Environnements urbain et rural, Cécile Mauclair. J'ai également eu accès à un ensemble très vaste et complet de données régionales produites et analysées par les experts de l'IAU. Cette thèse a donc puisé dans le savoir-faire de l'IAU, qui colore en partie nos travaux.



Sommaire

Remerciements.....	i
Résumé.....	iii
Avant-propos	v
Introduction générale.....	3
Partie I Production et formes de la doctrine technique	43
Introduction de la partie I	45
Chapitre 1. Auteurs et thèmes des documents techniques de 1970 à 2015.....	49
Chapitre 2. Des années 1970 à l'année 2000 : les techniques alternatives et végétales au secours des infrastructures classiques	81
Chapitre 3. De 2001 à 2015 : milieux humides, petites pluies, utilisation de l'eau de pluie	153
Conclusion de la partie I.....	227
Partie II Les mutations des infrastructures de l'eau dans l'agglomération parisienne.....	229
Introduction de la partie II.....	231
Chapitre 4. Mécanismes territoriaux de la production d'un patrimoine de techniques décentralisées ..	233
Chapitre 5. Eaubaine, un portrait du patrimoine de techniques alternatives et de renaturation.....	285
Conclusion de la partie II.....	339
Partie III Sur le terrain : l'émergence d'un nouveau registre technique urbain	341
Introduction de la partie III	343
Chapitre 6. L'émergence d'une vision commune de l'intégration de l'eau à l'espace urbain.....	345
Chapitre 7. Six études de cas pour examiner les paysages de l'eau de pluie et des cours d'eau dans les opérations d'urbanisme contemporaines	395
Conclusion de la Partie III	463
Conclusion générale	465
Bibliographie	473
Annexe Le corpus 209, guides et documents techniques, 1970 - 2015	485
Sigles et acronymes.....	513
Table des figures et des planches	515
Table des tableaux	519
Table des matières	521

Introduction générale

« Le constat dressé par la division Eau de l'ONU (UN-Water 2010) est clair : "L'eau est le premier intermédiaire par lequel le changement climatique impacte les écosystèmes terrestres, ainsi que le mode de vie et le bien-être de nos sociétés". [...] L'agriculture et l'urbanisme, éléments importants sur le bassin de la Seine, devront s'adapter pour mieux supporter l'élévation de la température et l'évolution de la ressource en eau. » (Habets et al., 2011 : 7)

Les milieux aquatiques au cœur des politiques environnementales urbaines

En mai 2019 le film *Parasite* du réalisateur sud-coréen Bong Joon Ho a obtenu la Palme d'or du festival de Cannes. Deux familles socialement opposées y sont mises en scène : la famille de Ki-Taek vit dans les bas-fonds de Séoul, tandis que les Parks, famille très aisée, sont installés dans les hauteurs de la ville. Les quatre membres de la famille pauvre parviennent à occuper différents emplois de maison dans le foyer des Parks. Un soir, pendant un violent orage, ils profitent de la demeure alors que les Parks sont partis en villégiature, mais doivent s'enfuir à cause du retour impromptu de ceux-ci. Ils dévalent alors les pentes qui séparent la maison d'architecte de la famille aisée de leur appartement situé dans un entresol insalubre, ils semblent balayés par les flots de l'eau ruisselant sur les voiries et cascadant dans les escaliers de la ville.



Figure 1 L'eau de pluie transforme la rue en petit torrent, scène du film *Parasite*

Source : <https://www.politis.fr/blogs/2019/05/parasite-de-bong-joon-ho-compétition-34377/>, consulté le 05/07/2019.

Lorsqu'ils arrivent chez eux ils s'aperçoivent que leur logement est inondé par les eaux de pluie et les eaux d'égout qui dégorge. La cadette de la famille s'assoit alors sur le couvercle de la cuvette des toilettes pour les empêcher de cracher leurs eaux dans l'appartement, et s'allume une cigarette, alors que l'eau continue de monter. Le ruissellement urbain, qui arrache la famille pauvre du foyer aisé, et le débordement des égouts les ramènent brutalement au plus près des déchets de la ville, figurant la fatalité de leur condition sociale. Ainsi, non seulement l'eau conserve, malgré son enterrement et sa disparition des paysages urbains contemporains – hors temps de pluie – cette force symbolique ici utilisée par le cinéaste, mais en plus elle fait pleinement partie du paysage des grandes villes, dans tous les sens du terme. Il aura suffi d'un orage pour faire de la ville un décor dramatique.

L'eau est aujourd'hui au cœur de nombreuses politiques urbaines : en Chine, par exemple, le gouvernement a mis en œuvre un programme dénommé *sponge city*, visant à rendre les villes résilientes aux

aléas hydrologiques et les milieux aquatiques moins vulnérables aux pollutions. Les villes éponges constituent une réponse au risque croissant d'inondation et de canicule urbaine liée à l'explosion démographique urbaine chinoise (Roxburgh, 2017) (cf. figure 2, image 2). Aux États-Unis et en Australie, certaines villes, comme Philadelphie ou Melbourne, ont notamment développé des services spécialisés dans la gestion des eaux de pluie. En France, la métropole de Lyon met en œuvre depuis les années 2000 une politique ambitieuse de gestion locale des eaux de pluie afin de protéger les cours d'eau des pollutions qu'elles transportent, de rafraîchir la ville, qui a été durement touchée par la canicule en 2003 et de gérer le ruissellement urbain, potentiellement responsable d'inondations (Cossais *et al.*, 2016 ; Grand Lyon métropole, 2017). La Ville de Paris a voté en mars 2018 une politique similaire à la politique lyonnaise, le plan ParisPluie, qui favorise la gestion des petites pluies par infiltration dans les sols et par évapotranspiration au moyen d'espaces de pleine terre et végétalisés (mairie de Paris, 2018). Aujourd'hui, un citoyen averti flânant dans Paris, comme en petite ou grande couronne parisienne, peut observer la démultiplication de ce type d'espaces le long des trottoirs, aux pieds des immeubles, au cœur de places urbaines, qui prennent également la forme de creux ou sont dotées de bassins remplis d'eau. Les photographies aériennes dévoilent un nombre non négligeable de toitures végétalisées, dont certaines sont utilisées par des exploitations agricoles ou transformées en jardins partagés. Ces espaces sont à la fois des dispositifs de renaturation de la ville, à la fois des ouvrages dédiés à la gestion de la pluie et des cours d'eau.

Des projets spectaculaires de restauration des rivières urbaines voient également le jour : des attributs hydrologiques naturels sont redonnés aux cours d'eau urbains fortement artificialisés. À Los Angeles (États-Unis), la rivière emblématique de la ville, transformée en canal de béton géant au XX^{ème} siècle, fait l'objet d'un projet de restauration très ambitieux : un véritable lit mimant le lit d'un cours d'eau non artificialisé doit être aménagé dans la cuve en béton (City of Los Angeles, 2017) (cf. figure 2, image 1). Dans les territoires périurbains de l'agglomération parisienne, des politiques de réouverture ou de valorisation des cours d'eau sont menées depuis les années 1980 : plusieurs projets de réouverture de la Bièvre, affluent de la Seine busé au XIX^{ème} siècle ont été menés, des promenades ont été aménagées le long de l'Orge, dans la vallée de l'Yerres et autour du Petit Rosne à Sarcelles (Le Mélédo, 2013). Dans Paris, la fermeture des voies sur berges à la circulation automobile a fait l'objet d'une bataille politique, médiatique et juridique entre la maire de Paris, Anne Hidalgo, et la présidente du conseil régional d'Île-de-France, Valérie Pécresse, entre 2016 et 2018. La fermeture a finalement été actée par le tribunal administratif de Paris.



Figure 2 Résurgences de l'eau en milieu urbain : la ville éponge et la restauration des cours d'eau

Sources : 1. <https://www.thenation.com/article/will-the-los-angeles-river-become-a-playground-for-the-rich/> 2. <https://www.worldfuturecouncil.org/sponge-cities-what-is-it-all-about/> consultés 25/06/2019.

1. La large emprise du canal bétonné de la rivière, aujourd'hui presque asséchée, permet l'aménagement d'un nouveau lit pour la rivière Los Angeles. La restauration mime une rivière naturelle, avec des méandres, des graviers charriés par les eaux, et une végétation de berges.

2. L'eau de pluie qui ruisselle sur les surfaces imperméables de la ville n'est pas renvoyée vers les cours d'eau, mais elle est stockée, infiltrée et réutilisée dans ce parc urbain chinois. Elle sert à recréer une zone humide dans la ville.

L'eau est de plus au centre des rapports scientifiques sur le changement climatique et l'effondrement de la biodiversité : la transformation de la pluviométrie et de l'hydrographie est un des effets attendus du premier, et le second touche particulièrement les milieux humides et aquatiques, qui sont parmi les plus transformés par l'urbanisation et l'industrialisation globales et massives des XIX^{ème} et XX^{ème} siècle. Le dernier rapport du groupe d'Experts intergouvernemental sur l'Évolution du climat (GIEC)¹ souligne les très fortes conséquences climatiques d'une hausse des températures moyennes du globe par rapport à l'ère préindustrielle² de plus de 1,5°C d'ici à 2050 : vagues de chaleur, pluies torrentielles, perte de biodiversité importante (due en partie pour le milieu aquatique à la disparition des récifs coralliens), hausse du niveau de la mer, baisse des rendements de production céréalière et des pêches (2018b). En 2011, un rapport publié par le programme interdisciplinaire de recherche sur l'Eau et l'Environnement du bassin de la Seine (PIREN Seine) présente les résultats de l'utilisation des modèles de changements climatiques du GIEC à l'échelle du bassin fluvial³. Il est ainsi prévu des périodes de sécheresses en été, une diminution du débit de la Seine et du niveau des nappes phréatiques⁴, mais pas pour autant une diminution des inondations, car la pluviométrie est peu modifiée en hiver et les pluies d'orage pourraient être plus fréquentes et plus fortes (Habets et al., 2011 : 5). L'hydrologie du bassin de Seine sera donc affectée par le changement climatique : en été des sécheresses toucheront les différents usages de l'eau, en hiver les prévisions ne sont pas très claires, mais les risques de crue seront inchangés ou augmentés.

L'eau est aussi centrale dans la perte de biodiversité au niveau mondial. Les espèces vivantes sont d'abord affectées par les modes d'occupation humains, selon la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la Biodiversité et les Services écosystémiques (IPBES)⁵. Ce groupe a annoncé en mai 2019 les résultats de la première étude intergouvernementale sur l'évolution récente de la biodiversité, étude présentée comme la plus exhaustive à ce jour sur ce sujet, qui atteste de son effondrement (IPBES, 2019). Sur les huit millions d'espèces vivantes connues, un million sont aujourd'hui en voie d'extinction. Le rapport est sans appel sur les causes de la destruction de la nature : les modes de vie occidentaux sont non viables, l'augmentation du niveau de vie génère la destruction des écosystèmes sur lesquels elle repose. Il souligne notamment que les zones gérées par des peuples autochtones sont moins dégradées, confirmant le lien entre le mode de vie des sociétés industrielles et globalisées et la destruction de la vie. Les zones urbaines ont plus que doublé de superficie depuis 1992 et les zones humides ont diminué de 87 % depuis le XVIII^{ème} siècle, la vitesse de leur disparition est trois fois plus rapide en pourcentage que celle des forêts. Les réserves maritimes sont surexploitées par une pratique destructrice de la pêche, et les industries déversent des déchets polluants dans les cours d'eau et dans les littoraux, sans compter les milliers de produits plastiques polluant aujourd'hui les mers (IPBES, 2019). Le milieu aquatique, terrestre et maritime, est donc particulièrement touché par le phénomène, de diverses manières, et le milieu urbain est désigné comme peu viable, combinant croissance démographique, modes de vie coûteux des sociétés industrielles et artificialisation des milieux.

¹ Ou Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) en anglais.

² L'ère préindustrielle est estimée à partir des données de la période 1850-1900 (2018a : 26).

³ Le rapport fait cependant état de la difficulté à adapter les modèles régionaux au niveau régional (Habets *et al.*, 2011 : 5).

⁴ Terme issue de la géologie : il s'agit d'une « [n]appe d'eau la plus rapprochée de la surface du sol qui alimente les puits ordinaires, ne traverse pas de couches imperméables et se trouve partout dans les vallées à une profondeur variant depuis quelques décimètres jusqu'à cent mètres et au-delà (Husson 1970). », source : <https://www.cnrtl.fr/definition/phr%C3%A9atique>, consulté le 04/06/2019.

⁵ Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

L'accroissement des aléas climatiques, et donc des potentielles catastrophes font également des villes des lieux de très grande vulnérabilité, alors qu'elles sont généralement considérées comme peu résilientes et donc vouées à être durement touchées par ces aléas. Cependant, si les villes peuvent être considérées comme contributrices et lieu des catastrophes écologiques et climatiques à venir, elles constituent aussi des foyers possibles de transformation des modes de vie et d'habiter. Si des espoirs peuvent être placés du côté de la société civile (Blanc, Emelianoff, 2007), les entreprises prennent aussi position sur ce thème. Un réseau de 100 villes résilientes a par exemple été créé par la fondation Rockefeller, réseau dont la ville de Paris fait partie : la fondation finance deux postes au sein de l'administration municipale, un haut responsable de la résilience et son second, qui pilotent l'élaboration d'une stratégie de résilience pour la capitale⁶.

Le ruissellement des pluies sur les larges surfaces urbaines imperméables des grandes métropoles et les débordements des réseaux qui déversent les excréta humains dans les quartiers situés en points bas des villes incarnent un environnement urbain dégradé dans le film *Parasite*. Les politiques urbaines contemporaines tendent cependant à renverser la situation : la présence de l'eau dans la ville devient la marque de la mise en œuvre de techniques, reposant notamment sur la création de milieux aquatiques ou végétalisés, qui visent à limiter les risques et à accroître la résilience urbaine. Les milieux humides urbains sont ainsi des lieux de vie pour les espèces aquatiques et permettent de circonscrire les inondations, les espaces de végétations dans l'espace public. Ils canalisent et gèrent le ruissellement en cas de fortes pluies et empêchent le ruissellement vers les égouts. Les cours d'eau sont remis à l'air libre et une large place leur est faite pour éviter leurs débordements, ainsi que pour les reconstituer en tant que milieux vivants. Ces milieux humides et végétalisés permettent également de réguler l'îlot de chaleur urbain et apportent du bien-être aux citoyens. Ainsi, le rapide panorama des projets urbains contemporains concernant la gestion de l'eau en ville est très positif : les villes semblent se doter d'une panoplie d'ouvrages et d'infrastructures capables de les rendre résilientes au changement climatique et de soutenir la biodiversité, utilisant justement l'élément décrit par les panels d'experts comme le plus fragile de l'environnement global, à savoir l'eau. Ces nouvelles infrastructures et ouvrages techniques transforment notablement les paysages urbains. Ce constat constitue le point de départ de nos travaux.

Causes et conséquences multiples de la mutation de la place de l'eau en ville

Ces interrogations trouvent d'abord des éléments de réponse et de précision dans la littérature scientifique. Trois champs de recherche ont été investigués et articulés. Tout d'abord, puisqu'il s'agit d'étudier une transformation de l'aménagement urbain de l'eau, les travaux historiques concernant la relation entre ville et eau sont mis à contribution : ceux-ci permettent d'expérimenter la contingence de cette relation, qui est parfois difficile à imaginer ; mais également de connaître les différentes périodes structurant cette relation, ainsi que de spécifier les principes techniques fondant l'aménagement de l'eau à chaque période ; et enfin les éléments que les auteurs considèrent comme vecteurs de l'évolution de cette relation. Il sera ici souvent question de l'agglomération parisienne, qui constitue notre terrain d'étude comme on le verra plus loin, dans lequel l'analyse de la littérature est partiellement ancrée.

L'étude des évolutions historiques mène à un autre courant de pensée sur la ville : il s'agit des travaux traitant des infrastructures et des services urbains, et particulièrement des réseaux comme infrastructures consubstantielles à la ville de l'ère industrielle et forme idéale pour les services urbains. La conceptualisation des services urbains en réseaux et la critique de cette forme d'infrastructure a donné lieu à une réflexion sur la nature des infrastructures non réticulaires, ainsi que sur la désirabilité d'autres formes infrastructurelles. Cette littérature permet de mettre en perspective la transformation possible de la relation entre ville et eau,

⁶ Source : <https://www.paris.fr/parisresilient>, consulté le 08/07/2019.

et d'y associer les enjeux urbains – c'est-à-dire politiques, de partage d'un cadre de vie et d'un accès à la ressource.

Enfin, un troisième courant de la littérature porte sur les évolutions de la planification urbaine et particulièrement de la place des espaces de nature dans cette planification. Ce courant met en exergue la dimension trop partielle de l'approche par l'évolution des systèmes techniques urbains pour la résilience ou la transition urbaine. Ses auteurs s'intéressent à l'incorporation d'une logique environnementale à l'aménagement des villes : le développement durable, qui emmène avec lui l'écologie urbaine, et les trames vertes et bleues sont au centre de ces travaux.

Les « temps de l'eau »⁷ ou la variation historique de la place de l'eau en ville

La place de l'eau en milieu urbain est abordée par des travaux historiques. Certains étudient frontalement l'évolution conjointe de l'environnement urbain – compris au sens large - et de l'aménagement de l'eau : c'est le cas de l'ouvrage d'André Guillerme, *Les Temps de l'eau : la cité, l'eau et les techniques - nord de la France, fin IIIe-début XIXe siècle* (1983) qui aborde l'histoire longue de l'aménagement de l'eau dans la ville, à travers notamment l'analyse des savoirs et des techniques. Cette histoire urbaine est prolongée dans l'agglomération parisienne par Sabine Barles dont l'ouvrage *La Ville délétère : médecins et ingénieurs dans l'espace urbain, XVIIIe-XIXe siècle* (1999) expose la concurrence entre médecins et ingénieurs pour la maîtrise de l'environnement urbain, et la conception de l'aménagement urbain propre à ces deux professions. Certains travaux historiques sur la gestion de l'eau en ville portent plus spécifiquement sur les services urbains. La thèse de doctorat de Gabriel Dupuy et l'histoire, écrite avec Georges Knaebel, de l'assainissement parisien, font partie de ceux-ci (Dupuy, 1978 ; Dupuy, Knaebel, 1982) et, dans un tout autre contexte, l'ouvrage de Martin V. Melosi, *The Sanitary city: environmental services in urban America from colonial times to the present* (2000) définit les grandes périodes de l'histoire récente de la gestion de l'environnement urbain dans les villes états-uniennes. L'histoire contemporaine des services de l'eau français et européens, suivant une approche ancrée dans les sciences politiques est par ailleurs menée par Bernard Barraqué et Gabrielle Bouleau (Barraqué, 1995 ; Barraqué, 2011a ; Bouleau, Guérin-Schneider, 2011 ; Bouleau, 2017). Enfin, une large synthèse des connaissances et des courants de recherche sur la relation entre ville et eau a été réalisée par Catherine Carré et Jean-Claude Deutsch dans un essai intitulé *L'eau dans la ville. Une amie qui nous fait la guerre* (2015).

Une autre veine historique peut être identifiée, traitant des relations entre ville et eau : il s'agit de l'histoire environnementale des cours d'eau urbains. L'introduction de l'ouvrage de Stéphane Castonguay et Matthew Evenden, *Urban Rivers: Remaking Rivers, Cities, and Space in Europe and North America* (2012) peut apparaître comme un manifeste pour cette histoire focalisée sur les cours d'eau urbains (Pritchard, 2011 ; Tvedt, Oestigaard, 2014 ; Rodger, Madgin, 2016). Celle-ci est décrite comme étant en plein essor par Stéphane Frioux, dans son introduction du dossier spécial de la revue *Géocarrefour* sur les évolutions historiques des relations entre les villes et les rivières (Frioux, 2010) Quelques articles récents donnent un aperçu des grandes époques de la relation entre ville et fleuve identifiées par les géographes et les historiens (Ghiotti, 2006 ; Barraud, 2011 ; Barraud, Germaine, 2017). L'histoire de la relation entre ville et cours d'eau est enfin menée par des équipes pluridisciplinaires au sein du programme interdisciplinaire de recherche sur l'Eau et l'Environnement du bassin de la Seine (PIREN Seine) : la connaissance de la qualité des cours d'eau est alors mise en regard des systèmes techniques urbains et des pratiques sociales (Carré, Lestel, 2017).

Nous nous autorisons donc dans cet état de l'art à un détour historique, important dans la mesure où il semble difficile d'attester d'un changement sans déterminer une situation antérieure plus ou moins stable. Ce détour permet aussi de connaître les relations passées entre eau et ville, notamment celles qui ont existé et ont disparu avec la ville moderne, et qui peut-être donnent leurs racines aux visions urbaines contemporaines. Dans une première sous-section, sont présentés les vecteurs de transformation identifiés

⁷ (Guillerme, 1983)

par André Guillerme dans son histoire au long cours de la relation entre ville et eau. La deuxième sous-section aborde l'histoire de la ville moderne : la mise en place au XIX^{ème} siècle de proto-systèmes de gestion, et leur développement dans le premier XX^{ème} siècle. Est enfin abordée la période plus contemporaine, marquée par la persistance mais également par la remise en cause des services urbains en réseaux. Pour chaque période les évolutions des systèmes techniques, les conceptions scientifiques et urbaines qui les portent et le contexte socio-politiques et environnemental dont elles émergent sont présentés.

Ressacs temporels de l'eau dans la ville : les vecteurs de la transformation de la relation entre ville et eau

L'ampleur de la période étudiée dans *Les Temps de l'eau* (1983) permet à A. Guillerme de distinguer différents facteurs de l'évolution de l'aménagement urbain de l'eau. Les formes données à l'eau en ville, depuis le III^{ème} siècle, sont très stratégiques : elles sont principalement liées au mode de défense de la cité dans les périodes de guerre, au système productif urbain reposant sur l'eau, lui-même dépendant du contexte politique et des connaissances scientifiques et vernaculaires. Ainsi, les systèmes techniques de gestion de l'eau font intimement partie de la cité, ils sont modelés par leur environnement économique, politique et culturel ; ils ont réciproquement un effet sur l'environnement urbain et forment des supports de la vie sociale urbaine (Guillerme, 1983 : 8). Les variations climatiques ont également un effet sur l'environnement urbain, pour exemple, au XI^{ème} siècle, une baisse des températures de 1 °C et une augmentation de la pluviométrie détériorent les conditions de vie en ville (Guillerme, 1983 : 150). Les périodes de forte présence et de rejet de l'eau de l'espace urbain se succèdent. Ainsi, la ville médiévale et postmédiévale maîtrise l'environnement hydrique, présent au sein même de la ville, tandis que les époques gallo-romaines et industrielles le craignent et l'enterrent (Guillerme, 1983 : 7). Plus fondamentalement, les travaux de thèse de Valérie Mahaut, montrent que le lien entre gestion de l'eau et formes sociales est au cœur du sacré et du droit :

« Les hommes sont donc amenés à instituer des lois, politiques ou religieuses, afin de régler l'usage de l'eau, sa répartition et sa bonne gestion. Se doter de règles de gestion des eaux relève donc du sacré : cela fixe des tabous, des interdits à ne pas enfreindre sous peine de sanction, divine ou pénale. » (Mahaut, 2009 : 154)

Ainsi le partage et la réglementation des usages et de l'accès à l'eau constituent la base des liens communautaires.

Le XVIII^{ème} siècle, qui clôt la période étudiée dans cet ouvrage, est particulièrement intéressant car les grandes lignes de l'aménagement de la ville industrielle y sont posées, mais aussi car c'est une période instructive en matière de transformation des systèmes techniques urbains. L'eau est très présente dans la cité postmédiévale : les villes sont ceintes par des remparts, parcourues de canaux qui servent les métiers de l'artisanat, les tanneurs, les peaussiers, les papetiers... Le système productif repose sur l'utilisation de l'eau stagnante et de la putréfaction. La croissance urbaine et l'évolution des systèmes productifs entraînent cependant une dégradation des conditions de vie urbaines : les eaux de consommation sont contaminées et les épidémies liées à l'eau se développent. Cependant, le XVIII^{ème} siècle est aussi le siècle de l'hydraulique (Guillerme, 1983 : 9), de la fascination pour l'eau courante, dynamique : intellectuels et scientifiques opposent l'hydrodynamique à l'eau stagnante des villes, considérée comme responsable des épidémies et de la surmortalité urbaine. Les sciences se développent dans plusieurs domaines : les mathématiques sont utilisées pour comprendre le comportement des fluides, notamment leur résistance, l'eau formant par ailleurs un modèle expérimental pour les sciences physiques (Guillerme, 1983 : 228). Les théories médicales de l'école de Padoue en Italie font le lien entre marais et surmortalité et trouvent un auditoire chez les intellectuels français (Guillerme, 1983 : 197). Une révolution scientifique au sens de Thomas Kuhn, c'est-à-dire un changement de paradigme ou de modèle explicatif du réel, advient dans le domaine de la chimie : les chimistes se détournent de la chimie organique ou du phlogistique pour favoriser la chimie minérale ;

L'eau stagnante est considérée comme méphitique, vecteur de pourrissement et source d'exhalaisons mortelles ; le nouveau paradigme est celui de l'oxygène, de la vie. Ainsi :

« Réciproquement, avec la prise de conscience des philosophes au cours du XVII^{ème} siècle, c'est une nouvelle attitude devant la nature qui engendre une nouvelle technologie : tout ce qui est susceptible de corrompre, de pourrir, de détruire la vie, doit être éliminé » (Guillerme, 1983 : 236)

Au XVIII^{ème} siècle encore, le cycle atmosphérique de l'eau, et non plus souterrain, est établi et devient un référent commun pour les lettrés. Il est donc admis que l'eau se déplace notamment par les airs, suite à son évaporation, elle prend dès lors une grande place dans la théorie des miasmes, qu'elle véhicule (Guillerme, 1983 : 190-196).

Le tournant vers l'hydraulique et la chimie minérale est cependant plus tardif en France qu'en Italie ou en Angleterre : pour l'auteur, cette transformation est liée à la persistance plus forte d'une mentalité morbide en France, et à l'attachement de l'artisanat à ses procédés. Les évolutions scientifiques seules ne peuvent expliquer les transformations de l'aménagement de l'environnement urbain d'une époque à l'autre : ces évolutions reposent sur l'imaginaire d'une époque qui rend possible ou non l'usage ou le développement d'un système scientifique : « l'innovation technique ou scientifique relève des bouleversements dans les structures mentales et n'en dévie pas tant que ces dernières ne se sont pas modifiées » (Guillerme, 1983 : 236). André Guillerme reprend la distinction faite par Max Weber pour caractériser ce qu'il nomme la « mentalité d'une époque » : les variations de traitement de l'eau en ville peuvent être analysées selon une oscillation entre une fascination pour la mort et une pulsion vitale (Guillerme, 1983 : 237). Le XVIII^{ème} siècle est ainsi un moment de passage d'une fascination morbide, incarnée par une ville de la « stagnation et de la nébulosité » (Guillerme, 1983 : 150) à une mise en mouvement de l'eau, une valorisation de l'eau vive symbole de vie. Cette opposition est reprise par Valérie Mahaut dans sa thèse de doctorat, mobilisant plutôt la dimension psychanalytique et mythologique de cette association entre eau courante et vie, eau stagnante et mort, dichotomie qui transcende temps et espace (Corbin, 1986 ; Mahaut, 2009 : 116-138).

L'action conjointe des intellectuels, des scientifiques, des industriels et à leur suite, des politiques, entraîne les modifications majeures de l'environnement : les artisans sont mis au ban de la ville, notamment par des normes de production qui les excluent, mais également par la concurrence des procédés de la chimie moderne. Les multiples canaux de la ville de l'Ancien Régime perdent leur fonction productive pour devenir essentiellement des égouts à ciel ouvert. Une partie des canaux ou petits cours d'eau sont enterrés ou comblés à la veille de la Révolution française, les remparts qui encignent la ville sont mis à terre, et les boulevards de la poliorcétique sont transformés en promenades urbaines (Guillerme, 1983 : 217-218). La ville industrielle qui se dessine alors est une ville de la circulation de l'air et de l'eau, et des trames végétales pour l'amélioration de l'environnement urbain. Les ingénieurs modifient également le lit des cours d'eau, qu'il faut rectifier : ces derniers sont pour eux l'expression des excès de la nature, par leurs crues, leur vitesse, et la sinuosité de leur lit fait obstacle à la navigation, qui est mathématisée :

« en général, il faut se représenter un fleuve comme un bon ami, qui, d'un instant à l'autre, peut devenir notre plus grand ennemi. Comme les forteresses qu'on bâtit pendant la paix sont les meilleures, il faut aussi fortifier les rivages avant que le fleuve nous fasse la guerre, c'est-à-dire qu'il faut redresser ses rivages, y planter très épais de l'épine et des saules et les renforcer avec des joncs et du gazon. » (Silberschlag, 1769 *in* Guillerme, 1983 : 208)

Les villes sont notamment protégées des cours d'eau par l'exhaussement des sols, et des techniques de protection végétales contre le fleuve sont élaborées et utilisées. La relation entre la ville et ses cours d'eau est donc marquée par la domestication et l'éloignement du fleuve, qui se spécialise, dès le milieu du XVIII^{ème} siècle, dans la navigation urbaine au détriment des usages riverains (Backouche, 2000 ; Frioux, 2010).

Ainsi, la conjonction d'une crise sanitaire et environnementale urbaine, d'une révolution scientifique d'ampleur européenne, en partie motivée par le développement de l'industrie, et des intérêts des élites, entraîne une évolution majeure de l'environnement aquatique urbain du XVIIIème siècle. La transformation de la relation à l'eau est à la fois interne à la cité, dont l'environnement commence à être modifié par les ingénieurs, mais aussi d'ampleur régionale : les cours d'eau sont rectifiés pour la navigation en lien avec le développement des sciences physiques. Les infrastructures de la ville postmédiévale « nébuleuse » perdent leur fonction avec la mise au ban des métiers de l'eau ; l'eau stagnante est considérée comme méphitique, et l'eau vive valorisée. L'évolution de l'imaginaire collectif, plus lente en France, permet l'application des sciences nouvelles à l'aménagement urbain, et leur développement corolaire : hydrodynamique et chimie minérale sont au cœur de ce nouveau temps de l'eau. André Guillaume souligne enfin le caractère régional – au sens d'international – des évolutions urbaines : « La techniques et la ville sont intimement imbriquées dans l'aire géographique qui les stimule » (Guillaume, 1983 : 235).

Les infrastructures de la ville moderne : du pré-hygiénisme à la révolution bactériologique, aux services urbains en réseaux

Le rapport entre ville et eau qui s'élabore à partir du XIXème siècle n'est pas remis en question jusqu'aux années 1950. Il est médiatisé par des infrastructures en réseaux, qui organisent la circulation des eaux – eaux de pluie, eaux ménagères, eaux vannes – dans l'espace urbain. Ainsi, les préceptes d'assainissement par l'assèchement des villes des médecins pré-hygiénistes sont repris par les ingénieurs du XIXème siècle qui les marient aux sciences physiques, et les systèmes en réseau sont également conservés après la révolution bactériologique, après laquelle ils sont agrémentés d'usines de traitement biologique. Près de deux cents années d'assèchement de l'espace urbain forment donc l'environnement de la ville moderne, l'assainissement de la ville se fait cependant au détriment de la qualité des cours d'eau.

La transformation de la répulsion pour le morbide du XVIIIème siècle en système technique hygiéniste à l'échelle de la ville est relatée par Sabine Barles dans son ouvrage *La ville délétère : médecins et ingénieurs dans l'espace urbain, XVIIIe-XIXe siècle* (1999). Au XIXème siècle, la ville est encore décrite comme un marais artificiel : la surmortalité urbaine demeure, bien que l'œuvre du pré-hygiénisme du XVIIIème siècle ait globalement fait croître l'espérance de vie française. Le bannissement de l'eau stagnante des villes, dans la lignée du XVIIIème siècle et selon les préconisations des médecins pré-hygiénistes, est un des mots d'ordre des transformations de la ville par les ingénieurs. Ceux-ci gagnent en effet le monopole de la rectification de l'environnement urbain : à partir de 1806, les ingénieurs des Ponts et Chaussées sont à la tête des services de la ville de Paris (Barles, 1999 : 212). L'œuvre des ingénieurs s'incarne ainsi en un formidable effort de modélisation physique, fondée sur les mathématiques, de l'espace urbain, avec pour objectif son contrôle systématique et rationnel. Les difficultés de modélisation des sols et de la relation entre eau et sol sont cependant résolues par les choix techniques du XIXème siècle : les eaux et les sols sont séparés, selon le « trio adduction / évacuation souterraine / imperméabilisation des sols » (Barles, 1999 : 220), articulant bornes fontaines et réseau d'égout, qui se développe fortement dans Paris dans la seconde moitié du XIXème siècle. Une hydrographie artificielle est donc créée par ces bassins versants urbains, imperméabilisés au cours du siècle par la densification du bâti et par la création des trottoirs, puis le goudronnage des routes. Au Second Empire, l'eau est rejetée non plus dans la Seine et dans Paris, mais à l'aval, à Clichy : les différents bassins versants urbains sont unifiés par un collecteur central, après un récolement des réseaux d'égouts (Barles, 1999 : 219). Les égouts servent alors à la fois à évacuer l'eau de nettoyage des rues, et à protéger la ville du ruissellement des eaux de pluie et de la formation de mares d'eau stagnantes. Ils sont calibrés pour évacuer les eaux de pluie. À la fin du XIXème siècle ils sont utilisés pour évacuer les excréta de la ville de Paris et perdent progressivement leur valeur économique consécutivement à l'industrialisation. La loi du tout-à-l'égout rend obligatoire en 1894 le raccordement des foyers parisiens aux réseaux d'évacuation, contraignant les propriétaires à raccorder leur bien (Barles, 1999). Les eaux usées transportées par les égouts sont jusque dans les années 1930, soit rejetées dans la Seine, soit utilisées comme

engrais dans les champs d'épandage à l'amont de Paris. En 1929 le programme d'assainissement de Paris et du département de la Seine met fin à ce système hybride : les champs d'épandage sont considérés comme les nouveaux marais artificiels urbains, et la révolution pasteurienne induit une préférence pour le traitement en usine des effluents urbains. Le programme d'assainissement prévoit notamment la création de la station d'épuration d'Achères, au niveau de l'exutoire principal des égouts de Paris, qui est mise en service en 1940 (Carré, Lestel, 2017 : 28).

L'hydraulique du siècle des Lumières et la crainte du méphitisme des sols et des eaux stagnantes des médecins sont ainsi opérationnalisés par les ingénieurs du XIX^{ème} siècle. La maîtrise des épidémies urbaines est réalisée par une forte transformation de l'espace urbain et particulièrement par la mise en mouvement des eaux dans des circuits isolés : d'un côté l'eau potable, à laquelle un système d'adduction spécifique est dédié, depuis des sources pures éloignées de la ville méphitique ; de l'autre les eaux usées et pluviales qui sont évacuées à l'aval de la ville, vers les cours d'eau sensés les diluer. L'eau est utilisée dans l'espace public comme eau vive, ruisselant sur les pentes urbaines pour en laver les sols imperméabilisés, puis rejoint immédiatement les égouts où elle circule avec les eaux usées à partir de la fin du XIX^{ème} siècle, jusqu'à la Seine. L'espace urbain est analysé par des approches essentiellement physiques : hydrodynamique, topographie, mécanique des sols. Les nouveaux concepts de la chimie et de la médecine sont intégrés au début du XX^{ème} siècle aux choix techniques du XIX^{ème}.

La consolidation du système d'évacuation des eaux par les réseaux, alors que les théories scientifiques évoluent est également soulignée par Martin V. Melosi pour les villes états-uniennes. Son ouvrage est structuré par les théories environnementales délimitant des périodes : l'ère des miasmes, courant de l'époque coloniale aux années 1880, précède l'âge de la révolution bactériologique, des années 1880 à 1945, auquel succède l'époque de la nouvelle écologie, de 1945 à 2000 (Melosi, 2000). L'auteur définit les services sanitaires comme « mêlés au paysage urbain »⁸ (traduit de Melosi, 2000 : 1), à la fois structurants pour l'espace urbain mais peu évidents, et significatifs de la pensée environnementale d'une époque :

«les services sanitaires sont d'excellents moyens de compréhension de la pensée environnementale, dans sa relation à la vie urbaine et au développement des villes. Ils sont inextricablement liés à la santé publique et aux théories et pratiques écologiques dominantes, qui ont joué un rôle majeur dans la temporalité de leur mise en œuvre et ont déterminé leurs formes » (traduit de Melosi, 2000 : 1)⁹

L'auteur souligne la conservation des proto-systèmes sanitaires élaborés à l'époque des miasmes par l'ère de la bactériologie malgré la remise en cause de la théorie qui leur a donné naissance : « le principe de la conception de systèmes sanitaires permanents à l'échelle de la ville n'est jamais remis en question ; cette conception fondamentale, issue de l'âge des miasmes n'a pas été substantiellement transformée au XX^{ème} siècle »¹⁰ (traduit de Melosi, 2000 : 425). La bactériologie donne cependant ses normes de traitement à l'assainissement des eaux usées et à la potabilisation de l'eau : les usines de potabilisation et de traitement forment alors les frontières des services urbains en réseau (Barraqué, 2011a). Les services sanitaires, incarnés par les réseaux techniques, sont les symboles de la modernité urbaine technique : « toute ville qui se respecte possède ses réseaux »¹¹ (traduit de Melosi, 2000 : 117). Les services sanitaires se développent dans la première moitié du XX^{ème} siècle, portés par l'alliance des municipalités et des industriels qui ont investis

⁸ "Blends into the urban landscape"

⁹ "sanitary services also are important vehicles for revealing contemporary environmental thought as it relates to urban life and city development. They link inextricably to prevailing public health and ecological theories and practices, which have played a large part in the timing of their implementation and in determining their form."

¹⁰ "Never in question was the basic precept of designing permanent, citywide sanitary systems; the basic design originating in the Age of Miasmas were not substantively changed in the twentieth century."

¹¹ "Any respectable city needs a citywide waterworks."

dans ces services, et ont parfois développé des situations de monopole (Melosi, 2000 : 104). Les technologies sanitaires sont des « monuments » à la gloire des ingénieurs qui ont foi en leur capacité à prendre en charge les enjeux urbains sanitaires (Melosi, 2000 : 116).

Les réseaux peinent cependant à suivre la croissance urbaine : dans l'agglomération parisienne, un système très centralisé et peu performant se met en place : la ville de Paris entend protéger ses cours d'eau et nappes phréatiques des pollutions de la banlieue qui se densifie et s'étend, cependant, il lui est interdit jusqu'en 1932 de créer une structure intercommunale (Lestel *et al.*, 2017 : 31). Le passage de systèmes d'assainissement décentralisés (fosses d'aisances) à un système centralisé, c'est-à-dire au raccordement des communes de banlieue parisienne au réseau d'égout parisien est porté par le conseil général du département de Seine, au sein duquel les élus parisiens sont majoritaires : le département de Seine se substitue aux communes de banlieue à partir de 1880 et crée un réseau supracommunal d'évacuation des eaux usées, permettant de les évacuer à l'aval de Paris. La centralisation du système d'assainissement des communes de banlieue est peu performante : elle crée une « banlieue à deux visages » (Lestel *et al.*, 2017 : 31), dans laquelle se distinguent les communes raccordées, situées à proximité d'un collecteur départemental, et les communes usant de leurs propres systèmes d'assainissement. Les communes situées à proximité des émissaires n'ont ainsi par le droit de mettre en place leur propre système d'assainissement, cependant, le raccordement leur incombe : il est souvent mal réalisé, et si 500 km de réseaux ont été créés par le département de Seine en 1914, seules trente communes sont raccordées en 1929, les quarante-neuf autres communes du département déversant leurs eaux usées directement dans la Seine (Lestel *et al.*, 2017 : 47). L'éloignement des cours d'eau urbains initié au XVIII^{ème} siècle s'accroît : leur pollution croissante au fil de l'urbanisation les rend peu à peu impropres aux usages traditionnels, et ils sont consacrés à la navigation par les politiques de développement nationales napoléoniennes dès le début du XIX^{ème} siècle (Lestel *et al.*, 2017 : 24). Les petits cours d'eau de banlieue, qui accueillent les industries délogées des cours d'eau navigués au XIX^{ème} siècle, fortement pollués par ces activités, sont enterrés au début du XX^{ème} siècle. Ainsi, les historiens considèrent que le développement urbain et industriel du XIX^{ème} et du début du XX^{ème} siècle a été réalisé au prix du sacrifice des cours d'eau (Frioux, 2010 ; Castonguay, Evenden, 2012 ; Carré, Lestel, 2017).

L'étude de l'ère bactériologique, selon la périodisation de M. V. Melosi permet de mettre en évidence d'une part le décalage entre évolution des théories scientifiques et évolution des infrastructures urbaines, qui sont plutôt adaptées que réformées ; d'autre part, l'écart entre un système technique idéal et les services techniques effectivement mis en place dans un contexte d'étalement urbain. Ainsi, à l'inertie liée à l'imaginaire d'une époque, s'ajoutent celle de la mise en œuvre d'un système technique et sa persistance une fois réalisé. Les ingénieurs, en charge de la rectification des villes depuis les débuts du XIX^{ème} siècle, se spécialisent dans le dimensionnement des ouvrages et dans la conception des systèmes techniques qu'ils cherchent à optimiser. Enfin, la confrontation entre les histoires urbaines franciliennes et états-uniennes montre une grande cohérence, si bien que l'on peut identifier une nouvelle région – au sens d'André Guillaume – de l'aménagement urbain, comprenant les villes occidentales, dès le XIX^{ème} siècle, et qui peuvent être expliquées notamment par le caractère international de l'ingénierie urbaine (Frioux, 2009).

Le « génie de l'environnement »¹² : remise en cause des réseaux urbains

Cependant, ce modèle est rapidement critiqué : il est difficilement adaptable à la forte croissance urbaine d'après-guerre et à l'étalement urbain qui en résulte, et la pollution des cours d'eau liées aux effluents urbains et industriels devient l'objet d'une forte mobilisation de la société civile et de politiques publiques urbaines visant à les résorber.

¹² (Barraqué, 1993 ; Barraqué, 2011a).

Ainsi, l'époque de la bactériologie prend fin, dans l'ouvrage de Martin V. Melosi, en 1945 : avec les premiers essais nucléaires des États-Unis dans l'État du Nouveau Mexique, débute « l'ère de la nouvelle écologie ». Celle-ci est définie, suivant les termes de l'historien américain Donald Worster cités par M. V. Melosi comme « une vision étroitement imbriquée de la nature et de la place de l'humain en son sein »¹³ (traduit de Melosi, 2000 : 291). Les essais nucléaires marquent selon M. V. Melosi fortement les esprits, et sont le point de départ d'une contestation large des effets sur la santé humaine et l'environnement planétaire de la technique moderne¹⁴. À partir de cet événement, mais plus fortement à partir des années 1960, une contestation populaire de la technologie et de l'exploitation industrielle émerge aux États-Unis et en Europe. L'ère de la nouvelle écologie est donc caractérisée par l'élargissement de l'assainissement urbain des pollutions domestiques (et organiques) aux pollutions industrielles (Melosi, 2000 : 260). Bernard Barraqué, dans ses travaux sur les services de l'eau en Europe évoque plutôt la naissance dans l'après-guerre d'un génie de l'environnement, désignant de manière plus nuancée la combinaison de l'intérêt de l'ingénierie et des services urbains pour sa protection, et les mesures politiques prises en sa faveur (Barraqué, 1993 ; Barraqué, 1995 ; Barraqué, 2011a).

Ce nouveau génie émerge alors que la pollution des cours d'eau et des nappes est paroxystique. Elle est notamment due aux rejets de l'industrie, qui ne subit aucun contrôle, et aux eaux usées urbaines qui sont à l'époque peu ou mal traitées, mais aussi au décalage entre les infrastructures et le développement urbain d'après-guerre, qui est alors maximal : la pollution de la Seine culmine entre les années 1950 et les années 1980 (Lestel *et al.*, 2017 : 64-65). Les villes s'étendent, si bien que la population urbaine vit majoritairement hors de la ville historique dense, et les infrastructures peinent à suivre le rythme de cette extension. Les réseaux historiques des centres urbains délaissés se détériorent. En Europe, la vétusté des réseaux produits au début du siècle pose également problème dès la décennie 1960 (Florentin, 2015).

La protection de la ressource en eau se traduit en France par la première loi sur l'eau de 1964 (n° 64-1245, relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution), qui crée une administration d'État chargée de contrôler la qualité et le partage de la ressource et des milieux : les agences de l'eau (alors agences financières de bassin). Plus généralement, une administration dédiée à l'environnement se met en place suite à des mobilisations citoyennes pour l'environnement : aux États-Unis, la création de l'agence américaine pour la Protection de l'Environnement¹⁵ par le gouvernement Nixon fait notamment suite à une manifestation au retentissement international en 1970 dans les villes américaines, nommée *Earth Day*, ou jour de la Terre (Melosi, 2000 : 363). En France les mouvements écologistes deviennent visibles autour de l'effervescence de mai 68 et, en 1971, est créé le ministère de l'Environnement. Dans les années 1970-1980, plusieurs directives européennes traitent de la qualité des effluents urbains (Barraqué, 1995), ou imposent des limites aux rejets dans les milieux aquatiques, au nombre desquelles on trouve la directive sur les Eaux résiduaires urbaines, qui fixe des objectifs de raccordement à l'égout et de traitement des eaux (Barraqué, 2004 ; Carré, Lestel, 2017).

A cette même période, la pollution des cours d'eau entraîne, en France comme ailleurs en Europe et aux États-Unis, une remise en cause du système du tout-à-l'égout. Jusqu'aux années 1940, dans l'agglomération parisienne comme dans la plupart des villes équipées, l'évacuation des eaux usées et des eaux de pluie est mutualisée dans un seul et unique réseau, qualifié d'unitaire. Après la seconde guerre mondiale, l'État promeut le système séparatif d'évacuation : il est composé de deux réseaux, l'un dédié aux seules eaux usées et l'autre aux seules eaux de pluie. Ce système vise à réduire le débordement des réseaux unitaires vers les cours d'eau¹⁶ et à réduire la dilution des eaux usées par les eaux pluviales, car la

¹³ "a tightly constricted view of nature and of man's place therein."

¹⁴ La contestation des pollutions et de l'activité industrielle pour des raisons environnementales est cependant antérieure, elle est concomitante de l'industrialisation, voir à ce sujet (Jarrige, 2014).

¹⁵ Environment Protection Agency.

¹⁶ Le réseau unitaire est conçu pour déborder sans traitement lorsque les grosses pluies le remplissent.

concentration des pollutions bactériologiques favorise leur épuration (Dupuy, Knaebel, 1982). En 1977, une Instruction technique produite par la commission interministérielle Loriferne est diffusée aux services déconcentrés de l'État : elle autorise la mise en œuvre de bassins de retenue de l'eau de pluie en amont des réseaux, première forme officielle des techniques alternatives au réseau, et signe donc le retour de l'eau stagnante en ville (Dupuy, Knaebel, 1982). Les techniques alternatives sont articulées aux réseaux d'évacuation qu'elles doivent réguler et préserver, en maîtrisant l'arrivée des eaux de pluie dans les canalisations. Avec les réseaux séparatifs apparaît cependant le problème des mauvais branchements, c'est-à-dire du raccordement des eaux usées sur les réseaux d'eau pluviale et vice versa. Ceux-ci deviennent une source majeure de la pollution des cours d'eau dans l'agglomération parisienne, s'ajoutant aux débordements des réseaux par temps de pluie, non résorbés par les techniques alternatives (Lestel *et al.*, 2017 : 32 et 66).

En France, les techniques alternatives ont également pour but de produire des infrastructures de dimensions plus modestes et donc moins coûteuses que les équipements réticulaires. Les collectivités doivent en effet faire face à des dépenses croissantes et dans un cadre contraint (principe de « l'eau paie l'eau ») (Bouleau *et al.*, 2011 : 56 ; Barraqué, 2011). En lien avec la décentralisation des compétences initiées dans les années 1980, une gouvernance territoriale de l'eau se met en place : des outils contractuels, puis de planification ainsi que des établissements de gestion spécifiques sont créés principalement par la deuxième loi sur l'eau de 1992 (n° 92-3 du 3 janvier 1992) et par la loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles, dite loi MAPTAM (n° 2014-58 du 27 janvier 2014). La gestion doit être « intégrée » c'est-à-dire transversale aux différents secteurs et usagers de l'eau, et ancrée dans un territoire, autour des municipalités et de leurs établissements, considérant le bon état des ressources aquatiques de ce territoire et intégrant la population aux processus de décisions (Hellier *et al.*, 2009 : 193). Ces préceptes composent, avec l'ingénierie de traitement des pollutions non organiques et la limitation des effluents urbains, les caractéristiques du génie environnemental (Barraqué, 1993 ; Barraqué, 2011).

Les difficultés liées aux infrastructures en réseaux ne vont pas en s'améliorant à la fin du siècle : dans les années 1980, la presse américaine annonce une crise des infrastructures et l'effondrement des services sanitaires municipaux. En Europe, dans les années 1990, la baisse des consommations liée principalement à la désindustrialisation, au développement d'un électroménager moins consommateur, à des incitations à la sobriété et au développement de l'écologie industrielle¹⁷, induit une fragilisation des infrastructures en situation de surdimensionnement, une baisse des ressources financières et accentue la difficulté à prendre en charge le renouvellement des réseaux vétustes (Florentin, 2015).

L'artificialisation des cours d'eau atteint aussi un niveau paroxystique dans les années 1960-1970 (Ghiotti, 2006) et la pollution parachève l'éloignement des citadins des cours d'eau : la baignade est interdite dans la Marne en 1970 pour des raisons de qualité de l'eau, enfin en 2003 dans tout le département du Val-de-Marne pour les mêmes raisons (Lestel *et al.*, 2017 : 70-71). Ainsi si l'occupation des berges par les industries n'avait pu empêcher les citadins de se mettre à l'eau, la pollution a eu raison de cette pratique. En parallèle à partir des années 1970 émergent des politiques de valorisation paysagère des cours d'eau, relayées dans les années 1990 par un idéal de restauration, notamment concrétisé par la suppression des ouvrages qui les fractionnent : les seuils et les barrages. La pratique de la suppression des seuils vient notamment des États-Unis, et constitue également une réponse à la vétusté des barrages produits en masse entre les années 1950 et 1970 (Barraud, 2011 ; Morandi, 2014 ; Barraud, Germaine, 2017). Des actions de restauration des cours d'eau sont intégrées aux premiers documents de planification à l'échelle des territoires hydrographiques des agences de l'eau, dans les années 1990 (Barraud, 2011). La protection des cours d'eau

¹⁷ C'est-à-dire de logique de recyclage à l'échelle d'un site de production, induisant la réinjection d'effluents de certains processus dans d'autres, qui permet de diminuer la consommation notamment d'eau, et donc d'économiser des ressources.

entame de fait un nouveau tournant dans les années 1990, suite à la catastrophe de Sandoz¹⁸ à Bâle (Suisse) en 1987 : il apparaît alors que leur qualité et leur capacité à résister à un épisode de pollution sont liées à la présence d'écosystèmes aquatiques. Une réflexion est donc engagée sur la nécessité de préserver non pas la ressource en eau, mais les milieux aquatiques (Bouleau, 2017). En 2000 est promulguée la directive cadre européenne sur l'eau (Directive 2000/60/CE), en partie inspirée du droit français. Cette directive donne une impulsion écologique à la gestion de l'eau, en proposant un référentiel d'évaluation intégrant la qualité écologique des milieux aquatiques, qualité jusqu'alors envisagée d'un point de vue essentiellement chimique et biochimique, en rapport à une situation écologique de référence. Elle correspond de plus non pas à une obligation de moyens, contrairement aux directives précédentes, mais à une obligation de résultat :

« Le terme d'"écologisation" qualifie ainsi un changement politique en faveur de la réduction des pollutions à la source, du principe de précaution, de la diminution du cumul des rejets dans l'environnement et de la protection de la biodiversité (Granjou, 2013 ; Mormont, 2013). » (Bouleau, 2017 : 40)

La directive cadre sur l'eau est transposée en droit français en 2004. Une série de lois au niveau national confortent ensuite ce tournant écologique de la gestion de l'eau : la loi sur l'eau et les milieux aquatiques dite LEMA (n° 2006-1772 du 30 décembre 2006) combine l'écologisation du droit et la territorialisation de la gestion, lui donnant plus de force. La loi MAPTAM crée la compétence de gestion des milieux aquatiques et de protection contre les inondations, qui revient aux collectivités territoriales et à leurs établissements ; ces deux thèmes sont ainsi érigés en compétence territoriale. Enfin, la loi Grenelle crée les trames vertes et bleues, donnant un contour infrastructurel aux politiques de protection des espaces dits naturels : les corridors écologiques doivent permettre l'augmentation de la circulation des espèces dans les territoires fractionnés notamment par l'urbanisation, et partant, l'accroissement de la biodiversité (Cormier, 2011 : 41).

Ainsi, trois éléments se dégagent de cette dernière période : les infrastructures lourdes, les réseaux enterrés d'évacuation d'eau pluviale et les barrages et assimilés sur les cours d'eau, pour ce qui nous intéresse, doivent être renouvelés, mais ne bénéficient pas de l'investissement de l'État qui avait permis leur production. Les politiques publiques de gestion de l'eau sont territorialisées, d'un côté par la création d'une gouvernance spécifique de l'eau, aboutissent en 2014 à la création d'une compétence de gestion des milieux aquatiques et de protection contre les inondations, d'un autre côté par le transfert vers les intercommunalités de la gestion des services urbains et par la création d'une compétence spécifique de gestion de l'eau de pluie. Enfin, les référentiels de l'aménagement de l'eau ont beaucoup évolué au cours de cette période : à la pollution bactériologique se sont ajoutées les pollutions industrielles et la gestion des cours d'eau est réformée par la mise en place d'un référentiel écologique, qui introduit dans l'aménagement du territoire la notion spatiale et qualitative d'écosystème. La mutation des infrastructures urbaines, qui constituent un patrimoine historique, économique, et qui ont fondé les territoires urbains contemporains, ne va cependant pas sans poser question.

Débats autour des mutations infrastructurelles urbaines

Les systèmes techniques urbains sont très sollicités pour la transformation de l'environnement urbain, en vue notamment de sa résilience et d'une moindre consommation des ressources : les techniques

¹⁸ Dans la nuit du 30 octobre 1986, à Muttenz près de Bâle, un incendie se déclare dans un hangar contenant des pesticides, fongicides et insecticides de l'usine chimique Sandoz. Les 10 000 litres d'eau servant à éteindre l'incendie s'écoulent dans le Rhin, et avec eux près de trente tonnes de substances chimiques toxiques. 190 tonnes d'anguilles ont été ramassées dans les quelques heures qui ont suivi l'incendie, les oiseaux piscivores et les invertébrés ont également été touchés (Kiss, 1987 : 720-721).

alternatives aux réseaux pour la gestion des eaux de pluie et la renaturation ou restauration des cours d'eau participent, dans cette veine, à la transformation des grands réseaux infrastructurels urbains. Or, cette transformation génère dans la société civile comme dans la recherche, des prises de position idéologiques (Coutard, 2010). Les tenants des grands réseaux urbains, considérés comme modèle infrastructurel consubstantiel à la ville, porteurs de solidarité entre les citoyens, s'opposent aux tenants des techniques décentralisées, qui permettent une relation plus sobre aux ressources, une localisation de la consommation, et une plus grande efficacité, les économies d'échelle des grands réseaux étant liées à des pertes en ligne (fuites des réseaux d'eau potable par exemple) (Coutard, Rutherford, 2015). Olivier Coutard a repris les termes de ce débat et exposé son caractère idéologique, ainsi que souligné la nécessité de dépoliariser les positions et de considérer une évolution vers un système composite, articulant grand réseau et techniques décentralisées (Coutard, 2010). Nous retraçons d'abord ici les grandes lignes de ce débat : dans une première sous-section, nous présentons les grandes lignes des oppositions entre grands réseaux techniques et techniques décentralisées. Nous spécifions ensuite les arguments de ce débat relativement à la gestion des eaux de pluie et des cours d'eau en ville, dont l'évolution est également empreinte de prise de position idéologiques.

L'opposition entre grands réseaux urbains et techniques décentralisées résolue par le compromis d'un système combinatoire

La généralisation des services urbains en réseaux à toutes les circulations de matières et d'énergie urbaines a donné lieu à une théorisation de cette forme spécifique de rapport aux ressources qui a émergé dans les années 1980-1990, autour de Gabriel Dupuy en France et Joël Tarr aux États-Unis (Coutard, 2010), qui éditent ensemble un ouvrage intitulé *Technology and the Rise of the Networked City in Europe and America* (1988). Fondé sur les grands travaux historiques décrivant le déploiement des réseaux techniques urbains, la théorie des réseaux fait de ces derniers l'infrastructure urbaine par excellence. Le réseau associe infrastructure réticulaire centralisée et organisation hiérarchisée et capitaliste de gestion (Coutard, 2010). Olivier Coutard identifie trois moteurs principaux du développement des grands réseaux dans la littérature scientifique : l'interdépendance urbaine, les vertus technico-économique des systèmes en réseaux, les propriétés de solidarisation territoriale. Les réseaux infrastructurels, comme la police de l'ordre public et celle de l'environnement sont un moyen de gérer l'interdépendance urbaine, ou le partage d'un même espace, d'un environnement et de ressources par les citoyens (Coutard, 2010). Le développement des réseaux est aussi motivé par les avantages économiques, au sens large, qu'ils procurent : ils permettent des économies d'échelle, d'envergure, de diversité, ils constituent des biens de club (ou biens à péage : leur accès ne peut être exclusif mais est ouvert par le paiement d'une taxe, il n'y a donc pas concurrence entre les usagers (Barraqué, 2011b)) et font diminuer le coût des transactions. Leur dimension collective large entraîne donc un avantage pour les différents membres du réseau en bénéficiant. Les vertus économiques des réseaux les constituent en domaine d'intérêt pour les entreprises privées qui ont fortement contribué à leur développement. Enfin, ces réseaux ont une vertu dite territoriale : ils solidarisent matériellement les espaces qu'ils desservent, fondant ainsi une unité spatiale de service et financière dans le cas des réseaux d'eau, puisque les contribuables financent ensemble le réseau collectif. Olivier Coutard identifie les facteurs de validité de ce modèle, que sont la croissance urbaine, la richesse de la population, la volonté de l'État de soutenir la mise en place de cette infrastructure et la maîtrise des sols (Coutard, 2010). Les réseaux sont donc des outils performants de partage de l'accès à la ressource et de solidarité des territoires urbains.

Les grands réseaux urbains ont cependant aussi fait l'objet de nombreuses critiques, dans les années 1970 en ligne avec l'assimilation des réseaux urbains et d'un gouvernement technocratique, puis à partir des années 1990 en lien avec les questions écologiques. La première vague critique est évoquée par Gabriel Dupuy dans sa thèse de doctorat *Urbanisme et technique : chronique d'un mariage de raison* en 1978, cherchant à expliquer la technicisation de l'urbanisme et l'hégémonie des ingénieurs dans la fabrique urbaine (Dupuy, 1978). La technique moderne est alors l'objet d'une série de travaux critiques, dont ceux de Jacques Ellul

qui la définissent comme aliénante, car elle se développe de manière autonome (Dupuy, 1978). Jürgen Habermas évoque pour sa part la constitution d'une technocratie associant technique et administration, réduisant les instances politiques aux rouages d'une grande machine autonome, neutralisant le pouvoir de révolte par une rhétorique de rationalité soutenue par la science moderne (Habermas, 1973). Gilbert Simondon, publiée en 1958 une thèse dans laquelle il élabore une théorie s'opposant à la haine ou à la peur de la technique moderne, mais également à sa glorification, visant à fonder une culture adaptée au développement technique de la société industrielle (Simondon, 1989). Dans les années 1970 la technique est donc inquiétante, perçue comme une machine qui tend à s'autonomiser de tout cadre moral et politique, et la technicisation de l'urbanisme, dont l'autonomisation est par ailleurs réfutée par G. Dupuy, peut être perçue comme une de ses formes. Daniel Florentin reprend ce thème en interprétant le contrôle du rapport à l'environnement induit par les infrastructures en réseaux à un dispositif coercitif, pouvant être assimilés à un contrôle biopolitique au sens foucauldien du terme, c'est-à-dire de contrôle des mœurs et des corps des citoyens (Florentin, 2015 : 33).

Un autre versant de la critique des réseaux est celui de leur manque d'adaptabilité. Incapables de muter au rythme de l'espace urbain, ils constituent un patrimoine lourd à porter, comme la crise des infrastructures américaine le montre. M. V. Melosi mobilise la théorie de la dépendance au sentier pour comprendre la persistance des infrastructures urbaines malgré les changements de paradigmes scientifiques et leur difficulté à suivre les variations urbaines. Cette théorie conceptualise une résistance au changement liée à l'héritage technique, les choix techniques antérieurs définissant le champ des possibles actuels : les infrastructures, leur modelage des corps, des mœurs, les professions qui en ont la charge, leur fondement d'un rapport commun à l'environnement et la légitimité des pouvoirs publiques associée, déterminent les évolutions urbaines futures, elles constituent un héritage contraignant (Melosi, 2000 : 10). Daniel Florentin souligne que le modèle économique et territorial des grands réseaux techniques urbains est fondé sur un modèle de croissance, d'où leur difficile adaptation à la décroissance urbaine. Martin V. Melosi utilise pour sa part la théorie de l'obsolescence infrastructurelle développée par l'historien Josef Konvitz : trop ajustée aux besoins de l'époque, les infrastructures sont incapables de s'adapter à l'évolution du contexte urbain, elles construisent donc une permanence et plutôt qu'une capacité de résilience urbaine (Melosi, 2000 : 11). Cette rigidité des grandes infrastructures est également évoquée par Gabrielle Bouleau, qui présente plutôt la difficulté de sortir d'une vision équipementière du territoire, alors que l'investissement pour le renouvellement de réseaux d'eau vétuste est financièrement délicat pour les collectivités territoriales : le réseau est perçu comme une œuvre, un patrimoine à préserver, et la possibilité de son abandon ou de sa transformation peut-être localement douloureuse (Bouleau *et al.*, 2011).

La critique des infrastructures urbaines porte également sur leur efficacité technique, notamment éprouvée par les travaux sur les trajectoires socio-écologiques de l'institut d'Écologie sociale de Vienne et les travaux portant sur le métabolisme urbain : ces deux courants de pensée montrent l'inefficacité des infrastructures urbaines contemporaines, puisque la consommation d'énergie et de ressources est, relativement à la population, plus forte aujourd'hui que par le passé et dans les sociétés occidentales que dans les autres régions du monde (Barles, 2007 ; Fischer-Kowalski, 2011). Selon les travaux portant sur le métabolisme urbain, il s'agit aujourd'hui de boucler les flux d'énergie et de matières linéarisés par la société industrielle, bouclage traduit dans le langage commun par l'idée du recyclage, mais auquel est associée la notion plus importante encore de dématérialisation (Barles, 2017). Le programme OCAP, porté par Fabien Esculier, travaille par exemple à la séparation des urines et des fèces à la source, dans le but notamment de valoriser les urines, riches en azote et en phosphore, qui peuvent servir d'engrais pour l'agriculture ou intervenir dans d'autres filières de production (LEESU, 2019).

Les techniques décentralisées opposées aux grands réseaux urbains prennent la forme d'ouvrages permettant une relation à l'environnement non médiatisée par les grands réseaux urbains : ce sont les composteurs individuels, les panneaux solaires, les systèmes de géothermie, les cuves de récupération des eaux de pluie, les systèmes de lagunage par phytoremédiation... Elles sont liées à un idéal de sobriété et de rapport local à l'environnement, mettant en œuvre des boucles de récupération ou extrayant des énergies

renouvelables. Elles sont donc valorisées selon des critères éthiques. Cependant selon Olivier Coutard, on sait peu de chose de leur efficacité effective. La thèse d'Élisabeth Lehec a cependant montré que la production de compost par les composteurs en pied d'immeuble est au moins aussi qualitative que celle du grand réseau technique de ramassage et de traitement des ordures, et que l'efficacité des techniques décentralisées est négligée par les pouvoirs publics (Lehec, 2018). Les techniques décentralisées sont souvent associées aux écoquartiers, ou à des projets urbains spécifiques, qui génèrent des isolats de techniques conçues comme sobres. Graham et Marvin alertent ainsi dans leur ouvrage *Splintering Urbanism* (2001) sur la différenciation des niveaux de services urbains, liée au faible renouvellement des réseaux et à la décroissance urbaine, générant une potentielle ségrégation spatiale infrastructurelle à laquelle contribuent ces isolats. Cette idée de l'émergence d'un rapport spécifique et privilégié à l'environnement – dont on pourrait arguer qu'il est déjà effectif – par les techniques décentralisées est également développée par M. V. Melosi qui propose de voir dans les techniques décentralisées une libéralisation et une individualisation qui suivent le modèle de l'individualisation du rapport à l'hygiène au XIX^{ème} et XX^{ème} siècles (Melosi, 2000 : 295). Le risque de démultiplication de technologies environnementales, en fait consommatrices en ressources pour leur production, peut entraîner la création de micro-systèmes techniques « messy and smelly » - désordonné et odorant - selon les termes de Daniel Florentin (Florentin, 2015 : 36). Ces techniques locales ne pourvoient en général pas l'intégralité du service pour les habitants, dont les usages restent calibrés sur les grands réseaux, qui jouent par conséquent un rôle de fourniture de service de dernière instance (Coutard, 2010). Enfin, la déconnexion partielle des grands réseaux, toujours en vertu de leur difficulté à s'adapter à une diminution des flux, génère la déstabilisation des services urbains, augmentée par le caractère interrelié des services, synthétisé par l'idée de vulnérabilité infrastructurelle urbaine (Florentin, 2015 : 53-57).

L'idéalisation des techniques décentralisées, comme celle du grand réseau technique ou leur condamnation sont donc peu pertinentes car caricaturales (Lehec, 2018). Selon Olivier Coutard, l'hypothèse de l'abandon du maillage territorial à grande échelle n'est pas crédible, il faut plutôt considérer une nouvelle combinatoire entre grand réseau et formes techniques plus locales, selon une logique de mutualisme, ou bien une relation de desserte en dernier recours. Il s'agit donc de penser et réguler cette combinatoire afin qu'elle soit positive plutôt que de voir dans les techniques décentralisées « la fin du grand réseau » ou de considérer le grand réseau comme antinomique de ces techniques locales (Coutard, 2010).

Un patrimoine infrastructurel décentralisé

La connotation vertueuse des techniques décentralisées et la remise en question des grands réseaux urbains sont également sujets à débats dans le domaine de la gestion des eaux de pluie et des cours d'eau urbains. Des travaux en géographie, hydrologie urbaine, et sciences politiques, nous permettent de préciser le statut ambigu des techniques alternatives et des aménagements de restauration des cours d'eau dans la gestion de l'eau en ville : les techniques alternatives sont partagées entre le réseau centralisé et le renouvellement de la fabrique urbain, tandis que les opérations de renaturation des cours d'eau en ville ont une vocation essentiellement paysagère.

Dans leur essai Catherine Carré et Jean-Claude Deutsch soulignent l'ambiguïté de la valorisation de l'eau en ville. Les techniques alternatives ou intégrées de gestion des eaux pluviales, sont en grande partie à l'initiative des particuliers et des aménageurs – les pouvoirs publics ayant essentiellement un rôle de régulation des rejets dans les réseaux. Elles constituent des technologies relativement autonomes, par ailleurs déterminées par les normes de quartiers écologiques, qui mènent à privilégier certaines techniques, par facilité de conception, par manque de connaissance, ou résultant de la publicité faite par certaines entreprises autour de leurs produits (Carré, Deutsch, 2015 : 281-282). Cette critique rejoint celle plus générale de la standardisation des productions urbaines écologiques, selon un « kit écoquartier » (Theys, Emelianoff, 2001). Les techniques alternatives ou intégrées posent également problème en termes de financement, puisqu'elles sont produites en partie par les aménageurs et les particuliers, qui prennent donc en charge les équipements urbains, ainsi que leur maintenance (Carré, Deutsch, 2015) : les pouvoirs publics risquent de

perdre le rôle de maîtres d'ouvrage des équipements et infrastructures collectifs qui les caractérise depuis les XIX^{ème} siècle (Bouleau, Guérin-Schneider, 2011). De plus, la bonne gestion de ces ouvrages par les particuliers n'est pas assurée et ceux-ci peuvent générer des dysfonctionnements du réseau auquel ils sont liés. L'ambiguïté réside également dans le traitement du caractère dit « naturel » de ces techniques : les écoquartiers mettent effectivement en place une gestion intégrée de l'eau de pluie, mais celle-ci n'est en fait pas associée à des objectifs de résilience ou de biodiversité (Carré, Deutsch, 2015 : 281). Catherine Carré et Jean-Claude Deutsch soulignent la forte dimension esthétique des techniques alternatives et de la renaturation des cours d'eau pour les aménageurs et pour les habitants : leur dimension écologique n'est pas forcément perçue et l'eau est selon les termes emprunté à la thèse de Fanny Romain sur les paysages fluviaux urbains contemporains, un « symbole convoqué dans la scénographie urbaine » plus qu'un vecteur de transformation du métabolisme urbain (Romain 2010 *in* Carré, Deutsch, 2015). Catherine Carré et Jean-Claude Deutsch signalent enfin la faible production de techniques multifonctionnelles de gestion des eaux de pluie : celle-ci sont donc très visibles dans les écoquartiers mais en fait peu généralisées, et pèsent donc peu dans la gestion de l'eau pluviale urbaine (Carré, Deutsch, 2015 : 34). Régis Barraud souligne, citant les travaux de Catherine et de Raphaël Larrère (1997), ainsi que ceux de l'écologue Luginbühl (2001) et du paysagiste Gilles Clément (2003), le renouvellement des regards portés sur les paysages urbains, notamment sur les friches urbaines : ceux-ci sont désormais normés par une esthétique et une éthique de la « nature sauvage » (Barraud, 2011). Ainsi, l'évolution la plus sensible en faveur de la biodiversité serait celle du nouveau traitement de la végétation dans les espaces publics, initiées dans les années 1990 (Cormier, 2011).

De plus, les techniques alternatives de gestion des eaux de pluie sont parfois décrites comme accentuant la crise des grands réseaux : Guido Petrucci indique dans sa thèse de doctorat que leur généralisation risque de générer un phénomène de concomitance des flux d'eaux pluviales dans les réseaux, observé dans certains bassins de l'agglomération parisienne, et augmentant le risque d'inondations urbaines par débordement des réseaux (Petrucci, 2012). La réutilisation des eaux de pluie contrevient par ailleurs à la symétrie entre service en eau potable, facturé, et service d'assainissement, financé par la facture d'eau : l'approvisionnement en eau de pluie induit l'utilisation d'un service – le service d'assainissement qui prend en charge leur traitement – auquel l'utilisateur n'a pas contribué puisque les eaux de pluie sont difficilement comptabilisées (Barraqué, 2011a). Enfin, la baisse des apports d'eau de pluie aux réseaux d'assainissement peut également entraîner des dysfonctionnements : les apports peuvent s'avérer insuffisants pour le transport des effluents, qui stagnent et sédimentent dans les canalisations alors réduites, générant un risque d'inondation accru en cas de fortes pluies (Carré, Deutsch, 2015 : 184).

Cependant, les techniques alternatives aux réseaux, on l'a vu, apparaissent dans les années 1970 pour seconder les réseaux urbains dont elles assurent en quelque sorte le bon fonctionnement, en modulant l'arrivée d'eau dans les réseaux, comme la gestion en temps réel des réseaux permet d'en optimiser le fonctionnement. Elles sont également conçues comme des ouvrages techniques permettant la transformation du patrimoine de canalisations dont les collectivités territoriales ne peuvent assumer le renouvellement (Bouleau *et al.*, 2011). Ce sont donc des ouvrages conçus d'abord comme des extensions du réseau et non pas dans une perspective d'autonomisation. Elles forment un nouveau patrimoine technique public, bien qu'une partie de ce patrimoine soit produite par des acteurs privés et localisés dans des parcelles privées : selon cette logique de constitution d'un nouveau patrimoine, certains chercheurs énoncent la nécessité de les recenser en tant que techniques de gestion de l'environnement urbain, et non comme technologies relevant de la propriété privée (Werey *et al.*, 2016).

Ainsi l'évolution des services urbains en réseau induit des débats sur les formes souhaitables du rapport collectif à l'environnement, sur l'efficacité relative des différents systèmes, en réseaux ou décentralisés, sur la régulation des techniques décentralisées. Les travaux sur le développement des techniques alternatives de gestion d'eau de pluie et sur la renaturation des cours d'eau urbains met en évidence le fait que les techniques décentralisées sont extrêmement liées au réseau, dont elles ont émergé, et que loin d'inaugurer un rapport individuel à l'environnement, rendu impossible par le caractère commun de la ressource, elles reconfigurent

la gestion de la ressource et sa signification dans les paysages urbains, visible également au sujet de la renaturation des cours d'eau. La reconfiguration d'une gestion commune de l'eau hors réseau est sensible dans les débats sur l'officialisation de la compétence communale de gestion des eaux de pluie, sur la création d'une taxe et donc d'un budget spécifiques à cette gestion (mise en place puis supprimée), avec la création d'une compétence territoriale de gestion des milieux aquatiques, et avec la limitation des usages de l'eau de pluie. L'évolution des techniques de gestion de la pluie et des cours d'eau bousculent donc la fabrique urbaine et les paysages et cadre de vie urbains.

L'environnement comme opportunité de réforme de la fabrique urbaine

L'évolution du système technique en réseau, son lien avec de nouvelles formes et gabarits urbains tels que les écoquartiers impliquent l'évolution des services urbains associés aux réseaux et des métiers associés, et plus largement de l'urbanisme, de la conception de la ville, originellement fondés sur l'abstraction des circulations de flux de matières et d'énergie (Barles, 2015). Ces évolutions rencontrent notamment la consolidation d'une nouvelle ingénierie impliquée dans la fabrique urbaine : l'ingénierie écologique, relatée par les chercheurs en écologie urbaine et les ingénieurs écologues rassemblés autour du programme interdisciplinaire en ingénierie écologique, ainsi que par les chercheurs de l'institut national de recherche en sciences et technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA), particulièrement investis dans le domaine. D'autres travaux portent sur l'évolution de l'urbanisme qui résulte de l'écologisation des politiques publiques, la place de l'écologie scientifique dans la réforme potentielle de l'urbanisme est notamment discutée par les travaux de Cyria Emelianoff, d'Olivier Berdoulay et de Vincent Souberyan. Enfin, certains auteurs mettent en évidence la tendance techniciste, c'est-à-dire confinée dans des réseaux d'expertise et limitant l'implication sociale, de ces évolutions.

L'ingénierie bousculée par l'environnement et l'écologie

Les travaux de Sabine Barles permettent d'établir que les ingénieurs obtiennent au XIX^{ème} siècle la mainmise sur la gestion de l'environnement urbain, au détriment des médecins, auteurs de topographies médicales, qui se recentrent d'abord sur le corps social, avec la naissance de la statistique, puis sur le corps tout court avec la naissance de la médecine expérimentale de Claude Bernard et la bactériologie pasteurienne (Barles, 1999). La rectification de la ville par les ingénieurs repose sur différentes modélisations essentiellement physiques de l'environnement urbain : le nivellement et la topographie, la mécanique des sols se développent, ainsi que la géographie physique. Une pratique de l'aménagement urbain, inspirée par les préceptes environnementaux de la médecine préhygiéniste, et par l'hydraulique pour la modélisation de l'espace et des matériaux, se consolide. Les ingénieurs se tournent ensuite vers le développement de systèmes techniques : ainsi, au tournant du XX^{ème} siècle, en Europe, ingénieurs et entrepreneurs se livrent à un véritable « tournoi industriel » auprès des services techniques municipaux (Frioux, 2008). Des années 1930 aux années 1970, les ingénieurs d'État travaillent à produire des méthodes de dimensionnement des réseaux, et en particulier des réseaux d'égouts. Ces méthodes doivent être utilisables par les services municipaux en charge de l'élaboration d'un projet d'assainissement au niveau communal depuis les années 1920. La circulaire générale 1333, dite circulaire Caquot, donne les normes de dimensionnements des ouvrages à tous les services d'assainissement de France à partir de 1949 (Dupuy, Knaebel, 1982).

Cependant, la profession est bousculée dans les années 1960 par « l'ère de la nouvelle écologie » (Melosi, 2000) : « les ingénieurs affrontaient en effet une transition majeure en termes dans la manière dont ils étaient perçus et dans la manière dont eux-mêmes percevaient leur fonction dans le monde de l'après-guerre »¹⁹

¹⁹ « engineers, indeed, were facing a major transition in how they were perceived and how they perceived their function in the postwar world. »

(traduit de Melosi, 2000 : 294). De héros de la modernité du début du XX^{ème} siècle, ils deviennent, aux yeux de la société civile, les tenants d'une pratique positiviste qui a occulté les conséquences environnementales de ses réalisations. Dans les années 1980, les principes éthiques de la profession sont refondés : les professeurs Arcadio P. et Gregoria A. Sincero définissent les ingénieurs de l'environnement comme « ayant affaire aux structures, équipements et systèmes conçus pour protéger et améliorer la qualité de l'environnement et protéger la santé et le bien-être »²⁰ (traduit de Melosi, 2000 : 370). L'historien Jeffrey K. Stine, cité par M. V. Melosi, souligne cependant la dimension très pragmatique de la redéfinition du champ de l'ingénierie : « en prônant l'ingénierie environnementale, les ingénieurs cherchent à étendre leurs prérogatives »²¹, de plus, cette ingénierie environnementale se limite bien souvent au contrôle de la pollution, qui devient alors « une entreprise extrêmement lucrative »²² (traduit de Melosi, 2000 : 371).

Cette redéfinition de la profession donne notamment naissance à l'hydrologie urbaine : la première conférence internationale qui lui est entièrement consacrée a lieu à Southampton en 1978. En 1992, la conférence internationale Novatech, totalement dédiée aux techniques alternatives de gestion des eaux de pluie est créée à Lyon (Carré, Deutsch, 2015 : 45). L'hydrologie urbaine est définie par ses tenants comme une science appliquée de l'environnement, dans la tradition de l'ingénierie du XIX^{ème} siècle (Carré, Deutsch, 2015 : 44). Elle entend calibrer les techniques alternatives et les réseaux d'eau pluviale pour éviter les inondations et pollutions et s'attache donc à résoudre le problème de pollution des cours d'eau lié aux déversements des réseaux unitaires dans les cours d'eau par temps de pluie. Les connaissances sur les eaux pluviales, principalement sur les modèles de circulation des eaux dans les bassins versants et dans les réseaux, ainsi que sur la pluviométrie, connaissent ainsi un fort développement à partir des années 1950 (Carré, Deutsch, 2015 : 39). L'hydrologie urbaine se développe en France jusqu'à aujourd'hui, donnant notamment naissance aux observatoires urbains étudiés par Mathilde Soyer dans sa thèse de doctorat : selon celle-ci, les experts de l'hydrologie urbaine sont liés à la révolution culturelle de 1968 et sont intéressés ou investis dans l'écologie politique, ils se démarquent des ingénieurs classiques par ces profils atypiques pour la profession. Ils sont par ailleurs très liés aux collectivités urbaines et aux pouvoirs publics avec lesquels ils collaborent étroitement, collaboration notamment institutionnalisée par les observatoires (Soyer, 2014).

Selon M. V. Melosi, une autre variante de l'ingénierie naît également dans les années 1960 : il s'agit de l'ingénierie écologique. Alors que l'ingénierie environnementale est concentrée sur le bien-être humain (anthropocentrée) et liée aux sciences physiques, l'ingénierie écologique naît de l'écologie scientifique, jeune science nommée dans les années 1870, mais dont les concepts clefs sont élaborés au cours du premier XX^e siècle. Focalisée sur le bon état des écosystèmes, l'ingénierie écologique est décrite comme écocentrée (Melosi, 2000). Pour W. J. Mitsch, l'ingénierie écologique trouve ses racines dans l'écologie chinoise et dans les travaux d'H. T. Odum, fondateur, avec son frère Eugene, de la théorie des écosystèmes dans les années 1950. Elle est définie comme « le *design* de la société humaine avec son environnement naturel pour le bénéfice des deux » (traduit de Melosi, 2000 : 371)²³. Elle est

« impliquée dans l'identification des écosystèmes qui sont les plus adaptés aux besoins humains et dans la reconnaissance de multiples valeurs de ces systèmes. L'ingénierie écologique trouve sa raison d'être dans la conception de la société humaine avec son environnement naturel plutôt que la tentative pour le conquérir »²⁴ (traduit de Melosi, 2000 : 371).

²⁰ “deal with structures, equipment, and systems that are designed to protect and enhance the quality of the environment and to protect health and welfare.”

²¹ “by pushing environmental engineering, engineers sought to expand their constituencies”

²² “an exceedingly profitable venture.”

²³ “the design of human society with its natural environment for the benefit of both”

²⁴ “ecological engineering has its raison d'être the design of human society with its natural environment, instead of trying to conquer it.”

Cette ingénierie donne lieu à quelques réalisations dans les années 1970 dans le domaine de l'assainissement, mais l'ingénierie environnementale domine les pratiques (Melosi, 2000 : 371).

Le caractère écocentré de l'ingénierie écologique et sa faible participation à l'aménagement du territoire peuvent cependant être nuancés par les travaux de Bertrand Morandi, de Régis Barraud et de Marie-Anne Germaine sur la restauration des cours d'eau, ainsi que par les bilans de programme de recherche et manifestes des chercheurs et praticiens de l'ingénierie écologique. Bertrand Morandi, dans ses travaux de thèse sur la restauration des cours d'eau, identifie le déploiement international de l'ingénierie écologique dans ce domaine dans les années 1990, fortement aux États-Unis et en Océanie, et dans une moindre mesure en Europe (Morandi, 2014). Régis Barraud et Marie-Anne Germaine identifient trois approches de l'aménagement des cours d'eau : une approche anthropocentrée, qui en valorise le patrimoine historique – notamment les moulins – ainsi qu'une esthétique du cours d'eau de plein bord et de la chute d'eau. Une approche écocentrée se développe avec les programmes de l'État et des agences de l'eau en faveur de la renaturation des cours d'eau : selon cette vision la rivière est une infrastructure naturelle pourvoyeuse en services écosystémiques et les diagnostics scientifiques écologiques permettent d'en calibrer la restauration. Enfin, plus récemment, clairement véhiculé par les organisations non gouvernementales originaires des États-Unis, une vision biocentrée se déploie, focalisée sur des espèces emblématiques de la rivière sauvage, comme le saumon, valorisant la non intervention et la naturalité des cours d'eau (Barraud, 2011 ; Barraud, Germaine, 2017).

Cette dualité ou opposition entre attitude interventionniste et pratique gestionnaire est aussi présente dans les débats qui animent la communauté émergente en ingénierie écologique (Doré et al., 2014 : 143). Pour les auteurs du bilan du programme interdisciplinaire de recherche du même nom, il est urgent de faire de l'ingénierie écologique une ingénierie de pointe, en l'articulant aux sciences écologiques, articulation déjà bien constituée aux États-Unis, en Inde et dans les pays du nord de l'Europe (Doré *et al.*, 2014 ; Abbadie *et al.*, 2015). L'ingénierie écologique n'est pas définie comme une pratique de conservation, ou de simple restauration de milieux naturels, mais plutôt, selon une vision écocentrée :

« L'ingénierie écologique désigne les savoirs scientifiques et les pratiques, y compris empiriques, mobilisables pour la gestion de milieux et de ressources, la conception, la réalisation et le suivi d'aménagements ou d'équipements inspirés de, ou basés sur les mécanismes qui gouvernent les systèmes écologiques. Elle fait appel à la manipulation, le plus souvent *in situ*, parfois en conditions contrôlées, de populations, de communautés ou d'écosystèmes, au pilotage de dynamiques naturelles et à l'évaluation de leurs effets désirables ou indésirables. C'est une ingénierie centrée sur le vivant envisagé comme moyen ou comme objectif de l'action. » (Abbadie *et al.*, 2015 : 395)

Elle est décrite comme en rupture avec un premier âge plus conservateur, soit avec une vision biocentrée et conservatrice (Abbadie *et al.*, 2015 : 396). Ces deux pratiques et vision de l'ingénierie écologique, définie par ailleurs comme action par et pour le vivant (Doré et al., 2014 : 143) constituent selon certains auteurs les deux gradients extrêmes de la pratique :

« Ces deux conceptions forment les deux pôles d'un gradient qui relie une diversité de perspectives éthiques au sein du collectif scientifique et pratique de l'ingénierie écologique. Quel que soit leur rapport à l'intervention technique, ces différentes perspectives semblent se regrouper derrière une ligne directrice bien formulée par le "jardinier/paysagiste" Gilles Clément : "faire le plus possible avec [le vivant/la nature], le moins possible contre" (Clément, 2012 p. 49). » (Doré et al., 2014 : 144)

L'articulation de la recherche à l'ingénierie écologique doit servir l'amélioration de la gestion du vivant, des services écosystémiques, mais aussi la recherche exploratoire dans les énergies renouvelables et dans l'exploitation et la régénération des ressources, le développement des technologies du développement durable (Abbadie *et al.*, 2015). Ainsi, chercheurs et praticiens en ingénierie écologique constituent et consolident les liens d'une communauté professionnelle technique et scientifique.

La redéfinition des infrastructures et de la place du vivant dans l'aménagement du territoire bouscule enfin les métiers de la gestion. Ces évolutions sont notamment étudiés dans les villes avant-gardistes dans

la mise en place des techniques alternatives par les doctorantes Juliette Chauveau et Nina Cossais dont les travaux portent sur la réorganisation des services urbains et sur les évolutions des métiers de l'exploitation liées à la démultiplication des techniques alternatives dans quelques villes particulièrement actives dans le domaine (Cossais *et al.*, 2016 ; Chauveau, Souami, 2017 ; Cossais *et al.*, 2018 ; Cossais, 2019). Les techniques alternatives de gestion des eaux de pluie se situent au carrefour des services des espaces verts, de la propreté et de l'assainissement, qui doivent reconsidérer de conserve leurs prérogatives et leur mode de travail et la définition des métiers.

Les mutations de l'ingénierie urbaine sont donc opérées dans plusieurs directions : l'ingénierie environnementale se déploie autour de la gestion des pollutions et nuisances urbaines, dans une perspective toujours fortement anthropocentrée ; l'ingénierie écologique, partagée entre une vision écocentrée et une vision biocentrée, ou attitude gestionnaire et non-interventionniste, se déploie autour du mot d'ordre de l'action par et pour le vivant. Enfin, les métiers de l'exploitation des infrastructures urbaines se reconfigurent pour prendre en charge la gestion d'un patrimoine technique et d'un espace urbain qui évoluent. Mais la transformation de l'environnement urbain touche également les métiers de l'urbanisme et de la conception urbaine.

Le développement durable et l'écologie urbaine : sources d'un renouveau de l'urbanisme ?

La place prise par les enjeux environnementaux dans les politiques publiques, largement définis entre le changement climatique et la dégradation du cadre urbain, est pour certains auteurs des opportunités de renouveau de l'urbanisme. D'autres auteurs y voient au contraire le renouvellement d'un système technocratique, trouvant dans l'environnement la forme contemporaine de l'hygiénisme, permettant d'occulter les questions sociales et politiques de l'aménagement urbain.

Le développement durable, qui permet d'introduire l'écologie, notamment l'écologie urbaine et l'écologie du paysage dans l'urbanisme, est particulièrement perçu comme vecteur de renouveau par la chercheuse Cyria Emelianoff. Cyria Emelianoff, Vincent Berdoulay et Olivier Soubeyran s'interrogent sur l'échec de l'utilisation de l'écologie sociale des années 1930 et de l'écologie des années 1960 dans l'aménagement urbain (Berdoulay, Soubeyran, 2002b). Pour Cyria Emelianoff, l'écologie proposée par ces deux écoles est soit scientifique et inutilisable, soit reprise par des théoriciens moralement douteux, malthusianistes ou eugénistes qui la disqualifient. Pour ces raisons, alors que l'environnement devient un sujet de société dans les années 1970, elles ne fondent pas de méthode ou de pratique (Emelianoff, 2000). L'écologie urbaine est ainsi désignée comme floue - scientifique - et trouble - aux implications morales douteuses - (Berdoulay, Soubeyran, 2002b). Le développement durable, en revanche, constitue un cadre de pensée favorable à l'introduction d'une entrée environnementale dans l'urbanisme, en témoigne le fleurissement de mesures et des politiques en sa faveur depuis la formulation officielle de la notion lors du sommet pour la Terre de Rio en 1992²⁵. Celui-ci permettrait de renouer avec la pensée des urbanistes du début du XX^e siècle, notamment avec les urbanistes américains comme Frederic L. Olmsted, Patrick Geddes, ou encore Raymond Unwin en Grande-Bretagne, qui concevaient des réseaux d'espaces ouverts de nature en ville, ayant pour fonction de modeler l'espace urbain et d'apporter aux citoyens des espaces de bonne santé et de bien-être psychologique. Cet art de la composition des trames de nature urbaine est repris par Jean-Claude Forestier, le successeur d'Alphand au service des parcs et jardins de Paris. Il est cependant perdu dans l'après-guerre, époque à laquelle l'architecture moderniste énonce les principes fonctionnalistes de composition de l'espace urbain, qui réduisent des réseaux nuancés d'espaces de nature aux espaces verts indifférenciés, caractérisés par des surfaces. L'urbanisme et l'aménagement du territoire héritent de cette vision de l'espace, avec leurs approches aréolaires et surfaciques (Barles, 2015). Le développement durable,

²⁵ Il s'agit d'un sommet des Nations Unies, sur l'environnement et le développement, qui a eu lieu du 3 au 14 juin 1992 à Rio de Janeiro au Brésil (Kiss, Doumbé-Billé, 1992 : 823).

qui réintroduit les enjeux environnementaux aux côtés des actions économiques et sociales, est susceptible de donner une nouvelle dimension à la fabrique urbaine. Vincent Berdoulay et Olivier Soubeyran souscrivent également à cette vision : ils ajoutent cependant que la géographie affiliée aux travaux d'Élisée Reclus et de Vidal de la Blache, postulant une dépendance réciproque entre sociétés humaines et environnement, peut permettre de réarticuler écologie urbaine et urbanisme (Berdoulay, Soubeyran, 2002a).

Le renouveau de la place des espaces de nature en ville est également au cœur des travaux sur les trames vertes et bleues. L'écologie du paysage, comme approche de l'aménagement urbain, est au centre de ces travaux : il s'agit de la reprise de la notion de paysage par l'écologie scientifique, originellement picturale, puis géographique, entre géographie physique (caractérisation des éléments composants effectivement un paysage) et représentations sociales ou subjectives de ce paysage (le regard qui est porté sur un espace). Le métier de paysagiste est ainsi présenté par Pierre Donadieu comme composite entre science (partie objective) et art (partie subjective ou sociale) (Donadieu, 2007). L'écologie du paysage donne naissance à des outils de composition des paysages urbains, au titre desquels, les trames vertes et bleues, introduites dans le droit français par le Grenelle de l'environnement (loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (Grenelle II)) et donnant une dimension infrastructurelle à des approches jusqu'alors plutôt conservatrices. Philippe Clergeau et Nathalie Blanc proposent de penser les trames vertes et bleues, dans la lignée des travaux de Cyria Emelianoff, comme porteuses d'une vision holiste de l'aménagement, c'est-à-dire intégrant les différentes visions de l'aménagement (Clergeau, Blanc, 2013) anthropocentrée, écocentrée, et éventuellement biocentrée. Elles ouvrent potentiellement la voie à un urbaniste intégrant dans ses conceptions humains et no-humains.

Pour Laure Cormier, il s'agit tout à la fois d'une intégration des approches de cette école de pensée à l'urbanisme et d'un potentiel recul en termes de protection des milieux naturels, technicisés par la notion de trames. Les milieux naturels ont en effet d'abord été abordés par une tradition picturale, comme des éléments paysagers remarquables avec la loi paysage de 1930²⁶, puis comme des espaces de grande nature à protéger, avec les lois montagne et littoral des années 1980, et enfin, sont approchés par la préservation des espèces, qui induit la préservation des habitats, avec par exemple au niveau européen les réserves Natura 2000 (Cormier, 2010). Les trames vertes et bleues procèdent plutôt d'une approche quantitative potentiellement appauvrissante. De plus, les outils de l'urbanisme ne permettent pas d'intégrer les politiques de trames vertes et bleues aux politiques locales : elles sont élaborées au niveau régional et sont difficilement transposables dans les documents réglementaires locaux : la planification locale de trames écologiques est très dépendante des équipes municipales et du projet politique des élus (Cormier, 2010), et le thème de l'environnement est synonyme pour les urbanistes des services municipaux de conflictualité et de sclérose du développement local (Cormier, 2015).

Certains chercheurs avancent que la mise en œuvre des politiques environnementales prend un tour technocratique. Bruno Latour envisage une absorption de l'écologie par les politiques publiques, qui en font un thème du gouvernement et de l'administration, tout comme l'hygiène (Latour, 1995), sur le modèle d'une nouvelle biopolitique. Régis Barraud et Marie-Anne Germaine soulignent le manque de concertation autour des programmes de démantèlement des barrages, mais également le caractère très standardisé des réalisations, d'influence internationale (Barraud, Germaine, 2017).

Développement durable et trames vertes et bleues, liés à une écologie urbaine peu définie et à l'écologie du paysage, sont donc tour à tour perçus comme des occasions de produire un milieu urbain prenant en compte les besoins des habitants – humains et non humains –, et comme le moteur d'un renouvellement d'une fabrique urbaine technocratique, dont les écologues seraient les nouveaux ingénieurs, et le recyclage le nouvel hygiénisme, et les questions d'inégalités socio-environnementales éludées.

²⁶ Il s'agit de la loi du 2 mai 1930 ayant pour objet de réorganiser la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, source : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006074251>, consulté le 25/07/2019.

Un nouveau temps de l'eau ?

Les travaux dont nous venons de rendre compte abordent en profondeur le rapport entre ville et eau, et, plus largement, celui des sociétés urbaines à l'environnement. Posons sans ambages une interrogation qui plane dans cet état de l'art sans être résolue : peut-on évoquer l'avènement d'un nouveau temps de l'eau ? D'un côté, une nouvelle définition de l'environnement – d'abord par l'extension des atteintes au milieu, puis par une redéfinition écologique du milieu – transforme la conception de l'aménagement de la ville. Les effluents urbains sont traités, des politiques spécifiques d'infrastructures et de restauration écologiques émergent. Cependant, ces transformations semblent restreintes, notamment par le débat autour des infrastructures centralisées et décentralisées, à des isolats urbains, des espaces privilégiés de l'ingénierie environnementale ou écologique. Dans le domaine de la gestion urbaine de l'eau, cette inflexion est surtout étudiée du point de vue de la naissance et du développement de l'hydrologie urbaine, mais peu abordée du point de vue de la teneur écologique des transformations. De plus, la vision des évolutions des doctrines de la gestion de la pluie en ville depuis les années 1980 est lacunaire, les travaux se focalisant plutôt sur les politiques de gestion intégrée qui commencent à émerger à cette période. L'évolution de la place de l'eau de pluie dans l'espace urbain est principalement abordée par l'étude des projets urbains, et donc par l'apparition de portions de territoires transformés ; elle est plus rarement abordée par la transformation généralisée des infrastructures urbaines. Par conséquent, la traduction spatiale, à l'échelle de la ville, des politiques de gestion de l'eau de pluie hors réseau est peu connue. L'étude de la renaturation des cours d'eau se focalise souvent sur des projets ambitieux, dans des espaces peu denses, plutôt que sur une réforme générale du milieu urbain. De plus, la gestion de l'eau de pluie et celle des cours d'eau sont presque toujours traitées séparément, alors que les évolutions législatives récentes enjoignent les gestionnaires territoriaux à dépasser les visions sectorielles. La reconfiguration de la gestion et de la conception urbaine en prise avec des nouvelles infrastructures sont souvent abordées par la reconfiguration des professions, ou par celle des services, rarement par les débats interprofessionnels qu'elle génère. L'évolution du rapport entre eau et ville est donc largement perceptible, mais ses contours sont encore flous : nous proposons de contribuer à leur caractérisation en abordant ces différentes zones d'ombre d'un potentiel nouveau temps de l'eau.

Problématique et hypothèses

L'évolution de la relation entre ville et eau a correspondu au cours de l'histoire occidentale, d'abord à des évolutions profondes des systèmes politiques et économiques, liées à des bouleversements démographiques importants, mais également à l'adoption de paradigmes scientifiques nouveaux. Il est difficile d'attester d'un changement de ce type à l'époque actuelle, en particulier car les temporalités des bouleversements urbains les rendent peut-être insensibles ou difficilement, aux yeux des citoyens qui les expérimentent, comme à ceux des scientifiques qui les observent. Une transformation profonde de la place de l'eau en ville semble à première vue peu probable, puisque les grandes tendances urbaines sont à la densification, et donc à l'occupation plus intense des sols urbains, et que les infrastructures en réseaux sont un patrimoine urbain fort, générateur de solidarités urbaines, œuvre de deux siècles d'urbanisation. Cependant, bon nombre d'éléments pèsent du côté de la possibilité de la transformation du rapport entre ville et eau et de la résurgence de l'eau dans l'espace urbain. D'un côté, les infrastructures en réseau semblent vouées à une rétraction : la consommation urbaine connaît plutôt une tendance à la décroissance, les réseaux centralisés forment un patrimoine trop coûteux pour les collectivités territoriales. De l'autre, des politiques de transformation de la place des milieux en ville, dédiées à la résilience urbaine et à la préservation de la biodiversité rencontrent certaines évolutions du territoire : l'apparition de nombreuses friches industrielles notamment sur les berges, la constitution d'un référentiel et d'une communauté scientifique et technique autour de l'ingénierie territoriale, des outils d'aménagement issue de l'écologie du paysage, principalement les trames vertes et bleues, et la démultiplication des normes environnementales dans la fabrique urbaine.

Cette thèse propose donc de prendre au sérieux la nouvelle place donnée à l'eau de pluie et aux cours d'eau en milieu urbain, et de les envisager comme de nouvelles infrastructures, écologiques et climatiques, de gestion de l'eau en ville.

Trois hypothèses de travail permettent de préciser et d'articuler cette thèse. La première hypothèse porte sur la constitution d'une doctrine écologique et climatique d'aménagement des cours d'eau et de la pluie dans l'espace urbain. Les politiques de valorisation des cours d'eau et de la pluie dans l'espace urbain ne correspondent à une page écologique et climatique de l'aménagement aquatique que si les préceptes techniques qui les guident intègrent ces deux dimensions. Le référentiel écologique des politiques publiques doit donc rencontrer des propositions techniques qui permettent sa mise en œuvre. Cette nouvelle ingénierie repose sur des modèles écologiques et climatiques, qui visent à permettre une plus grande résilience de l'espace urbain, face aux aléas climatiques à venir, et un soutien de la biodiversité. Derrière la production de cette doctrine se dessine une nouvelle communauté de chercheurs et de praticiens réunis par l'inflexion écologique et climatique de la gestion urbaine de l'eau.

La deuxième hypothèse est que les nouveaux dispositifs techniques ne sont pas des ouvrages marginaux ou réservés à des espaces urbains bien spécifiques, mais sont de nouvelles infrastructures banales de l'espace urbain, condition *sine qua non* de sa transformation générale. Les nouveaux aménagements sont portés par les pouvoirs publics, intégrés aux politiques de planification et de gestion, et aux normes des aménageurs et des promoteurs urbains. Selon cette hypothèse, les dispositifs techniques de gestion des eaux de pluie à la parcelle et de renaturation des cours d'eau se démultiplient dans l'agglomération parisienne, forment un nouveau patrimoine technique, conçu comme tel par les pouvoirs publics, et redéfinissent la structuration spatiale de l'agglomération.

Enfin, la troisième hypothèse porte sur la transformation de l'aménagement urbain, compris d'un côté comme la conception des espaces urbains et de l'autre comme le résultat de cette conception, c'est-à-dire l'espace urbain lui-même. Selon cette hypothèse, la gestion des eaux de pluie dans le tissu urbain et la renaturation des cours d'eau selon un principe de recréation de milieux fait sens pour les gestionnaires des milieux, les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre des projets urbains : les nouvelles propositions techniques sont perçues comme efficaces et supérieures aux anciennes, elles fondent de plus un nouveau référentiel pour les professionnels de la conception urbaine. L'espace urbain lui-même est transformé par l'aménagement de la pluie et celui des cours d'eau : la circulation de l'eau de pluie dans l'espace urbain est transformée, elle modifie les logiques de structuration des quartiers urbains, l'habitat, le rapport entre voiries et habitats, la forme des espaces publics sont transformés.

Un terrain, deux objets

L'agglomération parisienne : un territoire urbain aux enjeux aquatiques multiples

Notre problématique est mise à l'épreuve dans l'agglomération parisienne : nous présentons ici les grandes lignes de la place de l'eau de pluie et des cours d'eau dans ce territoire afin de montrer la pertinence de ce choix. L'agglomération parisienne correspond au tissu urbain continu depuis la ville centre, Paris, suivant la définition de l'institut national de la Statistique et des Études économiques (INSEE). Elle comprend la ville de Paris, les départements de petite couronne : la Seine-Saint-Denis, les Hauts-de-Seine et le Val-de-Marne ; ainsi qu'une partie des départements de grande couronne : les Yvelines, le Val-d'Oise, la Seine-et-Marne et l'Essonne (cf. figure 3).

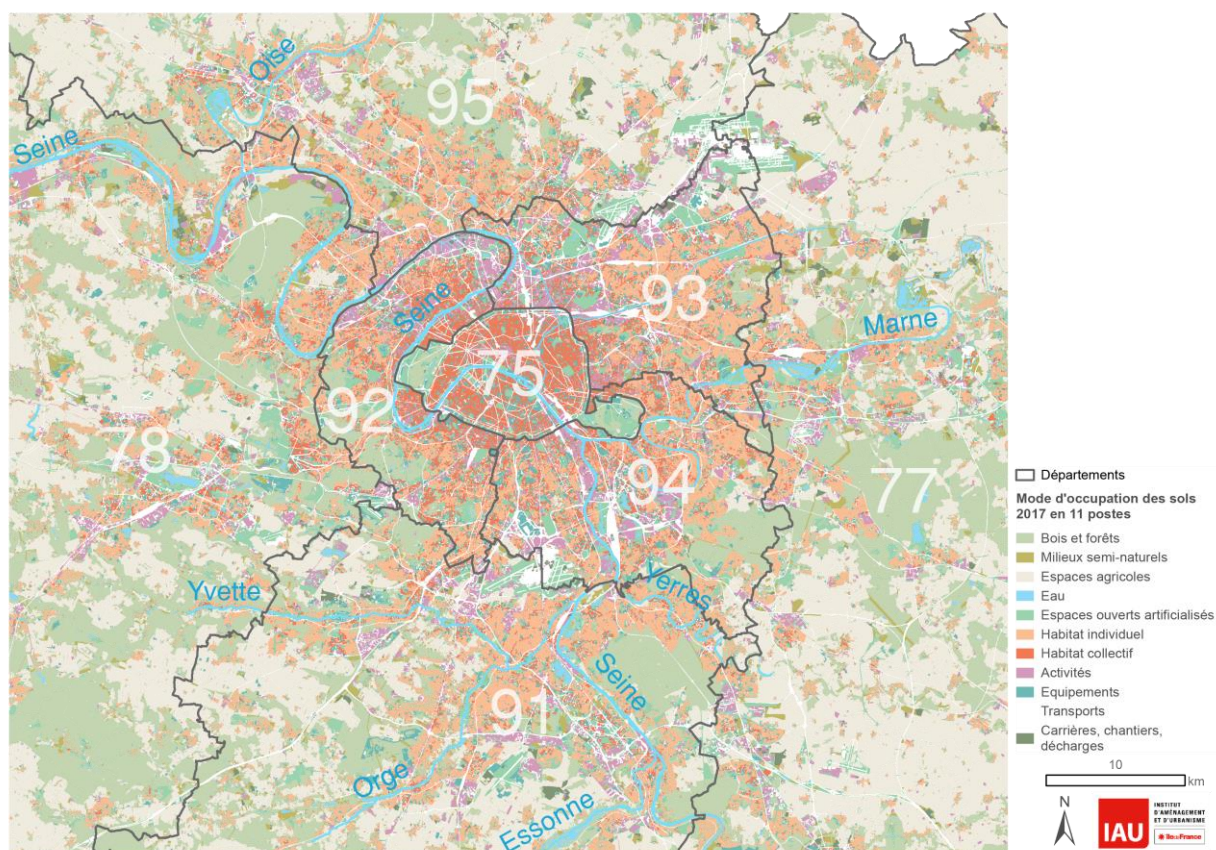


Figure 3 L'agglomération parisienne, ses départements et ses cours d'eau

Données : IAU 2019

L'agglomération parisienne recoupe une grande variété de situations urbaines géographiques et hydrologiques. Son bâti est caractérisé par une très forte densité en cœur d'agglomération, notamment dans la ville capitale où le tissu urbain est principalement composé de logements collectifs, par un tissu d'habitat collectif et pavillonnaire en petite couronne et essentiellement pavillonnaire en grande couronne. Une forte présence de zones d'activités et d'équipements est identifiable au nord et au sud, dans les départements de Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne. L'agglomération est structurée par des cours d'eau, dont les vallées forment des entités paysagères à part entière, mais également des frontières entre des entités paysagères plus vastes, les pays²⁷ (Tricaud, 2017). Les petits cours d'eau les plus structurants sont l'Orge, la Juine, l'Essonne, l'Yvette, l'Yerres, la Bièvre, le Croult et le Petit Rosne, le Morbras, mais existent aussi quantité de rus²⁸, comme le ru de l'Orgeval dans la commune des Mureaux, le ru de Gally, etc.

L'agglomération est donc composée d'un cœur urbain très dense et d'un tissu urbain plus lâche, inscrit dans de grandes entités paysagères structurées par des vallées radiales. Son cœur urbain dense est parfois décrit comme un désert hydrologique, faisant écho au désert hydrologique de la vallée de la Beauce : les petits cours d'eau, le chevelu de ru et ruisseaux qui en composait la trame hydrographique ont été effacés par l'occupation des sols, fortement imperméabilisés (cf. figure 4).

²⁷ Les pays sont des unités paysagères de dimension régionale, caractérisées par de « grandes plates-formes structurales et-ou de grands territoires historiques : Brie, Beauce, Vexin... » (Tricaud *et al.*, 2010 : 9)

²⁸ Le terme ru désigne en Île-de-France les petits cours d'eau.

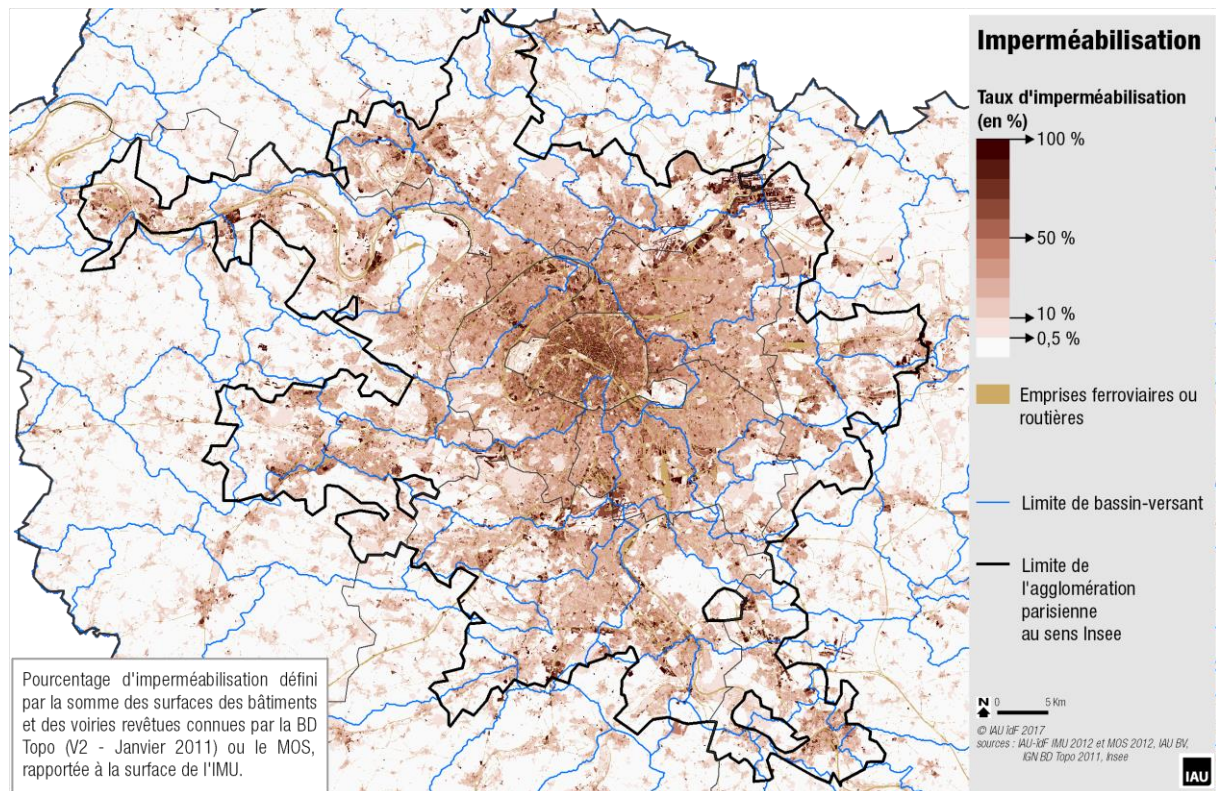


Figure 4 Les sols et l'hydrographie de l'agglomération parisienne sont fortement artificialisés

Source : IAU 2017

La région Île-de-France est marquée par un fort taux d'urbanisation. Entre 2012 et 2017, 2 939 ha ont été convertis en espaces urbains, soit 590 ha par an ; il s'agit du taux d'urbanisation le plus faible depuis les années 1980. Le renouvellement urbain est en progression depuis les années 1990, tandis que l'expansion urbaine diminue, particulièrement pour l'habitat. La part d'habitat collectif augmente relativement à la production d'habitat individuel (Adam *et al.*, 2019). Les surfaces dédiées aux activités économiques diminuent dans le cœur dense de l'agglomération (Omhovère, Foulard, 2013). Enfin, une forte production d'« espaces verts » est enregistrée dans les départements de Seine-Saint-Denis et des Hauts-de-Seine avec réciproquement cinquante hectares produits entre 2012 et 2017 (Adam *et al.*, 2019). Ce ralentissement est perçu d'une part comme un effet de la crise économique de 2008 qui a entraîné une forte baisse de la production de surface bâtie (Omhovère, Foulard, 2013) mais également comme un effet du Schéma directeur d'Île-de-France²⁹ (SDRIF) qui privilégie le renouvellement urbain plutôt que l'expansion spatiale, afin de protéger les terres non urbanisées, tout en affichant un objectif de construction de 70 000 logements par an (Région Île-de-France, 2013a : 84). Les gares du Grand Paris Express, infrastructure de transports circulaire en cours de construction en petite et grande couronne, devraient constituer les noyaux de l'urbanisation à venir dans les prochaines décennies. L'agglomération parisienne est ainsi traversée par une tension ancienne et somme toute classique entre préservation des espaces productifs agricoles et des espaces naturels régionaux, et développement urbain maîtrisé en réponse à la croissance démographique, aux besoins en logements et en transports.

Malgré les enjeux liés à l'urbanisation, des politiques en faveur de la valorisation des milieux aquatiques sont menées dans l'agglomération parisienne. Certaines concernent la gestion de l'eau de pluie dans le tissu

²⁹ SDRIF expliciter : équivalent francilien des SRADDET

urbain, afin de protéger les cours d'eau des pollutions qu'elle transporte ou des débordements de réseaux d'eaux usées qu'elle provoque quand elle y est mêlée : ces politiques encouragent la mise en œuvre d'ouvrages végétalisés, favorables à l'épuration des eaux de pluie, à l'atténuation de l'îlot de chaleur urbain et à la création de milieu humide en ville. Le Plan ParisPluie, mais aussi, avant lui, les politiques des départements de petite couronne, la Seine-Saint-Denis et les Hauts-de-Seine, ou de certaines intercommunalités comme Est Ensemble, sont de ce type. D'autres politiques portent sur la renaturation des cours d'eau, dont les berges sont végétalisées, par exemple au Perreux-sur-Marne (94) ou à Sarcelles (93). Les aménagements de berges concernent aussi leur ouverture au public par la piétonnisation (dans Paris) ou par la création de promenades. Le Plan Bleu du Val-de-Marne, document non contractuel, vise à fédérer les différents territoires autour d'une politique commune de gestion de l'eau. Les politiques d'amélioration de la qualité de la Marne sont notamment portées par le syndicat d'étude Marne Vive³⁰, autour de l'objectif symbolique du retour de la baignade. Les petits cours d'eau de l'agglomération parisienne sont également l'objet de politiques visibles et dynamiques : la Bièvre, qui se jette dans la Seine au niveau de la gare d'Austerlitz à Paris, totalement enterrée à partir d'Antony (92) a fait l'objet de plusieurs opérations de réouverture, fortement portées par les élus locaux et les habitants. Des opérations similaires de réouverture, et d'autres de suppression d'obstacles à l'écoulement des eaux et des aménagements végétalisés de berges visant à rétablir les continuités écologiques, ainsi que la création de zones d'expansion de crue ont été réalisés sur les petits cours d'eau de l'agglomération parisienne, donnant l'impression d'un grand dynamisme en faveur de la transformation des cours d'eau.

Le vaste territoire de l'agglomération parisienne concentre ainsi les antagonismes entre eaux et ville : il s'agit d'un territoire très artificialisé, en cours de densification et toujours en expansion, dont une grande partie de l'hydrographie a été enterrée. C'est cependant un territoire aux politiques publiques dynamiques, à l'évolution rapide, avec un enjeu d'exemplarité environnementale pour la ville capitale. Les différentes lignes de fractures entre environnement urbain et eau, mais également les lignes de front de l'évolution de leur relation y sont représentées.

Deux objets pour une même problématique

L'évolution de la place de l'eau dans l'espace urbain est ainsi abordée par l'étude de deux objets traités de manière distincte par les gestionnaires et par les scientifiques, comme nous l'avons vu : la gestion de l'eau de pluie, objet principal de cette thèse, et celle des cours d'eau en milieu urbain, abordée en mineure. Le choix de traiter ensemble deux secteurs distincts et de rassembler deux champs d'étude est motivé et justifié par plusieurs éléments :

- L'étude de deux champs de gestion permet de donner de la perspective et du volume aux interrogations sur l'évolution de la place de l'eau en ville : associer gestion de la pluie en surface de la ville et gestion des cours d'eau en ville autorise à monter en généralité et à aborder le traitement de l'eau de surface dans l'espace urbain ;
- De plus, la distinction entre la gestion de la pluie et celle des cours d'eau n'est de fait pas si claire : l'assainissement et l'hydrographie sont souvent mêlées en ville, certains petits cours d'eau font partie du système d'évacuation des eaux urbaines, et les eaux de pluie sont déversées dans les cours d'eau au moyen de réseaux enterrés : étudier les deux secteurs ensemble permet de rendre justice à cette solidarité, qui motive par ailleurs fortement les politiques de gestion des eaux de pluie et de transformation des réseaux d'assainissement ;

³⁰ Le syndicat Marne Vive est un syndicat d'étude créé en 1993, dont le territoire s'étend de la boucle de la Marne à la commune de Chelles (77) à l'est de Paris, source : <http://www.marne-vive.com/le-syndicat/nos-missions>, consulté le 25/07/2019.

- Enfin, les évolutions récentes des compétences des collectivités territoriales, notamment des communes et de leurs établissements, ayant à charge la gestion des milieux aquatiques et celle des eaux de pluie, invitent également à traiter de ces deux sujets de manière conjointe.

Étudier les évolutions du traitement de l'eau – eau de pluie et cours d'eau en surface de la ville – nécessite d'abord de connaître les grandes lignes contemporaines de leur gestion : c'est l'objet du point suivant. La gestion de la pluie est d'abord évoquée, puis celle des cours d'eau, au moyen d'un rapide portrait mêlant système technique et éléments du droit cadrant les objectifs et responsabilités de la gestion.

En premier plan : la gestion de la pluie et les services urbains en réseau

La gestion de l'eau de pluie n'était pas, jusqu'à récemment, clairement inscrite au titre des compétences des communes ou collectivités territoriales. Les premiers textes de loi modernes cadrant sa gestion sont trois articles du code civil napoléonien (créés par la Loi 1804-01-31 promulguée le 10 février 1804). Selon l'article 640, les fonds inférieurs sont assujettis aux fonds supérieurs en matière d'écoulement des eaux de pluie, c'est-à-dire que les propriétaires de terrains situés en aval ne peuvent empêcher l'eau venant des terrains situés en amont de s'écouler sur leurs parcelles (par exemple en élevant des digues) ; mais également que le propriétaire de la parcelle amont ne doit rien faire qui aggrave cet écoulement. L'article 641 ajoute que le propriétaire d'une parcelle peut jouir de l'usage de l'eau qui tombe sur son terrain, tout comme des eaux souterraines qui en jaillissent, et que l'aggravation de l'écoulement des eaux vers la parcelle inférieure donne lieu à une indemnisation du propriétaire. Enfin l'article 681 concerne l'eau des toits, que le propriétaire du bien doit faire s'écouler sur sa propre parcelle ou sur l'espace public et non pas sur la parcelle de son voisin. La réglementation de l'eau de pluie débute dans le droit moderne par sa définition relativement à la propriété privée : elle autorise son usage par le propriétaire d'une parcelle, et légifère sur la circulation des eaux dans un parcellaire morcelé par l'appropriation des sols, circulation qu'elle préserve.

Cependant, dans l'agglomération parisienne, on a vu que l'eau de pluie est essentiellement gérée par deux types de réseaux : les réseaux unitaires, ou égouts, dans le centre historique de l'agglomération, *i.e.* Paris et la proche banlieue ; et les réseaux séparatifs, pour la banlieue plus lointaine, comme cela est visible sur la carte de la figure 5. Schématiquement, les territoires urbains équipés avant les années 1940 disposent de réseaux unitaires, ceux qui sont postérieurs de réseaux séparatifs. Au début du XX^{ème} siècle, et jusqu'à sa disparition en 1968, l'évacuation des eaux usées et pluviales est conçue à l'échelle du département de Seine³¹. Cet héritage est visible dans la localisation des grands collecteurs (cf. figure 5), équipant principalement Paris et la proche banlieue.

³¹ Le département de Seine est une ancienne délimitation administrative comprenant Paris et une partie les Hauts-de-Seine, une partie du Val-de-Marne et une partie de la Seine-Saint-Denis : ces quatre départements sont créés en 1968 en application de la loi n° 64-707 du 10 juillet 1964 portant réorganisation de la région parisienne.

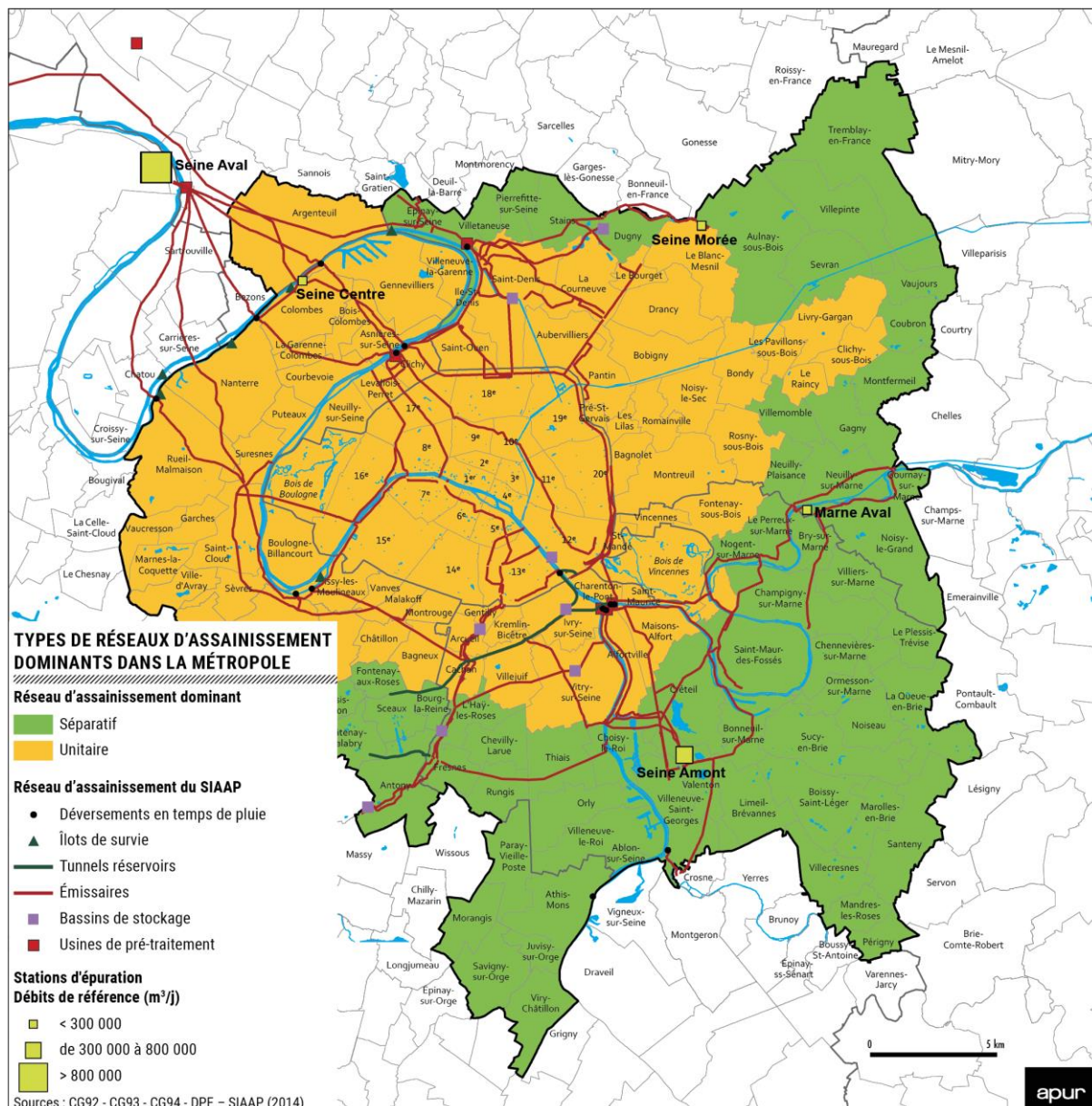


Figure 5 Deux types historiques de réseaux d'évacuation des eaux de pluie sont présents sur le territoire de l'agglomération parisienne

Source : (APUR, 2018 : 42-43)

Sur cette figure sont représentés en aplat jaune les territoires équipés en réseaux unitaires et en aplat vert les territoires en réseaux séparatifs. Des points ronds figurent les endroits où les réseaux unitaires se déversent dans la Seine lorsqu'il pleut et que l'eau de pluie fait déborder les réseaux séparatifs qui normalement n'ont d'exutoire que les stations d'épuration. Dans le nord du Val-de-Marne des traits vert foncé représentent les tunnels réservoirs dédiés à stocker l'eau de pluie pour éviter cette situation. Les réseaux figurés en rouge sont les grands émissaires qui collectent les eaux des intercommunalités traversées pour les amener aux usines de traitement.

Cet héritage est également présent par l'organisation de l'assainissement de l'agglomération parisienne, en grande partie entre les mains du syndicat interdépartemental d'Assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP), administré par les départements de Paris, Seine-Saint-Denis, Hauts-de-Seine et du Val-

de-Marne. Le SIAAP collecte les eaux d'un territoire élargi à la grande couronne (cf. figure 6), qu'il traite dans ses stations d'épuration. Les réseaux de collecte, qui amènent les eaux aux stations d'épuration, sont communaux ou intercommunaux, puis départementaux, puis interdépartementaux : l'évacuation des eaux est gérée par trois, voire quatre niveaux administratifs.

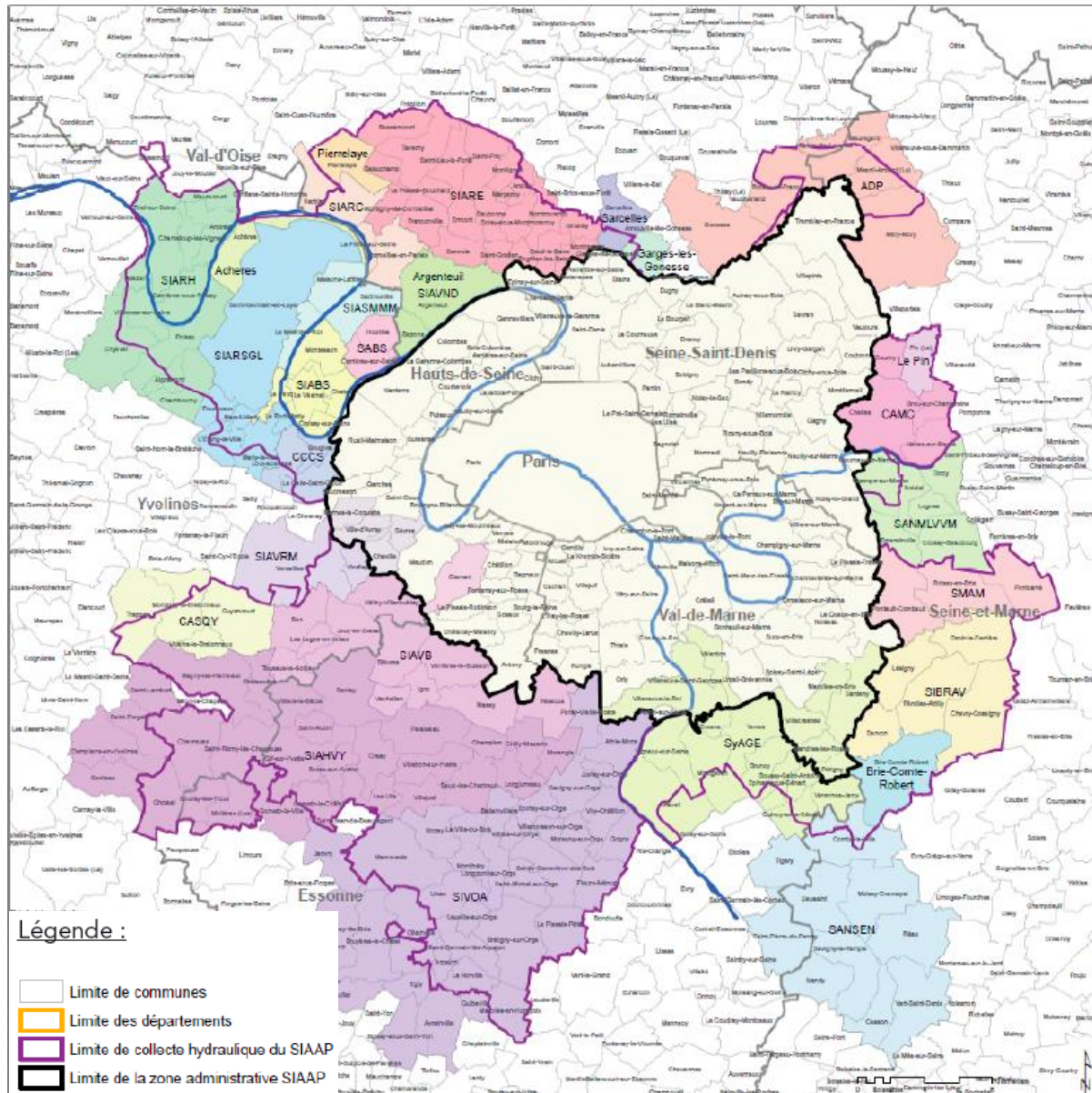


Figure 6 Le territoire du SIAAP est composé d'un cœur administratif historique et d'un territoire de gestion élargi par conventionnement

Source : (SIAAP, 2014 : 45-46)

Ce système évolue cependant encore à partir des années 1970 : comme on l'a vu, l'Instruction technique de 1977, créée par la commission Loriferne, permet la création de bassins de retenue à l'amont des réseaux d'évacuation, qui se diversifient ensuite en techniques plus variées de retenue des eaux de pluie, nommées techniques alternatives. L'autorisation de créer des ouvrages d'eau stagnante est notamment liée aux expérimentations en la matière qui sont menées dans les villes nouvelles dès les années 1960 (Dupuy, Knaebel, 1982). A Marne-la-Vallée notamment, un système spécifique de réseaux dédiés aux eaux de pluie et de bassins paysagers est mis en œuvre (Barles, 2012). Le département de Seine-Saint-Denis, est précurseur

dans la production de ces ouvrages dans l'agglomération parisienne, notamment parce que le territoire subit des inondations par ruissellement (Carré, Deutsch, 2015).

Les prérogatives des administrations évoluent comme on l'a vu dans les années 1980 : la loi Defferre (n° 82-213 relative aux droits et libertés des communes, des départements et des régions) initie trois périodes de décentralisation. La territorialisation de la gestion des eaux de pluie est initiée par la deuxième loi sur l'eau de 1992 (n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau), qui préconise la création d'un zonage pluvial par les communes, pouvant être annexé au plan d'occupation des sols (POS) communal, aujourd'hui plan local d'urbanisme (PLU), devenant ainsi un document réglementaire. Ce zonage pluvial délimite au sein du territoire communal :

« les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ; les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement. »³²

La deuxième loi sur l'eau confie le contrôle des installations, ouvrages, travaux et aménagements (dits IOTA) modifiant l'hydrologie (par des pompages, des rejets, des prélèvements de sols, des infiltrations...) aux services déconcentrés de l'État, aujourd'hui à la Direction régionale interdépartementale pour l'Environnement et l'Énergie³³ (DRIEE Île-de-France) pour Paris et la petite couronne¹, et aux Directions départementales des Territoires³⁴ (DDT) en grande couronne. La gestion de l'eau de pluie est par ailleurs assimilable à une gestion du risque d'inondation et de pollution : elle renvoie au pouvoir de police du maire, qui doit assurer la sécurité des personnes et des biens sur son territoire. La gestion de l'eau de pluie en milieu urbain ne fait pour autant pas l'objet d'une responsabilité claire jusqu'au troisième mouvement de décentralisation. Il s'agit pourtant d'un sujet largement débattu dans les sphères institutionnelles, puisque les collectivités prennent sur le budget de l'assainissement pour mettre en place les infrastructures dédiées à la gestion de l'eau, pour lesquelles aucune dotation financière de l'État n'est prévue, et qui ne correspondent pas à une part précise des redevances de l'eau. En 2006, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006) crée une taxe dédiée, et propose notamment un crédit d'impôt pour les « équipements de récupération et de traitement des eaux pluviales » (article 49). La loi Grenelle II (n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement) précise la mise en œuvre de la taxe pluviale et ouvre la possibilité de créer un établissement public administratif de gestion des eaux pluviales, mais l'article du code général des Collectivités territoriales traduisant ces mesures est abrogé au premier janvier 2015³⁵. La clarification de cette gestion est cependant opérée lors du troisième mouvement de décentralisation : la loi portant nouvelle organisation territoriale de la République dite loi NOTRe (la loi n° 2015-991 du 7 août 2015) rend obligatoire le transfert de la compétence assainissement aux établissements publics de coopération intercommunale d'ici au premier janvier 2020 pour les communautés

³² Il s'agit de l'article L372-3 du code des Communes, source : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006070162&idArticle=LEGIARTI000006346564&dateTexte=29990101&categorieLien=cid>, consulté le 25/07/2019.

³³ La Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie d'Île-de-France (DRIEE) est un service déconcentré du Ministère en charge de l'environnement.

³⁴ Les Directions départementales des Territoires sont des services déconcentrés interministériels.

³⁵ Sources : <https://www.senat.fr/questions/base/2018/qSEQ180202985.html> et https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?sessionId=1CAC0E96A1B1D53F06B49E55A249F64E.tplgfr38s_2?idArticle=LEGIARTI000022494760&cidTexte=LEGITEXT000006070633&dateTexte=20141231, consulté le 15/07/2019.

d'agglomération³⁶. Sur le périmètre de la métropole du Grand Paris, la loi NOTRÉ attribue ces compétences de plein droit aux établissements publics territoriaux qu'elle crée (Art. L. 5219-5.-I).

La loi NOTRÉ a été l'occasion d'un débat soulevé par des parlementaires sur la compétence de gestion des eaux de pluie, et clos par une note d'information de la Direction générale des Collectivités locales du ministère de l'Aménagement du territoire, de la Ruralité et des Collectivités territoriales, sur l'exercice des compétences eau et assainissement par les intercommunalités : le troisième point de cette note stipule clairement que « [l]a compétence "assainissement" inclut la gestion des eaux pluviales » (DGCL, 2016 : 2). Cette compétence se traduit notamment par la possibilité renouvelée de créer un établissement public administratif de gestion des eaux pluviales.

Or, les politiques récentes de gestion des eaux de pluie consistent à réguler ou limiter leurs rejets aux réseaux : dans certains territoires de l'agglomération parisienne, le rejet au réseau est même interdit pour les constructions neuves, dans d'autres le débit de rejet d'eau de pluie est limité, empêchant les apports brutaux et massifs lors des grosses pluies. Dans la ville de Paris, l'obligation concerne la gestion des petites pluies, les pluies courantes, qui doivent être gérées sur place : les réseaux ne sont alors destinés qu'à l'évacuation des pluies moyennes ou importantes (cf. figure 7).

³⁶ Ces compétences sont déjà obligatoires pour les communautés urbaines depuis la loi n° 99-586 du 12 juillet 1999 (article L5215-20-1 du code général des Collectivités territoriales), ainsi que pour les métropoles depuis leur création par la loi MATPAM (n° 2014-58 du 27 janvier 2014 - Article 43).

Zonage de délimitation de débit des eaux pluviales

Débites limités (en litre/seconde/ha)

- Débites limités à ≤1
- Débites limités à 2
- Débites limités à 3 ou 4
- Débites limités à 5
- Débites limités à 6 ou 7
- Débites limités à 8
- Débites limités à 10
- Sans limitation

Abattements (en mm)

- 16 mm
- 12 mm
- 8 mm
- 4 mm

Conditions particulières

- Zones de réduction de l'imperméabilisation
- 0,5 L/s/ha si S < 1 000 m²
- 8 L/s/ha si rejet en réseaux d'assainissement unitaire ou pluvial

Réseau d'assainissement du SIAAP

- Déversement en temps de pluie
- ▲ Îlots de survie
- Tunnels réservoirs
- Émissaires
- Bassins de stockage
- Usines de pré-traitement

Stations d'épuration

- Débites de référence (m³/j)**
- <300 000
 - 300 000 - 800 000
 - >800 000

Source : CG 92, CG 93, CG 94, DPE SIAAP (2014)

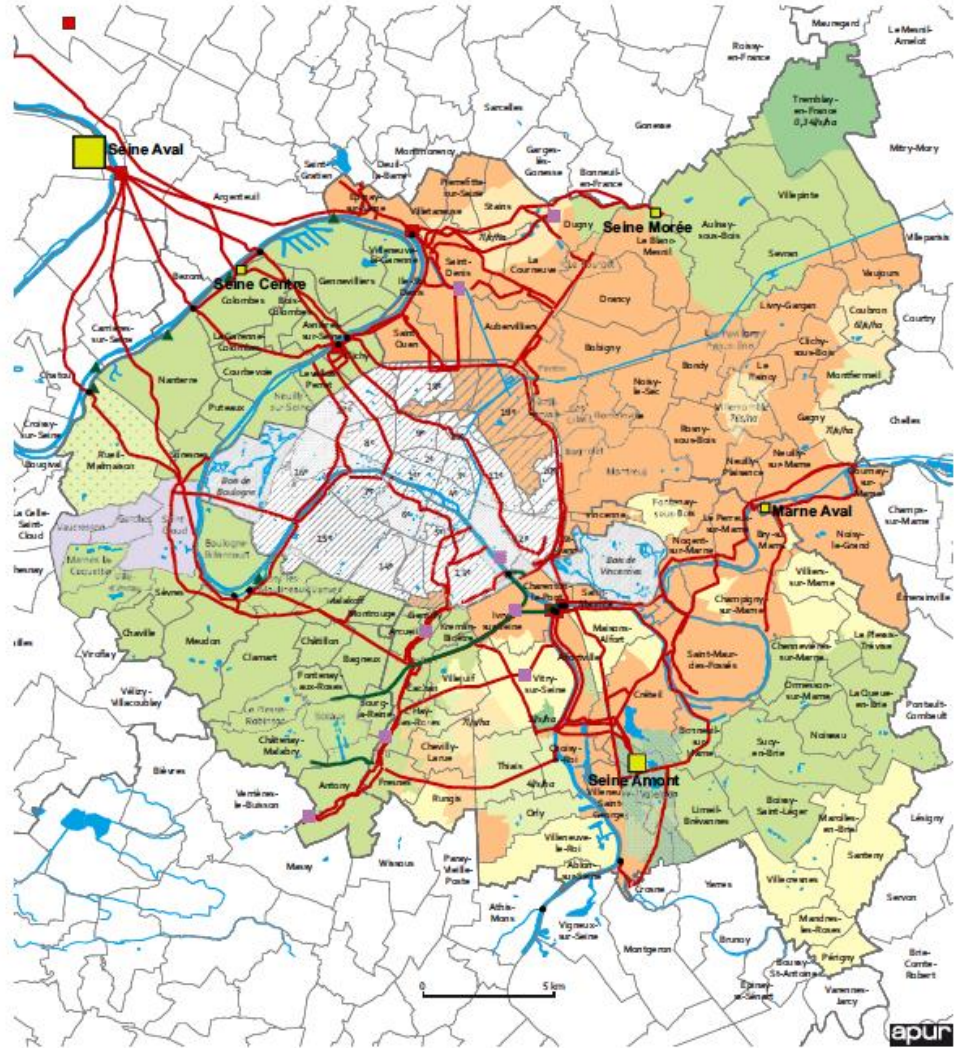


Figure 7 Régulation des rejets aux réseaux dans la métropole du Grand Paris

Source : (APUR, 2015 : 3)

Ainsi les techniques alternatives se développent à l’amont des réseaux, servant à réguler les débits de pluie qui y sont rejetés, mais aussi à la gérer sur place, dans le tissu urbain. La gestion de la pluie dans l’agglomération parisienne est donc assez complexe : elle est la résultante de l’évolution concomitante de l’espace urbain bâti, de l’organisation des compétences urbaines et d’un système d’infrastructures. Aujourd’hui cette gestion revient principalement aux intercommunalités – les établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre (EPCI-FP), mais également aux départements de petite couronne et aux syndicats d’assainissement en grande couronne, et indirectement, par la limitation des rejets dans son réseau, en aval de tous les réseaux territoriaux, au syndicat interdépartemental de l’assainissement de l’agglomération parisienne. En amont des réseaux, les techniques de gestion des eaux de pluie sont assumées par les dépositaires des permis de construire.

Enfin, la gestion des eaux de pluie peut également être abordée par la nouvelle GEMAPI en associant une nouvelle compétence de gestion des milieux aquatiques et une compétence de protection contre les inondations., créée par la loi de modernisation de l’action publique territoriale et d’affirmation des métropoles (loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014). La compétence communale GEMAPI recoupe les quatre alinéas suivants de l’article L.211-7 du code de l’environnement : l’aménagement d’un bassin ou d’une fraction de bassin hydrographique ; l’entretien et l’aménagement d’un cours d’eau, canal, lac ou plan d’eau, y compris les accès à ce cours d’eau, à ce canal, à ce lac ou à ce plan d’eau ; la défense contre les inondations

et contre la mer ; la protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines. Il s'agit d'une compétence unifiant les prérogatives communales relatives aux milieux aquatiques de surface, elle est donc susceptible de générer des politiques globales de gestion des eaux de pluie et des cours d'eau.

En second plan : la gestion des cours d'eau et ses territoires mouvants

En France, les cours d'eau relèvent de deux régimes de propriété différents. Ils peuvent être domaniaux, auquel cas leur foncier appartient à l'État, ce sont les cours d'eau navigués (bien qu'ils puissent avoir perdu cet attribut) et anciennement flottés (Hellier *et al.*, 2009). Leur linéaire est alors géré par Voies navigables de France (VNF)³⁷, et peut faire l'objet de transfert de gestion à une collectivité territoriale. Les autres cours d'eau, dits non domaniaux, soit l'essentiel du linéaire français, relèvent de la propriété privée en ce qui concerne leurs berges et leur lit ; dans ce cas leur gestion revient à leur propriétaire. L'eau des cours d'eau n'est pas appropriable car elle constitue un bien commun (bien qu'il existe des eaux de statut privé) et ne peut faire l'objet que de droits d'usage. Pour les cours d'eau domaniaux, le droit d'usage est entièrement attribué à l'État, qui peut le concéder depuis la loi sur l'hydroélectricité de 1919 (Ghiotti, 2006). L'hydrographie de l'agglomération parisienne comporte des cours d'eau domaniaux et non domaniaux : les cours d'eau domaniaux sont la Seine, la Marne, l'Oise. Les canaux de l'Ourcq, de Saint-Denis, de Chelles sont des portions totalement artificielles du réseau hydrographique, créées pour l'approvisionnement en eau de la capitale et pour le transport fluvial, les canaux de l'Ourcq et de Saint-Denis sont cependant gérés par le service des canaux de la ville de Paris qui est propriétaire de leur fonds. Les petits cours d'eau de l'agglomération parisienne relèvent donc généralement de la propriété privée.

Les cours d'eau de l'agglomération parisienne sont fortement artificialisés, certains sont en partie ou en totalité enterrés, ceux qui sont à ciel ouvert ont leur linéaire très simplifié, les berges sont souvent maçonnées pour en empêcher l'érosion, les débits sont gérés par des systèmes de barrages et les niveaux d'eau maîtrisés par des seuils³⁸.

La gestion des cours d'eau est organisée autour de la notion de bassin hydrographique, désignant un territoire administratif construit sur des notions hydrologiques. Ce territoire fonctionnel est promu par la première loi sur l'eau de 1964 (Loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution) qui organise la gestion de l'eau au niveau de six grands bassins versants fluviaux dans le territoire métropolitain (Ghiotti, 2006). Les agences de l'eau, originellement agences financières de bassin, sont aujourd'hui des établissements publics administratifs de l'État. La première loi sur l'eau leur confère un rôle de gestion des conflits d'usage autour de la ressource et de préservation de sa qualité (Hellier *et al.*, 2009). La deuxième loi sur l'eau de 1992 confirme leur rôle majeur dans la gestion territoriale de l'eau : la loi initie un outil important de la décentralisation de la gestion de l'eau, avec la création des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), dont l'élaboration est entre les mains des commissions locales de l'Eau (CLE), organe délibératif sur le territoire des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux rassemblant quatre collèges : les élus locaux, les usagers (souvent représentés par des associations), les industriels et les services de l'État. Les commissions locales de l'eau sont comparées à des parlements de l'eau (Hellier *et al.*, 2009 : 197). Cependant la décentralisation de la gestion de l'eau est très partielle : avec les SAGE sont créés les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), élaborés par les agences de l'eau. Les SAGE doivent être compatibles avec les SDAGE. La deuxième loi sur l'eau entérine la place centrale des agences dans l'élaboration des politiques

³⁷ Voies navigables de France est un établissement public à caractère administratif de l'État qui assure l'exploitation et le développement de ces voies (loi n°2012-77 du 24 janvier 2012 relative à Voies navigables de France).

³⁸ Un seuil en rivière est un ouvrage, fixe ou mobile, qui barre tout ou partie du lit mineur contrairement au barrage qui, lui, barre plus que le lit mineur. Source : <http://id.eaufrance.fr/ddd/OBS/1.2#SeuilRiv>, consulté le 26/07/2019.

locales, au lieu d'un contrôle par les services déconcentrés de l'État, comme pour les documents d'urbanisme classiques (Ghiotti, 2006). Les SDAGE sont élaborés à l'échelle du territoire de l'agence de l'eau, tandis que les SAGE doivent comprendre un périmètre hydrologique pertinent, c'est-à-dire correspondant à la zone d'alimentation d'une masse d'eau aérienne ou souterraine.

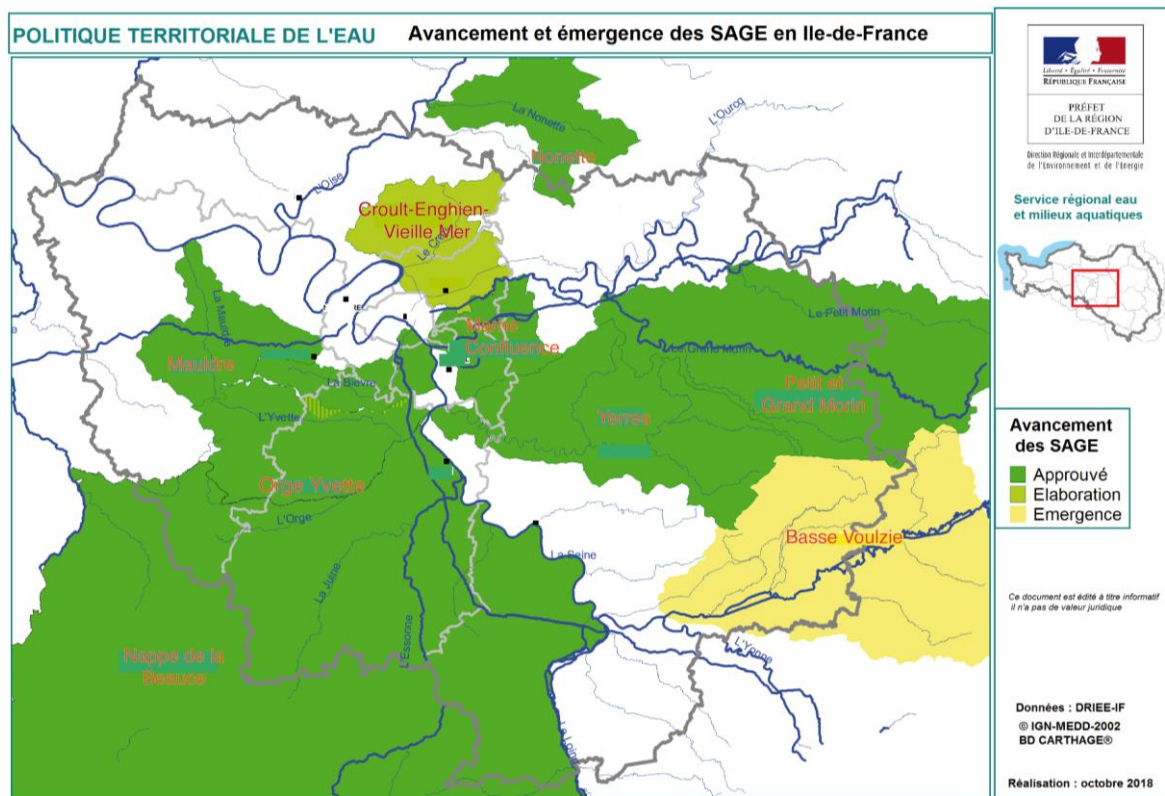
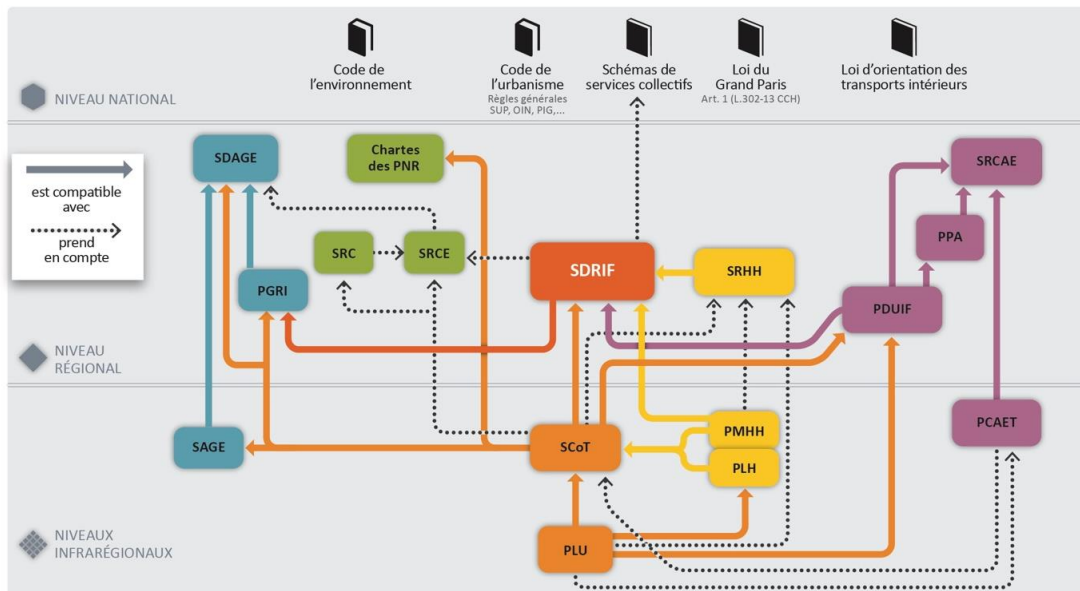


Figure 8 La planification de l'eau n'est ni spatialement exhaustive ni directement réglementaire
 Source : en haut (Région Île-de-France, 2013c : 51) et en bas <http://www.driee-ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/les-sage-en-ile-de-france-a75.html>, consulté le 16/06/2019, retravaillée par l'auteur.

Les relations entre les documents de planification sont exposées sur le schéma de la figure 8 : on ne commente que la partie de gauche qui correspond à la planification de l'eau et des trames écologiques. Les plans locaux d'urbanisme (PLU) doivent être compatibles avec les schémas de cohérence territoriale, qui sont eux-mêmes compatibles avec les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), et doivent prendre en compte les schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE), documents de planification des trames vertes et bleues. Le lien entre les documents de planification spécifique de l'eau et le document réglementaire qu'est le PLU est donc relativement indirect.

De plus, sur la carte des SAGE en Île-de-France, la partialité de la couverture spatiale de ces différents documents de planification est visible : la ville de Paris et la Seine à l'aval de Paris ne sont par exemple couvertes par aucun SAGE.

Ces documents de programmation et de planification de la gestion de l'eau interviennent de plus dans le contexte d'une gestion locale de l'eau déjà structurée par les acteurs, principalement intercommunaux : de nombreux syndicats de rivières, de berges ou des syndicats hydrauliques, parfois issus de syndicats d'assainissement ayant élargi leurs prérogatives (Hellier *et al.*, 2009 : 238), gèrent des portions des cours d'eau, domaniaux ou non, dans l'agglomération parisienne. Ils ont des statuts variés : certains sont des syndicats d'études, d'autres sont maîtres d'ouvrage de l'aménagement d'un cours d'eau ou d'une portion de cours d'eau, tandis que les prérogatives de certains se limitent à l'aménagement des berges. Ces syndicats sont nombreux, se recoupent, et évoluent assez rapidement, au fil des adhésions des communes et des évolutions de leurs missions.

La loi MAPTAM trace cependant avec la compétence GEMAPI les contours d'une nouvelle architecture des intercommunalités en charge de la gestion de l'eau, afin notamment d'assurer la gestion de tous les cours d'eau du territoire national dont certains sont en déshérence. Cette compétence n'a pas vocation à être exercée directement par les communes : le transfert aux établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre est prévu par les textes. Il est automatique et complet pour les communautés d'agglomérations, communautés urbaines et les métropoles. La compétence peut ensuite être transférée à des syndicats mixtes dédiés à l'eau, regroupant plusieurs communes ou groupements de communes, comme les syndicats de rivière déjà présents sur le territoire. La loi MAPTAM crée les établissements publics d'aménagement de gestion des eaux (Épage) : ce sont des syndicats mixtes en charge de la GEMAPI à l'échelle d'un sous-bassin hydrographique. Elle renforce le statut des établissements publics territoriaux de Bassin, créés en 1987 : ils deviennent chefs de file de la gouvernance de l'eau, chargé de coordonner les politiques au sein de groupements de bassins. Dans l'agglomération parisienne, l'établissement public territorial Seine Grands Lacs est en charge de la protection contre les inondations sur un territoire amont de la confluence avec l'Oise.

Le cadre juridique national modifie donc la gestion urbaine de l'eau de pluie et des cours d'eau, qui est confiée aux intercommunalités par les lois de décentralisation, mais reste encadrée par les administrations de l'État. La gestion des cours d'eau évolue de la protection de la qualité de la ressource à celle des milieux aquatiques, considérés comme élément de protection de ladite ressource. La gestion des eaux de pluie par les réseaux est limitée, générant la réalisation de techniques de gestion en surface de la ville, en amont de ces réseaux. Dans les années 2000, des politiques de trames vertes et bleues et les schémas d'aménagement et de gestion des eaux commencent à être mis en œuvre. Cependant, les différents territoires de gestion, acteurs et politiques se superposent, d'un côté, une logique territoriale de gestion de l'eau émerge, de l'autre les services urbains en réseaux fondent leurs propres territoires, en charge de la gestion des eaux de pluie. La synthèse de ces politiques relève d'un exercice virtuose, mais quelques grands acteurs encadrant les politiques locales se démarquent aux côtés des services de l'État : le SIAAP et l'établissement public territorial de bassin Seine Grands Lacs coordonnent réciproquement l'assainissement de l'agglomération parisienne et la gestion des milieux aquatiques.

Méthode

Afin de mettre à l'épreuve les hypothèses formulées, une méthode d'enquête a été mise en œuvre : celle-ci sera développée dans le détail dans chaque partie de ce mémoire, mais ses grandes lignes et sa cohérence globale sont présentées ici. Nous avons donc choisi d'expérimenter la transformation de la place de l'eau en ville à travers d'abord deux pratiques techniques bien spécifiques : celle de la gestion des eaux de pluie en surface de la ville et celle de la renaturation des cours d'eau.

Ces pratiques techniques ont d'abord été étudiées du point de vue de la doctrine technique, c'est-à-dire des logiques techniques guidant leur production, afin de savoir si celles-ci se teignent effectivement d'écologie et d'approches climatiques : la pensée présidant à l'évolution des pratiques de gestion des eaux de pluie en ville a donc d'abord été analysée. Elle a été approchée par l'étude des guides techniques et autres documents de préconisations produits sur ces sujets en France depuis les années 1970.

Ensuite, nous voulions savoir si ces techniques décentralisées forment un patrimoine significatif, compris comme tel par les collectivités et pouvoirs publics, qui permet de conclure à une mutation générale des infrastructures urbaines de gestion des eaux de pluie et des cours d'eau. Nous avons donc mené un inventaire de ces techniques, auprès des collectivités territoriales, des services déconcentrés de l'État et de maîtres d'œuvre. Cet inventaire a été mené au moyen d'entretiens semi-directifs auprès des différents acteurs et a donc permis de rassembler à la fois des données sur les techniques effectives, mais également sur les représentations des acteurs quant à ce patrimoine. L'inventaire a été mené à l'échelle de l'agglomération parisienne, afin d'avoir l'opportunité de distinguer des évolutions différenciées selon les territoires urbains, qui, on l'a vu, ne sont pas dotés des mêmes infrastructures en réseaux et présentent des tissus urbains variés. Il a permis de constituer une base de données unique à l'échelle de l'agglomération parisienne, nommée *Eaubaine*, appartenant aujourd'hui à l'IAU.

Enfin, la production de ces techniques et leurs effets sur l'environnement urbain ont été analysés par deux entrées distinctes : celle des représentations des professionnels, par le prisme de la possibilité d'une convergence de maîtres d'œuvre et d'ouvrage au profil variés sur la définition de ces ouvrages ; et par la place prise par ces techniques dans les quartiers urbains. La résurgence de l'eau dans l'espace urbain induit la présence de nouveaux dispositifs dans l'espace public et dans les parcelles privées, l'analyse de la possible transformation du bâti et de l'organisation spatiale des quartiers urbains a donc été éprouvée au moyen d'un travail d'arpentage mené sur six sites de l'agglomération.

Trois entrées distinctes ont donc été choisies pour tester la possibilité d'un nouveau traitement de l'eau en ville : celle de l'évolution des cadres de pensée technique de conception des ouvrages, par analyse des doctrines techniques, celle de l'effectivité d'un patrimoine de techniques décentralisées, susceptible de renouveler la structuration de l'espace urbain à l'échelle de l'agglomération, et enfin, celle de l'incarnation de ces techniques par les représentations des professionnels et dans les quartiers urbains.

Plan du mémoire

Trois parties composent ce mémoire, elles sont structurées suivant nos trois hypothèses. La première partie présente les évolutions de la doctrine technique d'aménagement de l'eau de pluie et des cours d'eau depuis les années 1970. Dans le premier chapitre, les auteurs responsables de la production de guides et documents techniques portant sur la gestion de la pluie en ville ou de la renaturation des cours d'eau urbain sont identifiés pour la période 1970-2015. Une première analyse des titres des ouvrages inventoriés permet de proposer une première interprétation de l'évolution de la doctrine, ainsi que de scinder la période étudiée en deux sous-périodes : 1970-2000 et 2001-2015. Cette périodisation repose essentiellement sur l'apparition d'un vocabulaire technique écologique dans les années 2000. Le deuxième chapitre concerne la sous-période 1970-2000 et le troisième la sous-période 2001-2015. Des guides de l'inventaire du premier chapitre sont choisis pour chacune de ces sous-périodes et sont étudiés dans le détail : l'objectif est de qualifier très

précisément les formes urbaines et techniques présentés par ces ouvrages, leur ancrage scientifique et leur potentiel traitement des questions écologiques et climatiques.

La deuxième partie se focalise sur l'existence d'un patrimoine de techniques décentralisées – alternatives pour la pluie ou de renaturation pour les cours d'eau – sur le territoire de l'agglomération parisienne. Dans le chapitre quatre, le mode de production et la mise en patrimoine de ces ouvrages techniques par les collectivités territoriales sont analysés par le croisement des éléments de discours et des données concernant ces techniques, recueillis au cours de l'inventaire. Le cinquième chapitre étend cette première analyse à l'étude de la base de données, nommée Eaubaine, constituée au moyen de cet inventaire : le patrimoine des techniques décentralisées y est présenté. La généralisation de ces techniques dans l'agglomération parisienne y est constatée, et une tentative d'analyse d'implantations différenciées des techniques selon les territoires est menée.

Enfin, la troisième partie se concentre sur le rôle que peuvent jouer ces techniques pour les professionnels, et dans les réalisations urbaines effectives, partant de l'idée que ces techniques peuvent changer la perception que les professionnels ont de la place de l'eau dans l'espace urbain et de l'organisation de ce dernier. Le sixième chapitre porte sur les représentations que les professionnels responsables de la gestion ou de la production de ces ouvrages techniques en ont, sur les interprétations des doctrines techniques qui sont opérées par les différentes professions investies dans la gestion de l'eau de pluie et la renaturation des cours d'eau en ville. Enfin, le septième et dernier chapitre propose une analyse de la place prise par ces différents systèmes techniques dans six quartiers urbains affichant des modes de gestion ambitieux.

Partie I

Production et formes de la doctrine technique

« On peut identifier deux perceptions différentes de la qualité des milieux naturels, de leur dégradation, et donc de l'impact d'un rejet. La perception écologique est relative à l'équilibre général de l'écosystème, et notamment de la biocénose. On considère que le milieu est de bonne qualité si son état est voisin d'un état naturel de référence, souvent difficile à définir. La perception environnementaliste de la qualité considère le milieu comme l'environnement de l'homme. Le milieu naturel doit être adapté aux usages que l'homme veut en faire : production d'eau potable, baignade, pêche, etc. Le milieu sera donc considéré comme dégradé si sa qualité rend difficile, voire impossible, un usage souhaité. » (CERTU, 2003 : 88)

Introduction de la partie I

Cette première partie porte sur l'évolution de la doctrine de gestion des cours d'eau et de l'eau de pluie en ville des années 1970 à 2015, appréhendée par l'étude des guides techniques. Cette analyse entend éprouver l'hypothèse d'un renouveau de la doctrine technique de la gestion de l'eau en ville par l'intégration de données ou de cadres de pensée biologiques et climatiques dans les doctrines de gestion, qui prendraient en compte une incertitude climatique accrue et la nécessité de préserver une diversité d'espèces vivantes en milieu urbain. D'un côté, les doctrines techniques seraient fondées sur une vision renouvelée du climat et particulièrement de l'aléa climatique : l'incertitude liée au changement du régime pluviométrique serait sensible dans les modèles de conception et de gestion. La possibilité accrue de sécheresse et d'inondation, de phénomènes météorologiques plus extrêmes serait traduite dans les ouvrages. De l'autre, des milieux aquatiques dédiés aux espèces vivantes surgiraient dans la conception et la gestion des aménagements de l'eau en milieu urbain. Ces espèces trouveraient leur place dans les documents : des espaces spécifiques, des aménagements dédiés leur seraient réservés. L'aménagement des milieux humides prendrait en considération leurs besoins et leurs habitats. La doctrine de gestion des eaux de pluie et des cours d'eau a-t-elle effectivement incorporé dans ses prescriptions techniques les évolutions qui sont sensibles du côté de la législation, c'est-à-dire une écologisation de ses référentiels ? Sous quelles formes sont-elles intégrées : l'aménagement de l'eau en ville se tourne-t-il vers la biologie de la conservation, ou plutôt, comme la littérature l'indique, vers l'ingénierie écologique ? Les doctrines de gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau ont-elles également intégré des savoirs et prescriptions, ou paramètres relatifs au changement climatique ?

La doctrine technique est étudiée dans ces trois chapitres par plusieurs entrées : sa production par des auteurs et des institutions définies, sa forme matérielle, au sens large - littéraire et graphique -, et son contenu - les savoirs et savoir-faire mobilisés, les méthodes de conception proposées et les projets urbains définis. Les guides techniques sont des œuvres en soi qui décrivent, donnent à connaître des pratiques, des méthodes, des dispositifs techniques ou systèmes techniques. Leur contexte de production, leurs auteurs et lecteurs, références urbaines, politiques, leur paratexte sont également signifiants. Suivant la proposition de l'article « Qu'est-ce qu'un texte technique ? » (Bray, 2010), les textes techniques sont définis comme une forme d'encodage³⁹ du monde dans lequel il est produit : les techniques, mais aussi leur signification sociale, une organisation des rôles attribués à chacun dans la fabrique urbaine et une vision du monde sont contenus dans ces textes. Par l'étude des préceptes techniques, par les discours et les iconographies qui leur donnent sens et consistance, sont donc approchés l'imaginaire et le système d'acteurs qui les portent. Nous souscrivons ainsi à une approche des techniques par les imaginaires auxquels elles sont rapportées, considérant que « [c]ette dimension éclaire l'articulation entre production et réception des techniques, entre innovation et usage. Les discours sur la technique participent pleinement à son devenir. [...] L'imaginaire est donc généralement collectif, l'une de ses fonctions étant de permettre aux acteurs de l'innovation de coordonner leurs actions » (Jarrige, Morera, 2006 : [16]). L'imaginaire est donc envisagé comme ce qui est commun, partagé par les auteurs et lecteurs, ce qui donne sens à des doctrines abstraites, et comme un instrument de la diffusion des préceptes techniques. Cet imaginaire a un rôle ambivalent selon A. Picon, qui reprend pour la littérature technique la distinction entre idéal et idéologie effectuée par P. Ricœur (Picon, 2001) : d'un côté le texte technique norme fortement la pratique, selon une logique idéologique d'ordonnement défini de propositions logiques, de l'autre il ouvre vers d'autres possibles, dessinés par l'extension, la projection des techniques dans le temps et/ou dans l'espace, il rend possible de nouvelles

³⁹ Cet article compare les analyses de textes techniques réalisées par les historiens et les ethnologues dans des régions du monde très diverses, les Andes et la Chine du XVI^e siècle. Le travail des historiens et des ethnologues est de reconstituer à partir d'un texte ou d'un tissu dans les exemples cités par l'article, des pratiques techniques, avec leur signification sociale.

pratiques et appréhensions de l'aménagement. Par les préconisations techniques émerge une ville, idéale ou dystopique, que les propositions techniques de l'ouvrage accomplissent ou contrent. Cette partie est donc l'occasion d'approcher l'évolution de la doctrine technique par l'étude des préconisations techniques et des imaginaires concrétisés dans les guides, et par les réseaux d'auteurs qui les produisent et le lectorat au sein desquels ils sont diffusés. Quels imaginaires de la place de l'eau dans la fabrique urbaine et dans l'environnement urbain sont présentés dans les guides techniques ? Un imaginaire de l'incertitude voire de la catastrophe climatique est-il sensible ? Une doctrine de la préservation des milieux découle-t-elle de la mission biologique de la gestion de l'eau en ville ?

L'analyse des textes techniques se situe à la jonction entre l'étude des techniques - objets des ouvrages - et l'étude de la littérature comme technique. Les textes techniques sont de diverses sortes : ils peuvent s'incarner dans le genre de l'édition savante, qui a pour projet l'élaboration d'une « science de la technique », et dont une forme extrême est la technologie, comme science des techniques ; à l'autre bout du spectre de cette typologie la littérature d'usage, les entrepreneurs de la technologie produisent une littérature marchande (Hilaire-Pérez *et al.*, 2017 : avant-propos). Plusieurs ambitions sont donc présentes, avec plus ou moins de force dans les ouvrages techniques : faire connaître des pratiques ou techniques, en ordonner la connaissance, les propager. Les textes techniques peuvent articuler notions scientifiques et savoirs dans une logique d'application purement spéculative ; mais les ouvrages faisant référence, trouvant un lectorat et une utilité, sont des ouvrages collectifs ancrés dans le milieu des praticiens, dont ils sont un produit et faisant écho à leurs préoccupations et pratiques (Sigaut, 1998). Si une dimension performative est certainement présente dans toute littérature, les guides techniques sont particulièrement concernés par cette visée, puisqu'ils confortent, influencent ou transforment des pratiques techniques : ils constituent une forme d'action sur la fabrique urbaine. Il y a donc des éditeurs et des auteurs qui s'adressent à des lecteurs, et qui produisent un ouvrage ancré dans un contexte social et professionnel défini, sur lequel l'ouvrage doit avoir un effet. Or, la décentralisation des compétences marquerait la fin de l'« ère des technocrates » (Thoenig, 1987), une démocratisation de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme serait en cours, en lien avec la montée en puissance de la concertation, la constitution d'une gouvernance locale de l'eau, et la prédominance dans la fabrique urbaine du projet urbain. Quels professionnels ou quels acteurs et quelles institutions portent ces éléments : les guides sont-ils produits par des institutions locales, suite à la décentralisation et à l'élaboration d'une gouvernance locale de l'eau, et/ou par les spécialistes du climat et/ou de l'écologie ? Ou sont-ils toujours le fait de l'administration centralisée, dans le cadre de politiques bioclimatiques nationales ? À l'attention de qui ces ouvrages sont-ils produits : sont-ils toujours dédiés aux spécialistes des infrastructures urbaines de l'eau en réseau, aux ingénieurs hydrauliciens ? Ou bien aux concepteurs de projet, et même, dans une logique de vulgarisation et de construction d'une culture commune de l'eau, aux élus et aux citoyens ?

Cette première partie compte trois chapitres. Le premier s'attache à l'étude de la production de la doctrine et de ses grands thèmes : un corpus de 209 textes a été élaboré, qui permet l'analyse des institutions auteurs des guides concernant la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau en ville, et des grands thèmes les structurant, à travers la lecture de leurs titres. Les deux chapitres suivants concernent l'analyse d'un corpus de dix-huit textes choisis pour leur représentativité de la doctrine technique⁴⁰. Deux sous-périodes sont définies : la première court de 1970 à 2000, elle est étudiée dans le deuxième chapitre et la seconde de 2001 à 2015 ; l'année 2000, au cours de laquelle la directive cadre européenne sur l'eau est promulguée, marquant l'écologisation de la gestion de l'eau, est choisie comme date pivot. Les deux sous-périodes définissent les deuxième et troisième chapitres. Chacun est articulé comme suit : la première section des

⁴⁰ L'Instruction technique de 1977 a été ajoutée à un corpus de dix-sept documents prélevés dans le corpus de 209 documents. Les documents ont été choisis car ils sont connus dans le milieu professionnel (évoqués par nos enquêtés lors des entretiens, cités dans des revues ou documents administratifs), ou car leur titre annonce une approche originale ou une focalisation sur les objets techniques ou les opérations exemplaires.

chapitres est consacrée aux récits des documents, récits sur l'état de l'environnement, la constitution de discipline, l'ancrage historique des pratiques et des techniques. La deuxième section de nos deux chapitres est consacrée à ce qu'on a nommé « les matrices d'aménagement » : ce sont les systèmes logiques qui construisent les méthodes de gestion : ce qui permet d'arbitrer entre tel ou tel système technique, mais également, les phénomènes technoscientifiques utilisés pour construire ces logiques, par exemple la pluie, ou la pollution. La troisième section est consacrée aux objets et systèmes techniques promus : le choix des objets, la manière de les classer, de les décrire.

Chapitre 1. Auteurs et thèmes des documents techniques de 1970 à 2015

Ce premier chapitre porte sur la production des guides techniques de la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau, au cours de la période 1970-2015, ainsi que sur les principaux thèmes abordés par ces documents et leurs variations. Dans l'après-guerre, l'ingénierie urbaine et ses normes est le domaine privilégié de l'État avec pour principe la limitation des initiatives locales : les normes de l'ingénierie s'énoncent par des circulaires, des instructions techniques propres aux services de l'Équipement (Thoenig, 1987). Or, au cours de la période étudiée, la décentralisation et la création de territoires fonctionnels propres à l'eau entraînent une évolution de sa gouvernance : celle-ci passe de l'administration d'État incarnée localement par ses services déconcentrés (principalement les Directions départementales de l'Équipement), à une administration territoriale partagée entre les collectivités territoriales et les institutions spécifiques à la gestion de l'eau. La production de la norme de l'ingénierie urbaine suit-elle la décentralisation ? La forme des documents chargés de réguler les pratiques des collectivités et des acteurs de la fabrique urbaine évolue-t-elle ? De plus, on a vu en introduction générale que l'hydrologie urbaine se développe comme science appliquée pour la gestion de la pluie dès les années 1970, et que la restauration hydromorphologique des cours d'eau est promue à partir des années 1990. Mais ces éléments sont-ils suffisants pour décrire les évolutions des doctrines d'aménagement de la pluie et des cours d'eau en milieu urbain ? Quels thèmes abordent plus généralement les documents qui leur sont consacrés ?

Ce chapitre analyse les évolutions des auteurs, des préconisations techniques et des thèmes abordés par les documents de rayonnement national ; la première section détaille la méthode de recensement des documents et guides techniques, et l'évolution des auteurs des documents dans le temps. La constitution d'un corpus large est, dans une deuxième section, l'occasion d'analyser les types de documents pour cadrer les pratiques. Enfin, dans la troisième section, les thèmes centraux des doctrines de la gestion de la pluie et des cours d'eau en ville sont analysés par l'étude des titres des documents.

1. La constitution du corpus des guides et documents techniques, ses auteurs

Un corpus de guides techniques et documents assimilés concernant la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau en ville a été constitué. Ce corpus permet dans un premier temps de voir quels auteurs et institutions participent, entre 1970 et 2015, à la production d'une norme de gestion de l'eau en ville. Cette section porte sur la méthode de constitution du corpus : les fonds utilisés sont d'abord présentés, puis une première analyse de l'évolution des auteurs et des types de documents est menée. Enfin une catégorie spécifique, nommée « divers » est détaillée : elle rassemble des auteurs très peu représentés ou non institutionnels, peut-être significatifs de l'émergence de nouveaux auteurs de la doctrine technique.

1.1. Les fonds utilisés pour constituer le corpus de documents

Plusieurs fonds ont été mobilisés : des fonds matériels directement transmis par notre tuteur et notre directrice de thèse, prélevés de leurs fonds personnels ; les ressources bibliographiques des auteurs de guides et documents techniques déjà identifiés par la littérature ; et deux fonds généraux, celui de la Bibliothèque nationale de France et celui de la médiathèque de l'IAU, ont été interrogés par des mots clés.

Les fonds de notre tuteur à l'IAU et de notre directrice de thèse ont permis une première exploration des guides techniques et documents assimilés : nous avons estimé qu'ils avaient une certaine valeur en tant que sélectionnés par nos encadrants et leurs prédécesseurs. Il s'agissait cependant de mener une recherche plus systématique et large. Les grands éditeurs de documents de doctrine technique ont donc été identifiés essentiellement via la connaissance des acteurs de l'eau acquise par la littérature et par les entretiens exploratoires (Dupuy, Knaebel, 1982 ; Lelong, Deutsch, 1995 ; Hellier *et al.*, 2009 ; Soyer, 2014 ; Carré, Deutsch, 2015). Ont d'abord été identifiés le groupe de recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et

l'Eau (GRAIE) en tant que spécialiste de la gestion des eaux de pluie hors réseau, le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA), producteur de la doctrine nationale, le Plan urbanisme construction architecture (PUCA), agence interministérielle d'incitation à la recherche sur la ville, l'agence de l'eau Seine Normandie qui donne ses grandes lignes aux politiques de l'eau dans son bassin hydrographique, donc la région Île-de-France notre terrain d'étude, le Laboratoire central des Ponts et Chaussées (LCPC), à la tête des centres d'études et de recherche déconcentrés de l'État. Les fonds documentaires de ces éditeurs, disponibles sur leurs sites internet ont permis de constituer une partie du corpus. Cette première approche n'était cependant pas entièrement satisfaisante car elle se limitait à des éditeurs et auteurs déjà identifiés.

Une recherche plus large a été menée dans le catalogue général en ligne de la Bibliothèque nationale de France (BNF), et dans le fonds documentaire de l'association Urbamet^{41,42}. Le fonds du catalogue général de la BNF est extrêmement vaste, il rassemble tous les ouvrages édités, imprimés, produits ou importés en France⁴³. Le fonds d'Urbamet est spécialisé dans les documents ayant trait à l'urbanisme⁴⁴. Dans les années 1980, le ministère de l'Équipement⁴⁵ et du Logement et le ministère de l'Environnement rejoignent l'association Urbamet ; aujourd'hui le ministère de la Transition écologique et solidaire la coordonne avec l'IAU et l'association de professionnels de la planification dans les Pays des Suds « Villes en développement ». Une cinquantaine de centres de documentation participent au réseau, ainsi que l'Atelier parisien d'urbanisme (APUR, agence d'urbanisme parisienne) et les agences d'urbanisme françaises, les écoles d'architectures, notamment⁴⁶. Ce fonds est donc tout indiqué pour un travail concernant les doctrines urbaines, mais oriente les recherches vers les documents des institutions publiques qui y contribuent.

Les critères suivants ont été utilisés : les documents sélectionnés sont des guides techniques, études, documents de sensibilisation, actes de colloque et de conférences, en langue française, abordant les thèmes de l'eau de pluie ou des cours d'eau et de la ville, édités entre 1970 et 2015. Nous avons notamment intégré au corpus les études qui nous semblaient pertinentes pour comprendre les enjeux thématiques de la période ou qui abordaient des aspects plus précis de nos sujets, ainsi que des documents relevant de la production scientifique (on les a cependant limités aux rapports et guides issus de programmes de recherche). Ceux-ci nous indiquent les disciplines et thèmes des connaissances scientifiques, et ont une portée prescriptive. Les rapports et actes de formation, ou de colloque et conférences, et les documents de vulgarisation ont également été collectés car ils concernent les éléments de la doctrine diffusés, connus et utilisés par les acteurs. Des mots-clés se rapportant au champ lexical de la gestion de la pluie et des cours d'eau en ville⁴⁷ ont été utilisés⁴⁸.

⁴¹ L'association Urbamet a été créée en 1976 par l'IAURIF (Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France), ancien nom de l'IAU, qui était alors fondation de l'État.

⁴² Cette recherche a été effectuée selon nos filtres par Virginie Palisse et Linda Gallet, respectivement documentaliste et responsable de la médiathèque de l'IAU.

⁴³ Source : http://www.bnf.fr/fr/professionnels/depot_legal.html, consulté le 21/02/2019.

⁴⁴ Source : <http://www.urbamet.com/presentation-de-l-association-r2.html>, consulté le 21/02/2019.

⁴⁵ La direction régionale de l'Équipement d'Île-de-France et les directions départementales de l'Équipement ont contribué au fonds, jusqu'à leur disparition.

⁴⁶ Les informations relatives à Urbamet sont essentiellement extraites d'une réunion de travail avec Virginie Palisse et Linda Gallet, menée le 29/03/2018.

⁴⁷ De manière non exhaustive, et parfois combinés : « eau », « ville », « pluie », « rivière », « cours d'eau », « fleuve », « eaux pluviales », « berges », « techniques végétales », « techniques alternatives », « assainissement pluvial », « ruissellement », « cycle de l'eau », « bassin versant », « urbain », « périurbain ».

⁴⁸ Les critères correspondant au type de document et à la région géographique n'ont pas été utilisés comme filtres dans le moteur de recherche, nous avons cependant écartés les documents portant sur d'autres pays que la France. Les dates et les mots-clés ont en revanche servi de filtres dans le moteur de recherche.

Nous n'avons pas exploré systématiquement les fonds des autres agences de l'eau, ni celui des collectivités territoriales, qu'elles fassent partie de notre territoire d'étude ou soient connues pour des politiques ambitieuses de gestion de l'eau. Nous n'avons pas non plus inclus les documents produits par certaines associations régionales spécialisées comme l'ADOPTA⁴⁹. Nous avons donc privilégié une recherche de documents de rayonnement national, qui présentent les grandes lignes d'une doctrine d'aménagement commune et non les traits spécifiques de la doctrine technique francilienne et de ses relations avec les autres territoires, éventuels transferts de savoirs et influences. Cependant, la plupart des documents produits par des organismes d'études nationaux ont un ancrage régional ou local et font apparaître quelques éléments d'une géographie régionale de la doctrine technique. Les quelques documents de collectivités territoriales apparus via les fonds de la BNF ou d'Urbamet ont été sélectionnés pour notre corpus seulement quand ils semblaient relever de la production d'une doctrine d'aménagement générale et non pas de documents de planification locaux. Les revues techniques ont été écartées alors qu'elles auraient pu être une source de renseignement sur l'évolution des techniques par la publication de nouveaux objets et procédés, ou sur l'évolution du droit et des réglementations dont les revues proposent parfois des commentaires. Ce matériau relève en effet d'un autre niveau d'analyse : celui de la promotion par le milieu et les filières des ingénieurs, de certaines techniques ou de certains procédés⁵⁰.

Le corpus est donc constitué par des guides, des études, des rapports de recherche, de formation, de colloques, édités au cours de la période 1970-2015 et dont les titres comportent des termes faisant partie du champ lexical de l'aménagement des cours d'eau et de la pluie en ville. Plus précisément, il est constitué de documents répondant à ces critères et étant recensés dans les fonds du GRAIE, du LCPC, du CEREMA, du PUCA, de l'agence de l'eau Seine Normandie, de la BNF ou d'Urbamet. Le fonds de la BNF et celui d'Urbamet permettent de sélectionner des ouvrages dont les auteurs n'ont pas été préalablement identifiés. Nous avons ainsi constitué un corpus de 209 documents, nommé simplement « corpus 209 ».

1.2. Analyse du corpus 209 : évolutions des auteurs

Le corpus 209, trop lourd pour être intégralement placé dans le fil du texte, est placé en annexe du manuscrit. Nous en proposons ici une première approche statistique générale, à partir de l'étude des auteurs des documents.

Au moment de classer les ouvrages en fonction de leurs auteurs, apparaît un trouble dans la terminologie, entre auteurs et éditeurs notamment : les institutions sont souvent, mais non toujours, éditeurs des ouvrages produits par leurs employés. On les considère comme des « auteurs institutionnels ». Cependant, derrière le nom des organismes se cache une myriade d'auteurs, salariés des institutions, qui élabore et rédige ces guides. Ainsi, dans notre vocabulaire, les institutions sont à la fois auteures et éditrices des ouvrages (sauf quand un éditeur spécialisé est intervenu dans le processus de publication). La distinction entre auteur, éditeur, commanditaire n'est pas simple : il faudrait pouvoir distinguer entre auteur moral – souvent l'institution dans notre corpus –, auteur physique – « plume » du document, qui apparaît donc rarement –, et éditeur commercial, institutionnel ou scientifique. À ceci il faudrait encore ajouter que les documents sont parfois l'œuvre d'un prestataire externe, comme les ouvrages écrits par les bureaux d'études Sauveterre ou Biotec, mais édités par le commanditaire : dans ce cas, la répartition des rôles entre auteur moral et auteur physique n'est pas forcément très claire, et l'auteur physique n'arrive qu'en troisième position, après l'institution commanditaire et l'organisation prestataire. Parfois plusieurs institutions

⁴⁹ Association pour le développement opérationnel et la promotion des techniques alternatives en matière d'eaux pluviales, créée en 1997 à l'initiative du syndicat intercommunal d'assainissement de la région de Douai, de la Société des eaux de Douai et de la ville de Douai.

⁵⁰ Une enquête sur les revues techniques pourrait d'ailleurs mettre en regard la promotion des techniques par les milieux des ingénieurs et les entreprises et la doctrine d'aménagement développée dans nos travaux.

assument conjointement la responsabilité d'un ouvrage : dans ce cas, on a attribué l'ouvrage au premier auteur moral dans l'ordre de présentation du document, afin de ne pas classer un trop grand nombre de documents dans la catégorie « divers ». Cette catégorie rassemble les documents dont les auteurs trop peu fréquents ne peuvent apparaître comme une catégorie : ce sont des livres de maison d'édition dédiés au grand public, les ouvrages de collectivités territoriales à la portée générale (sauf de la Seine-Saint-Denis qui a été isolée), ou encore les guides de bureaux d'études techniques. La distinction entre éditeur et auteur est donc écrasée dans les analyses qui suivent : nous avons associé les documents à des « auteurs institutionnels » -les auteurs moraux - et lorsqu'ils sont plusieurs, nous n'avons conservé que la première institution par ordre de présentation du document.

Les auteurs identifiés en tant qu'auteurs institutionnels, sont les suivants : le Laboratoire central des Ponts et Chaussées (LCPC), le Service technique de l'urbanisme (STU)/Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU)/Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA)⁵¹, l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), le Plan urbain, le conseil général de Seine-Saint-Denis (CG 93), l'Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (ASTEE), le groupe de recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau (GRAIE), l'observatoire de terrain en hydrologie urbaine (OTHU) et les agences de l'eau⁵². Ces auteurs sont cartographiés dans le temps, dans la figure 1.1 pour une meilleure compréhension de leurs évolutions, de leurs relations, et des analyses des productions des guides qui sont développées ensuite.

⁵¹ L'association de ces trois institutions est expliquée ci-dessous.

⁵² Nous avons recensé des documents collectifs édités par les agences de l'eau, d'où l'appellation de la catégorie.

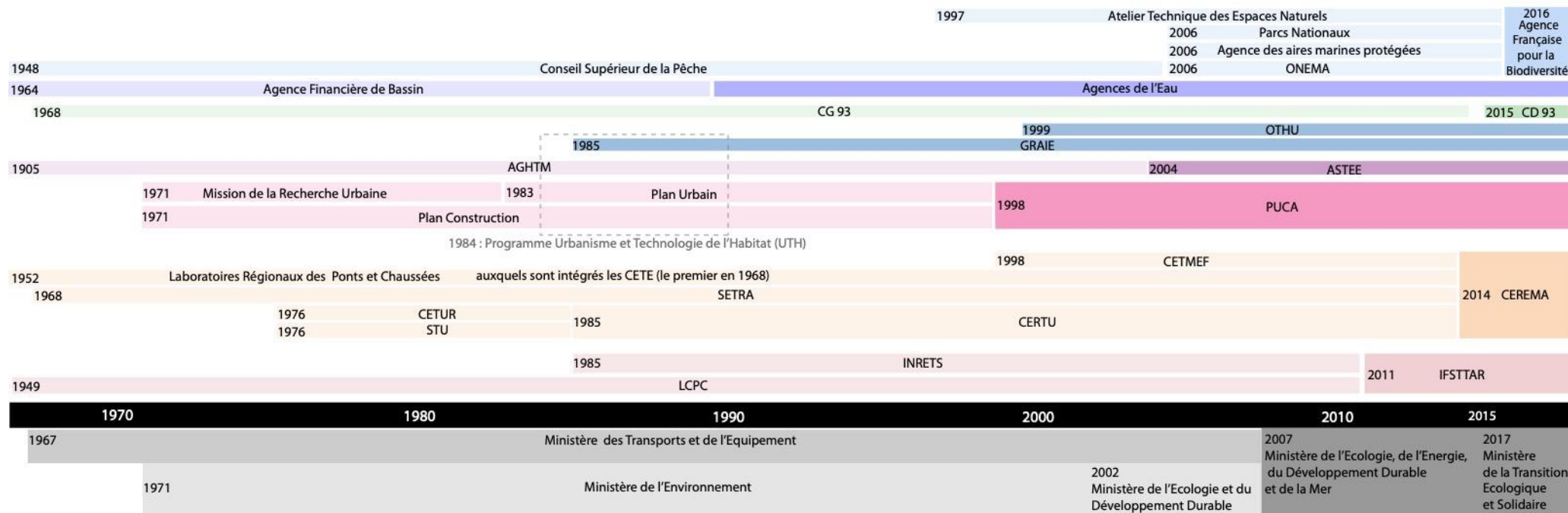


Figure 1.1 Les auteurs institutionnels, corpus 209, frise chronologique, 1970-2015

On découvre une forte cohérence entre les différentes institutions identifiées comme productrices de guides techniques : la norme technique est encore de toute évidence très centralisée. Les auteurs institutionnels sont ainsi essentiellement des institutions étatiques, à divers titres cependant. Le **laboratoire central des Ponts et Chaussées** est un établissement de recherche scientifique et technologique créé en 1937⁵³, dédié à la recherche dans le domaine du génie civil et des infrastructures. Il est à la tête du réseau scientifique et technique de l'Équipement, constitué par les centres d'études techniques (CETE), les laboratoires régionaux (au nombre de dix-sept) et les centres spécialisés, dont le CERTU et le CETUR. Il fusionne en 2011 avec l'institut national de recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS), et se spécialise sur les infrastructures, donnant naissance à l'institut français des Sciences et Technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), placé sous la tutelle conjointe du ministère de l'Énergie et du Développement durable et du ministère de la Recherche. Le **service technique de l'Urbanisme** est une instance d'étude sur la ville rattachée au ministère de l'Équipement créée en 1976. Le STU devient le **CERTU** en fusionnant avec le CETUR⁵⁴ en 1994. C'est alors un organe important d'études de l'État pour l'urbanisme, avec une mission particulière de soutien technique aux collectivités. Le CERTU est ensuite fondu dans le **CEREMA**⁵⁵ en 2014 (cf. figure 1.1), qui rassemble les centres d'études techniques en une même institution. L'**école nationale des Ponts et Chaussées** est l'une des plus anciennes grandes écoles françaises⁵⁶. Elle forme notamment les ingénieurs des grands corps d'État et a fourni un contingent important des cadres du ministère de l'Équipement. Les **agences de l'eau** sont des établissements publics administratifs de l'État sous la tutelle du ministère de l'Environnement et du ministère des Finances, correspondant aux six ensembles de bassins fluviaux métropolitains. Elles ont en charge la gestion des ressources en eau et sa planification. Les publications des agences sont réalisées avec l'office national de l'Eau et les Milieux aquatiques (ONEMA). L'ONEMA est un établissement public sous tutelle du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, créé en 2006, qui succède au conseil national de la Pêche. L'ONEMA avait notamment pour mission de soutenir la politique nationale de restauration de la qualité écologique de l'eau engagée à la suite de la directive cadre européenne sur l'eau de 2000, celle-ci s'est élargie à une mission plus générale de soutien de la biodiversité par sa transformation en agence française pour la Biodiversité (AFB) en 2017 (cf. figure 1.1). Le **Plan urbain** est un des plans du programme « Urbanisme, Technologies de l'Habitat » lancé en 1984 par l'État pour refonder la recherche sur ces thèmes et accompagner la décentralisation (Aubertel, 2015). Il porte notamment le programme de recherche *l'Eau dans la ville*⁵⁷ entre 1984 et 1995 (Lelong, Deutsch, 1995 : 18). Ce programme a également eu pour rôle de conforter des organisations existantes dans le domaine de l'hydrologie urbaine (notamment le groupe de recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau, qu'il finance à sa création, en aidant à la publication des actes de son colloque emblématique, Novatech, mais aussi la société hydrotechnique de France et l'association Eurydice 92) (Lelong, Deutsch, 1995 : 24-25).

Les auteurs suivants ne relèvent pas directement de l'État mais sont souvent proches de divers échelons des pouvoirs publics : groupement régional initié par le Plan urbain, association d'ingénieurs issus du milieu des ingénieurs municipaux, conseil départemental. Le **groupe de recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau** est originellement un groupement d'action régional créé en 1985. Ce groupement vise à mettre en relation des acteurs de l'eau et à diffuser les connaissances produites dans le domaine au

⁵³ Source : <https://www.cerema.fr/fr/cerema/histoire-du-cerema> consulté le 02/06/2018.

⁵⁴ Centre d'études des Transports urbains

⁵⁵ Le CEREMA rassemble onze services d'ingénierie d'État : huit centre d'Études techniques de l'Équipement (CETE, centres régionaux), le centre d'études techniques Maritimes et Fluviales (CETMEF) et le service d'études sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements (SETRA).

⁵⁶ Elle est créée au XVIIIe siècle (Belhoste, 1994). Elle affiche aujourd'hui le nom d'école des Ponts ParisTech.

⁵⁷ Il se compose de trois axes principaux : hydrologie urbaine, économie de l'eau et eau et valorisation du milieu urbain.

niveau régional. Ses principaux partenaires sont aujourd'hui la métropole du Grand Lyon, l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, la région Auvergne Rhône-Alpes, le CEREMA et l'ASTEE. Il travaille en particulier avec l'institut national des Sciences appliquées (INSA) de Lyon et l'**observatoire de terrain en Hydrologie urbaine** rattaché à l'Université Lyon Claude Bernard. L'observatoire est « une fédération d'équipes de recherche créée en 1999 »⁵⁸. Le **département de Seine-Saint-Denis**, créé par l'éclatement en 1968 du département de la Seine, a la particularité, comme le Val-de-Marne et les Hauts-de-Seine, d'être gestionnaire d'un patrimoine de réseaux d'assainissement, et donc d'être responsable de politiques sur le thème. Le département de Seine-Saint-Denis, territoire de plaine très densément urbanisé, particulièrement sensible aux inondations, est connu pour son implication dans les réflexions sur la gestion des eaux pluviales, notamment pour son adoption précoce des techniques hors réseau et des systèmes de gestion en temps réel des réseaux (Carré, Deutsch, 2015 : 179). Le service de l'eau et de l'assainissement a notamment publié un certain nombre de documents de promotion ou de vulgarisation. Créée en 1905, l'**association scientifique et technique pour l'Eau et l'Environnement** est jusqu'en 2004 l'association générale des Hygiénistes et Techniciens municipaux (AGHTM) (cf. figure 1.1). Cette association est décrite par Serge Thibault comme une société savante ayant eu comme ambition au début du XXème siècle, de fonder un génie urbain, distinct de l'hygiénisme et du génie civil, et alors peu établi (Thibault, 2000). L'association promeut alors l'assainissement dans des villes encore peu équipées qui tardent à mettre en œuvre les principes hygiénistes (Frioux, 2009). C'est aujourd'hui une « association à caractère scientifique et technique reconnue d'utilité publique ». Elle rassemble les acteurs publics et privés autour des questions relatives aux services techniques locaux et « [s]a vocation est de fabriquer du consensus, de produire et diffuser de l'information technique de référence, notamment sous forme de guides, chartes, résumés pour décideurs, etc. [...] Chaque année, elle organise de nombreux événements régionaux et nationaux, devenus des lieux d'échanges majeurs pour les professionnels du secteur »⁵⁹. Elle publie notamment *Techniques Sciences Méthodes*, revue de référence dans le domaine de l'ingénierie de l'eau⁶⁰.

Ainsi, des institutions issues des administrations des communes, départements, régions et surtout de l'État sont présents parmi les auteurs recensés. Les auteurs étatiques et historiques sont majoritaires, malgré l'apparition de quelques auteurs régionaux et spécialisés dans les années 1980 et 1990. La répartition des publications entre ces différents auteurs est donc essentiellement significative d'une stratégie nationale, plus ou moins explicitée, d'investissement dans ces sujets. Le tableau 1.1 synthétise par auteur et par décennie les publications assemblées dans notre corpus 209.

⁵⁸ Source : <http://www.graie.org/othu/index.htm>, consulté le 02/06/2018.

⁵⁹ Source : <https://www.astee.org>, consulté le 02/06/2018.

⁶⁰ Cette revue existe depuis au moins 1909, sous le nom de *La Technique sanitaire et municipale* de 1946 à 1958, puis *Techniques et Sciences Municipales* de 1959 à 1985, et enfin *Technique Sciences, Méthodes* depuis 1986. Elle troque son ancrage « municipal » pour le M de « méthode », élargissant ainsi son public potentiel.

Tableau 1.1 Les ouvrages techniques et leurs auteurs institutionnels, corpus 209, nombre de publications par décennie, 1970-2015

	LCPC	Plan Urbain	STU / CERTU / CEREMA	ENPC	CG 93	ASTEE	GRAIE	OTHU	Agences de l'eau	Divers	Total
1970-1979	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	4
1980-1989	4	<u>4</u>	10	1	0	0	3	0	0	4	26
1990-1999	3	3	10	<u>3</u>	<u>7</u>	2	15	0	1	12	56
2000-2009	<u>5</u>	0	10	2	4	2	24	<u>8</u>	3	14	72
2010-2015	3	0	7	1	0	<u>6</u>	20	2	<u>6</u>	6	51
Total	16	7	38	8	11	10	62	10	10	37	209

N.B. Les valeurs les plus élevées dans la colonne d'un auteur sont soulignées quand elles se démarquent. Les valeurs les plus élevées par décennie (ligne) sont en rouge, les deuxièmes valeurs les plus élevées en vert quand elles se démarquent également.

Une première lecture de ce tableau, mis en regard des éléments clés de la période, permet de préciser et d'objectiver les auteurs des normes techniques. Si l'on considère d'abord les totaux on s'aperçoit simplement d'une croissance forte et régulière de la production au cours de la période (quatre documents dans les années 1970, soixante-douze documents dans les années 2000). Le producteur majoritaire de document est le GRAIE, avec soixante-deux documents (un petit tiers), puis viennent le STU/CERTU/CEREMA et la catégorie « divers » avec près de quarante documents, le LCPC avec seize documents, soit soixante-neuf publications que l'on peut qualifier d'étatique (un tiers de l'ensemble), et enfin les autres producteurs avec chacun une dizaine de documents. Le GRAIE, une institution régionale spécialisée, se démarque donc comme principal auteur des documents techniques.

Très peu de documents sont produits **dans les années 1970** : quatre documents émanant du LCPC, du STU, de l'ENPC et l'un dans la catégorie « divers » ont été recensés. Cette décennie est à la fois une période de très forte centralisation de l'administration et de remise en question des méthodes de gestion de l'eau de pluie en ville, telles qu'elles sont préconisées par l'État. Une production de documents techniques externes à l'administration centrale et déconcentrée n'est alors ni requise, ni légitime, les ingénieurs se nourrissant surtout de manuels produits par les écoles spécialisées, comme l'école nationale des Ponts et Chaussées, qui publie les cours dispensés aux étudiants. La production relève donc effectivement des instances d'études et de recherche inféodées à l'État central, malgré la remise en question de ses standards, ce qui nous permet de souligner qu'elle est effectivement alors interne, et non l'objet d'un large débat (Dupuy, Knaebel, 1982 : 40-42).

Le nombre de publications est largement plus élevé dès **les années 1980** : vingt-six publications pour cette décennie (cf. tableau 1.1). Elles sont essentiellement produites par le LCPC (quatre documents), le Plan urbain (quatre), le STU (dix), le GRAIE (trois), et enfin quatre documents relèvent de la catégorie « divers ». Deux pôles de producteurs se dégagent donc : le couple LCPC-STU, réseau de recherche et d'études en ingénierie du ministère de l'équipement, qui totalise quatorze documents, et le pôle Plan urbain-GRAIE qui en totalise sept. Dans les années 1980, le programme de recherche *l'Eau dans la ville* est financé par le Plan urbain : l'intérêt de l'État central pour la thématique est sensible ici. Le GRAIE, quant à lui, créé en 1985 pour étudier spécifiquement ces sujets, produit quelques documents, marquant l'amorce de son activité. L'école nationale des Ponts et Chaussées est responsable d'une unique publication pour cette décennie, significative de l'intérêt porté par les structures de recherche en ingénierie urbaine pérennes de l'État, confirmé par la forte production du STU. Ainsi, si le sujet de l'eau dans la ville intéresse dans les années 1980 le Plan urbain, les réflexions sur l'aménagement des cours d'eau et de la pluie en milieu urbain semblent plutôt le fait d'institutions spécialisées dans les techniques urbaines ou les sciences de l'ingénieur : l'école des Ponts et Chaussées et le LCPC, le STU. La décentralisation en cours ne se fait que peu sentir avec la création et production du GRAIE.

Pendant la **décennie 1990-1999**, le LCPC et le Plan urbain sont toujours des auteurs institutionnels importants : ils publient trois documents chacun, tandis que le STU (CERTU et CETUR) en produit encore dix (cf. tableau 1.1). Le GRAIE est le premier auteur de cette décennie avec quinze documents, et douze documents de la catégorie « divers » sont recensés. Trois nouveaux auteurs apparaissent : ce sont les agences de l'eau avec un document, le département de la Seine-Saint-Denis avec sept documents et l'ASTEE, alors AGHTM avec deux documents. Les producteurs déjà identifiés, relevant des réseaux d'études et de recherche de l'État, ont une production stable relativement à la décennie précédente ; les nouveaux auteurs marquent l'implication de nouveaux acteurs dans le domaine : réseau régional d'animation de la recherche sur les infrastructures de l'eau et de soutien aux collectivités, services départementaux avant-gardistes qui semblent avoir constitué rapidement une expertise, réseaux de professionnels de l'assainissement (ASTEE). La production de la catégorie « divers » confirme cette ouverture, avec peut-être l'investissement d'acteurs non-institutionnels. Les agences de l'eau produisent un document : dans les années 1990, le rôle des rejets urbains dans la dégradation des cours d'eau est souligné, notamment par la réglementation européenne qui entreprend de les limiter. La ville est consacrée comme acteur de la bonne gestion des cours d'eau et intéresse donc les agences.

On retrouve cette même dynamique, amplifiée dans **les années 2000 et dans la demi-décennie 2010-2015** : les publications du LCPC, de l'ENPC, du CERTU, de l'ENPC sont relativement identiques à celles de la décennie précédente dans les années 2000, alors que les publications du GRAIE montent à 24, puis à vingt sur la seule demi-décennie. L'OTHU apparaît avec neuf documents entre 2000 et 2009, puis deux entre 2010 et 2015. Le pôle régional situé en Rhône-Alpes semble se consolider. La production des agences de l'eau monte à trois, puis à six pour la seule demi-décennie 2010-2015, confirmant l'intérêt de ces institutions pour le sujet urbain. La catégorie « divers » est assez stable : quatorze documents pour la décennie 2000 puis six pour la demi-décennie 2010-2015. Les publications du département de la Seine-Saint-Denis diminuent cependant dans les années 2000 et ont disparu dans la dernière demi-décennie, celles du Plan urbain sont nulles depuis les années 2000, en cohérence avec la fin, en 1995, du programme *l'Eau dans la ville*. Les publications de l'ASTEE augmentent fortement sur la demi-décennie 2010-2015, avec un total de six pour ces seules cinq années.

Le poids relatif des auteurs dans la production des ouvrages pour chaque décennie est représenté par la figure 1.2 qui permet de confirmer les résultats obtenus à la lecture du tableau 1.1 et d'en étayer la synthèse. Ce diagramme met en évidence le partage initial de la production entre le LCPC, l'ENPC, et le STU, l'accroissement relatif de la production du STU pour la décennie 1980-1989 et l'arrivée du GRAIE et du Plan urbain. La diversité des auteurs s'accroît encore dans les années 1990, avec l'entrée en jeu du département de Seine-Saint-Denis, de l'ASTEE et des agences de l'eau. La prépondérance du GRAIE dans la production, surtout si on l'associe à l'OTHU, la décline relative du STU, les parts prises par les agences de l'eau et l'ASTEE sont enfin confirmées (cf. figure 1.2).

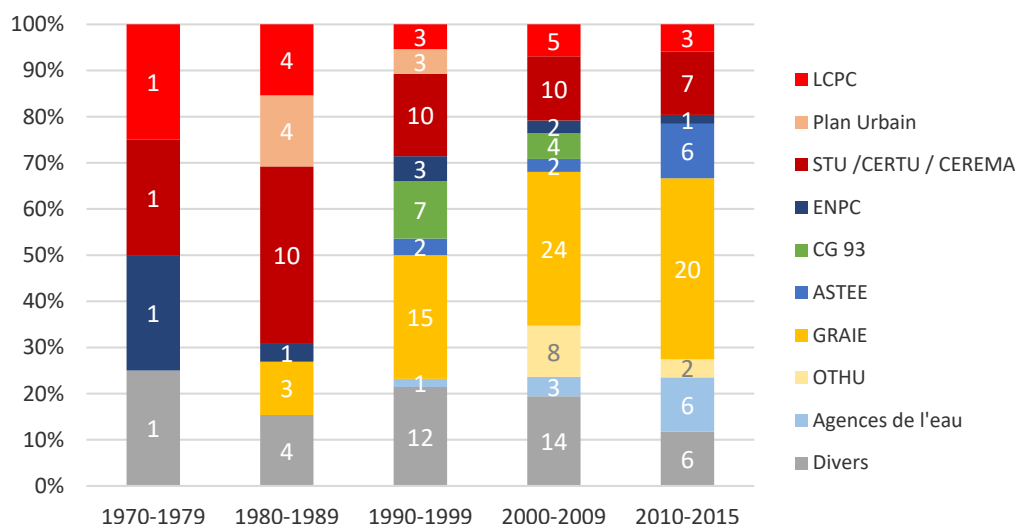


Figure 1.2 La part relative des auteurs institutionnels dans la production d’ouvrages, corpus 209, pourcentage d’ouvrages par auteur et par décennie, 1970-2015

Les auteurs institutionnels des ouvrages de notre corpus 209 ont donc évolué, d’une production centralisée ancrée dans une ingénierie classique à des auteurs territoriaux et propres au secteur de l’eau. Dans un premier temps les réseaux techniques et scientifiques de l’État, spécialisés dans la recherche pour les sciences de l’ingénieur sont dominants : l’essentiel de la production émane du STU, du LCPC, de l’ENPC. La transformation du STU en CERTU en 1985 et les productions liées au programme de recherche du Plan urbain dans les années 1980, semblent recentrer la production vers des auteurs plus urbanistes. Mais c’est principalement à partir des années 1990 qu’une évolution est sensible, d’abord par l’entrée en scène d’acteurs territoriaux – le département de la Seine-Saint-Denis, le GRAIE – puis et plus fortement dans les décennies qui suivent, par l’implication d’acteurs du secteur de l’eau et des réseaux des professionnels de l’assainissement, ce qui laisse entrevoir une forte transformation de la conception de l’assainissement. La croissance de la production du GRAIE, notamment, en partenariat avec l’OTHU est significative de l’importance de la recherche et des réflexions territoriales sur nos sujets à partir des années 1990, ainsi que de la faculté de ces territoires à produire des normes techniques. De plus, derrière l’auteur STU/CERTU/CEREMA se cache une diversité de Directions territoriales (huit), correspondant aux anciens centres d’études techniques régionaux, et des équipes spécialisées, dont la Direction Territoires et Ville, héritière du CERTU, porteuse d’une vision moins infrastructurelle, plus ancrée dans l’urbanisme. Le STU/CERTU/CEREMA peut plutôt être assimilé à un réseau d’ingénierie de l’État déconcentré. Des territoires de production sont perceptibles : la région Rhône-Alpes principalement, avec le GRAIE, l’OTHU, le CERTU puis le CEREMA, et l’agglomération parisienne avec la Seine-Saint-Denis dans les années 1990, l’ENPC, les agences de l’eau, le Plan urbain, l’ASTEE.

1.3. Les documents « divers » : un autre éclairage sur les auteurs de documents techniques

Enfin, la catégorie « divers », qui regroupe trente-sept documents sur les 209 mérite d’être examinée de plus près : elle est susceptible de masquer de nouveaux acteurs ou une nouvelle catégorie d’acteurs impliquée dans la production d’études et de normes sur nos sujets. Le tableau 1.2 présente l’ensemble des publications qu’elle rassemble.

Tableau 1.2 Les auteurs et éditeurs de la catégorie « divers », corpus 209, détail des publications, 1970-2015

Auteurs	Producteur/éditeur	Lieu d'édition	Année	Titre
Sauveterre, Ingénieurs-conseils	Ministère de l'Équipement, Direction de l'Aménagement foncier et de l'Urbanisme ; ministère de la Qualité de la vie, Environnement, Direction de la Prévention des pollutions et des nuisances ; Éditeur : Secrétariat général du Groupe central des villes nouvelles, la Documentation française	Paris	1975	Approche écologique des retenues d'eau pluviale : étude
Alain Borie, Pierre Micheloni, Pierre Pinon Groupe d'études des formes architecturales et urbaines (GEFAU)	Comité de la recherche et du développement en architecture (CORDA)	Paris	1981	Formes urbaines et sites de méandres
	Société hydrotechnique de France (SHF)	Paris	1982	L'assainissement de demain : hydraulique des eaux pluviales et usées 17e Journées de l'hydraulique, Nantes, 14-16 septembre 1982
Division Aménagement de l'espace	Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Île-de-France (IAURIF)	Paris	1982	Les Villes fluviales : répartition des surfaces urbanisées de part et d'autre du cours d'eau
IAURIF Division Espace ouvert-environnement	Direction départementale de l'Équipement de Seine-et-Marne, groupe d'étude et de programmation	Paris	1983	Des fossés dans la ville ? : recherche d'une solution « non conventionnelle » limitant le ruissellement pluvial sur la zone III NA d'urbanisation nouvelle de Vaux-le-Pénil (77)
Foncier Conseil	Le quotidien du maire hebdo	Gennevilliers	1991	Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert
	Sauveterre Ingénieur-conseil	Paris	1992	Des plans d'eau en ville
Alain Marchand, René Badot, Bruno De Belly, Michel Romain	District urbain de Nancy, NANCIE, Centre international de l'eau, éditeur scientifique	Vandœuvre-lès-Nancy	1993	Les bassins de rétention des eaux pluviales : mode d'emploi : 20 ans d'expérience au District urbain de Nancy
	Société hydrotechnique de France (SHF) Bulletin spécial de la SHF	Paris	1993	La pluie « source de vie, choc de pollution »
CORNU, Michel-J.	École supérieure des géomètres et topographes	Paris	1994	Évacuation et utilisation des eaux de pluie à des fins de loisirs
Michel Desbordes, Jean Noyelle Direction de la Prévention des pollutions et des risques ; institut de Prévention et de Gestion des risques urbains (Marseille)	Ministère de l'Environnement. La Documentation Française	Paris	1994	Ruissellement pluvial urbain : guide de prévention, évaluation du risque, éléments de méthode

Bernard Lachat, en collaboration avec Philippe Adam, Pierre-André Frossard, René Marcaud Silène-Biotec	Ministère de l'Environnement, Direction régionale de l'Environnement Rhône-Alpes.	Paris	1994	Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales
+++++++Omnium de traitement et de valorisation (OTV, Véolia)	Immergence	Boulogne-Billancourt	1994	Dépolluer les eaux pluviales : contribution à l'élaboration d'une stratégie
Marc Satin, Béchir Selmi ; sous la direction scientifique de Régis Bourrier et Jean-Paul Lemaire	Le Moniteur, Collection : Moniteur référence technique	Paris	1995	Guide technique de l'assainissement : évacuation des eaux usées et pluviales, conception et composants des réseaux
Jérôme Chaïb ; préface de Pierre Roussel	Sang de la terre : Foncier conseil, collection écologie urbaine	Paris	1997	Les eaux pluviales : gestion intégrée
Eurydice 92	Hermès Lavoisier	Paris	1997	Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement
François-Xavier Robin	Ville de Metz	Metz	1998	Les noues. Quelques arguments pour convaincre.
James Cheron, Alix Puzenat	Éditions Johanet	Paris	2004	Les eaux pluviales : récupération, gestion, réutilisation
Jean-Yves Viau (direction)	Techni.Cités	Voiron	2005	Gestion et traitement des eaux pluviales
Jean-Louis Aussoleil, Jean-Michel Bergue, Joël Graindorge, Daniel Villessot (direction)	Territorial éditions / éditeur les classeurs de Technicités	Voiron	2005 rééd. 2010 rééd. 2016	Le guide de l'assainissement des collectivités. Volumes 1 et 2
	Office international de l'Eau (OIE) service national d'Information et de Documentation sur l'eau et l'ENGREF, école nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts Collection : Les synthèses techniques de l'Office international de l'eau : gestion de la ressource et des écosystèmes	Limoges	2005	Indice poisson et contextes piscicoles : historique, fondements techniques, limites et perspectives ; Mesurer les toxiques présents dans les milieux naturels : quelles méthodes, quels coûts, quelles fiabilités ? ; Retour d'expérience sur les aménagements de cours d'eau en milieu urbain
Brigitte Vu	Éditions Eyrolles	Paris	2006	Récupérer et gérer les eaux pluviales
Martine Lami, Sylvie Vigneron, Elodie Brelot, Laëtitia Bacot, Jean Chapgier, Elisabeth Sibeud, Sylvie Barraud, Pierre Pionchon, Alain Clabaut, Anne Cambon, Bruno Ricard (comité de rédaction)	Région Rhône-Alpes, Direction de l'Environnement et de l'Énergie	Lyon	2006	Pour la gestion des eaux pluviales : Stratégie et solutions techniques
CETE (Centre d'études techniques de l'Équipement) de l'Est.	CERTU (Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques) Ministère du développement durable.	Rouen	2006	La ville et son assainissement. Valise pédagogique, CERTU 2006. Formation dispensée le 12/10/2006, au centre de valorisation des ressources humaines de Rouen
Bernard de Gouvello et Madeleine Noeuveglise	Agence régionale de l'Environnement et des nouvelles Énergies (ARENE Île-de-France), centre scientifique et technique du Bâtiment	Paris, Marne-la-Vallée	2007	Récupération et utilisation de l'eau de pluie dans les opérations de construction : retours d'expériences et recommandations

	Société hydrotechnique de France (SHF)	Paris	2007	Colloque d'hydrotechnique : Transports solides et gestion des sédiments en milieux naturel et urbain. 187ème session du comité scientifique et technique de la société hydrotechnique de France, Lyon, 28-29 novembre 2007
Mission Prospective et Stratégie d'agglomération	Grand Lyon	Lyon	2008	Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon : guide pratique
Bertrand Gonthiez	Éditions Eyrolles, collection Environnement	Paris	2008 rééd. 2013	Utiliser l'eau de pluie
Sylvie Luneau	Ulmer, collection Habitat écologique	Paris	2008	Récupérer l'eau de pluie pour le jardin et la maison : les solutions existantes et leur mise en œuvre
	Atelier parisien d'urbanisme (APUR)	Paris	2008	Un nouveau regard pour le site de la Seine : accessibilité, attractivité, biodiversité
Michel Le Quentrec, Jean-Louis Ravard, Pierre Verdeaux	Conseil général de l'Environnement et du Développement durable	Paris	2009	Le ruissellement urbain et les inondations soudaines, Connaissance, prévention, prévision et alerte
Marie-Angèle Daniel et Élisabeth Bordes-Pagès	IAU	Paris	2010	Les collectivités locales et le fleuve en Île-de-France : première enquête régionale
	Association française de normalisation (AFNOR) Collection : Recueil normes & réglementation	La Plaine-Saint-Denis	2013	Récupération des eaux de pluie
	Office international de l'Eau Collection : cahier technique ; n° 20	Limoges	2014	Les eaux pluviales
Sophie Barbaux (collectif)	ICI Interface	Paris	2015	Ville perméable : l'eau, ressource urbaine
	Délégation interservices de l'Eau (Seine-Maritime, DDTM76) ; Association régionale pour l'étude et l'amélioration des sols (AREAS) (Haute-Normandie)	Rouen	2015	Intégrer la gestion des eaux pluviales dans un projet d'urbanisation Opérations de superficie supérieure ou égale à 1 ha et opérations de superficie inférieure à 1 ha mais comprenant au moins 3 lots
Mélanie Guilbaud, Willem Joubert	Atelier parisien d'urbanisme (APUR)	Paris	2015	Préservation et valorisation de la ressource en eau brute. Une gestion parisienne des eaux pluviales

La catégorie « divers » cache quelques **auteurs et éditeurs récurrents** : on notera particulièrement la société hydrotechnique de France, l'institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la région Île-de-France (IAURIF), l'Office international de l'Eau (OIEau), Foncier Conseil ou encore l'éditeur Eyrolles. On perçoit un rôle joué dès les années 1970 par les **bureaux d'études**, notamment par Sauveterre, Foncier Conseil et Silène-Biotec, parfois sur commande d'une institution, comme pour le *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales*, écrit par Silène Biotec et édité en 1994 par le ministère de l'Environnement et la Direction régionale de l'Environnement Rhône-Alpes. Les **agences d'urbanisme**, en charge de la production des savoirs territoriaux pour les collectivités territoriales, l'IAURIF dès les années 1980, et plus récemment l'APUR jouent également un rôle dans la production. Quelques **collectivités territoriales** comme la ville Metz (1998), le Conseil Régional Rhône-Alpes (2006) et le Grand Lyon (2008), publient également sur ces sujets : une production locale, à visée de doctrine technique générale, s'élabore. Quelques **auteurs individuels** écrivent des ouvrages dédiés aux particuliers sur la question de la récupération des eaux pluviales, dans la tradition du manuel d'usage. Ceux-ci s'inscrivent probablement dans un marché littéraire identifié par les éditeurs (on voit ici Eyrolles, éditeur d'ouvrages techniques à destination, notamment, des étudiants et des particuliers).

La catégorie « divers » renforce donc le constat de la construction d'une expertise locale responsable de l'élaboration de doctrine technique, notamment tangible dans les grandes agglomérations comme Lyon, Metz, Bordeaux... La production de documents par les agences d'urbanisme conforte cette tendance. Le rôle fondamental, dès les années 1970, joué par les bureaux d'études aux côtés des collectivités et des services de l'État est également sensible, et complète le tableau des responsables de l'élaboration des grands principes d'aménagement de l'eau en ville.

Cette manière d'examiner le corpus en comptabilisant les documents ne rend pas compte de leur hétérogénéité, tant au niveau des formats, des volumes, que de leur caractère plus ou moins normatif. Certains sont des vidéos, des plaquettes de quelques feuillets, d'autres des actes de colloque ou des guides de plusieurs centaines de pages. Leur poids peut être aussi pondéré selon l'institution qui les produit : un document du STU/CERTU/CEREMA ou des ministères a valeur de doctrine nationale diffusée aux collectivités, les documents du GRAIE relèvent plutôt d'un travail partenarial et ancré régionalement, peut-être avant-gardiste, les documents de l'OTHU ou du LCPC de savoirs de pointe. La production de l'AESN recèle des règles spécifiques au monde de l'eau, potentiellement conditions des subventions, celle de l'ASTEE est plutôt de l'ordre de l'innovation technique. Nous avons choisi de préciser la teneur du corpus en nous intéressant aux types de documents produits⁶¹. Ceux-ci renvoient en partie aux distinctions faites à propos des textes techniques.

2. Les formes de la doctrine d'aménagement de la pluie et des cours d'eau

Les textes techniques peuvent être assez hétérogènes. L'appellation « livre technique » recoupe les manuels de fonctionnaires, les traités et guides techniques des ingénieurs, les manuels d'usages dédiés aux amateurs, associés au commerce, des documents savants, avec pour visée la production d'une nomenclature des techniques dans la lignée de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert. Ce sont aussi des ouvrages qui nécessitent de dépasser la distinction entre arts, sciences et techniques, puisqu'ils mêlent énoncés scientifiques, savoir-faire, description des pratiques ou d'objets... Plus ou moins savants, plus ou moins centrés sur l'objet technique ou sur la pratique, ces livres décrivent, articulent savoirs et préconisations (Vérin, 2007 ; Bret *et al.*, 2008 ; Hilaire-Pérez *et al.*, 2017). Cette section concerne les types de documents techniques produits et la potentielle évolution de ces types : la littérature technique dans le domaine de

⁶¹ On aurait pu chercher à introduire une pondération par le nombre de pages, par les ventes ou la fréquence de citation ou de consultation des documents ; nous n'avons cependant pas accès à cette donnée.

l'aménagement des eaux pluviales et des cours d'eau en milieu urbain a-t-elle changé de registre depuis les années 1970 ? Quelles formes prennent les publications techniques de la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau en ville ? Nous présentons d'abord la manière dont ont été classés les ouvrages recensés. L'analyse des types d'ouvrages du corpus et de leurs évolutions est ensuite exposée. Enfin sont précisées les spécialisations des auteurs dans des types de littérature technique.

2.1. Classement des ouvrages recensés

Le corpus comprend des guides techniques, mais également tout un panel de documents associés, c'est-à-dire n'ayant pas pour objectif la préconisation de pratiques, mais plutôt l'établissement de savoirs, de notions qui servent la doctrine : ce sont des études, des rapports scientifiques, des actes de colloques ou de journées de formation, des documents de sensibilisation. L'analyse des types de documents renseigne sur la forme prise par les discours sur les techniques de gestion de l'eau en ville portés par les différents auteurs. Ceux-ci peuvent être plus ou moins prescriptifs ou suggestifs, illustrés ou théoriques. Ils s'adressent à des publics divers, significatifs des enjeux de la production des techniques dédiées à l'aménagement de la pluie et des cours d'eau : ce peut-être les aménageurs, les élus, les bureaux d'études et autres professionnels de l'urbanisme, les habitants ou citoyens...

Le classement des ouvrages produit ici est conforme à celui des fiches bibliographiques des fonds consultés, ou est déduit des descriptions des ouvrages par ces mêmes fiches. Les catégories utilisées sont les suivantes :

- La catégorie « **études** » rassemble tous les documents ayant trait à la production et l'édition de savoirs sur un sujet donné, et ne venant pas d'une institution scientifique. Les auteurs classiques en sont les bureaux d'études ou les agences d'urbanisme. Outre les documents directement classés comme « étude », on a intégré à cette catégorie les rapports faits pour les administrations, les fiches exemples quand elles n'ont pas de partie plus générale consacrée à des préconisations. Le public auquel s'adressent les études semble plutôt être les services techniques des collectivités territoriales.
- La catégorie « **recherches** » inclut essentiellement des publications tirées de programmes et projets de recherche, comme le livre *l'Eau dans la ville*, issu du programme éponyme du Plan urbain, ou les fiches sur les journées techniques de l'OTHU, au cours desquelles les scientifiques transmettent les résultats de leurs travaux aux techniciens. Ces documents sont adressés à la communauté scientifique mais également aux techniciens utilisant ces savoirs appliqués. Elle ne comprend pas d'article scientifique publié dans une revue scientifique, ce type de publication ayant été exclu du corpus.
- La catégorie des « **guides** » rassemble guides et manuels techniques ou pratiques. On y a classé les documents définis comme « manuel » ou « guide », ou ceux dont le titre ou le descriptif indique la teneur prescriptive du document. Ceux-ci sont essentiellement adressés aux acteurs de l'aménagement, en charge de produire des dispositifs techniques, projets urbains, documents de planification : ce sont les maîtres d'œuvre et d'ouvrage, les gestionnaires, les bureaux d'études.
- La catégorie « **actes** » concerne les textes de communication ou les comptes-rendus et supports des événements tels que les colloques ou journées de formation. Les actes rassemblent notamment des communications scientifiques présentées à des conférences et des journées de formation organisées par une institution scientifique. Les documents classés en « actes » sont cependant distingués de ceux de la catégorie « recherche », car les colloques, journées de formations, conférences rassemblent différents acteurs – techniciens, élus, chercheurs –, avec notamment une forte dimension stratégique professionnelle. Les journées de formation sont distinguées de la catégorie « sensibilisation » car elles sont adressées à des techniciens ou des professionnels spécialisés.
- La catégorie « **sensibilisation** » rassemble des documents assez hétérogènes dans leurs formats, des plaquettes, des vidéos de vulgarisation, ou des documents un peu plus classiques, destinés à un public large et peu clairement identifié : ce peut être les élus, les citoyens, mais aussi les services techniques de

petites collectivités, ou les professionnels de l'urbanisme non formés ou sensibilisés à la question de l'eau en ville... en somme, le public concerné par les questions de l'aménagement de l'eau en ville mais peu inséré dans les réseaux professionnels de l'ingénierie urbaine de l'eau, contrairement à la catégorie « actes ».

- La catégorie « **NR** », pour non renseigné regroupe les documents non classés, faute d'information.

Les diverses catégories font valoir la richesse du corpus : certains sont dédiés à la constitution de savoirs et adressés à un public restreint – les documents classés en recherche – d'autres sont destinés à faire connaître des notions à un public large – les documents de sensibilisation. Les guides sont essentiellement prescriptifs tandis que les actes et les études sont des documents intermédiaires, de transmission et de dialogue entre les milieux professionnels de l'urbanisme et les milieux de production de savoirs.

Les frontières entre certaines catégories sont ténues. Nous avons par exemple classé les documents en « **recherche** » ou « **étude** » lorsqu'ils semblaient relever de l'une ou de l'autre de ces catégories, avec comme ligne de partage l'institution auteure : s'il s'agissait d'un organisme de recherche le document passait dans la catégorie éponyme. Ainsi le document *Formes urbaines et sites de méandres*, rédigé par Alain Borie, Pierre Micheloni, Pierre Pinon du groupe d'études des Formes architecturales et urbaines, appartenant au comité de la recherche et du développement en architecture (CORDA, 1981), a été classé en recherche malgré la double référence à l'étude et à la recherche, et malgré le caractère énigmatique du titre. La distinction entre l'étude et la recherche n'est donc pas toujours claire, l'étude visant également à produire du savoir, peut-être marqué par un empirisme plus grand.

La distinction entre « **guide** » et « **étude** » ou même parfois « **guide** » et « **recherche** » n'est pas non plus toujours aisée : étude et recherche, lorsqu'elles ont une visée opérationnelle, peuvent sembler très programmatiques, et certains documents proposent des méthodes – donc des moyens de mise en œuvre – qui les assimilent fortement à des guides. C'est le cas par exemple du document de 1989 du Plan urbain : *L'eau dans la ville ; outils institutionnels, juridiques et financiers pour la valorisation des cours d'eau en milieu urbain* classé en recherche en raison de son auteur alors qu'il décline des « outils », ou de *L'Approche méthodologique pour l'étude des cours d'eau urbains et périurbains* (GRAIE, 1988), classée en étude en vertu de son objet, mais qui aurait pu être classée en guide en tant que proposition méthodologique. Les documents qui proposent des méthodes pour des études, de la planification, ou d'autres objets intermédiaires dans le processus de production d'objets et de systèmes techniques sont assez nombreux. Ce sont par exemple les sujets du document déjà cité du Plan urbain (1989), ou le *Guide juridique et pratique sur la gestion des milieux aquatiques et humides* (AESN, 2010) : la dimension juridique, réglementaire, administrative des préconisations techniques y est prépondérante.

Les documents focalisés sur **des exemples d'opération** sont classés en « **étude** », ils sont compris comme présentant une analyse empirique, pratique courante de l'étude. Mais bon nombre de guides reposent sur l'analyse de cas existants, et les documents qui ne font apparemment que présenter des opérations, sans forcément développer des pratiques et méthodes, ont un caractère très prescriptif également, puisqu'ils visent explicitement à donner l'exemple. Ces documents peuvent même constituer une collection, soit un premier pas vers une généralisation à teneur potentiellement scientifique, lorsqu'ils présentent un panel d'opérations ou de projets.

Se trouvent également dans notre corpus des **documents avec une visée plus commerciale**, dans le registre des manuels d'usage abordé en introduction. Ainsi le document *Dépolluer les eaux pluviales : contribution à l'élaboration d'une stratégie* (1994) d'OmniUM de traitement et de valorisation, aujourd'hui filiale de Veolia spécialisée dans le traitement de l'eau, émet des préconisations qui visent probablement en partie à étendre ou à consolider son marché, ou à promouvoir un produit (cf. tableau 1.2). Cette remarque peut valoir pour tous les documents techniques produits par des entreprises de droit privé, qui ont au moins en partie pour but de valoriser leur activité. Certains guides profitent de la popularisation d'une pratique : dans ce cas c'est le livre lui-même qui est objet de commerce ; destiné aux particuliers, il constitue un véritable manuel d'usage

(cf. introduction de la partie I). Ce sont principalement, à partir des années 2000, les ouvrages sur la réutilisation des eaux pluviales comme *Les eaux pluviales : récupération, gestion, réutilisation* de James Chéron et Alix Puzenat, publié par les éditions Johanet en 2004 (cf. tableau 1.2). Ceux-ci ont un auteur ou des auteurs identifiés, et sont édités par des maisons d'édition visant (entre autres) le grand public (cf. section 1.3).

Les documents peuvent présenter les moyens de faire - la méthode -, ou les objectifs à atteindre – exemple d'opérations - ; ils peuvent s'appuyer sur des acquis scientifiques pour présenter des outils, pratiques, méthodes, ou bien mobiliser leur propre matériau et en tirer des grandes lignes de compréhension, d'analyse et *in fine* des méthodes et outils. Ainsi, l'ouvrage *Des villes redécouvrent l'eau ; quelques exemples d'aménagement de rivières urbaines* (Ministère de l'environnement, AERMC, 1988) rassemble des fiches présentant diverses opérations, tandis que *La maîtrise des eaux pluviales ; des solutions « sans tuyau » dans l'agglomération bordelaise* (STU, 1993) a plutôt des allures de monographie. Le guide du Grand Lyon de 2008 se situe entre deux eaux, il semble soit tirer de l'aménagement local des pratiques diffusables ailleurs, ou bien donner les clés de l'aménagement local : *Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon : guide pratique* (Grand Lyon, 2008) (cf. tableau 1.2). Les manuels d'usagers et les documents de sensibilisation sont adressés aux citoyens ou au non-spécialistes, lecteurs jusqu'à présent peu identifiés. D'autres variables distinguent les ouvrages et les rapprochent tout à la fois : l'inscription dans un/des territoire(s) et l'utilisation d'exemples, avec toujours comme critère déterminant le niveau de généralisation. Sérier les difficultés dans le classement des ouvrages nous permet de percevoir les différents « ingrédients » qui composent les documents, dont les différents agencements correspondent à différents types : la description et l'analyse, la mémoire ou le récit (d'un colloque, d'une formation, d'une opération), la prescription portant généralement sur la méthode, et la promotion d'une manière de faire, d'un objet, d'un produit.

2.2. Analyse des types d'ouvrages du corpus

Cette classification, à notre sens pertinente dès lors qu'on en perçoit les limites, a permis de développer une approche statistique des types d'ouvrages du corpus. Le tableau 1.3 en produit la synthèse : les ouvrages y sont classés par types et par décennie.

Tableau 1.3 Les types de documents techniques par décennie, corpus 209, nombre de publications, 1970-2015

	Guides	Étude	Recherche	Actes	Sensibilisation	NR	Total
1970-1979	1	3	0	0	0	0	4
1980-1989	6	14	3	3	0	0	26
1990-1999	22	6	7	18	3	0	56
2000-2009	26	7	10	29	0	0	72
2010-2015	11	11	3	13	10	3	51
Total	66	41	23	63	13	3	209

N.B. Les valeurs les plus élevées par décennie (en ligne) sont en rouge.

Le corpus est principalement composé de « guides » (soixante-six) et d'« actes » (soixante-trois), mais également de nombreuses études (quarante-et-une). Les documents de sensibilisation n'apparaissent que dans les années 1990 et croissent particulièrement pendant la dernière demi-décennie. Les documents classés en « recherche » sont moins nombreux, mais quantitativement relativement stables sur la période. Comme précédemment, la figure 1.3 permet de distinguer la part de chaque type de documents par décennie, une fois les variations de la somme des documents lissées.

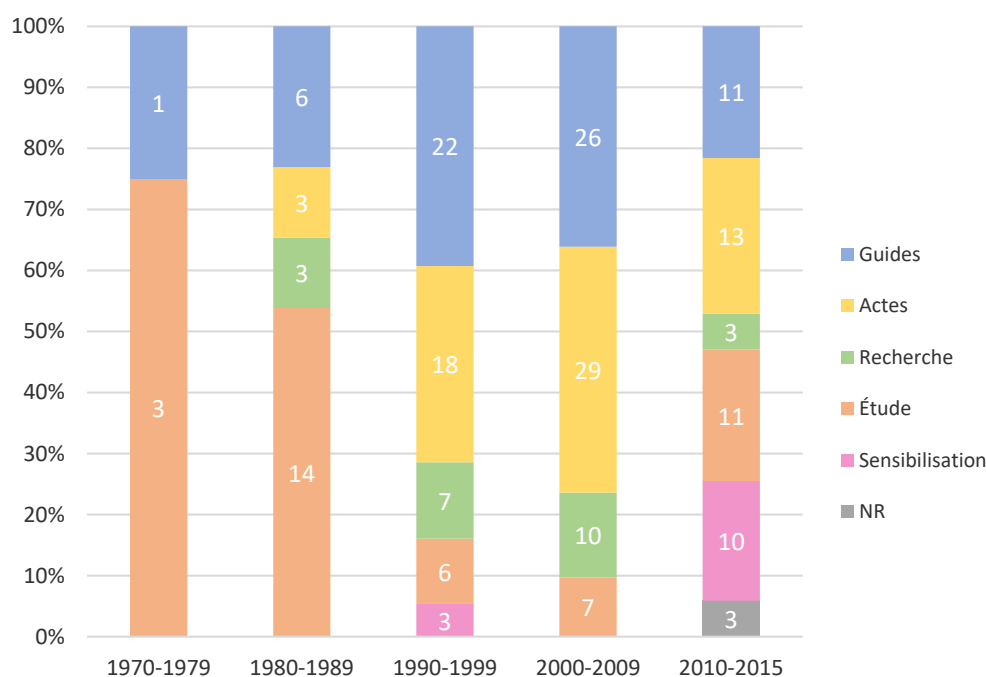


Figure 1.3 Les types de documents techniques, corpus 209, nombre de publication en pourcentage par décennie, 1970-2015

La part des guides dans la production oscille entre 20 et 40 % pour la période considérée. La proportion d'études chute de 75 à 55 puis à 10 % entre 1970 et 2009, elle semble augmenter de nouveau relativement sur la dernière demi-décennie, où elle atteint environ 20 %. La proportion de documents dédiés à la recherche est assez stable, autour du 10 % par décennie entre 1980 et 2015. La proportion d'actes dans la production croît dans les années 1990 et 2000. La sensibilisation, apparue dans les années 1990, occupe une place significative dans la production de la dernière demi-décennie (2010-2015), ce qui explique la diminution relative des autres catégories. C'est sur cette demi-décennie que l'on trouve la plus grande diversité de documents : actes, études, guides, recherche et sensibilisation se côtoient.

Enfin, croiser les types de documents avec les auteurs nous permet également de percevoir d'éventuelles spécialisations des auteurs dans un type de production (cf. tableau 1.4).

Tableau 1.4 Les types de documents techniques selon les auteurs institutionnels, corpus 209, nombre de publications, 1970-2015

	Guides	Étude	Recherche	Actes	Sensibilisation	NR	Total
LCPC	3	7	6	0	0	0	16
Plan Urbain	2	0	4	1	0	0	7
STU / CEREMA	21	12	1	3	1	0	38
ENPC	2	1	1	4	0	0	8
CG 93	4	2	0	3	2	0	11
ASTEE	2	1	0	4	0	3	10
GRAIE	5	7	1	40	9	0	62
OTHU	0	0	9	1	0	0	10
Agences de l'eau	6	0	0	4	0	0	10
Divers	21	11	1	3	1	0	37
Total	66	41	23	63	13	3	209

N.B. Les valeurs les plus élevées par auteur (en colonne) sont en rouge.

Le tableau 1.4 fait fortement ressortir la spécialisation du GRAIE dans la publication d'actes, au nombre de quarante sur la période, ainsi que sa forte participation aux documents de sensibilisation (neuf sur les treize) : l'activité du GRAIE est fortement spécialisée dans la communication et la diffusion. L'activité du STU/CERTU/CEREMA se focalise sur la production de guides (vingt-et-un) et produit un nombre relativement élevé d'études (douze sur les quarante-et-un de la période), ce qui confirme la vocation assez normative du réseau d'études techniques de l'État. Sans surprise l'OTHU et le Plan urbain sont spécialisés dans les documents relevant de la recherche, publiant à eux deux plus de la moitié des ouvrages (treize sur les vingt-trois de la période). Étonnamment, le LCPC produit un nombre presque équivalent de documents de recherche et d'étude. Les agences de l'eau publient essentiellement des guides et des actes, se positionnant également en animateur territorial et prescripteur. L'ASTEE publie des actes et des guides, confirmant également son rôle d'animateur, de mise en relation des professionnels. Le département de Seine-Saint-Denis est polyvalent, ses publications se répartissent entre études, guides, actes, et documents de sensibilisation. L'école nationale des Ponts et Chaussées est principalement investie dans la production d'« actes », qui recouvrent aussi les comptes-rendus de journées de formation dédiées aux professionnels de l'aménagement urbain ou de l'assainissement.

À l'issue de ces quelques analyses statistiques, deux périodes se dégagent. La première période, jusqu'aux années 1990, concerne la production de guides et d'études, par des organismes associés au réseau technique et scientifique du gouvernement : le LCPC, le STU, le Plan urbain. Ensuite, sous l'impulsion du GRAIE principalement, mais aussi d'autres acteurs territoriaux comme les agences de l'eau, le conseil général de Seine-Saint-Denis, et également l'ASTEE - peut-être marque la plus probante d'une transformation du génie urbain de l'eau - la production se diversifie, essentiellement par des supports dédiés à l'échange : actes de colloque, de séminaire ou de formation, documents de sensibilisation. Les publications de la recherche sont également accrues par la création et l'activité de l'OTHU, dédié à l'hydrologie urbaine. On peut émettre l'hypothèse que les institutions identifiées opèrent une stratégie de communication assez large auprès des professionnels et du grand public, afin de faire entendre un discours précis sur ces sujets, puisque les guides et études ou documents de recherche, lieux d'élaboration et de stabilisation de la norme technique, ne croissent relativement pas autant. Ainsi l'aménagement de l'eau en ville participe d'un mouvement plus général de communication et de désectorisation des politiques publiques, présent dans d'autres domaines de l'aménagement urbain. Il se traduit au sein du milieu professionnel par la démultiplication des événements en hydrologie urbaine, et vis-à-vis d'un public plus large par la production, encore timide en 2015, de documents de vulgarisation et de sensibilisation.

Cette première immersion dans le corpus 209 ne permet pas de toucher au contenu des documents. Avant d'examiner la doctrine plus finement nous proposons une analyse des documents à partir de leur titre. Celle-ci doit permettre de distinguer des évolutions dans les thématiques liées à l'aménagement des cours d'eau et des eaux de pluies en ville, mais aussi d'éprouver notre choix de périodisation qui dessine, suivant la littérature sur le sujet, un tournant dans les années 2000.

3. Les thématiques dans le temps

L'analyse de l'évolution de la doctrine technique est initiée par une lecture des titres des documents du corpus 209. Le titre d'un ouvrage a en effet à la fois une fonction de synthèse, de dévoilement initial du corps du texte de l'ouvrage et d'appât ; il doit exciter la curiosité du lecteur, l'amener à prendre possession ou connaissance de l'ouvrage. Il présente soit une dimension énigmatique, qui appelle à poursuivre la lecture, soit fait référence à un aspect attrayant, à la mode, un concept plaisant. Le titre engage la communication entre les auteurs et les lecteurs. C'est donc un bon indicateur des préoccupations d'une époque : il fait apparaître les thèmes et termes susceptibles de générer un lectorat, les sujets estimés dignes d'intérêt ou focalisant l'attention à un moment donné. Tout ce qui est implicite, connoté, présent sans être évident,

semble pertinent pour comprendre l'esprit de l'aménagement de l'eau en ville ces cinq dernières décennies, tel qu'il est prescrit du moins. Une méthode qualitative a été privilégiée pour l'analyse de ces 209 titres : nous avons lu, mis en lien, interprété ces titres que le lecteur peut retrouver dans l'annexe. Les styles et les registres des titres ont d'abord été examinés, par leur ton, plus ou moins autoritaire, suggestif, etc. Les thèmes centraux de la gestion de l'eau en ville ont ensuite été déterminés, leurs variations au cours du temps ont été analysées.

3.1. Genres, styles, registres littéraires : un rapide aperçu des documents techniques

Entre ouvrages de référence et ouvrages d'idées, les guides, études, actes, documents de sensibilisation et de recherche composent un corpus littéraire uniforme, voire austère si l'on en croit leurs titres. Ils sont de registre didactique conformément à leur vocation d'enseignement, et leur statut de littérature administrative, technique ou scientifique. Leurs titres sont souvent descriptifs, ils dénomment simplement leur objet, par exemple : *Les eaux pluviales en milieu urbain* (STU, 1987) ou *Étude sur la mise en œuvre des programmes de mesures dans le cadre de la DCE*⁶² (ASTEE, 2013). Cette simple dénomination indique une absence de nécessité pour l'institution de séduire un lectorat car les ouvrages répondent à un besoin de connaissance et sont produits par des institutions clés dans le domaine. C'est notamment le cas du STU/CERTU/CEREMA dont les documents ont valeur de doctrine. Cette austérité pourrait aussi indiquer que le sujet est suffisamment important en soi pour n'y pas ajouter d'effet stylistique. Nouvelle marque du caractère très fonctionnel de cette littérature, les titres des ouvrages spécifient souvent leur genre : ce sont des « guide », « note », « étude », « encyclopédie », « synthèse-prospective », « actes de colloque », « enquête », « conférence », « décryptage », « guide juridique », etc.

L'utilisation de **propositions infinitives**, fréquente, peut être perçue à la fois comme purement descriptive ou comme impérative : par exemple le titre du guide *Réconcilier l'eau et la ville par la maîtrise des eaux pluviales* produit par le STU et le LCPC en 1991 peut sonner comme une injonction ou comme une proposition inédite, il incite en tout cas à l'action. Les titres **associent souvent deux groupes nominaux**, séparés par deux points, par des virgules ou des points-virgules, ou encore par le moyen d'un sous-titre. Cette juxtaposition induit un resserrement de la focale, ou bien une mise en tension de deux thèmes/éléments. La juxtaposition de deux groupes nominaux permet enfin de faire une annonce programmatique de la structure du document. Voici quelques exemples de juxtaposition permettant une focalisation sur un thème :

Les Villes fluviales : répartition des surfaces urbanisées de part et d'autre du cours d'eau (IAURIF, 1982), Perception de l'eau en milieu urbain : les urbains et leurs rivières périurbaines (Attentes et réactions vis-à-vis de l'eau) Journée d'étude, 6-7 juin 1990 (ENPC, 1990), Préservation et valorisation de la ressource en eau brute. Une gestion parisienne des eaux pluviales (APUR, 2015), Les noues urbaines, des espaces multifonctionnels temporairement inondables (CG 93, 1998), Aménagement durable et eaux pluviales : pour des opérations durables (GRAIE, 2008), etc.

Les titres programmatiques annoncent une exposition de savoirs suivie d'une mise en application pratique :

Mieux gérer les eaux pluviales : les techniques alternatives d'assainissement (GRAIE, 1994), Maîtrise de l'assainissement par temps de pluie : de la théorie à la pratique (AGHTM, 1995), La ville et son assainissement, principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau (CEREMA, 2003), Recommandations pour la faisabilité, la conception, et la gestion des ouvrages

⁶² Directive cadre européenne sur l'Eau de 2000, l'acronyme est souvent utilisé par les chercheurs en hydrologie urbaine et les praticiens.

d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain, du programme « MGD Infiltration » du RGCU (GRAIE, 2006), etc.

Les titres font l'annonce d'une mise en capacité du lecteur. Certains documents affichent la présentation d'**exemples** comme formule pédagogique :

Des villes redécouvrent l'eau ; quelques exemples d'aménagement de rivières urbaines (Ministère de l'Environnement et AERMC, 1988), Aménagement durable et eaux pluviales : exemples voisins européens (GRAIE, 1999), Aménager les rivières en ville - Exemples et repères pour le montage d'opération (CEREMA, 2002), Milieux humides et aménagement urbain, dix expériences innovantes (CEREMA, 2015), etc.

D'autres utilisent la **forme interrogative**, permettant une adresse directe au lecteur *As-tu ta technique alternative ? Ou comment réconcilier aménagement urbain et eau ?* (journée d'information du GRAIE, 1992). Les épisodes de *Méli-Mélo Démêlons les fils de l'eau* du GRAIE dans les années 2010, qui vulgarisent des sujets relatifs à l'aménagement de l'eau, interpellent également le lecteur par une question, à laquelle la vidéo doit répondre : « Pourquoi faut-il laisser de l'espace aux rivières dans les villes ? », « Les barrages sont-ils un bien pour l'environnement ? » (2014), « Faut-il vraiment laisser faire la nature ? » (2015), etc. La forme interrogative peut aussi correspondre à un style plus journalistique, son actualité tranche avec le style scolaire intemporel des guides et manuels : *La LEMA, Nouvelle loi sur l'eau et les milieux aquatiques : quelles évolutions pour la gestion de l'eau en ville ?* (Rendez-vous du GRAIE, 2007), *Quelles innovations pour la gestion durable des eaux pluviales en milieu urbain ?* (CERTU, 2013). La forme interrogative peut aussi correspondre au défrichage d'un sujet nouveau, comme les journées d'information du GRAIE en 2001, 2002 et 2007 : *Gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants : eaux pluviales ?* ou *Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques : pourquoi, comment ?* (ASTEE, 2013).

Les titres font d'emblée apparaître que les documents sont réservés aux initiés. Les champs lexicaux de **la méthode et une terminologie scientifique** dominant : « principes », « méthodologie », « caractérisation », « phénomène », « comportement », « estimation », « incidence », ... La terminologie spécialisée est aussi **administrative ou juridique** : « dossiers loi sur l'eau » (GRAIE, 2006), « loi » (GRAIE, 2007), « décryptage Grenelle » (CEREMA, 2010), « taxe eau pluviale » (2010 et 2011) « programmes de mesures » (ASTEE, 2013). Les titres des documents issus de recherche annoncent des objets très définis, précis, restreints : pour exemple la fiche de l'OTHU issue du programme AVUPUR publiée en 2011 et intitulée « Impact de l'urbanisation sur les rivières périurbaines : compréhension et modélisation des phénomènes hydro-morphologiques », ou l'ouvrage de Colandini, publié aux collections du LCPC en 1999, intitulé *Effets des structures réservoirs à revêtement poreux sur les eaux pluviales : Qualité des eaux et devenir des métaux lourds*. Le titre des ouvrages est à la limite excluant : par exemple, l'ouvrage *Étude sur la mise en œuvre des programmes de mesures dans le cadre de la DCE* (ASTEE, 2013) déjà cité, suppose chez le lecteur la connaissance de l'acronyme, qui renvoie à la directive cadre européenne sur l'eau de 2000, et la bonne interprétation du « programme de mesures » qui renvoie à la méthodologie prescrite par la directive pour l'atteinte du bon état écologique dans les districts hydrographiques. Le caractère jargonneux du document en restreint l'adresse à un groupe d'initiés dont le sigle est un référent culturel, et délimite l'appartenance à ce groupe.

Différentes stratégies sont donc mises en place pour constituer un lectorat : l'interpellation directe avec la forme interrogative, l'annonce de développement d'exemples, l'annonce programmatique de la mise en capacité du lecteur sur un sujet donné, qui sera équipé en outils, méthodes et principes. Mais nombre de titres de ces ouvrages, notamment les rapports de recherche, mais aussi les grands guides, sont très descriptifs et annoncent simplement l'apport d'une somme de connaissances pratiques ou scientifiques sur un sujet affiché. Les titres des ouvrages augurent pour la plupart de textes austères, sauf lorsqu'il s'agit des documents de sensibilisation. L'effort pédagogique est alors marqué et annonce un document plus ludique dans l'exposition de son propos.

3.2. Les thèmes structurants et leurs variations

Les titres du corpus se réfèrent à différents thèmes récurrents et donc structurants : le traitement de ces thèmes varie dans le temps, ces variations définissent des périodes dans la conception de l'aménagement de l'eau de pluie et des cours d'eau en ville. Sont ici présentés les thèmes des guides et leurs variations temporelles : leur analyse a été attentive à l'apparition de notions écologiques et climatiques susceptibles de fonder une ingénierie nouvelle. Les grandes lignes des doctrines d'aménagement des eaux de pluie et des cours d'eau en ville du corpus sont restituées dans le but de contextualiser les traits spécifiques étudiés. Un schéma situant les thèmes identifiés et leurs variations dans le temps est d'abord présenté, puis thèmes et variations sont détaillés.

Le schéma de synthèse de la figure 1.4 présente les six grands thèmes qui ressortent de l'étude des titres du corpus :

- Le thème du milieu urbain découle naturellement de nos filtres de recherche. Nous avons choisi d'y porter notre attention : les représentations du milieu urbain qui se dégagent des titres nous semblent susceptibles de traduire des visions idéalisées de l'aménagement de l'eau ;
- le thème de la ressource est récurrent, essentiellement associé à l'eau de pluie, et opposé aux risques ;
- les risques et nuisances sont également très présents : la pollution, les inondations, encore une fois liées à l'eau de pluie essentiellement ;
- l'innovation technique est logiquement au cœur des documents ;
- l'écologie ou l'environnement ne sont pas des éléments lexicaux majoritaires dans les titres sur toute la période, mais nous y avons porté une attention particulière ;
- la gestion de l'eau est enfin un terme très fréquent qui synthétise des approches de l'aménagement de l'eau : elle a également fait l'objet d'une attention spécifique.

Une approche lexicométrique, sans logiciel spécifique car les titres étaient en nombre raisonnable, a été adoptée. Nous avons ainsi identifié quelques expressions récurrentes ou marquantes en fonction de ces six thèmes dans les titres des documents. Celles-ci sont présentées dans la figure ci-dessous (cf. figure 1.4). La figure est composée comme suit : les termes sont chacun associés à un aplats de couleur qui délimite une période au cours de laquelle ils sont observés. La couleur des aplats correspond aux thèmes au sein desquels ils sont classés, identifiés à gauche de la figure. La fréquence à laquelle ils sont observés est représentée par l'intensité de la couleur de l'aplat et par la police des termes et expression : la police grasse identifie les plus fréquents. De manière générale, les termes qui concernent une longue période sont observés à de plus nombreuses reprises que les termes ponctuels.

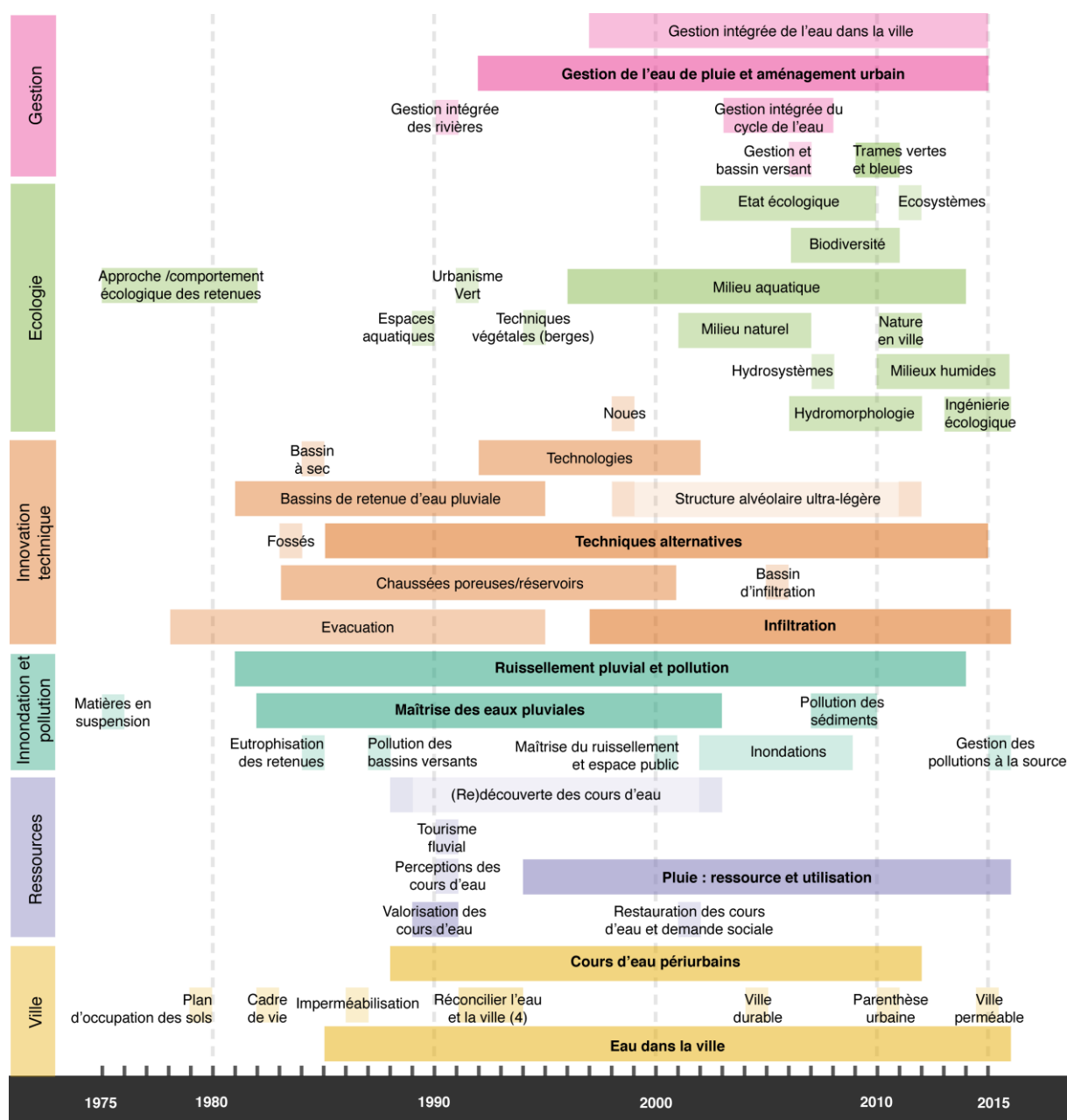


Figure 1.4 Les thèmes et leurs variations, corpus 209, schéma de synthèse, 1970-2015

Réalisation : Yohann Chemtob et Emma Thébault.

Une analyse rapide de la figure 1.4 permet de constater que les thèmes des inondations et de la pollution, et de l'innovation technique sont plus présents et diversifiés dans les années 1980, et 1990, alors que les thèmes de la gestion et de l'écologie sont plus représentés à partir des années 2000. Le thème de la gestion est marqué par l'adjectif « intégrée », qui s'applique aussi bien au cycle de l'eau qu'à l'eau, aux bassins versants ou aux rivières : comme on l'a vu en introduction générale, le terme apparaît autour de la deuxième loi sur l'eau de 1992, il évoque une volonté de déssectoriser la gestion de l'eau, et de la démocratiser. C'est un élément structurant de la gestion à partir des années 2000. Les termes relatifs à l'écologie sont partagés entre une terminologie commune, la nature en ville par exemple, les milieux naturels, et, plus présents, des termes techniques comme « hydrosystèmes », « état écologique », « hydromorphologie ». On peut affilier les premiers aux politiques publiques concernant les espaces de nature ou végétalisés, liées à l'écologie du paysage, tandis que les seconds relèvent plutôt de l'ingénierie environnementale ou écologique, ces

expressions étant d'ailleurs présentes. L'« état écologique » se réfère à l'objectif de bon état écologique posé par la directive cadre européenne sur l'eau de 2000 qui le fixe comme objectif : la terminologie technique est également une terminologie gestionnaire. Les références à l'écologie ne datent cependant pas des années 2000 : le « comportement écologique des retenues », expression assez mystérieuse, apparaît dans les années 1970, tandis que les techniques végétales, espaces aquatiques, urbanisme vert et techniques végétales sont visibles à la fin des années 1980 et au début des années 1990. Les approches écologiques existent donc depuis les années 1970, mais elles sont alors assez hétérogènes. L'évolution des techniques est marquée par une dichotomie entre l'évacuation, terme qui apparaît entre la fin des années 1970 et le milieu des années 1990, et l'infiltration, qui lui succède. Les techniques alternatives sont présentes sur la quasi-totalité de la période, tandis que les bassins de retenue connaissent leur heure de gloire dans les années 1980 et n'apparaissent plus après le début des années 1990. Le terme technologie est présent dans les années 1990, période de valorisation de la dimension technique des dispositifs de gestion de l'eau de pluie. L'association du ruissellement urbain à la pollution est très notable, alors que les inondations sont relativement peu représentées, présentes dans les années 2000. Le thème de la ressource est essentiellement associé à la pluie, à partir du milieu des années 1990. On se souvient cependant que la réutilisation des eaux pluviales fait l'objet d'une littérature marchande grand public, d'où peut-être la forte présence du terme à cette période. Le thème de la valorisation des cours d'eau est cependant notable dans les années 1990. Enfin, la figure de la ville est représentée par les cours d'eau périurbains, qui sont fortement évoqués par les guides, et par l'expression l'« eau dans la ville », pouvant être associée au programme de recherche du même nom, porté par le Plan urbain, mais dont la postérité est remarquable puisque le programme de recherche s'est achevé en 1994. En synthèse, une période plutôt consacrée au développement de nouvelles techniques, notamment sous le sceau de la technologie, précède une période initiée dans les années 1990 mais plus sensible dans les années 2000, marquée par les mots d'ordre de la gestion intégrée et du bon état écologique. Les thèmes de la valorisation de l'eau, sa dimension éventuellement sociale, ainsi que la caractérisation de la ville sont peu représentés dans le corpus.

Deux périodes identifiées par la littérature scientifique se dessinent bel et bien : celle, qui débute dans les années 1970, de la mise en valeur des cours d'eau urbain et du développement de techniques de gestion des eaux pluviales ; et celle, à partir des années 2000 du développement d'une approche écologique qui englobe cours d'eau et eaux de pluie, et du développement d'une approche dite « intégrée », allant à l'encontre des pratiques sectorielles (Hellier *et al.*, 2009 ; Barraqué, 2011a).

La ville, le milieu urbain

La caractérisation de la ville dans les documents évolue : la focale semble s'élargir, d'une spécification de l'eau par le milieu urbain – l'eau urbaine, l'eau dans la ville - à une spécification du milieu urbain par sa relation à l'eau, à l'environnement – la ville poreuse, durable - (cf. figure 1.4). L'expression de « l'eau dans la ville », popularisée par le programme du même nom, marque un bon nombre des publications des années 1980 aux années 2000 (ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports, ministère de la Recherche et de la Technologie, 1985 ; Plan Urbain, 1989 ; GRAIE, 1990 ; AGHTM, SHF, 1997 ; ENPC, 2003). Cette utilisation abstraite voire personnalisée du terme « ville » est très fréquente, par exemple : *Réconcilier l'eau et la ville par la maîtrise des eaux pluviales* (STU, LCPC, 1991). Elle signale le traitement standardisé, universel, qui est fait de l'eau en milieu urbain, la catégorie homogène, spécifique en termes de traitement de l'eau de pluie et des cours d'eau, que les villes constituent : *La ville et son assainissement, principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau* (CERTU, 2003), *Des Plans d'eau en ville* (Sauveterre, 1992), *Inondation et gestion de la ville par temps de pluie* (Agence de l'Eau Artois Picardie, 2002), *Aménager les rivières en ville Exemples et repères pour le montage d'opération* (CEREMA, 2003), etc. La ville est parfois associée au territoire, qui renvoie à un espace cohérent, quel que soit le principe de cette cohérence, et fait donc apparaître la ville comme une sorte d'objet artificiel dans ce territoire : *Harmoniser le territoire, la ville et la pluie : synthèse d'atelier international* (AESN, 2011), *Des villes et des territoires sobres et sûrs : comment les services urbains relèvent-ils le défi ?* (ASTEE, 2015).

La ville apparaît donc comme un espace peu caractérisé. L'utilisation du terme « ville » peut aussi désigner l'entité administrative, actrice de l'aménagement : dans le titre *Des villes redécouvrent l'eau ; quelques exemples d'aménagement de rivières urbaines* (ministère de l'Environnement, AERMC, 1988), le pronom indéfini semble renvoyer à des villes spécifiques, auteures d'aménagement de cours d'eau. Dans les années 2000 un renversement s'opère : la ville n'est plus un milieu spécifique pour la gestion de l'eau, mais est qualifiée de « durable », *Apprivoiser l'eau pluviale une démarche de projet urbain pour une ville durable* (CAUE, CG 93, 2004), ou de « perméable » : *Ville perméable : l'eau, ressource urbaine* (ICI Interface, 2015). La ville n'est plus un élément contextuel pour lequel il faut élaborer des systèmes techniques ou une gestion spécifique mais est l'objet de la réflexion : le milieu urbain n'est plus un simple paramètre de la maîtrise de l'eau de pluie. On peut y lire la marque de l'élaboration d'une conception utopique du milieu urbain, un peu sur le modèle de la ville radieuse de Le Corbusier. Dans les années 2010, la ville est associée à la nature, *L'eau, la nature et la ville : regards croisés sur l'eau dans sa parenthèse urbaine* (GRAIE, 2010), notamment aux politiques publiques de nature en ville : *Les jardins familiaux et collectifs, un exemple de nature en ville : état de l'art et focus sur l'utilisation de l'eau et la pratique de récupération et d'utilisation des eaux de pluie* (Mucig, 2011). La nature redonne à la ville ses qualités de contexte. Le milieu urbain est donc très peu caractérisé, très générique, la ville désigne tour à tour le contexte de la gestion et une vision idéale de l'aménagement.

Ressources urbaines

Les cours d'eau et l'eau de pluie sont également des ressources pour le milieu urbain : les cours d'eau peuvent être un élément du cadre de vie à valoriser, un atout touristique. La perception qu'en ont les citoyens est essentielle. Par ailleurs, l'utilisation de l'eau de pluie par les citoyens est promue par des ouvrages moins spécialisés.

Ainsi, le Plan urbain propose en 1989 des outils pour la valorisation des cours d'eau : *L'eau dans la ville ; outils institutionnels, juridiques et financiers pour la valorisation des cours d'eau en milieu urbain*. Les cours d'eau peuvent constituer un cadre pour le tourisme : *L'eau dans la ville, comme un long fleuve tranquille* (GRAIE, 1990). La remise à l'air libre d'un cours d'eau est un thème récurrent entre la fin des années 1980 et les années 2000. Elle est souvent accompagnée d'une pointe de lyrisme presque romantique : *A la découverte de la Vieille Mer, étude de faisabilité pour la remise au jour d'une rivière en Seine-Saint-Denis* (CG 93 et SIAAP, 2003). Ce dernier titre joue sur les sens littéral et figuré de « découverte » et de « remise au jour » : il s'agit d'exhumer ce patrimoine à la fois enfoui et oublié. La restauration des cours d'eau du *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* (AESN et Biotec, 2007), fait valoir cette même idée de restitution de propriétés passées aux cours d'eau.

Dans les années 1990, alors que les cours d'eau urbains enterrés font l'objet d'investigations, les cours d'eau périurbains apparaissent dans les titres des guides : l'expansion urbaine rend visibles des cours d'eau dégradés, peu gérés ou aménagés par des ouvrages hydrauliques, la volonté de les restaurer accompagne la périurbanisation. Le GRAIE propose en 1988 une *Approche méthodologique pour l'étude des cours d'eau urbains et périurbains*, et une journée d'étude sur la *Perception de l'eau en milieu urbain : Les urbains et leurs rivières périurbaines (Attentes et réactions vis-à-vis de l'eau)* en juin 1990. Le besoin d'*outils institutionnels et juridiques pour la mise en valeur des cours d'eau non domaniaux, urbains et périurbains* est souligné par la formation de l'école nationale des Ponts et Chaussées des 6 et 7 juin 1990. Dans les années 2000, les cours d'eau périurbains sont un sujet pour la recherche : lors de la journée technique de l'OTHU du 25 janvier 2007 les résultats de l'observatoire sur le sujet des *petites rivières périurbaines* sont communiqués aux acteurs opérationnels. La fiche technique du programme AVuPUR en 2011, *Impact de l'urbanisation sur les rivières périurbaines : compréhension et modélisation des phénomènes hydro-morphologiques*, se penche sur les interactions entre urbanisation et cours d'eau (OTHU).

Les quelques documents du GRAIE affichant des approches sociologiques sont associés aux cours d'eau : leur perception par les citoyens est un sujet jugé important pour l'aménagement urbain. C'est le sujet d'une journée d'étude menée en 1990 (ENPC 1990) ; en 2001, le GRAIE publie une étude portant sur

« L'intégration de la demande sociale dans les projets de restauration de rivières urbaines » ; puis en 2003 cette demande sociale associée à la gestion des milieux aquatiques lors d'une conférence (GRAIE, 2003).

Enfin, la valorisation de l'eau pluviale concerne son utilisation comme ressource pour les particuliers, les usagers, ainsi que pour « la ville » : *Les eaux pluviales : récupération, gestion, réutilisation* (Cheron et Puzenat, 2004), *Récupérer l'eau de pluie pour le jardin et la maison : les solutions existantes et leur mise en œuvre* (2008), *Ville perméable : l'eau, ressource urbaine* (ICI Interface, 2015). Le titre du colloque organisé par la société hydrotechnique de France en 1993 *La pluie, source de vie, choc de pollution* la définit par une antithèse un peu étrange. D'un côté, la pluie est très largement définie comme ressource (avec l'utilisation de l'expression éculée « source de vie »). L'utilisation du terme pluie marque une approche non restreinte à l'assainissement en évitant l'emploi de l'expression « eau pluviale » qui désigne les eaux de ruissellement destinées aux réseaux. De l'autre, le « choc de pollution » fait référence à un phénomène très précis connu dans le milieu de l'assainissement : l'apport brutal de pollution aux cours d'eau lorsque les réseaux urbains débordent sous l'effet d'une pluie importante, mortifère pour les espèces aquatiques et déstabilisant les équilibres biochimiques.

Les cours d'eau urbains et périurbains sont donc valorisés comme éléments de cadre de vie, atouts touristiques, comme patrimoine à conquérir par la restauration de qualités antérieures ou par la remise à l'air libre, alors que l'eau de pluie est plutôt une ressource d'usage, pour le citoyen, qui peut la récupérer et l'utiliser.

Pollutions et inondations : risques associés aux eaux de pluie

Un grand nombre de titres des guides et documents techniques évoquent les pollutions des eaux de pluie – la pollution de l'eau de pluie liée à son ruissellement sur les surfaces urbaines et la pollution générée par les eaux pluviales qui font déborder les réseaux (cf. introduction générale). En lien, l'eau de pluie est également associée au risque d'inondation par ruissellement ou débordement des réseaux dans l'espace urbain.

La pollution des eaux de pluie est bien identifiée au moins depuis les années 1980 par la recherche en hydrologie urbaine (Carré, Deutsch, 2015 : 46). En 1981 le STU propose une *Méthodologie de caractérisation du phénomène de pollution du ruissellement pluvial urbain*. Le sujet est ensuite repris de diverses manières au cours de la période : l'entreprise Omnium de Traitement et de Valorisation publie en 1994 un guide intitulé *Dépolluer les eaux pluviales : contribution à l'élaboration d'une stratégie*, les documents du LCPC font état d'une tentative pour caractériser la pollution de l'eau de pluie des réseaux séparatifs due aux mauvais branchements (1982), de l'eau ruisselée à l'échelle du bassin versant (1987), puis une gestion de la pollution des eaux des voiries (1999, 2000, 2009). Le GRAIE publie également un certain nombre de documents sur le thème de la pollution des eaux de pluie ou due aux eaux de pluie. Une publication de l'agence de l'eau Seine Normandie avec le bureau d'études Composante Urbaine et le laboratoire Eau Environnement et Systèmes urbains⁶³ aborde en 2015 les *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines - Document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement*. Les méthodes de traitement, par macrophytes, et en 2013, à la source, semblent également évoluer. Des cas de pollution spécifique sont également évoqués : l'eutrophisation des plans d'eau engendrée par l'apport de matières organiques, qui peut être dû aux débordements des réseaux unitaires ou également aux mauvais branchements est présente dans les années 1980.

Le thème du risque est associé à celui du conflit, de l'antagonisme entre ville et eau, qu'il faut réconcilier. Pendant toute la période, la notion de risque est indissociable du ruissellement urbain, considéré comme générateur d'inondation : on trouve onze occurrences du terme « inondation » dans les titres, qui apparaît régulièrement entre 1982 et 2014. Corollaire du thème du risque, la notion de maîtrise est très présente. La

⁶³ Le LEESU est un « laboratoire commun de l'École des Ponts ParisTech, l'Université Paris-Est Créteil et AgroParisTech. », source : <https://www.leesu.fr/presentation-institutionnelle-du-leesu> consulté le 22/02/2019.

maîtrise est quelquefois associée à l'espace public, notamment dans un guide du CERTU *Organiser l'espace public pour maîtriser le ruissellement urbain* (2000). Le thème de la réconciliation apparaît en négatif de celui du risque. En 1991, le document du STU *Réconcilier l'eau et la ville par la maîtrise des eaux pluviales*, puis en 1993 celui du Conseil Général de Seine-Saint-Denis *Pour concilier l'eau et la ville* envisagent la gestion de l'eau sur le thème de la réconciliation. On retrouve récemment ces figures dans un registre guerrier avec le titre de l'ouvrage de C. Carré et J.-C. Deutsch : *L'Eau dans la ville, une amie qui nous fait la guerre* (2015).

Deux maux urbains sont donc associés à la gestion des eaux de pluie : les pollutions et les inondations. Les premières font l'objet d'une caractérisation qui s'affine au cours de la période étudiée, alors que les secondes sont plutôt abordées par le registre de la stratégie, selon une approche plus caricaturale.

L'innovation autour des objets techniques

Le champ lexical de l'innovation est logiquement présent dans un corpus de textes qui portent souvent sur des dispositifs techniques : il dégage l'idée d'une amélioration des techniques de gestion de l'eau, selon une perspective progressiste voire positiviste classique dans le champ technique. Les titres des documents faisant valoir l'innovation sont moins austères, plus stylisés, ils ont un rôle promotionnel plus marqué.

Le thème de l'innovation est associé aux techniques de gestion des eaux pluviales. Le titre du premier colloque international du GRAIE consacré aux techniques alternatives en 1992 *Redécouvrir l'eau : les nouvelles technologies en assainissement pluvial* emploie le terme de « technologie », qui suggère une sophistication technique, une association entre savoirs scientifiques et développement technique (Dupuy, 1978). Le colloque est ensuite intitulé Novatech, nom aux sonorités latines qui associe nouveauté et technique. Certains ouvrages techniques sont assimilés à des techniques de pointe : c'est le cas des bassins de retenue lors du colloque *Hydrotechnologie urbaine : les bassins nouvelles vagues, colloque sur les bassins de retenue* organisé par la Seine-Saint-Denis en 1993. Le néologisme « hydrotechnologie » s'appuie sur la connotation déjà commentée du terme « technologie », amplifiée par l'ajout d'un préfixe. La référence à la Nouvelle Vague du cinéma français évoque une pratique en rupture, une révolution technique.

Les objets techniques promus par les documents techniques pour la gestion des eaux pluviales sont assez divers. Sont d'abord évoqués en nombre dans les années 1990 et 2000 les retenues et bassins (Sauveterre, 1975 et 1981 ; STU, 1986 ; CG 93, 1991 et 1992 ; SHF, CG 93, INSA, AESN, 1992 ; NANCIE, 1993 ; STU et AESN, 1994 ; OTHU, 2005 ; CEREMA 2007), plans d'eau (Sauveterre, 1992), associés essentiellement au stockage de l'eau de pluie, à la régulation de son écoulement vers l'aval. Les chaussées poreuses font deux apparitions dans le corpus dans les années 1980 et 1990 : *Notes sur l'état de la technique des chaussées poreuses* (STU, 1983), *Chaussées poreuses urbaines : guide technique* (CERTU, 1999). Les techniques alternatives, expression plus générique, sont également très présentes dans les années 1990 et dans une moindre mesure dans les années 2000 (Plan Urbain, 1985 ; GRAIE, 1992, 1993, 1994 ; GRAIE et al., 1994 ; CERTU, 2008 ; GRAIE et INSA, 2014). Avant les noues apparaissent les fossés : *Des fossés dans la ville ? Recherche d'une solution « non conventionnelle » limitant le ruissellement pluvial sur la zone III NA d'urbanisation nouvelle de Vaux-le-Pénil (77)* (IAURIF, 1983). Les noues sont ensuite présentées par un ouvrage de la Seine-Saint-Denis : *Les noues urbaines, des espaces multifonctionnels temporairement inondables* (1998) et par la Ville de Metz dans un document sous la forme d'un plaidoyer : *Les noues. Quelques arguments pour convaincre* (1998). On trouve également deux documents sur les structures alvéolaires ultralégères, qui correspondent plus à un produit (SAUL⁶⁴) qu'à une technique, à la fin des années 1990 et au début des années 2010 : *Dimensionnement des*

⁶⁴ Les structures alvéolaires ultra légères (SAUL) sont des parallélépipèdes contenant 90 % de vide, enfouies dans les sols pour stocker et infiltrer ou restituer les eaux de pluie. Ce sont des sortes de grosses éponges en matériaux solides, souvent en plastique. L'eau de pluie est stockée dans le vide de la structure, elle peut être directement infiltrée dans les sols ou restituée aux réseaux si la structure est isolée, par des bâches en général. Contrairement au bassin enterré, les SAUL peuvent supporter de lourdes charges de surface et ne créent pas de risque d'affaissement des sols.

SAUL en assainissement pluvial (CEREMA et LCPC, 1998), *Les structures alvéolaires ultra-légères pour la gestion des eaux pluviales* (IFSTTAR, 2011).

Aux côtés des milieux aquatiques présents durant toute la période (GRAIE, 1989, 1996, 2007, AESN 2010 ; ASTEE, 2013), apparaissent dans les années 2010 les milieux humides d'eau : *Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain, des valeurs à partager sur le territoire* (CEREMA, 2015), *Milieux humides et aménagement urbain : dix expériences innovantes* (CEREMA, 2015). Les milieux humides diffèrent des plans d'eau car ce ne sont pas de franches étendues d'eau, mais des milieux caractérisés par la présence plus ou moins abondante et potentiellement intermittente. Les milieux aquatiques relèvent de l'aménagement des cours d'eau et prennent une dimension juridiquement plus officielle à partir de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 (Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006). Les milieux humides renvoient à la figure des zones humides, protégées depuis la convention de Ramsar de 1971, alertant sur la disparition des milieux humides, thème toujours très actuel comme on l'a vu en introduction générale avec le rapport de l'IPBES. Les milieux humides sont ici employés pour la gestion des eaux de pluie, faisant d'un milieu menacé un ouvrage urbain fonctionnel

L'évolution des techniques sensible dans les documents montre un changement de tonalité dans le corpus : une dimension technologique est d'abord associée aux dispositifs techniques présentés, correspondant à la valeur progressiste de la culture professionnelle des techniciens. Les ouvrages (au sens d'équipements) présentés se diversifient : ce sont d'abord essentiellement des ouvrages de stockage, puis des ouvrages d'infiltration. Cette dimension technologique s'estompe ensuite au profit d'entités aquatiques dites naturelles : les milieux aquatiques et humides.

L'écologie et l'environnement

L'environnement, l'écologie, la nature en ville sont abordés dans tout notre corpus, d'abord par la conception écologique de bassins de retenue, dans le sillage des villes nouvelles, par la notion de biodiversité ensuite, puis de trames vertes et bleues, nouvel objet urbanistique dédié à la production de territoires écologiques, et enfin par les écosystèmes et l'ingénierie écologique.

Le terme « écologie » est présent dès les années 1970 : deux documents du corpus traitent dans les années 1970 et au début des années 1980 du comportement écologique des retenues d'eau (Secrétariat général des Villes nouvelles et STU, 1975 et 1981). Ces deux documents sont rédigés par le bureau d'étude Sauveterre, fondé par l'agronome Éric Jacobsen, qui a fait une partie de sa formation aux Pays-Bas, et édité par le Secrétariat général des Villes nouvelles. Le bureau d'études Sauveterre a contribué à la conception du système spécifique de gestion des eaux de pluie mis en œuvre à Marne-la-Vallée (77) : les villes nouvelles bénéficient alors d'une certaine autonomie de l'administration de l'État et des innovations techniques naissent de la difficulté financière et technique à équiper de nouveaux secteurs souvent peu propices à la mise en œuvre des réseaux d'évacuation d'eau pluviale (Dupuy, Knaebel, 1982). Des réseaux de collectes des eaux de pluie sont déversées dans des bassins de retenue, conçus sur les rus préexistants sur le territoire, selon un principe de vases communicants. Ces bassins sont conçus selon des principes de gestion écologique, importés des Pays-Bas par Éric Jacobsen : les écosystèmes installés dans les bassins permettent le maintien de la qualité de l'eau (Barles, 2012).

Le terme « environnement » est, dès les années 1980, associé à la gestion de l'eau de pluie. Le guide *Techniques alternatives en assainissement pluvial. Impact sur le milieu social et sur l'environnement* (Plan urbain, 1985) évoque ainsi l'environnement, juxtaposé au milieu social, comme deux corollaires des techniques. Le terme est alors encore polysémique : il peut aussi bien évoquer l'environnement naturel que le cadre de vie urbain. Il en va de même pour la journée de formation de l'école des Ponts et Chaussées de 1997, dont le thème était « Pluie et Environnement ».

Dans les années 1990 puis de nouveau dans les années 2000, les principes d'un aménagement environnemental voire écologique de la pluie et des cours d'eau sont traduits par des métonymies colorées : l'urbanisme vert et les trames vertes et bleues (Foncier Conseil, 1991 ; CERTU, 2009, 2010). La qualification

par la couleur renvoie à une esthétique, au paysage, à la végétalisation, au symbole politique. La dimension politique est également sensible avec le terme « durable » qui apparaît dans le corpus dans les années 1990 : il est associé à un nombre significatif de titres de documents dans les années 2000.

Le vocabulaire lié à l'environnement est plus technique à partir des années 2000 : l'écologie scientifique réapparaît en 2002 avec les fiches techniques de l'OTHU portant sur l'état écologique et sur les données environnementales en hydrologie urbaine. À partir de la décennie 2000, des termes relevant plus nettement de l'hydrologie et de l'écologie sont employés, avec une certaine technicisation du vocabulaire : comme on l'a vu « cycle de l'eau » (CERTU 2003, 2007 ; GRAIE 2011,), mais aussi « milieux aquatiques » ou « milieux humides » (CERTU 2003, 2007 ; AESN 2010 ; CEREMA 2015), « bassin versant » (GRAIE 2001, 2002, 2005, 2007 ; CERTU 2007), « biodiversité » (APUR 2008 ; CERTU 2010), « écosystème » (LATTIS, LEESU, CRIEF, 2011), « hydromorphologie » (AESN et Biotec, 2007 ; ONEMA, 2010 ; OTHU, 2011), « ingénierie écologique » (ASTEEL, 2013 ; GRAIE, 2015). L'OTHU déploie un vocabulaire inédit dans le corpus dans les années 2000 : *Méthode de typologie hydro-géomorphologique d'états de référence des cours d'eau : vers un outil de gestion des hydrosystèmes urbains* (2007) (nous soulignons).

La restauration hydromorphologique des cours d'eau, qui apparaît dans les années 2000, prend le relais de la valorisation et de la réouverture des cours d'eau (cf. « Ressources urbaines »). Les fiches techniques de l'OTHU défrichent le sujet, avec une série de travaux sur la transformation du régime fluvial par l'urbanisation (OTHU, 2007, 2011). Le *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* de Biotec donne une forme opérationnelle à ce glissement de la valorisation des cours d'eau à leur restauration sur commande de l'agence de l'eau Seine Normandie (2007). Deux vidéos de Méli-Mélo, la série de vulgarisation du GRAIE, évoquent la restauration des cours d'eau : « Pourquoi faut-il laisser de l'espace aux rivières dans les villes ? » et « Les barrages sont-ils un bien pour l'environnement ? » en 2014.

Les thèmes propres à l'écologie ou l'environnement font une brève apparition à la fin des années 1970, et au début des années 1980, avec des publications du bureau d'études Sauveterre autour des villes nouvelles. Ils sont présents dans les années 1990 avec des termes référant à la végétation et à l'environnement, et surtout au travers de la notion de durabilité, qui peut sous-tendre un vaste panel d'approches. À partir des années 2000, des notions relevant de l'écologie et de l'hydrologie dessinent une technicisation de l'aménagement de l'eau. Enfin, aux thèmes de la découverte et de valorisation des cours d'eau dans les années 1990 et 2000, succède celui de la restauration hydromorphologique après les années 2000, faisant également valoir une approche ancrée dans la géomorphologie et l'écologie corolaire.

La gestion

Enfin, comme la présence d'une terminologie plus juridique ou administrative l'a révélé, un grand nombre de guides abordent la question des politiques à mener, du type de gestion à mettre en œuvre et des stratégies associées.

La gestion intégrée de l'eau fait son apparition d'abord pour les cours d'eau avec l'article « La gestion intégrée des rivières urbaines : Mythe ou réalité ? » de la publication *L'eau urbaine* (GRAIE 1990). L'expression est reprise pour l'eau de pluie avec l'ouvrage de Foncier Conseil *Les eaux pluviales : gestion intégrée* en 1997. Cette intégration est ensuite précisée : l'assainissement doit être intégré à l'aménagement comme l'indique le guide du CERTU *Assainissement pluvial intégré dans l'aménagement, éléments clés pour le recours aux techniques alternatives* (2008), ou un peu plus généralement, la gestion de l'eau doit être intégrée dans la ville (GRAIE, 2014). Cette intégration se réfère à partir de 2003 au cycle de l'eau avec l'ouvrage *La ville et son assainissement, principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau* (CERTU), cycle qui réapparaît en 2007 dans le *Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau* (CERTU). La gestion intégrée ou gestion du cycle de l'eau correspondent à la définition de la gestion intégrée choisie par l'ouvrage de synthèse *La France. La ressource en eau : usages, gestions et enjeux territoriaux*. C'est un

« processus qui favorise la gestion coordonnée de l'eau et de ses ressources connexes à l'intérieur des limites d'un bassin versant en vue d'optimiser, de manière équitable, le bien-être socio-économique qui en résulte, sans pour autant compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux » (Gangbazzo, 2004 in Hellier *et al.*, 2009 : 193).

Un idéal de gestion transversale aux différents secteurs, coordonnée au sein des territoires et circonscrite par les limites du bon état des milieux aquatiques émerge donc. L'expression « cycle de l'eau » replace la ville dans son environnement hydrologique, et la fait apparaître comme greffée à un cycle naturel : la focale se déplace du système urbain au cycle hydrologique. Le référentiel hydrologique se retrouve également dans la gestion à l'échelle du bassin versant, classique dans la gestion de l'eau puisqu'elle a présidé à la délimitation des territoires des agences de l'eau au début des années 1960 : le GRAIE organise des journées d'information intitulées *Gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants* en 2001, 2005 et 2007.

L'évolution de la gestion de l'eau de pluie est aussi sensible dans les phénomènes hydrologiques convoqués. Des années 1970 aux années 1990 le thème de l'évacuation est dominant : *Évacuation des eaux pluviales urbaines* (Association amicale des ingénieurs anciens élèves de l'ENPC, 1978), *Mémento sur l'évacuation des eaux pluviales* (STU 1989), *Évacuation et utilisation des eaux de pluie à des fins de loisirs* (Cornu, 1994), *Guide technique de l'assainissement : évacuation des eaux usées et pluviales, conception et composants des réseaux* (Le Moniteur, 1995). À partir de la fin des années 1990 l'infiltration des eaux pluviales s'impose, avec le séminaire de recherche *Infiltration et qualité des eaux souterraines* (GRAIE, 1997). Le phénomène est plus abondamment traité par l'OTHU dans les années 2000 : le document *Infiltration des eaux pluviales : planification, mise en œuvre et gestion* rend compte d'une journée technique de communication aux acteurs opérationnels des résultats de recherche en 2000, suivi d'*Infiltration des eaux pluviales : nouveaux acquis*, publié en 2005, en 2006 et en 2009, des programmes de recherche dirigés par Sylvie Barraud de l'INSA permettent de publier des *Recommandations pour la faisabilité, la conception, et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain*. Conformément à l'analyse de l'évolution des ouvrages techniques promus, l'infiltration semble prendre le pas, dans les documents techniques, sur le stockage à partir des années 2000. Ainsi, un environnement est donné à une gestion de la pluie qui semble initialement hors-sol, focalisée sur des systèmes techniques, et qui est ensuite pensée dans le cadre plus large de l'aménagement urbain, du bassin versant ou du cycle de l'eau. Cette gestion repose notamment sur la mise en œuvre de phénomènes alternatifs à l'évacuation par les réseaux : d'abord le stockage, puis l'infiltration.

Les thèmes principaux des ouvrages techniques sur la gestion de l'eau de pluie en ville évoluent donc d'une approche de phénomènes physiques - le ruissellement, la pollution - à une approche intégrée qui incorpore la gestion de l'eau à la conception de la ville. L'évolution des fondements techniques prend pour sa part la forme d'un cycle : au tout début de la période une conception écologique est sensible, puis une approche axée sur les ouvrages techniques prend le dessus - avec notamment l'utilisation du terme technologie - et enfin à partir des années 2000, un vocabulaire mêlant approches techniques et entités naturelles apparaît, qui semble assembler la gestion des cours d'eau et celle des eaux de pluie.

Conclusion du chapitre 1

À l'issue de l'analyse de ce corpus de 209 documents techniques, on peut avancer que la doctrine technique est conforme aux politiques publiques : la temporalité de l'apparition de la gestion intégrée et du référentiel écologique de gestion de l'eau suit celle de l'adoption des lois afférentes. La production de documents est partagée entre les acteurs des réseaux scientifiques et techniques de l'État et les acteurs du secteur de la gestion de l'eau, qui sont divers. De manière schématique, les réseaux scientifiques et technique de l'État ont un rôle assez stable dans la production de la doctrine, tandis que deux acteurs territoriaux se démarquent dans les années 1990, le GRAIE et le département de la Seine-Saint-Denis : ceux-ci font notamment évoluer la production vers des documents de communication. Dans les années 2000 des acteurs

plus classiques de la gestion de l'eau – les agences de l'eau et la principale association des professionnels du secteur, l'ASTEE – rejoignent les rangs des auteurs de documents sur le sujet. La production de la norme technique suit donc d'abord la logique de décentralisation des compétences vers les collectivités territoriales, avec l'émergence de communautés territorialisées d'expertise. La production des acteurs de l'eau sur ces sujets montre la place stratégique qu'ils prennent pour la gestion de la ressource. De plus, la démultiplication des documents associés à des conférences, des formations, et des documents de sensibilisation correspond d'une part à une volonté de diffusion d'une norme dans un cadre de gestion décentralisée, mais aussi à la très forte implication du GRAIE à partir des années 1990, qui joue un rôle au niveau national voire international avec la conférence Novatech, et enfin peut-être à la volonté d'ouvrir la « citadelle technique » au grand public, alors qu'elle devient un obstacle à la gestion intégrée (Bouleau, Guérin-Schneider, 2011 : 19). Cette volonté est cependant fortement nuancée par l'analyse des titres des guides et de leurs thèmes : les documents sont très majoritairement adressés à une communauté de sachants ; même si celle-ci s'élargit au cours de la période, la vulgarisation reste très marginale. Le milieu urbain est peu caractérisé, et le thème de la valorisation de l'eau en ville semble marginal.

Le tournant des années 2000 est donc conservé pour la périodisation des doctrines d'aménagement de l'eau en ville ; il convient à la fois aux eaux de pluie et aux cours d'eau, et à l'impulsion écologique des années 2000. Ce premier moment d'analyse nous laisse cependant sur le seuil des ouvrages. Il est nécessaire de pousser plus avant notre enquête, et d'aborder le contenu de ces documents.

Chapitre 2. Des années 1970 à l'année 2000 : les techniques alternatives et végétales au secours des infrastructures classiques

Au cours de la sous-période 1970-2000, la protection de la ressource est renforcée, surtout à partir des années 1990, décennie pendant laquelle la territorialisation de la gestion est organisée (Hellier *et al.*, 2009 : 194). Les deux premières lois sur l'eau (n° 64-1245 et n° 92-3) consacrent la protection de la ressource, devenue « patrimoine commun de la nation » et organisent le jeu d'acteur en charge de sa gestion : en 1964 sont créés les agences de l'eau, tandis que la deuxième loi sur l'eau de 1992 met en place de nouveaux outils pour la gestion territoriale, les schémas (directeurs) d'aménagements et de gestion des eaux. Cette loi établit un principe de « gestion équilibrée de la ressource » qui fait valoir une vision « holiste » de ladite ressource, c'est-à-dire considérée comme unique : elle va à l'encontre des approches sectorisées et aménagistes antérieures dans le but de préserver la disponibilité de la ressource (Hellier *et al.*, 2009 : 193). Elle est en ligne avec les politiques « durables » prônées par les instances internationales (*ibid.*). Entretemps, dans les années 1980 un ensemble de textes de lois édictés au niveau européen établit des normes de qualité des eaux, avec notamment la directive européenne relative aux eaux résiduaires urbaines (directive 91/271/CEE) (Barraqué, 1995). Les cours d'eau, très dégradés par les rejets polluants et par l'artificialisation des berges dans les années 1970 et 1980 (Carré, Deutsch, 2015 : 12) sont notamment protégés par la loi pêche de 1984 (n°84-512) qui reprend le principe de conservation d'un débit minimal dont elle fixe les seuils⁶⁵. La police de l'eau, dédiée au contrôle de la modification des milieux aquatiques est également renforcée par la deuxième loi sur l'eau (n° 92-3). La territorialisation de la gestion de l'eau est aussi due à la décentralisation de l'administration française initiée par les lois Defferre de 1982 et 1983 : la tutelle du préfet devient une tutelle de contrôle des décisions administratives, les compétences sont redistribuées parmi les collectivités territoriales, les régions acquièrent ce statut de collectivité. L'assainissement est aux mains des communes, les régions ont pour mission la protection de l'environnement⁶⁶.

La sous-période étudiée est également inscrite dans une période plus vaste, définie par la littérature comme celle de la transition vers le génie de l'environnement dans les villes occidentales. La naissance d'une science appliquée dédiée à la gestion de l'eau en ville, l'hydrologie urbaine, dans les années 1970, fait suite au développement des savoirs sur les événements pluviaux en milieu urbain depuis les années 1950 (Soyer, 2014 ; Carré, Deutsch, 2015 : 45-46). L'hydrologie urbaine naît notamment d'une rupture avec la doctrine hygiéniste : l'Instruction technique de 1977, adressée aux services déconcentrés du ministère de l'Équipement révisé la circulaire générale Caquot (1333) de 1949 qui donnait sa règle au dimensionnement des réseaux d'évacuation de l'eau de pluie. L'Instruction technique de 1977 autorise à stocker de l'eau de pluie dans le tissu urbain, alors que la doctrine technique hygiéniste bannit depuis le milieu du XIX^{ème} siècle toute eau stagnante non potable en ville (Dupuy, 1978 ; Dupuy, Knaebel, 1982 ; Dupuy, 1991 ; Barles, 1999). L'hydrologie urbaine s'applique d'abord à modéliser le ruissellement pluvial dans les années 1970 puis à partir des années 1980 la pollution induite par ce ruissellement (Carré, Deutsch, 2015 : 46).

Dans ce contexte, quelles préconisations techniques concrètes sont faites par les guides et études et sur quels savoirs reposent-elles ? Est-ce que l'écologie scientifique devient une nouvelle science appliquée de la gestion urbaine de l'eau en ville ? Comment l'hydrologie urbaine, qui s'étoffe alors, transforme les préceptes

⁶⁵ Le principe du débit réservé est ancien, il est officiellement imposé par le droit français par la loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique. La loi Pêche de 1984 (n°84-512) en fixe les normes à « 1/10^{ème} du débit annuel moyen (module) pour tout nouvel aménagement, 1/40^{ème} pour les aménagements existants. ». Source : https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/debit_reserve.php4, consulté le 04/03/2019.

⁶⁶ Source : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/territ/FranceMut/FranceMutDoc3.htm>, consulté le 04/03/2019.

de gestion des eaux de pluie élaborés par le génie hygiéniste et les circulaires et instructions de l'État centralisé ? Enfin, quels récits éditoriaux, historiques et techniques fondent les ouvrages techniques et leur légitimité à donner des prescriptions à l'aménagement de l'eau en ville ?

Ces récits sont examinés dans une première section. Dans une deuxième section les principes d'aménagement techniques et savoirs associés sont spécifiquement étudiés. Enfin, dans une troisième section, les objets techniques présentés par les guides pour l'aménagement de la pluie et des cours d'eau sont analysés. Les documents étudiés pour notre première sous-période 1970-2000, sont rassemblés dans le tableau 2.1⁶⁷. L'Instruction Technique de 1977 est une circulaire technique adressée par les services centraux aux préfets et issue d'une commission interministérielle de réflexion sur l'assainissement urbain, coordonnée par le préfet Loriferne, dont elle porte le nom (Dupuy, Knaebel, 1982). Elle n'a aujourd'hui plus de valeur juridique. Deux études considérées comme des documents de synthèse ont été sélectionnées : celle de l'IAURIF de 1982, publiée l'année de la première loi de décentralisation, cinq ans seulement après l'Instruction technique, et l'étude de l'association française des Études de l'eau de 1987. Toutes deux commandées par le STU, elles ont été réalisées par des bureaux d'études. Le titre de l'étude de l'IAURIF indique une approche par le cadre de vie, tandis que celle de l'AFEE semble très générale (cf. tableau 2.1). Dernier document des années 1980, le *Mémento*⁶⁸ sur l'évacuation des eaux pluviales du STU de 1989 synthétise les savoirs et savoir-faire sur le sujet ; son titre indique qu'il s'agit d'un document à visée pratique. Le guide sur la *Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert* de Foncier Conseil en 1991 offre au contraire une entrée spécifique dans la gestion des eaux de pluie la métonymie « vert » renvoyant à une utilisation de la végétation. Les trois guides suivants, sur les retenues d'eaux pluviales (STU et AESN 1994), sur la protection des berges en techniques végétales (Lachat et al. 1994) et sur les techniques alternatives aux réseaux d'assainissement (CERTU 1998) portent sur des techniques bien spécifiques, représentatives de la période si l'on en croit l'analyse des thèmes menée dans le chapitre 1. L'*Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement* publiée en 1997 offre une synthèse à visée universalisante sur la question de la gestion de l'eau en ville à la fin de notre sous-période. Enfin le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* du CERTU en 2000 présente une approche spécifique de la gestion des pluies exceptionnelles par l'utilisation des espaces publics urbains.

⁶⁷ Pour simplifier, nous nommerons ce corpus ainsi en référence au nombre de documents y figurant.

⁶⁸ « Mémento » : un aide-mémoire, un manuel à destination des techniciens.

Tableau 2.1 Échantillon de textes techniques, corpus 18, sous-période 1970-2000

Auteurs	Producteur/éditeur	Lieu d'édition	Pages	Année	Type de document	Titre	Abréviation
Commission Loriferne	ministères de l'Intérieur, de la Culture et de l'Environnement, de l'Équipement et de l'Aménagement du territoire, de l'Agriculture, de la Santé et de la Sécurité sociale	Imprimerie nationale	70	1977	Instruction technique	Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations	IT 77
IAURIF	ministère de l'Équipement, service technique de l'Urbanisme	Paris	61	1982	Étude	Maîtriser les eaux de ruissellement, Quelques solutions pour l'amélioration du cadre de vie	étude de l'IAURIF
AFEE	ministère de l'Équipement, service technique de l'Urbanisme	Paris	145	1987	Étude	Les eaux pluviales en milieu urbain (Bilan ordonné des connaissances bibliographiques françaises)	étude de l'AFEE
STU	la documentation française	Paris	349	1989	Mémento	Mémento sur l'évacuation des eaux pluviales	Mémento
Foncier Conseil	le quotidien du maire hebdo		80	1991	Guide	Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert	
Silène-Biotec Lachat, B. en collaboration avec Ph. Adam, P.-A. Frossard, R. Marcaud.	ministère de l'Environnement, DIREN Rhône-Alpes	Paris	143	1994	Guide	Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales	guide de protection des berges
STU et AESN	Lavoisier Tec & Doc	Paris	275	1994	Guide	Guide technique des bassins de retenue d'eau pluviale	
Eurydice 92	Lavoisier Tec & Doc	Paris	1 124	1997	NR	Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement	Encyclopédie
CERTU, CETE du Sud-Ouest	ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement	Lyon	155	1998	Guide pratique	Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial	
CERTU	ministère de l'Équipement, du Logement et du Transport	Lyon	123	2000	Guide pratique	Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain	

1. L'histoire d'une refonte scientifique et pragmatique de la gestion urbaine de l'eau

Les textes techniques ont une forte teneur narrative. Le premier récit des guides est celui de leur production : quelques lignes introductives et le paratexte nous renseignent sur la commande, le contexte éditorial à l'origine de l'ouvrage. Ce premier récit présente les auteurs, identifie les lecteurs de l'ouvrage, et expose la nécessité de le produire. Il a donc pour fonction de situer l'ouvrage dans le champ professionnel et littéraire. Plus ou moins mêlé au premier récit, un deuxième niveau de narration concerne l'histoire technique et urbaine dans laquelle les guides s'inscrivent. Ce second niveau situe et justifie les propositions techniques de l'ouvrage. Les ouvrages revendiquent une situation d'énonciation et un discours spécifiques dans le milieu professionnel et dans l'histoire de la doctrine technique qui nous intéresse. Cette première section examine ces différents récits : comment traduisent-ils les rôles joués par les différents acteurs de l'aménagement dans la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau ? Quels contextes opérationnels, scientifiques et techniques, ainsi qu'urbains sont associés aux propositions techniques de l'ouvrage ? Quelle rhétorique s'en dégage, par quelle mise en récit sont justifiées les prescriptions techniques pour la gestion des cours d'eau et de la pluie ?

Un premier type de récit, celui de l'identification des auteurs et des lecteurs, est d'abord présenté. Les récits sur les savoirs et pratiques sont ensuite exposés. Enfin, les récits sur les origines et vocations des techniques, et sur l'urbain et sa transformation par l'aménagement de l'eau sont analysés.

1.1. Changement de lecteur : du gestionnaire de réseaux à l'aménageur

Ces ouvrages font la synthèse de savoirs, fondent et élaborent les règles d'une pratique d'aménagement de l'eau : ils visent à convaincre et former leur lectorat. Les premiers ouvrages sont adressés aux gestionnaires des réseaux, puis à partir des années 1990 ce sont plutôt les acteurs des projets urbains qui en sont destinataires : la conception technique devient l'affaire des acteurs du projet, et semble s'autonomiser de la conception des infrastructures.

Ainsi, le manuel de l'IAURIF (1982), l'étude de l'AFEE (1987) et l'*Encyclopédie* (1997) sont adressés principalement aux gestionnaires de réseaux d'assainissement et aux ingénieurs des collectivités (IAURIF, 1982 : 5-6). L'*Encyclopédie* et l'étude de l'AFEE, ouvrages savants, sont adressés aux ingénieurs et gestionnaires des collectivités, avec pour objectif notamment de les informer des développements scientifiques. L'étude de l'AFEE a pour visée d'étayer la culture des techniciens des collectivités locales, alors que la décentralisation leur donne, une année plus tard, la compétence en matière d'assainissement : « [c]e document s'adresse aux techniciens des collectivités locales et à leurs conseils qui ont à concevoir et à exploiter des réseaux d'assainissement pluviaux (unitaire ou séparatif) et qui souhaitent élargir le champ de leurs connaissances par une analyse des publications françaises ou étrangères connues à ce jour » (AFEE, 1987 : 6). Comme l'étude de l'AFEE, l'*Encyclopédie* affirme son rôle d'enrichissement de la culture scientifique d'un monde professionnel en mutation et en manque de repères. Ce monde professionnel est décrit comme scindé entre les petites agglomérations, où les professionnels sont peu intéressés par les développements des techniques, et les grandes agglomérations qui forment l'avant-garde des développements technoscientifiques :

« En ce qui concerne le milieu professionnel de l'assainissement, celui-ci est en pleine évolution. Depuis trente ans environ on est passé d'une technique faisant essentiellement appel au génie civil, à un foisonnement d'outils qui procèdent de l'hydrologie, de l'hydraulique, de la chimie, de l'informatique et de l'électronique pour citer les disciplines principales auxquelles il peut être fait appel. Cette éclosion de nouveaux outils s'est surtout produite dans les grandes agglomérations qui, parfois, y ont largement contribué. Par contre, on constate que les techniciens qui interviennent en dehors de ces sites se sentent encore, pour la plupart, très peu concernés par les développements techniques. » (Chocat, 1997 : IV)

L'ouvrage combine ainsi vocation pratique et ambition scientifique : « [l]es besoins en utilisation opérationnelle et en culture générale scientifique sont alors couverts pratiquement simultanément » (Chocat, 1997 : V), se dotant de deux lectorats, un scientifique et un professionnel, dont le profil type est dessiné : le technicien doit être un praticien à la pointe, informé des développements technoscientifiques de son domaine.

Le *Mémento* (STU 1989) et le *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales*, publié par le STU et l'agence de l'eau Seine Normandie en 1994 embrassent aussi deux lectorats : ingénieurs gestionnaires de réseaux, équipes de projets urbains. Le *Mémento* est focalisé sur la modélisation des phénomènes, qui nécessite une familiarité avec l'écriture mathématique notamment. C'est un ouvrage dédié aux ingénieurs avant tout autre lecteur⁶⁹, et contrairement à l'apparence de manuel pratique donnée par son titre. Il est principalement adressé aux gestionnaires de réseaux, mais détaille aussi les acteurs du projet urbain : il s'adresse aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et bureaux d'études (STU, 1989 : 6). Le *Guide technique des bassins de retenue d'eau pluviale* (AESN, STU, 1994) est adressé aux gestionnaires de l'eau : il est découpé selon les activités de la maîtrise d'ouvrage ou de gestionnaire de services techniques⁷⁰. Il détaille cependant les phases de conception et de réalisation, et ambitionne d'être une référence pour un public « allant des techniciens de l'assainissement aux aménageurs et urbanistes en passant par les maîtres d'ouvrage, les services techniques des collectivités, les élus, les étudiants en sciences et techniques, etc. » (AESN, STU, 1994 : 1). Ce guide entend idéalement former un lectorat hétérogène comportant élus et étudiants, à qui la doctrine technique est donc ouverte.

A partir des années 1990 les guides sont plus nettement destinés aux équipes de projet d'aménagement. Le guide *Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert* (1991) a été écrit par Jérôme Chaïb, écologue, et publié par le bureau d'études Foncier Conseil⁷¹. Il est créé « à l'intention de nos équipes et des bureaux d'études qui travaillent avec [elles] » (Foncier Conseil, 1991 : 1) et a donc une vocation pédagogique affirmée. Il se présente comme un document de diffusion interne, mais a certainement également une vocation publicitaire de présentation des compétences du bureau d'études et de confortement du marché de son expertise. Le *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales* (Silène-Biotec, 1994) s'annonce comme « support technique pratique ». Il est dédié d'abord aux « concepteurs-projeteurs, [...] Maîtres d'œuvre, techniciens et Maîtres d'ouvrage, afin d'optimiser leurs interventions en matière de protection des berges à l'aide de techniques végétales » (Lachat, 1994 : 7). Cependant le guide fait aussi le récit des limites de la transmission de savoir qu'il opère. Les techniques végétales nécessitent avant tout une connaissance fine des sites aménagés :

« Une constante demeure cependant. Car, si l'application de certaines techniques a été, à l'origine, l'œuvre de pionniers qui, par leur travail, vivaient en contact permanent avec la nature et savaient

⁶⁹ Le lectorat est ainsi en cohérence avec les auteurs du *Mémento*. C'est le fruit d'un groupe de travail créé à l'initiative du STU, animé par Jean-Claude Deutsch. Il associe des auteurs variés, relevant plutôt du monde de la recherche, mais ce sont également des professeurs d'écoles d'ingénieurs ou encore des experts des centres d'études techniques du ministère. Des institutions de recherche on trouve ainsi M. Alquier de l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse J-C. Hemain du LCPC, M. Desbordes du Laboratoire Hydrologique de Montpellier (LHM), J.-P. Philippe du Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien (LROP) déclinaison régionale du LCPC. Les professeurs d'écoles d'ingénieurs sont B. Chocat de l'INSA de Lyon, et S. Thibault et A. Frerot de l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), des experts venant des réseaux d'études du ministère : B. Breuil du STU, C. Brigando et B. Jarry du CETE Méditerranée, et C. Calvet de la Société du Canal de Provence, société d'économie mixte concessionnaire associée à la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (<https://www.canal-de-provence.com>, consulté le 21/06/2018).

⁷⁰ Une introduction sous forme d'un historique et deux petits chapitres sur « les types de bassins » et « les fonctions et les usages » précèdent cinq parties sur la « conception », la « réalisation », l'« entretien », la « gestion », « les coûts » et « la réglementation ». Il reprend cependant les grandes étapes d'un projet de bassin et de sa gestion, ensuite illustrées par une annexe détaillant des fiches de cas.

⁷¹ Qui a aujourd'hui été intégré au groupe Nexity.

L'observer, cette observation du végétal et de son comportement est aujourd'hui toujours nécessaire à celui qui veut appréhender un problème et le résoudre à l'aide des techniques végétales » (Lachat, 1994 : 14)

Une équipe de techniciens capables de s'approprier un site, principalement par l'observation est donc nécessaire : « il est particulièrement important de bénéficier d'entreprises spécialisées pour ces applications, dont la main d'œuvre possède le sens de l'eau et du végétal » (Lachat, 1994 : 46). Un savoir-faire non formalisable ou non formalisé par ce guide est donc essentiel pour ces opérations, et repose sur une connaissance propre aux techniciens spécialisés, décrite comme « le sens de l'eau et du végétal », une connaissance intuitive ou un bon sens issus de l'expérience du terrain.

Les guides du CERTU *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial* de 1998 et *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* de 2000 sont plus spécifiquement adressés aux commanditaires et aménageurs des projets urbains, désignés comme pierre de touche de la transformation des systèmes d'assainissement. Ainsi, le guide du CERTU (1998) entend montrer « des éléments concrets et opérationnels permettant au maître d'ouvrage d'engager un projet tout en connaissant les implications techniques et juridiques propres à chaque étape » (p. 5)⁷². Le tournant vers les aménageurs des projets urbains est complètement assumé par le guide de 2000 qui se dit

« [e]ssentiellement destiné aux aménageurs qui désirent concevoir une opération d'aménagement (ZAC, lotissement...), [il] fournit des éléments de méthode pour une meilleure approche de la conception d'espaces publics soumis à ruissellement, articulée autour d'étapes clés : le diagnostic initial du site, la faisabilité de l'opération, et l'esquisse du plan de masse, l'avant-projet puis le projet. Ces éléments doivent aider les aménageurs à apporter une réponse opérationnelle au cadre technique et réglementaire défini par les collectivités locales en matière de prévention des risques, en particulier dans les documents d'urbanisme élaborés sous leur responsabilité. Ces éléments de cadrage amont sont une des clés de réussite de l'opération. » (CERTU, 2000 : 8)

Ce guide oriente les aménageurs dans la transcription opérationnelle des contraintes de planification. La gestion des risques, cœur de ce guide, ne passe pas par une approche purement infrastructurelle d'équipement, mais se conçoit dans le tissu urbain lui-même, via le projet urbain. Le guide mobilise un collectif d'auteurs important, dans la région Sud-Ouest, alliant ici encore spécialistes de l'urbain et des approches infrastructurelles et des risques⁷³.

Le lectorat des guides est ainsi assez varié : les premiers ouvrages de la sous-période sont adressés aux gestionnaires de réseaux, aux ingénieurs en charge de leur conception et exploitation. Il s'agit de propager et d'étayer leur connaissance des développements scientifiques rassemblés par la nouvelle discipline de l'hydrologie urbaine. À partir des années 1990, un déplacement se fait sentir : les équipes de projets d'urbanisme deviennent le lectorat privilégié des guides, avec un élargissement maximal du lectorat dans le

⁷² L'ouvrage est le fruit d'un comité de rédaction assez varié, faisant intervenir des experts en hydrologie urbaine mais également des spécialistes de la ville : les aspects juridiques sont organisés par André Oustic du CERTU et « les aspects techniques sont traités par Anne-Marie Trincat, et Jean-Daniel Baladès » du CETE du Sud-Ouest (p. 2), la coordination de l'ouvrage est assurée par Sylvie Vigneron du CERTU et les illustrations sont empruntées au GRAIE, à la Communauté d'Agglomération de Lyon et à l'INSA de Lyon (p. 2).

⁷³ « La rédaction de ce guide a été assurée par Jean-Marc Hastoy, Anne-Marie Trincat (CETE de Bordeaux) et Olivier Norotte (CERTU), sous le pilotage de Jean-Daniel Baladès, Yves Ruperd (CETE de Bordeaux), Robert Thomazeau (CERTU) et Jean Noyelle (DPPR : Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques du ministère de l'Environnement). Ses auteurs se sont également appuyés sur les réflexions d'un groupe de travail « risque hydrologique et aménagement urbain » animé en 1996 et 1997 par le CETE de Bordeaux et composé de : M. Mallet, M. Proust, Mme Grégoire (CUB), Mme Lecalve (Agence de l'Urbanisme et de Recherche Bordeaux Aquitaine), M. Strainschamps (DDE de la Gironde), M. Bergerot (Société d'Économie Mixte de la Ville de Bruges), M. Berga, M. Brouquisse (CETE). »

guide sur les bassins de retenue d'eau pluviales (AESN, STU, 1994). Le *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales* (Silène-Biotec, 1994) est un peu particulier : il s'adresse aux équipes de projet d'aménagement des berges, mais fait valoir un savoir non formalisé dans le guide, et donc propose au lectorat de se référer aux savoirs empiriques des équipes de terrains. Enfin les deux derniers guides de notre sous-période sont nettement destinés aux commanditaires et maîtres d'ouvrages des opérations d'urbanisme, indiquant une restriction des guides aux éléments opérationnels des doctrines d'aménagement de l'eau de pluie en ville. L'évolution du lectorat dessine une transformation de la manière d'appréhender la gestion de la pluie : une approche ancrée dans l'ingénierie pure, centrée sur les acteurs de l'assainissement laisse place à des pratiques pluridisciplinaires ancrées dans le projet urbain, aux mains des maîtres d'ouvrage de ces projets.

1.2. La tendance technologique

Dans les années 1970 se développe l'hydrologie urbaine, comme nouvelle discipline pour l'ingénierie urbaine, focalisée sur les phénomènes météorologiques spécifiquement urbains, et dans les années 1980, apparaît le génie végétal, qui utilise les propriétés des végétaux pour protéger les berges des cours d'eau artificialisés. Les guides présentent ces nouvelles articulations entre sciences et pratiques comme un enrichissement de l'aménagement de l'eau en ville.

Un certain nombre de guides étudiés se revendiquent de l'hydrologie urbaine, nouvelle science pour de nouvelles pratiques. Il s'agit de fonder l'assainissement pluvial sur l'étude des phénomènes hydrologiques spécifiquement urbains. Cette science appliquée émerge en partie de la rupture introduite par l'Instruction technique de 1977. L'Instruction ne porte pas elle-même le récit de cette rupture, elle se place dans la filiation de la circulaire Caquot qu'elle module par nécessité économique et pratique, comme nous le verrons dans le détail ensuite. Les guides de notre sous-période font valoir l'Instruction technique de 1977 comme l'élément fondateur de l'hydrologie urbaine, comme un moment de remise en question et de diversification des fondements théoriques et pratiques de la gestion de l'eau en ville. L'*Encyclopédie* évoque notamment l'Instruction technique dans plusieurs articles : l'article « aménagement urbain et hydrologie » en fait l'élément de transition entre le concept hygiéniste et le concept hydraulique d'aménagement de l'eau. Selon les principes hygiénistes, les eaux doivent être évacuées, la salubrité repose sur la dynamique, la circulation : « les solutions qui vont être proposées sont fondées sur la concentration des eaux nuisibles, sur l'isolement des sources de contamination, et l'évacuation des effluents produits dont on cherche à se débarrasser au plus vite (concept hygiéniste) » (Chocat, 1997 : 25). Stagnation et infiltration dans des sols sont conçues comme malfaisantes ; elles sont bannies. Le concept hydraulique au contraire fait valoir le ralentissement de l'eau de pluie, une gestion du ruissellement en surface dans un milieu urbain très différent de celui qui a vu l'avènement de l'hygiénisme. L'Instruction technique marque ainsi pour les guides ce passage d'une ingénierie de l'évacuation à une gestion de l'eau dans le tissu urbain, où elle réside.

Certains ouvrages donnent également une origine états-unienne à l'hydrologie urbaine : les États-Unis sont considérés comme avant-gardistes, relativement à l'Europe continentale, dans la gestion de l'eau. Ils étaient déjà pris comme modèle par le génie sanitaire français au début du XXe siècle (Frioux, 2009), et sont considérés comme pionniers dans la modélisation des phénomènes hydrologiques en contexte habité (Carré, Deutsch, 2015 : 45). Cette origine anglo-saxonne de l'hydrologie urbaine et la modernité qui lui est associée, est sensible aussi dans l'étude de l'IAURIF (1982). Cette étude repose sur une collaboration entre experts français, dont le bureau d'études Sauveterre⁷⁴, et universitaires du Delaware aux États-Unis⁷⁵. Un collectif

⁷⁴ Trois spécialistes sont cités : MM. Lequerre, Dubois et le fameux Éric Jacobsen.

⁷⁵ Des remerciements sont ainsi formulés à l'égard de Richard Westmacott, universitaire de l'Université du Delaware, les illustrations d'un de ses ouvrages ayant été utilisées pour ce document, mais également à un membre de la Water

d'auteurs à l'époque impliqués dans la conception des villes nouvelles se dessine : la gestion de l'eau de ruissellement est placée dans cet ouvrage sous le sceau de l'expérimentation et de la modernité.

La gestion de la pluie trouve dans l'hydrologie urbaine ses fondements modernes et scientifiques. Elle se démarque dès lors de pratiques antérieures empiriques, imprécises : l'hydrologie urbaine « [...] a introduit la nécessité d'avoir une démarche scientifique dans un domaine où l'empirisme et le pragmatisme régnaient jusqu'alors » (AFEE, 1987 : 109). Ce récit à tonalité positiviste est également présent dans le *Mémento sur l'évacuation des eaux pluviales* (STU, 1989) :

« Depuis 15 ans l'hydrologie urbaine fait d'énormes progrès. [...] Dans une période relativement courte la conception et l'exploitation des systèmes d'assainissement sont passées d'une vision purement "génie civil" à l'utilisation des résultats de sciences fondamentales comme la mécanique des fluides et l'hydrologie, à l'emploi de technologies nouvelles comme l'informatique ou le radar météorologique. » (STU, 1989 : 5)

La nouvelle pratique s'adosse donc à des sciences de pointes et à des instruments de mesures fins, par contraste avec une tradition plutôt empirique. L'hydrologie urbaine se distingue notamment de la science hydraulique par sa précision – propre au maillage hydrologique du milieu urbain, composé de très petits bassins versants - et par la caractérisation de la pollution dans l'eau :

« Le but de l'hydrologie urbaine est de fournir des modèles permettant de représenter correctement ces transformations quantitatives, ainsi que la quantification et la transformation de la pollution par le système d'assainissement ; de ce fait, même si le voisinage est certain avec l'hydrodynamique quant au mouvement des fluides, l'hydrologie s'en distingue de par la taille des problèmes traités et les informations manipulées. » (STU, 1989 : 29)

L'hydrologie urbaine a donc essentiellement vocation à fonder des modèles physiques et mathématiques pour l'assainissement, à des échelles pertinentes pour les systèmes d'assainissement urbains, et intégrant les flux de pollution. Conformément à la redéfinition de l'ingénierie urbaine dans les années 1970, en lien avec les enjeux environnementaux de l'époque (cf. introduction générale), l'hydrologie urbaine est décrite par l'*Encyclopédie* (1997) comme une science de l'environnement, finalisée vers un ensemble de techniques urbaines composant l'assainissement. L'hydrologie est ainsi une science appliquée nouvelle et l'assainissement sa déclinaison pratique :

« Il est clair qu'en rassemblant volontairement dans un même titre l'hydrologie urbaine et l'assainissement, une science et une technique, on veut montrer que l'ouvrage ne présentera pas seulement une série de connaissances formalisées mais aussi un savoir-faire, au sens presque artisanal du terme. [...] Sachons simplement qu'hydrologie urbaine réfère à la discipline scientifique de l'environnement qui se donne pour objet l'étude de l'eau et de ses relations avec les différentes activités humaines en zone urbaine, alors que l'assainissement est une technique urbaine particulière. » (Chocat, 1997 : V)

Dans les années 1970 l'affaire de l'hydrologie urbaine est donc la maîtrise de cet environnement urbain et de son cycle hydrologique complexe : elle réintroduit l'étude du milieu dans la pratique. Elle est le produit d'un collectif de savants, d'experts engagés sur le terrain et de professionnels. Portée par l'association

Division, United States Environmental Protection Agency (D. Athaide), au directeur (L. Coons) de l'Environment Management à Fairfax (Virginie), à D. Wuerz, City Engineer de Greenwood Village (Colorado), J. Zohn, directeur des Travaux Public à Denver (Colorado), N. Wheeler, office engineer de l'Utah, et M. Jousseau, conseiller municipal de Saint-Paul (Minnesota). Des bureaux d'études français sont également cités en remerciements : M. Arzac directeur du BIAD, M. Giafferi du CGIC, ainsi que des experts : MM. Nicolet et Falgueirette, géomètres de Niort et d'Angoulême (IAURIF, 1982 : 1).

Eurydice 92, son comité de rédaction est très similaire à celui du *Mémento* : Jean-Claude Deutsch de l'école nationale des Ponts et Chaussées est président de l'association, Bernard Chocat, professeur de l'INSA de Lyon est coordinateur du comité de rédaction qui associe, comme dans le *Mémento*, des professeurs d'écoles d'ingénieurs, des chercheurs affiliés à des universités, des experts du réseau d'études techniques du ministère de l'Équipement, mais aussi un bureau d'étude, un industriel, et des acteurs publics territoriaux⁷⁶.

Science finalisée ou appliquée, mais également science articulant divers savoirs auparavant fragmentés, l'hydrologie urbaine naissante repose sur des documents de synthèse. En effet, savoirs scientifiques, connaissances empiriques, nouveaux développements scientifiques et techniques sont rassemblés dans des ouvrages qui portent à connaissance et rendent cohérentes les grandes lignes de la discipline. L'étude de l'AFEE se définit comme un document de synthèse bibliographique :

« Loin de vouloir constituer un guide technique, ce document présente un bilan ordonné des connaissances bibliographiques françaises et étrangères, disponibles au mois de décembre 1981. Il s'efforce de montrer les lignes et tendances de réflexion, recherche, études en cours ; la gamme large de solutions techniques ; les difficultés rencontrées dans la compréhension des causes des phénomènes et la constante nécessité d'investir dans ce domaine ; les approches possibles mises en œuvre depuis de nombreuses années pour faciliter la meilleure prise en compte des problèmes de l'hydrologie urbaine. » (AFEE, 1987 : 6)

La synthèse bibliographique rassemble les savoirs scientifiques en la matière, mais aussi les techniques employées et des retours d'expérience. Certains ouvrages de la bibliographie analysée par ce document ont été choisis par le STU, commanditaire de l'étude tournée vers le milieu professionnel, d'autres ont été répertoriés par l'AFEE (ouvrages et articles scientifiques).

Produire une synthèse des connaissances et pratiques permettant d'asseoir et de développer l'hydrologie urbaine est également le projet de l'*Encyclopédie*. Son introduction et son titre annoncent « [son] ambition [...] de contribuer à définir un domaine du savoir humain appelé hydrologie urbaine et assainissement en codifiant un certain nombre de connaissances tout en essayant de préciser les lacunes actuelles » (Chocat, 1997 : III). Comme l'*Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* de Diderot et d'Alembert, elle associe sciences et pratiques en un ouvrage descriptif de synthèse avec une volonté d'exhaustivité. L'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert entendait enregistrer et classer les gestes, les machines, les pratiques de l'artisanat et de l'industrie naissante, notamment en les représentant par des gravures. Les illustrations sont également centrales et nombreuses dans notre *Encyclopédie*, mais elles schématisent ou figurent des objets, des lieux, et très peu des savoir-faire, qui ne sont pas son objet.

L'*Encyclopédie* rassemble des savoirs habituellement sectorisés sur les rivières, milieux récepteurs de l'assainissement et sur l'assainissement à proprement parler. Ainsi on trouve dans l'ouvrage des entrées fournies sur la gestion intégrée des rivières, les rivières urbaines, l'aménagement des berges... L'hydrologie

⁷⁶ On trouve dans le comité de rédaction : Serge Aguilar de l'ENPC, Sylvie Barraud de l'INSA de Lyon, Michel Desbordes de l'Université Montpellier II, Serge Thibault de l'Université de Tours, Jean-Luc Bertrand-Krajewski de la Lyonnaise des Eaux, Francis Calvet Société du Canal de Provence qui apparaissait déjà dans le groupe de travail du *Mémento* (1989), Claire Cogez du Conseil Général de la Seine-Saint-Denis, Jean-Dominique Creutin du Centre National de la Recherche Scientifique et de l'Université de Grenoble, Alain Faure-Soulet du CETE Méditerranée, Benoit le Guennec Polytech Toulouse, Gilles Hubert de l'ENPC, Yves Kovacs de Sépia Conseils.

De nombreux autres contributeurs sont recensés : André Bachoc de la Direction Régionale de l'Environnement de la Région Centre, Elodie BreLOT du GRAIE, Ghassan Chebbo de l'ENPC, François-Noël Crès de l'INSA de Lyon, Dominique Laplace de la Société du réseau d'Assainissement de Marseille, Vladan Milisic du Laboratoire de Modélisation Avancée des Systèmes Thermiques et des Écoulements Réels, Frédéric Nougarede de la Lyonnaise des Eaux. Enfin sont également cités pour la contribution à certains articles : Alham Alfakih, Jean-Michel Bergue, Jean-Marie Delattre, Didier Gajous, Olivier Gilard, Bénédicte Greff, Claude Joannis, Pascal Le Gauffre, Jean-Marie Mouchel, Isabelle Putas, Daniel Renard, Christian Roux, Jean-Pierre Tabuchi, Bruno Tassin, Daniel Thévenot.

urbaine comprend des domaines de gestion habituellement sectorisés : celle des rivières et celle des pluies en ville. Enfin, les auteurs indiquent que l'hydrologie urbaine, définie comme science de l'environnement à l'interface entre phénomènes naturels et milieu anthropique, et englobant différents secteurs de gestion, trouve difficilement sa place dans les nomenclatures académiques :

« Comme toutes les disciplines de l'Environnement qui s'intéressent aux phénomènes naturels dans leur rapport avec l'anthroposphère, l'hydrologie urbaine est nécessairement composée d'aspects fondamentaux et finalisés étroitement imbriqués. Cette liaison entre recherche amont et objectifs opérationnels implique une forte transdisciplinarité par rapport à la classification académique des sciences qui domine en France. » (Chocat, 1997 : IV)

L'*Encyclopédie* se présente comme un geste nécessaire et audacieux de dépassement d'un côté des frontières de gestion, de l'autre des frontières du savoir, permettant une conception plus logique et entière, de l'assainissement urbain. Dans cette citation est également sensible une rhétorique de la marginalité et de l'innovation culturelle, qui constituent une partie des valeurs de la communauté des hydrologues urbains, caractérisée notamment par un certain entre-soi analysé dans la thèse de Mathilde Soyer sur les observatoires en hydrologie urbaine (Soyer, 2014 : 223, 267).

Le génie végétal est présenté par le *Guide de protection des berges en génie végétal* (1994) commandé par le ministre de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement et la Direction régionale de l'Environnement Rhône Alpes⁷⁷. Il est réalisé par le bureau d'études Silène-Biotec, association d'un bureau d'étude en hydraulique (Silène) et d'un autre en biologie appliquée (Biotec) : Bernard Lachat de Biotec en est l'auteur principal, en collaboration avec Philippe Adam, Pierre-André Frossard, René Marcaud⁷⁸. La composition du bureau d'études auteur du guide nous permet d'anticiper le mariage des sciences hydrauliques et de la biologie dont il procède. Ce guide présente les techniques végétales, c'est-à-dire l'utilisation des végétaux pour structurer les berges des cours d'eau urbains, menacées par l'érosion, à la place des ouvrages maçonnés : il propose ainsi la substitution du génie végétal au génie civil. La renaissance des techniques végétales est présentée comme une réinterprétation par les sciences modernes de pratiques ancestrales en partie oubliée : « [q]uelques reliques de savoir conservées dans la mémoire collective et dans d'anciennes publications auxquelles se sont ajoutés les connaissances scientifiques modernes et les moyens mécaniques actuels, ont pu engendrer cette renaissance » (Silène-Biotec, 1994 : 14). Divergeant des pratiques vernaculaires fondées principalement sur l'observation et la connaissance empirique d'un milieu, elles nécessitent la maîtrise d'un vaste champ de connaissances : pour le vivant la botanique, la géobotanique, la phytosociologie, l'écologie végétale, mais aussi la physique, la mécanique et la dynamique des sols, la connaissance des matériaux auxiliaires, la géologie, la pédologie et l'hydraulique (Lachat, 1994 : 22).

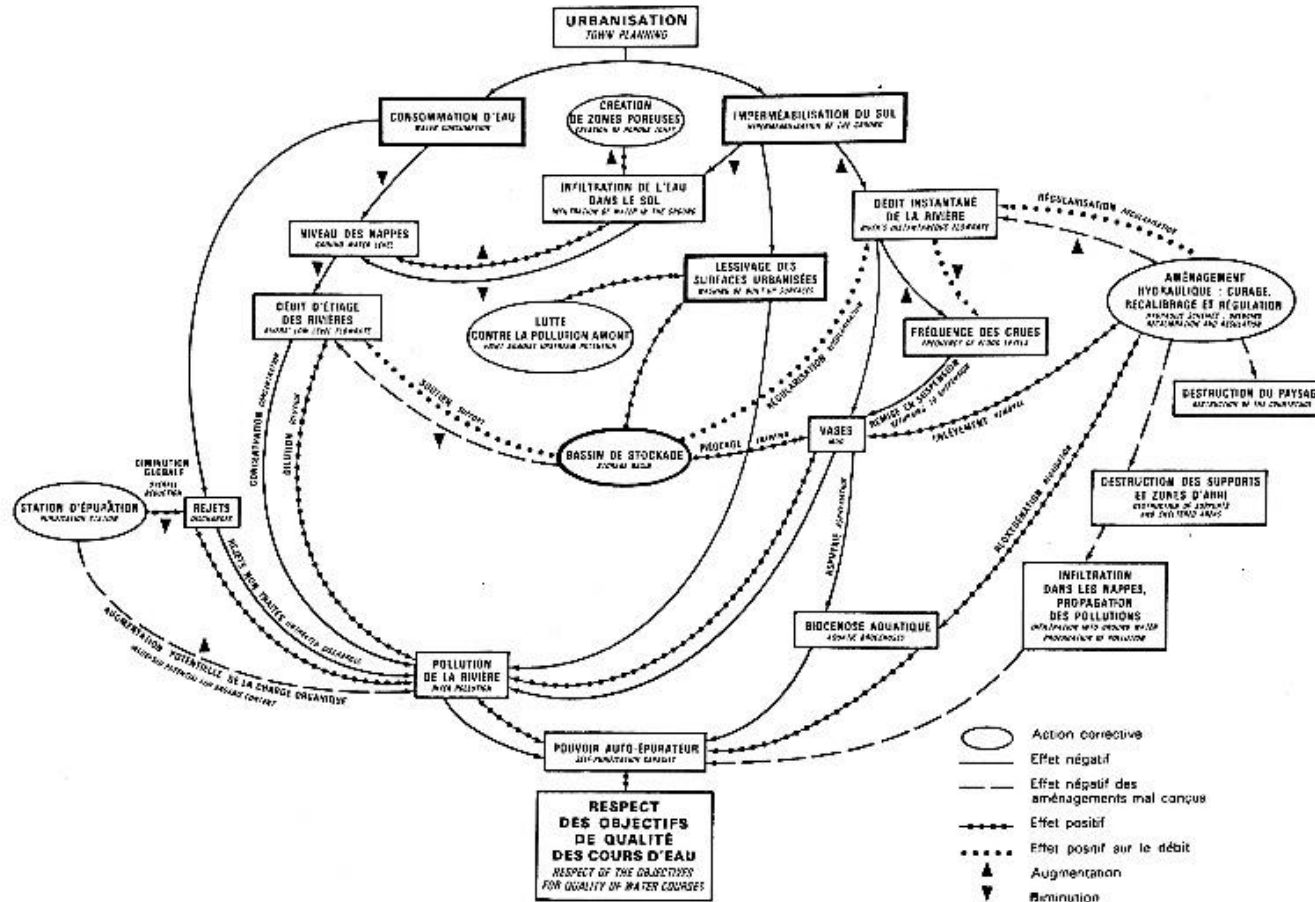
Les guides utilisent très souvent des représentations du cycle de l'eau pour donner corps à ce qui est conçu comme interaction entre milieu urbain et eau. Le cycle urbain de l'eau est un système hybride, entre infrastructures et espaces urbains, et circulation autonome de l'eau dans l'environnement. Quelques représentations de ce cycle hybride sont rassemblées dans la planche 2.1.

⁷⁷ Service déconcentré de l'État.

⁷⁸ Les illustrations sont de Martine Saucy et Claude Surmont du bureau Biotec.

Planche 2.1 Le cycle urbain de l'eau : représenter un environnement hybride

LA GESTION DES EAUX ET SES CONSÉQUENCES SUR LE CYCLE DE L'EAU



La gestion des eaux et ses conséquences sur le cycle de l'eau.
Extrait du « Cycle de l'eau dans les POS » - Cahiers de l'IAURIF n° 62 - 1981.

Figure 1 Représentation du cycle hydrologique urbain (IAURIF, 1982 : 6)

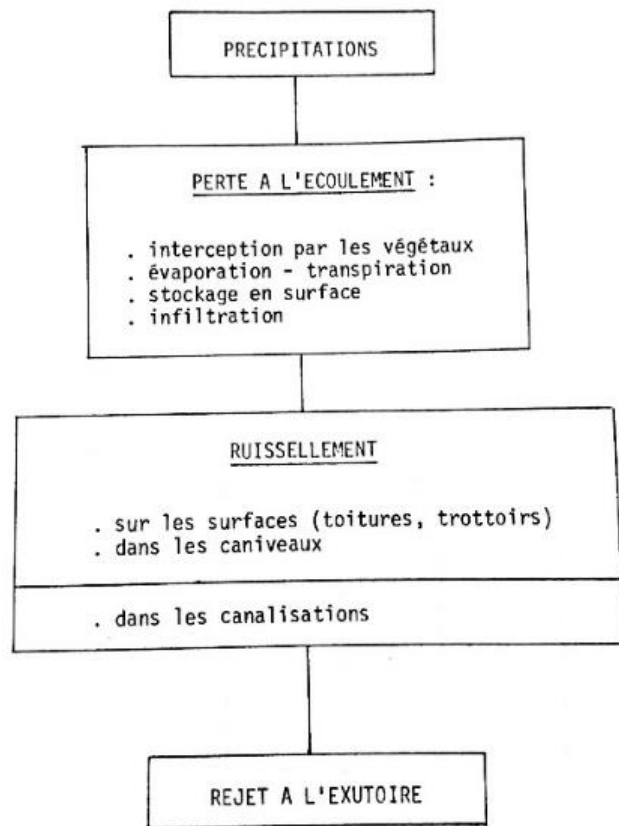


Figure 2 « Schéma simplifié du devenir des précipitations en milieu urbain » (IAURIF, 1982 : 15)

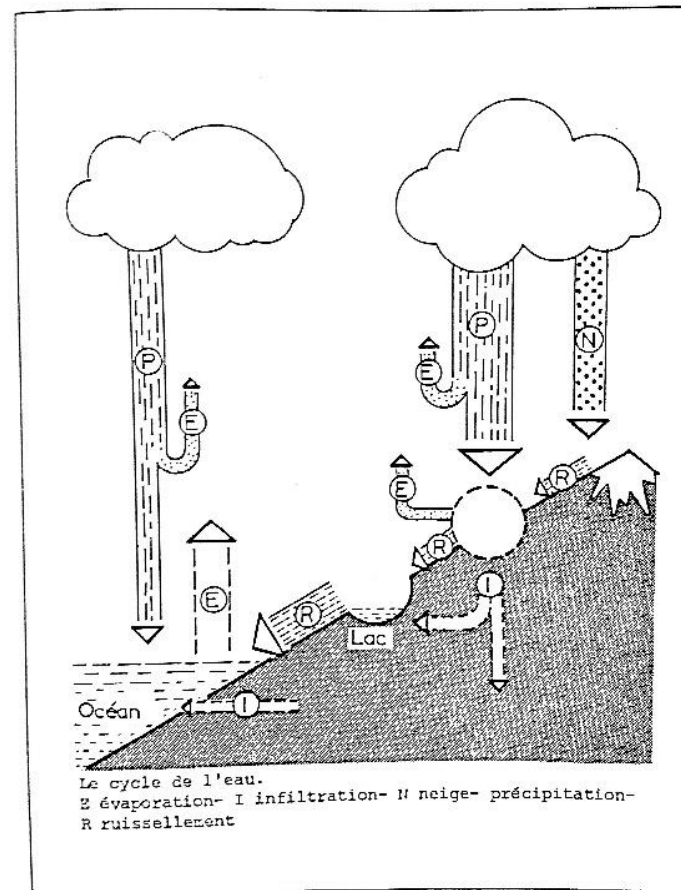


Fig. 1 extrait de (33)

Figure 3 Le cycle de l'eau dans l'étude de l'AFEE (AFEE, 1987 : 9)

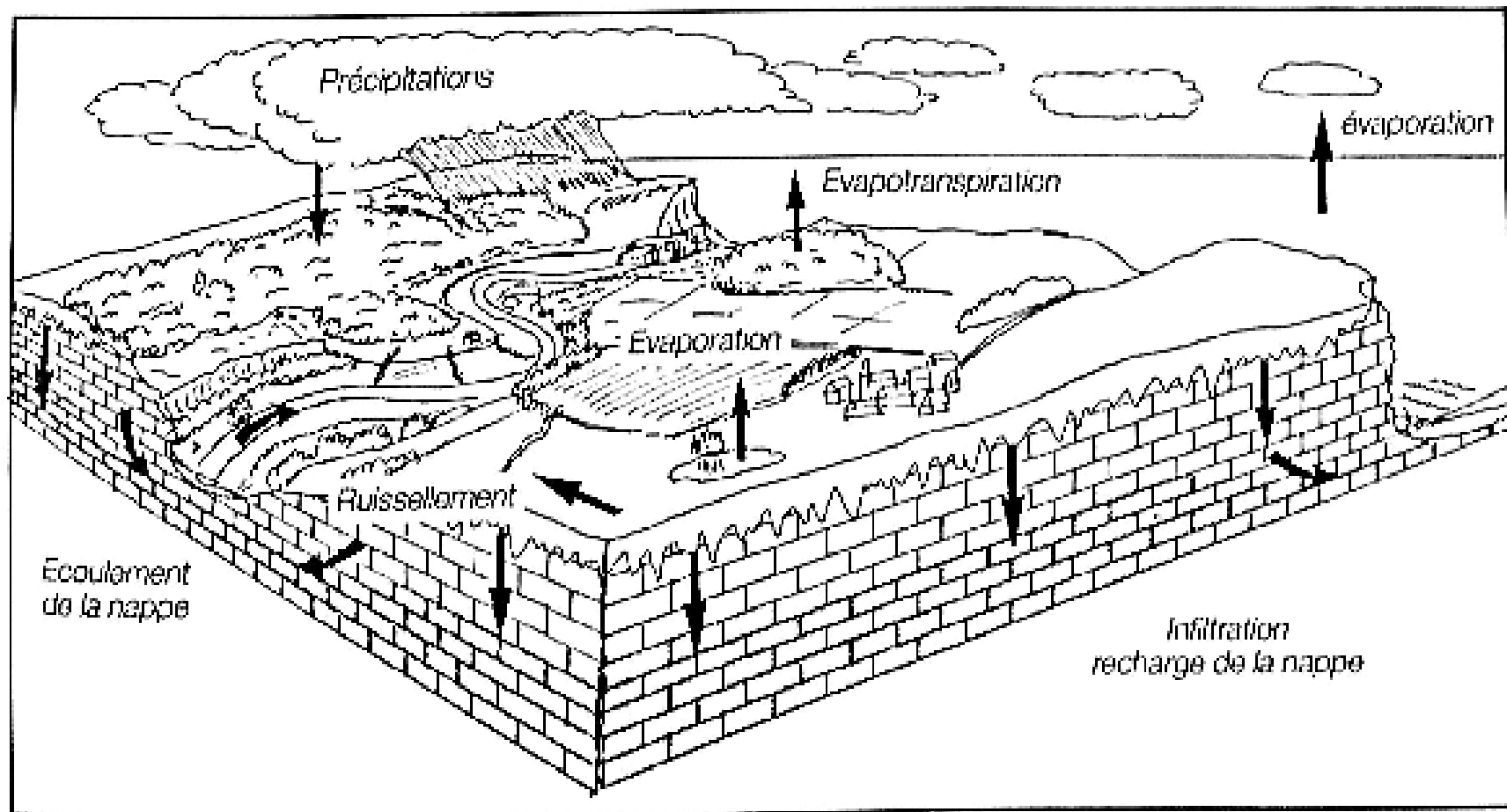


Figure 4 Phénomènes hydrologiques au sein d'un bassin versant (Foncier Conseil, 1991 : 2)

Commentaire de la planche 2.1

La notion de « cycle de l'eau » est au fondement des réflexions sur la gestion de l'eau, et devient centrale dans les années 2000, comme on l'a vu dans le chapitre 1. Le cycle de l'eau est ici focalisé sur les précipitations, selon une vision atmosphérique de ce cycle datant du XVIII^{ème} siècle (Guillaume, 1983 : 193). Ce cycle tend ici à négliger ou à ignorer les déplacements de l'eau dans les sols. Le point de départ de l'hydrologie urbaine semble être une répartition des eaux entre ruissellement et infiltration ou retenue par les aspérités et les surfaces non perméables du bassin versant. Les cours d'eau et les phénomènes souterrains n'ont que peu d'importance et sont peu détaillés, sauf dans la figure 4.

Ainsi, la **figure 1** est un logigramme foisonnant, qui représente des processus hydrologiques, liés entre eux et situés entre l'urbanisation et les cours d'eau, approchés par leur qualité. La maîtrise des étapes intermédiaires entre ces deux pôles semble être l'enjeu de ce logigramme : il met en jeu la relation entre l'état des milieux et les systèmes de gestion de l'eau en ville. L'urbanisation est caractérisée par la consommation d'eau et l'imperméabilisation des sols : les dégradations de l'environnement aquatique, ou du moins sa modification massive, liée à l'urbanisation, sont mises en avant : à droite la dégradation des cours d'eau, liée aux aménagements hydrauliques, à gauche la pression sur la ressource liée à la consommation d'eau. Les bassins de stockage et les espaces poreux sont intermédiaires entre ces deux dynamiques : ils permettent la recharge des nappes et l'envoi des eaux ayant lessivé les sols urbains en station d'épuration. Ce schéma rend également visible la préférence de la potabilisation de l'eau des cours d'eau à l'épuration des eaux usées rejetées au début du XX^{ème} siècle, appuyée sur la capacité auto-épuratrice des cours d'eau ((Tarr, 1984) *in* Carré, Deutsch, 2015 : 40).

La **figure 2** est un logigramme séquentiel très simple dont l'entrée est constituée par les précipitations, et la sortie par les rejets à l'exutoire. Entre les deux la production du ruissellement pluvial est caractérisée par les surfaces urbaines et le déplacement de l'eau dans les canalisations. Les précipitations sont responsables de plusieurs phénomènes hydrologiques en milieu urbain, que ce schéma détaille. Les rejets à l'exutoire sont le résultat d'une soustraction : les précipitations, auxquelles on enlève les pertes à l'écoulement, dont on modélise ensuite les déplacements sur sols et dans les caniveaux et canalisations. La pensée en compartiments empruntée à l'hydrologie sert de schéma pour la modélisation des écoulements de la pluie et de sa prise en charge par les réseaux.

La **figure 3** présente un schéma extrêmement simple et géométrique, ressemblant aux schémas des manuels d'école sur les différents compartiments du cycle de l'eau. C'est une sorte de coupe d'une montagne dont le versant rejoint directement la mer. Sur ce versant à pic on trouve un lac. Les différents réservoirs du cycle de l'eau classique sont représentés : la neige en sommet de montagne, les plans d'eau douce avec le lac, la mer. L'eau précipite, ruisselle, s'évapore et s'infiltré un peu. Le stockage de l'eau dans le lac, dans la mer, dans les neiges, les nuages, n'est pas indiqué, même si ces réservoirs sont représentés : l'eau est essentiellement en mouvement conformément à la représentation hygiéniste de l'eau en milieu urbain (article « assainissement », Chocat, 1997 : 45).

La **figure 4** présente une coupe en perspective d'une vallée très peu urbanisée en bord de mer, avec un petit bourg et des versants cultivés. C'est une représentation en perspective, paysagère ; c'est la moins abstraite de la planche. Ce bassin versant fictif pourrait être situé vers Dieppe par exemple, avec ses falaises. Des précipitations ont lieu sur le plateau, tandis qu'ailleurs la circulation de l'eau est figurée : l'évaporation du plan d'eau et de la mer est distinguée de l'évapotranspiration de la forêt, sur les flancs des coteaux l'eau ruisselle vers le fleuve qui s'écoule vers la mer. Sol et sous-sols sont distincts, les sous-sols étant étrangement figurés comme des sortes de briques, quadrillés. L'infiltration des eaux dans le sous-sol, et le mouvement des nappes des sous-sols vers le lit du cours d'eau ou bien vers la mer sont figurés. Le cycle de l'eau est représenté de manière plus détaillée qu'habituellement : les grands réservoirs classiques sont définis (lacs, mer, rivière), ainsi que leurs liens habituels : précipitations, ruissellement, écoulement, infiltration. Cependant, l'attention est portée sur le phénomène d'infiltration, symbolisé par les nombreuses flèches et par la grande place prise par le sol. Cette représentation d'une portion de

territoire peu urbanisée met en évidence la diversité des phénomènes hydrologiques des sols non imperméabilisés. Ce schéma fait varier les occupations des sols, à une échelle assez locale pour être utilisée en aménagement, contrairement à la vision à très petite échelle de la **figure 3**. Les infrastructures urbaines ne sont cependant jamais représentées dans ce cycle, alors qu'elles sont décrites par l'*Encyclopédie* comme des substituts aux cheminements naturels de l'eau (article « aménagement urbain et hydrologie » Chocat, 1997 : 24).

Dans ces différents schémas est perceptible la volonté de produire une représentation du cycle urbain de l'eau sur le modèle de celles, classiques, du grand cycle de l'eau, relevant de la culture ordinaire (Mahaut, 2009). Cette tentative semble pourtant échouer sur la complexité du cycle urbain, difficilement schématisé ici : les tentatives sous formes de logigrammes perdent l'évidence du cycle, les représentations paysagères occultent les infrastructures, spécificités du cycle urbain. Ces représentations mettent en évidence l'une des grandes difficultés de l'hydrologie urbaine qui est de représenter de manière schématique et vulgarisée les phénomènes complexes qu'elle aborde.

Les récits des guides et études sur leur production, sur l'origine et la nature de leurs savoirs et techniques les inscrivent dans un mythe de rupture avec la tradition technique et scientifique de l'assainissement urbain et de la rectification des cours d'eau. L'hydrologie urbaine est initiée par un texte, l'Instruction technique de 1977, qui ouvre de nouvelles perspectives techniques et scientifiques en contrevenant à un ancien concept de l'assainissement, l'hygiénisme. Pour le génie végétal, il s'agit d'un retour à une pratique passée de consolidation des berges. Les deux pratiques se donnent comme nouveaux génies ou ingénieries de l'environnement, qui associent des savoirs variés relevant des sciences physiques et de l'écologie et l'observation du milieu urbain – par des outils technologiques ou par l'expérience du terrain. La place du génie civil dans la gestion de l'eau en ville est donc attaquée par deux entrées : la gestion de la pluie et celles des berges des cours d'eau.

1.3. L'inspiration rustique et traditionnelle

Si l'hydrologie urbaine se donne comme science nouvelle, portant l'assainissement dans la modernité techno-scientifique, les techniques de gestion de la pluie hors-réseau sont parfois associées à des pratiques ancestrales. Les techniques du génie végétal sont également données comme des pratiques rustiques, bien que revisitées par des sciences modernes.

Le développement des techniques de gestion en amont des réseaux d'évacuation en milieu urbain est daté d'une quinzaine d'année par le guide de Foncier Conseil en 1991, mais aussi par le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (CERTU) en 2000. Leur apparition en milieu urbain n'est pas très claire : les années 1970 pour certains, 1980 pour d'autres. L'ouvrage de Foncier Conseil (1991) et l'*Encyclopédie* (1997) associent les techniques alternatives à des références antiques. Elles sont également inspirées par les territoires d'expérimentation qu'ont constitués les villes nouvelles : « [c]omme le soulignent les auteurs du *Guide technique des bassins de retenue d'eau pluviale* (STU 1994) des solutions radicales sont venues de la construction des villes nouvelles », construites *ex nihilo*, loin des exutoires (article « techniques alternatives » Chocat, 1997 : 971). La référence des techniques hors réseaux est donc ambiguë : elles arborent dans le même temps la légitimité de techniques traditionnelles et la nécessité de techniques modernes. Elles sont en fait modernes par leur décalage, leur déplacement dans le contexte urbain contemporain :

« Ce principe [retarder ou infiltrer l'eau] a donné naissance ou redonné vigueur à d'anciens procédés tels que le puits d'infiltration, le fossé ou la tranchée drainante, le bassin de retenue ou d'infiltration, le stockage en pied d'habitation, et plus nouvellement la chaussée à structure réservoir ou chaussée stockante. Ces techniques constituent une alternative au réseau traditionnel de conduites, ce qui justifie leur nom. On parle également de solutions compensatoires (sous-entendu des effets de l'urbanisation) » (article « techniques alternatives » Chocat, 1997 : 968)

Les techniques sont nommées « alternatives » parce qu'elles peuvent se substituer au réseau, ou « compensatoires » parce qu'elles équilibrent les effets de l'urbanisation sur l'hydrologie : se profile une nouvelle manière d'équiper le milieu urbain, en concurrence avec les réseaux. Les techniques alternatives sont enfin et également inspirées de domaines spécifiques :

« Certains ouvrages sont déjà assez largement répandus en milieu urbain, comme les bassins de retenue des eaux pluviales, les autres sont d'utilisation plus récente, et souvent expérimentale, en site urbain, même s'ils ont pu connaître des réalisations nombreuses dans d'autres domaines : c'est par exemple, le cas des revêtements poreux utilisés dans la réalisation des pistes d'aviation pour améliorer la sécurité du trafic aérien ; c'est également le cas des tranchées ou fossés utilisés pour le drainage des terres agricoles » (STU 1989, 189)

Les techniques alternatives relèvent de la réadaptation de techniques anciennes ou spécifiques au contexte urbain moderne, ou de techniques venant d'autres contextes territoriaux.

L'utilisation de l'histoire pour ancrer les techniques dans une tradition et la remise en cause du génie civil est aussi sensible dans le récit du *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales* (Silène-Biotec, 1994). Les techniques végétales ne sont pas présentées comme nouvelles, mais comme d'inspiration vernaculaire, traditionnelle : « [s]i le concept d'utilisation des végétaux en protection et stabilisation des sols, appelé "génie végétal", est contemporain à cette seconde moitié du 20^{ème} siècle, il n'en demeure pas moins qu'il puise sa source dans des techniques et observations ancestrales » (Silène-Biotec, 1994 : 14). Le guide relate la renaissance des techniques végétales dans les années 1980. Alors qu'elles étaient utilisées en milieu montagnard français notamment dans les Alpes⁷⁹, première forme de réemploi moderne de ces techniques, leur inspiration contemporaine puise dans d'autres pays, notamment la Suisse (Silène-Biotec, 1994 : 14). Dans les Alpes, elles servaient à amoindrir les risques liés aux avalanches, que le génie civil n'arrivait pas à gérer, ou alors pour lequel il était trop coûteux. Elles ont également servi dans la lutte contre la dégradation des paysages, engendrée par le développement routier et ferroviaire du XX^{ème} siècle. Ces pratiques montagnardes s'inspirent elles-mêmes de pratiques forestières ancestrales : « [h]eureusement, les écrits restent pour témoigner de l'importance que l'on vouait déjà à des techniques parfois proches de celles décrites dans le présent guide, plutôt inspirées du génie forestier cependant et adaptées aux conditions climatiques et topographiques de la montagne » (Silène-Biotec, 1994 : 15).

Au caractère vernaculaire et traditionnel est associée l'idée d'un traitement respectueux de l'environnement, non destructeur, contrairement à toutes les pratiques issues de la période industrielle ou de l'urbanisation forte de l'après-guerre. Les techniques en génie végétal sont essentiellement non dommageables, sans effet néfaste pour les cours d'eau :

« Lorsqu'il est question de génie végétal, les premiers objectifs mis en exergue font allusion au caractère particulièrement respectueux de ses méthodes pour l'environnement. Tendance tout à fait compréhensible puisque c'est précisément cet aspect qui lui vaut tout l'engouement exprimé en sa faveur. » (Lachat, 1994 : 26)

Le caractère destructeur du milieu urbain tel qu'il a été aménagé à la période industrielle justifie les nouvelles pratiques. L'adjectif « compensatoire » exprime la même idée, et l'*Encyclopédie* présente la même idée de reconstitution d'un environnement urbain dégradé par l'époque industrielle. La conjonction de l'usage de ces techniques avec la montée en puissance du courant écologiste est soulignée, elle

« fait que l'on va considérer "l'artificialisation" des villes (imperméabilisation, réseau technique) non plus comme un moyen de se protéger des méfaits de la terre mais comme une façon de couper l'homme de son environnement naturel considéré, cette fois, comme bienfaisant. Le mal principal du système traditionnel d'assainissement est identifié comme étant la concentration des flux que ce soit en termes

⁷⁹ Notamment par l'ingénieur Demontzey, auteur de traités détaillés sur le sujet ((Silène-Biotec, 1994 : 14).

de débits ou en termes de polluants. Ainsi, les solutions visant à rendre aux surfaces drainées un rôle régulateur limitant les pointes de débit ou de pollution, et généralement construites sans génie civil important, sont-elles considérées comme des techniques "douces" moins traumatisantes pour l'environnement. Le mot même d'alternative participe d'ailleurs de cette réflexion » (Chocat, 1997 : 971)

Ces techniques alternatives procèdent d'un renversement de valeur : l'environnement au sens large, autrefois banni de la cité, comme dangereux, devient vulnérable, et les techniques employées pour protéger les citadins sont « traumatisantes » pour ce dernier, terme assez étrange ici puisque référant à la psychologie. L'environnement est ici personnalisé : les techniques de l'hygiénisme lui ont infligé une violence dont il garde un souvenir, une marque, qui l'a irrémédiablement modifié. L'idée d'une violence faite par l'aménagement au milieu est également présente dans le guide sur la protection des berges :

« Les zones alluviales sont sans aucun doute parmi les plus agressées. De plus en plus d'atteintes qualitatives sont portées non seulement à la qualité de l'eau, mais également aux structures et à la morphodynamique des cours d'eau. Les surfaces agricoles, industrielles, urbaines ou de loisirs se rapprochent sans cesse des cours d'eau. Les rectifications et protections rapprochées par digues réduisent ainsi les zones alluviales qui voient du même coup leur pouvoir de régulation de crue disparaître, ce qui accroît considérablement les dangers des inondations. Dans les bassins versants, l'assèchement et l'assainissement de grandes surfaces réduisent le pouvoir tampon de ces dernières et augmentent également le danger des crues. » (Lachat, 1994 : 23)

Ici la violence n'est psychologique et physique : les établissements humains « agressent » les milieux, à une fréquence de plus en plus soutenue. Cette citation au ton assez alarmiste fait état d'un mécanisme d'aggravation exponentielle des atteintes aux milieux aquatiques et des risques associés, avec un champ lexical relevant de l'amplification ou de l'accélération des phénomènes en jeu : « se rapprochent sans cesse », « disparaître », « accroît considérablement », « réduisent », « augmentent », « crues ». L'histoire de la dégradation des cours d'eau relève d'une culture commune, qui vient, comme pour le cas de l'assainissement, expliquer les pratiques contemporaines, données comme rupture avec les ouvrages anciens. Elle permet de comprendre les infrastructures héritées, qui ont leur sens dans le contexte sanitaire urbain passé, mais également leur remise en cause, qui s'explique par l'évolution urbaine.

Les techniques alternatives et végétales forment donc une image d'un progrès environnemental, fondée, comme les approches scientifiques et techniques dont elles procèdent, sur une critique de l'aménagement urbain industriel. Il s'agit donc d'une version rédemptrice des techniques d'aménagement des cours d'eau et de l'eau de pluie dans la ville, presque capables de soigner, de restaurer un environnement dégradé. L'innovation relève d'une réinterprétation et d'un déplacement : des techniques vernaculaires anciennes ou relevant d'un autre secteur de l'aménagement (montagne, forêt) sont mobilisées pour la gestion de l'eau en milieu urbain.

1.4.L'histoire de la ville, mode d'emploi de l'environnement urbain contemporain

Puisqu'il s'agit d'aménagement de l'eau en ville et d'hydrologie urbaine, il faut bien que l'espace urbain soit figuré, en pleine lumière ou en négatif. La planche 2.1 sur le cycle urbain de l'eau fait apparaître les difficultés à représenter les relations entre environnement urbain et cycle de l'eau. L'analyse de la rhétorique de la modernité et de la tradition autour des techniques alternatives et végétales montre une définition prédatrice, destructrice voire tortionnaire du milieu urbain et des techniques classiques associées à ce milieu. D'autres définitions de la ville sont cependant présentes, plus ou moins directement, dans les documents étudiés : nous tâchons de les présenter ici.

Le milieu urbain est fortement décrit par ses surfaces imperméables, par le ruissellement qu'il génère. C'est le premier facteur de transformation de l'hydrologie par l'urbanisation : « [l]a principale conséquence de l'urbanisation est l'imperméabilisation du sol, si bien que, lors d'une averse intense, une plus grande partie

de la pluie ruisselle et doit être évacuée pour éviter les inondations » (AFEE, 1987 : 10). Le logigramme de la figure 3 de la planche 2.1 transparaît dans cette définition : le ruissellement est plus important en ville que dans un espace non urbanisé. Suivant la même logique, le *Mémento* aborde la périurbanisation par la transformation de la pluie tombée en débit vers les réseaux : « le développement des périphéries urbaines, l'imperméabilisation croissante des surfaces et la construction des réseaux » entraînent la « [t]ransformation d'un phénomène diffus (la pluie) en un phénomène concentré (débit évacué par les systèmes de drainage) » (STU, 1989 : 17). La ville, et surtout la périphérie urbaine, figurent donc comme des espaces de production de ruissellement. Dans le guide *Organiser les espaces publics pour la gestion de l'eau* (CERTU, 2000) cette imperméabilisation des sols en périphérie urbaine est surtout amplificatrice du risque d'inondation :

« L'extension de l'urbanisation en périphérie des agglomérations, l'imperméabilisation croissante des sols, et une approche souvent insuffisante de la gestion des eaux de ruissellement générées en ville, sont autant de facteurs qui conduisent à une augmentation des risques en centre-ville lors des événements pluvieux exceptionnels. » (CERTU, 2000 : 7)

L'introduction de l'ouvrage établit la nécessité de penser l'espace urbain pour les pluies très fortes qui engendrent des ruissellements catastrophiques⁸⁰ et plaide pour une « organisation rationnelle des espaces publics urbains » (CERTU, 2000 : 7). Une vision chaotique de l'espace urbain est sensible.

Cette surface imperméable est cause de pollution des eaux pluviales qui ruissellent : l'Instruction technique de 1977 préconise un zonage spécifique et un traitement pour les zones industrielles ou particulièrement polluantes, le *Mémento* définit le temps sec⁸¹ comme moment d'« accumulation des pollutions » (STU, 1989 : 33) drainées par le ruissellement des premières pluies leur succédant. L'article « techniques alternatives » de l'*Encyclopédie* (1997), en partie focalisé sur l'infiltration de l'eau de pluie par les techniques dédiées, souligne les problèmes de pollution liés au ruissellement. L'épuration de ces eaux par les techniques alternatives et le détail des polluants sont donc abordés (Chocat, 1997 : 976). Ainsi la ville est caractérisée par une surface imperméable génératrice de ruissellement et de pollution.

Une définition climatique de la ville est proposée par l'étude de l'AFEE :

« L'urbanisation entraîne une modification du sol et donc de son pouvoir réfléchissant (albedo), la concentration d'activités humaines s'accompagne d'importantes consommations d'énergie ; les volumes construits sont des obstacles au vent ; la ville émet de la chaleur, de la vapeur d'eau et des polluants vers l'atmosphère ce qui augmente le nombre de noyaux de condensation ; tout ceci n'est pas sans effet sur le climat. » (AFEE, 1987 : 41)

Les conséquences de cette transformation de l'environnement physique sont l'« augmentation de la température, des couvertures nuageuses et des brouillards, des précipitations, une diminution de la vitesse du vent, de la radiation globale, de la durée d'ensoleillement, de l'humidité relative » (AFEE, 1987 : 41). La ville est décrite comme un milieu spécifique responsable d'une transformation locale du cycle de l'eau. Cette définition est cependant unique par son caractère climatique et non pas hydrologique.

Les villes nouvelles sont le pendant en termes de conceptions urbaines des ruptures épistémologique et technique de l'hydrologie urbaine. Conçues bien souvent *ex nihilo* et sans important patrimoine infrastructurel, elles servent de modèle dans l'étude de l'IAURIF (1982) qui développe l'exemple de Woodlands, au Texas. Le cas de Woodlands est repris par la synthèse de l'AFEE et par le *Mémento* : il montre l'importance qu'ont eues les villes nouvelles en termes de renouvellement de la doctrine technique, ainsi que la place des États-Unis comme modèle en hydrologie urbaine. Dans le *Guide sur les bassins de retenue* la conception des villes nouvelles est décrite comme un moment historique pour l'assainissement : « [c]'est la

⁸⁰ Le guide se réfère notamment aux inondations catastrophiques de Nîmes d'octobre 1988, qui ont détruit une partie de la ville et fait au total onze morts.

⁸¹ Temps sec : sans précipitations.

première fois, dans l'histoire moderne, que l'assainissement pluvial devient une contrainte majeure pour l'urbanisation » (AESN, STU, 1994 : 3), histoire notamment marquée par l'œuvre du bureau d'étude Sauveterre, qui adapte en France les conceptions hollandaises pour la réalisation des bassins de retenue (AESN, STU, 1994 : 3).

Les articles de l'*Encyclopédie* comportent des récits historiques synthétiques, qui ancrent l'hydrologie urbaine dans une vision de l'évolution des systèmes techniques urbains. Le corps de l'*Encyclopédie* est en effet scindé en articles classés par ordre alphabétique, conformément aux canons formels de ce type d'ouvrage. S'y distinguent les « mot-long », articles de plusieurs pages, initiés la plupart du temps par des cadrages historiques. Si l'on ne trouve pas d'historiens dans le comité de rédaction, la bibliographie présente des ouvrages d'histoire et les cadrages historiques sont référencés : André Guillerme, Sabine Barles, Gabriel Dupuy et Georges Knaebel, Hervé Manéglier, auteurs d'ouvrages sur l'histoire de l'assainissement ou du rapport entre milieu urbain et eau, sont cités. L'histoire nourrit l'hydrologie urbaine, elle vient conforter le récit de la rupture, inscrite pourtant presque logiquement dans les trajectoires hydrologiques et techniques urbaines. Les récits sont assez semblables d'un article à l'autre : l'histoire des rivières et l'histoire de l'assainissement structurent les articles sur l'aménagement urbain et l'hydrologie, ainsi que quelques éléments de l'article sur les techniques alternatives, même si chaque entrée en fait valoir des aspects spécifiques. Comme on l'a vu, l'histoire de l'aménagement de l'eau en ville est axée en partie sur la critique des pratiques du XX^{ème} siècle : au mal du XIX^{ème} siècle, les épidémies urbaines, succède la destruction du substrat naturel de la ville par l'imperméabilisation des sols, et la pollution et la destruction des cours d'eau par l'assainissement et le génie civil. L'hydrologie urbaine et le génie végétal proposent un aménagement urbain de compensation, voire de restauration de ce que la ville a d'abord transformé, puis, avec l'industrialisation et l'urbanisation des territoires, détruit.

Les récits historiques font apparaître les villes nouvelles et l'expansion urbaine comme des figures contrastées de l'urbain : les villes nouvelles comme modèles et symboles, l'expansion urbaine comme source de maux. Les récits historiques donnent du sens, un contexte aux orientations des politiques contemporaines de gestion : l'histoire permet d'expliquer l'environnement technique hérité, de le resituer dans une trajectoire urbaine, et d'en projeter l'évolution. Le récit historique a donc un sens pragmatique : il permet de comprendre un héritage patrimonial qui pose problème et d'en justifier la transformation. Elle rend compréhensible et contingente la situation infrastructurelle présente, elle permet d'élaborer des discours programmant sa transformation.

Les récits inauguraux des ouvrages, et les éléments de narration présents au fil du texte, font clairement apparaître les guides techniques comme les vecteurs de la constitution d'une communauté technique et scientifique de pointe, participant à la rupture d'avec les aménagements urbains de la ville industrielle. Le lectorat désigné pour constituer cette communauté est composé des ingénieurs en charge de la gestion des eaux de pluie dans les collectivités, mais aussi, et plus fortement à la fin de la période, des acteurs des projets urbains : bureaux d'études techniques, aménageurs, urbanistes. La constitution d'une communauté hybride de praticiens et de chercheurs est donc perceptible ici (Soyer, 2014). Les ouvrages sont très peu vulgarisés et difficiles d'accès. Ils affirment la fondation d'une pratique environnementale de l'ingénierie, ancrée dans les sciences physiques pour l'hydrologie urbaine, et dans les sciences physiques et écologiques pour le génie végétal. Le climat n'est abordé que par la pluviométrie, sauf dans l'étude de l'AFEE de 1987, qui développe les spécificités du climat urbain, et en lien, de l'hydrologie urbaine. Les guides jouent sur deux registres : d'une part, un celui de la modernité, présent avec des références aux États-Unis, parangon de la modernité urbaine, mais aussi à la Suisse, modèle de maîtrise d'un environnement riche et pittoresque. D'autre part, les nouvelles ingénieries environnementales s'affilient à des pratiques rustiques, qui marquent également la rupture d'avec les pratiques du génie civil. La modernité des ingénieries environnementales repose donc dans cet alliage *a priori* antithétique de sciences de l'environnement et du vivant, et de rusticité.

2. Matrices d'aménagement : articuler sciences physiques et paysage

Les récits sont fondateurs de préconisations techniques, qui forment un ensemble cohérent nommé « matrices » des principes d'aménagement techniques. Quels principes de conception des ouvrages techniques et d'aménagement de l'espace urbain sont proposés par les nouvelles ingénieries environnementales, le génie végétal et l'hydrologie urbaine ?

D'abord, l'utilisation de savoirs scientifiques par ces matrices est présentée : l'hydrologie urbaine mais aussi l'hydraulique et l'écologie scientifique. Ensuite sont développées les grandes lignes de la conception des systèmes techniques pour la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau, et les outils urbains de cette stratégie : réglementation et procédures liées à la planification et au projet urbains. Enfin, la vocation paysagère des systèmes techniques de gestion des eaux urbaines est évoquée.

2.1. La modélisation au cœur des systèmes techniques

Différents savoirs appliqués sont mobilisés par les guides techniques étudiés. Le dimensionnement des ouvrages est au cœur de l'ingénierie : l'hydrologie urbaine s'attèle à la production de modèle pour le calibrage des ouvrages de gestion des eaux de pluie, tandis que sur les cours d'eau l'hydraulique donne la mesure des forces d'érosion des berges et des ouvrages à mettre en œuvre. D'autres savoirs sont utilisés pour la conception des aménagements : il s'agit principalement de l'écologie scientifique, utilisée à la fois pour les berges et pour les bassins de retenue. La mobilisation de ces savoirs est présentée dans cette sous-section.

Tout d'abord, l'hydrologie urbaine repose sur une modélisation de la pluie, du ruissellement et de l'espace urbain, permettant de calculer des débits et des volumes à gérer. L'Instruction technique de 1977 ouvre une remise en cause des modèles qui la précèdent, synthétisés par la formule dite de Caquot, du nom de l'ingénieur des Ponts et Chaussées qui l'a mise au point, diffusée par la circulaire générale 1333 de 1949. Cette formule est considérée comme trop standardisée et est notamment caractérisée par l'absence paradoxale de variables relatives à la pluie : elle ne conserve que les caractéristiques physiques du bassin versant et des paramètres pluviaux, déterminés par l'ingénieur (Barles, Thébault, 2018 : 121). L'Instruction technique restreint le champ d'application de la circulaire Caquot : elle n'est plus valable que pour les surfaces de moins de deux cents hectares ; les paramètres pluviaux de la CG 1333 sont régionalisés, le territoire national est divisé en trois grandes régions climatiques considérées comme homogènes (Instruction technique, 1977 : 61). Cette régionalisation diminue très relativement le caractère universel de la circulaire Caquot ; elle est néanmoins présentée dans le *Mémento* comme le moyen du maintien d'une pratique standardisée, contre les formules particulières fondées sur des « séries pluviographiques de courtes durées » qui pourraient émerger si les paramètres locaux prévalaient (STU, 1989 : 212). L'Instruction technique ouvre donc la voie, comme les guides l'exposent, au développement d'une science appliquée vouée à préciser la transformation adéquate de la pluie en débit en milieu urbain : les guides font état des méthodes de modélisation développées par l'hydrologie urbaine et de leurs évolutions.

Le *Mémento* décrit la pluie comme un phénomène très variable dans le temps et dans l'espace, à forte composante aléatoire et non reproductible. Il souligne la nécessité de prendre en compte la succession d'averses, ou bien encore la direction de la pluie et le déplacement de l'averse sur un bassin versant de taille importante (STU, 1989 : 33). Cependant, cet aspect dynamique échappe aux mesures : la pluie est essentiellement approchée grâce à des séries de mesures ponctuelles ou des approches probabilistes appuyées sur ces séries, qui déterminent des occurrences de pluie. Les pluviographes tracent des pluviogrammes qui représentent les hauteurs d'eau précipitées cumulées dans le temps. En sont déduits les hyétogrammes qui représentent la pluie tombée en intensité, soit en millimètres par heure. La pluie est ainsi figurée comme une lame d'eau qui croît et décroît dans le temps, ou comme une variation d'intensité dans le temps, à chaque fois en un point donné (cf. figure 4 de la planche 2.2). L'appréhension de la répartition

spatiale des pluies sur les bassins versants est donc tributaire du maillage des instruments de mesure et la dynamique de leur déplacement ne peut qu'être reconstituée. L'utilisation du radar météorologique dans les années 1980 -1990 transforme grandement la perception de la pluie. L'appréhension fine de la pluie pour son imputation à des modèles d'assainissement distingue l'hydrologie urbaine de l'hydrologie classique :

« Pour concevoir ou simuler le fonctionnement d'un réseau, il faudra adjoindre aux modèles hydrologiques une représentation de la pluie, phénomène fondamental en hydrologie urbaine. [...] la modélisation moderne en hydrologie urbaine se distingue de l'hydrologie classique par les bases de temps considérées pour suivre l'évolution des intensités orageuses. » (STU, 1989 : 29)

Ces hyétogrammes et pluviogrammes permettent de construire les courbes intensité-durée-fréquence (IDF) : les pluies représentées sont les pluies maximales moyennes pour une période d'occurrence donnée, nommée « période de retour » (deux, cinq, dix, vingt, trente ans, etc.) : « les traditionnelles courbes IDF [...] traduisent l'évolution de l'intensité maximale moyenne [...] de la pluie brute en fonction de la durée t et de la fréquence F » (STU, 1989 : 38). Les pluies les plus intenses sont les moins fréquentes. À partir de ces courbes IDF sont calculées les pluies de projet, qui servent au dimensionnement des ouvrages : il s'agit de calculer un débit de pointe, qui permet d'assurer la gestion de l'eau pour une période de retour choisie. Les pluies de projet sont des modèles ponctuels qui synthétisent plusieurs événements : elles ne rendent pas compte d'une éventuelle succession d'événements selon le *Mémento*. Elles sont caractérisées par leur forme, c'est-à-dire par l'évolution dans le temps d'une intensité de précipitation, synthèse schématique de hyétogrammes réels. Différentes formules permettent de produire une pluie projet : celle de Montana, de Keifer, de Desbordes, hydrologue impliqué dans la rédaction de plusieurs des ouvrages étudiés, qui a défini la pluie de projet en deux triangles (cf. figure 2 de la planche 2.2). La définition d'une « pluie de projet » trouve ses origines, selon l'*Encyclopédie*, dans la pluie choisie par l'ingénieur Jules Dupuit : 41 mm en une heure, pour dimensionner les égouts de Paris au début du XIXe siècle : cette pluie correspond peu ou prou à une pluie centennale, et est ensuite transformée de manière empirique par Eugène Belgrand en débit à l'exutoire, estimé à 42 L/s/ha, pour le développement des égouts parisiens dans la seconde moitié du XIXème siècle (Dupuy, Knaebel, 1982 ; Chocat, 1997). La pluie de projet est définie ainsi dans la thèse de Xavier Roux, qui cite Michel Desbordes :

« Desbordes, 1984, qualifie les pluies de projet "d'événements synthétiques rassemblant les caractéristiques des observations pluviométriques et engendrant sur l'écoulement des conséquences auxquelles se rattache une certaine probabilité d'occurrence". La construction de ces modèles fait appel à toute connaissance disponible sur les précipitations. Elle les synthétise et les organise par rapport à l'usage que l'on souhaite en faire. » (Roux, 1996 : 107)

Les pluies de projet sont donc des artefacts : « [o]n appelle pluie de projet une pluie fictive définie par un hyétogramme synthétique et statistiquement "représentative" des pluies réelles bien que jamais observées » (STU, 1989 : 39). Elles sont définies par l'article « pluie de projet » de l'*Encyclopédie* comme à la fois représentatives de la pluie locale et ayant des effets dans les réseaux d'assainissement (Chocat, 1997 : 735). Les pluies de projet sont conçues pour le dimensionnement des ouvrages : on choisit un type de pluie synthétique le plus susceptible d'avoir des effets sur un site, dans le but de dimensionner les ouvrages pour gérer le risque d'inondation.

Le hyétogramme de cette pluie de projet est transformé en hydrogramme (on procède ainsi à la transformation pluie-débit, selon l'expression consacrée) : représentation graphique des variations temporelles des débits à la sortie d'un bassin versant qui permet de dimensionner les collecteurs (STU, 1989 : 39). On affecte à l'hydrogramme le temps de concentration de la pluie de projet, qui est

« l'intensité maximale moyenne sur une durée t_c égale ou voisine du temps de concentration du bassin drainé par le collecteur à dimensionner. L'expérience montre en effet que le débit Q_p n'est que faiblement influencé par les autres caractéristiques de la pluie : durée (supérieure à t_c), hauteur totale, forme du hyétogramme. » (STU, 1989 : 39)

La durée des précipitations est donc abandonnée au profit du temps de concentration, correspondant à la durée de l'intensité maximale de la pluie de projet. L'article « aménagement urbain et hydrologie » de l'*Encyclopédie* développe les raisons de l'utilisation du temps de concentration du bassin plutôt que de la durée de l'averse : c'est celui-ci qui permet de définir la pluie pénalisante, soit celle qui aura le plus d'effet en termes de ruissellement. Passé le temps de concentration les apports ne sont plus significatifs pour les débits à l'exutoire qui atteignent un palier (Chocat, 1997 : 28). Sur le schéma du bas de la figure 3 de la planche 2.2, les hydrogrammes font figurer les débits à l'exutoire d'un bassin versant et rendent visible la spécificité des bassins versants urbains : les débits sont plus intenses et plus brefs, moins répartis dans le temps que sur un bassin versant dans des « conditions naturelles ». Les hydrogrammes servent aussi à modéliser le comportement d'un ouvrage, toujours selon un débit à l'exutoire comme on le voit avec la figure 4 de la planche 2.2, qui représente le débit à l'exutoire d'un fossé filtrant.

Si la formule de Caquot prend essentiellement en compte l'étendue et la pente du bassin versant urbain, l'Instruction technique de 1977 et les documents suivants font valoir l'importance des propriétés des sols et de leur occupation pour modéliser le ruissellement. L'Instruction technique indique qu'il faut calculer le ruissellement des eaux selon la topographie et les usages des sols actuels et futurs : les données locales constituent d'importants paramètres pour la transformation de la pluie en débit (Instruction technique, 1977 : 6). Le ruissellement est caractérisé par des coefficients qui rendent compte du comportement de la pluie sur les sols en fonction de leurs propriétés, liées aux différentes occupations des sols. Les surfaces urbaines sont caractérisées selon qu'elles sont plus ou moins drainantes ou rugueuses, et donc susceptibles de retenir les eaux ruisselées. Les « pertes au ruissellement » font l'objet d'une sous-partie du *Mémento* (p. 57) : ces pertes correspondent aux eaux qui sont retenues ou infiltrées par les sols, qui pourraient donc être conçues comme des gains (STU, 1989 : 57). Le temps de latence entre le début de la pluie et le début du ruissellement – le ruissellement débute lorsqu'une lame d'eau a comblé les aspérités du sol – doit également être pris en compte par la modélisation (figure 3 de la planche 2.2). L'enjeu est de définir une pluie « nette » (STU, 1989 : 58) : celle qui constitue effectivement l'hydrogramme de sortie de bassin versant urbain. Deux types de pertes sont identifiées : les pertes initiales, présentes en début d'événement, et les pertes continues, qui perdurent alors que le ruissellement a débuté. Les pertes continues sont essentiellement dues à « l'infiltration, la rétention en surface, à l'interception par la végétation et à l'évaporation » (STU, 1989 : 62). Les techniques alternatives ou intégrées, qui mettent en œuvre ces différents phénomènes, peuvent donc soustraire de l'eau au ruissellement ou le modifier en le temporisant. Elles maximisent les pertes au ruissellement, initiales et continues (STU, 1989 : 298) : les bassins de retenue en amont des réseaux, par exemple, stockent l'eau et la restituent à débit régulé (figure 5 de la planche 2.2).

Le guide de Foncier Conseil (1991) précise les phénomènes hydrologiques liés à la végétation, centraux pour la proposition de gestion de l'eau proposée par le guide. Ils sont spécifiés en divers phénomènes quantifiés : les effets d'interception de la pluie par les feuillages⁸², l'égouttement des feuilles et branchages qui favorise indirectement l'infiltration en protégeant les sols de la formation de « la croûte de battance »⁸³, l'évaporation, et l'évapotranspiration, l'infiltration et la percolation par les racines⁸⁴ (Foncier Conseil, 1991 : 11). Cependant, les pertes continues sont considérées comme trop faibles pour être prises en compte par la modélisation dans les autres guides. L'Instruction technique de 1977 présente quelques données sur

⁸² Il y est indiqué qu'elle rend à l'atmosphère jusqu'à 25 % des précipitations.

⁸³ La croûte de battance désigne l'érosion des sols par les pluies qui les rend quasiment imperméables.

⁸⁴ Les plantes déposent un humus qui favorise l'infiltration dans les couches supérieures des sols et évacuent les excès d'eau dans les sols, et leurs racines favorisent l'infiltration dans les sols et éventuellement la recharge de la nappe phréatique.

l'évaporation moyenne annuelle en France⁸⁵ mais recommande de la négliger, car elle est faible entre deux averses (Instruction technique, 1977 : 59). Dans le *Mémento*, l'interception par la végétation est décrite comme un phénomène très complexe, qui dépend de la couverture végétale, des conditions climatiques antérieures, du type de précipitations. Elle constitue aussi une part des pertes initiales mais joue un rôle faible⁸⁶ (STU, 1989 : 64). La rétention par les sols est plus significative, elle dépend des dépressions du sol, de son matériau et de sa pente⁸⁷. L'infiltration est décrite également comme un phénomène complexe « qui permet à l'eau précipitée de rejoindre à travers les strates du sol, la nappe phréatique ou tout système d'écoulement souterrain » (STU, 1989 : 64). L'eau infiltrée est calculée en mètre par seconde et dépend notamment de l'antécédent pluviométrique, elle est plus intense en début de pluie quand les sols sont secs et elle est moins significative si l'intensité de la pluie est supérieure à l'intensité de l'infiltration (STU, 1989 : 64). Tous ces phénomènes de ralentissement de l'amorce et de l'intensité du ruissellement sont nommés par le *Mémento* « l'effet d'amortissement ». Interception par la végétation, rétention par les sols et infiltration sont décrits et considérés comme des éléments contribuant à retarder le ruissellement ou à le diminuer, mais ils sont également mis de côté, en tant que phénomènes négligeables pour la gestion de l'eau de pluie. La gestion se focalise donc d'abord sur la retenue des eaux, plus efficace que la mobilisation de phénomènes hydrologiques ténus et mal connus.

L'Instruction technique propose des abaques⁸⁸ pour le dimensionnement des bassins de stockage, qui sont repris par les documents postérieurs (figure 6 de la planche 2.2). Les méthodes de dimensionnement des bassins reprennent celles de la transformation pluie-débit adaptées au dimensionnement d'un stockage : « on a tracé un abaque permettant de passer du débit de fuite, par unité de surface active, à la hauteur de stockage nécessaire pour la même unité » (Instruction technique, 1977 : 61). Le différentiel entre débit d'apport et débit de restitution permet de dimensionner le volume à stocker : le débit de restitution est fixé au préalable et le volume à stocker est déterminé en fonction des débits d'apports du bassin versant (Instruction technique, 1977 : 61). À la méthode des pluies s'ajoute la méthode des volumes.

Des approches critiques de ces méthodes sont développées par les documents. Le *Mémento* souligne que « dans tous les cas, le recours à des pluies de projet est une conséquence du manque d'information pluviométrique locale et de la nécessité de raisonner en termes de risque et de défaillance des ouvrages » (STU, 1989 : 39). Elles ont le mérite, selon le *Mémento*, d'être fiables et de simplifier les calculs, par rapport à l'utilisation d'une série de pluies historiques, mais elles ne permettent pas de saisir la finesse et la variabilité des événements pluvieux (STU, 1989 : 40). La critique des pluies de projet par l'*Encyclopédie* est plus radicale. Elle déplore la limitation des connaissances et des « expérimentations hydrométéorologiques » (Chocat, 1997). Dans l'article « pluie de projet », qui cite un article de Bernard Chocat, la pluie de projet est décrite comme utopique et les séries de pluies réelles comme plus fiables (Chocat, 1997 : 739). Elle est de plus obsolète : la simulation d'événements par les outils informatiques permet de mieux représenter la réaction du bassin versant à différentes pluies. Cependant le choix de ne pas utiliser de modèles de pluie simplifiés rend impossible l'utilisation d'un temps de retour : les événements multidimensionnels ne se produisent pas plusieurs fois. Il faut donc choisir un paramètre déterminant pour l'aménagement, qui permet d'établir des périodes de retour adossées à une caractéristique unique, comme le débit en un point précis d'un réseau (Chocat, 1997 : 740). L'ouvrage du CERTU de 1998, *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial* critique également l'utilisation de la méthode des pluies et des volumes car elles reposent selon lui sur trois

⁸⁵ 660 à 700 mm par an en France d'évaporation moyenne annuelle sauf pour le bassin méditerranéen, pour lequel « elle atteint 1000 à 1500 mm » (Instruction technique, 1977 : 68).

⁸⁶ De 0,2 à 1,5 mm de pluie.

⁸⁷ Elle peut aller de 4 mm pour une terre à 0,5 mm pour de l'asphalte.

⁸⁸ Les abaques sont des tables de calculs permettant de procéder rapidement au dimensionnement, sans avoir à effectuer les calculs nécessaires à ce dimensionnement. Ils sont très usités avant l'essor de l'informatique, et impliquent comme on l'a vu des paramètres standardisés.

hypothèses inexactes : le temps de latence et les effets d'amortissement du ruissellement ne sont pas considérés, le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est constant, le coefficient d'apport est constant pendant toute la durée de l'averse. Les méthodes de dimensionnement deviennent par conséquent fausses dès que le bassin versant est de grande taille. L'ouvrage préconise également l'utilisation de méthodes de simulation des écoulements avec modèles mathématiques qui reposent sur des hydrogrammes à l'exutoire faisant varier les apports dans le temps.

La pluie est une donnée en entrée, fortement simplifiée en fonction de son incidence sur le bassin versant à aménager. Son écoulement sur le bassin versant urbain est ensuite caractérisé par sa taille, sa pente, par la nature des surfaces, plus ou moins drainantes ou rugueuses, entraînant des « pertes au ruissellement » qui permettent de définir une pluie nette. C'est le ruissellement « net », la « réponse » du bassin versant à une pluie de projet qui est mesuré. Il sert à définir un hydrogramme à l'exutoire qui permet dimensionner les ouvrages. Cet hydrogramme est transmis au réseau d'évacuation dont la capacité aval peut être un critère de dimensionnement pour les ouvrages amont. Les saisons, les successions de pluie, leur dynamique ne sont pas prises en compte car elles sont difficiles à modéliser ou qu'elles ne semblent pas nécessaires au dimensionnement des ouvrages et des réseaux. Aucun usage, aucune utilisation de la pluie en ville ne sont intégrés : la pluie est essentiellement un flux urbain à gérer.

La protection des berges en génie végétal implique, dans le *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales* (Silène Biotec 1994), une combinaison entre des savoirs et sciences relevant de la botanique, de l'écologie, et la science hydraulique. Le deuxième chapitre du guide, intitulé « méthodes de calcul pour le dimensionnement des ouvrages végétaux », propose des équations permettant de modéliser les phénomènes physiques auxquels sont soumises les berges. À première vue pourtant, les végétaux semblent échapper aux lois de la physique : ils sont vivants, ne sont pas composés de formes géométriques simples, ni stables ou réductibles à des données physiques et chimiques. La place accordée dans le guide à leur dimensionnement est d'ailleurs modeste : six pages pour un ouvrage de cent-quarante-trois pages (avec les annexes). Les modèles physiques utilisés donnent une assise quantifiée à la résistance des ouvrages de génie végétal : « [les formules] permettent au concepteur-projeteur de vérifier la crédibilité de son choix et de donner des garanties, au moins formellement, sur la résistance de ses propositions » (Silène-Biotec, 1994 : 32). L'hydraulique assoit ainsi la légitimité du génie végétal : le « concepteur-projeteur » peut ajuster les moyens mis en œuvre aux réalités physiques des sites aménagés.

La formule classique en hydraulique de Manning-Strickler, réputée complexe, sert à calculer la vitesse et le débit du cours d'eau en fonction de la pente du radier⁸⁹ et de la hauteur d'eau. Elle permet de dimensionner la protection des berges. Les coefficients de Manning et de Strickler caractérisent le type de cours d'eau étudié. Un débit de référence (Q_r) est recherché, souvent le débit décennal dans le cas de la protection des berges, qui correspond à une fréquence de dysfonctionnement probable toléré, comme pour l'eau de pluie. Lorsqu'il s'agit de protection contre les inondations, des fréquences plus faibles (vingt ans, cinquante ans, cent ans) sont considérées. Les techniques végétales sont dimensionnées en fonction de la hauteur d'eau, elle-même fonction du rayon hydraulique⁹⁰ et de l'aire de section mouillée⁹¹ selon la formule de Manning-Strickler (Lachat, 1994 : 33). Les techniques végétales sont choisies pour répondre à la « tension de frottement » ou « force tractrice » ou encore « force d'arrachement » qu'exerce l'eau sur les berges (Lachat, 1994 : 34). Ces forces dépendent du rayon hydraulique, déterminé auparavant, du poids unitaire de l'eau ($10\,000\text{ N/m}^3$) et de la pente du cours d'eau. Le rayon hydraulique peut être remplacé par la hauteur

⁸⁹ « Partie d'un *cours d'eau* peu profonde à *écoulement* rapide dont la surface est hétérogène et « cassée » au-dessus des graviers/galets ou des *substrats* de cailloux. » <http://www.glossaire.eaufrance.fr/fr/concept/radier> consulté le 21/06/2018.

⁹⁰ Il s'agit du rayon du profil en travers du lit mineur du cours d'eau (p. 35, Silène-Biotec 1994)

⁹¹ Il s'agit de l'aire en eau du même profil en travers.

d'eau pour les cours d'eau naturels ou les grands cours d'eau : la force tractrice est alors majorée, ce qui sécurise les réalisations. Cette formule vaut pour les cours d'eau rectilignes : les cours d'eau sinueux ont des forces tractrices variables selon les rives de la sinuosité (plus forte sur la courbe externe). On leur attribue des coefficients majorant cette force (Lachat, 1994 : 34).

La force tractrice critique est enfin calculée. C'est la capacité des cours d'eau à déplacer des matériaux dans son lit. Elle est également traduite par une formule. Cette formule, valable encore une fois pour les cours d'eau rectilignes, est minorée pour les cours d'eau sinueux qui ont une force tractrice critique plus faible (Lachat, 1994 : 34). Cette formule est encore transformée par un coefficient λ qui intègre l'angle de la berge et l'angle de frottement interne des matériaux, dépendant lui-même de la forme et du diamètre des grains. Une formule de la force tractrice en fonction de la vitesse de l'eau, donnée plus facile à obtenir que la hauteur, est présentée. Ce dernier est donné par un abaque. Ainsi, les ouvrages de génie végétal sont dimensionnés en fonction d'une modélisation de la contrainte qu'exerce l'eau sur les berges, selon une vision très ancrée dans le génie civil de réponse à cette contrainte.

Ces calculs complexes et fondés sur la mécanique ne sont cependant pas non plus présentés comme fiables : les caractéristiques physiques des cours d'eau et leur géométrie sont généralement irrégulières et doivent être simplifiées pour les équations. Les résultats de ces calculs sont donc approximatifs : « [c]eci ne constitue qu'une approximation grossière qu'il faut manier avec prudence. La détermination précise des paramètres caractérisant le sol doit être faite, en principe, par des essais en laboratoire » (Silène-Biotec, 1994 : 35). De plus, les « conclusions sur les méthodes de calcul pour le dimensionnement des ouvrages végétaux » signalent que la mesure des forces tractrices n'est pas suffisante pour le dimensionnement des ouvrages : c'est surtout un moyen de mesure simple pour ne pas surdimensionner les ouvrages. Il reste que « [l]'expérience joue un très grand rôle et la connaissance du "terrain", notamment dans la détection des potentialités que peuvent offrir les végétaux face au maintien des berges, est primordiale » (Lachat, 1994 : 36). La formule de Manning-Strickler est aussi utilisée dans le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (CERTU 2000) pour modéliser le ruissellement en cas d'inondation lors de gros épisodes pluviaux. Bien qu'on ait affaire à des filières professionnelles et des conceptions techniques distinctes, les modélisations fondamentales de l'hydraulique sont communes à la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau.

La botanique et l'écologie sont les savoirs centraux du génie végétal : celui-ci repose sur la connaissance des végétaux et de leur place dans ce que le guide nomme l'« écosystème⁹² rivière » « formé au cours d'une longue évolution [...]. Son état d'"équilibre" est la conséquence de longs processus d'adaptation. Ses deux composantes que sont le biotope⁹³ et la biocénose⁹⁴ évoluent ensemble » (Lachat, 1994 : 16), (figure 11, planche 2.2). Les cours d'eau ont leur dynamique propre, ils sont composés de berges et rives, d'un bassin versant⁹⁵ et d'une nappe phréatique. Biotope et biocénose des cours d'eau sont caractérisés par des états

⁹² « **Écosystème** unité fonctionnelle de base en écologie comprenant le biotope et la biocénose associée » (lexique, Lachat, 1994 : 113).

⁹³ « **Biotope** composante non vivante (abiotique) de l'écosystème constituée uniquement par ses dimensions physico-chimiques et spatiales. Il correspond, en écologie végétale, à la notion de station » (lexique, Lachat, 1994 : 112).

⁹⁴ « **Biocénose** constituée par la totalité des organismes vivants qui occupent un écosystème donné. Ce terme remplace souvent celui de "peuplement" ou de "*communauté". La biocénose qui évolue et se modifie dans le temps est composée de trois groupes d'organismes : les producteurs (ou végétaux chlorophylliens, autotrophes) ; les consommateurs (ou animaux) ; les décomposeurs (ou micro-organismes hétérotrophes et champignons) » (lexique, Lachat, 1994 : 112).

⁹⁵ Défini ici comme « aire considérée à partir de l'exutoire, limitée par le contour à l'intérieur duquel se rassemblent les eaux précipitées qui s'écoulent en surface et en souterrain vers la sortie » (lexique, Lachat, 1994 : 112), et donc prenant effectivement en compte les eaux souterraines.

d'équilibre, des phases d'adaptation. L'uniformisation du biotope, soit des différents milieux qui le composent, dessert le vivant, la variété des espèces est signe de bonne santé de l'écosystème :

« Les communautés⁹⁶ d'êtres vivants présentes constituent un descripteur de la qualité du biotope et des biocénoses. Les êtres vivants réagissent directement aussi bien à des modifications des ressources trophiques, de leur composition intrinsèque, de la qualité de l'eau qu'à des phénomènes hydrologiques et morphologiques. » (Lachat, 1994 : 16)

La qualité des milieux est essentiellement évaluée par la biodiversité, la présence d'une multitude d'espèces, car elle en est dépendante. Cette qualité n'est pas due seulement à la qualité de l'eau mais aussi à celle des sols, et notamment des berges :

« La rivière est un milieu vivant fonctionnel dont la richesse des interactions entre tous les éléments constitutifs évolue avec le temps. Les nombreuses interrelations et la dépendance de "l'écosystème rivière" d'avec les écosystèmes terrestres qui le bordent ne permettent pas, en aménagement, de considérer un cours d'eau en se limitant à son lit mineur, car cet écosystème est bel et bien formé de rives, de berges et du cours d'eau lui-même. La gestion de la rivière ne passe pas uniquement par l'eau mais aussi par la gestion des sols. Ces deux éléments sont inséparables. » (Lachat, 1994 : 18)

La protection des berges en techniques végétale fait donc d'une pierre deux coups : elle permet d'une part la restauration ou la préservation des berges et d'autre part leur structuration requise pour la fixation du tracé des cours d'eau pour les usages urbains. Le génie végétal est défini comme « l'utilisation de la physiologie végétale et de son mode de croissance contre l'érosion des pentes, talus, berges, cours d'eau, sites paysagers, via la construction d'ouvrages » (Lachat, 1994 : 22), ou encore comme l'utilisation des mécanismes de croissance des végétaux :

« Disons que ses fondements puisent dans la connaissance de la physiologie végétale et, plus particulièrement, dans le mode de croissance et de développement de certaines espèces végétales. Ainsi, sur des modèles naturels de mécanismes de croissance, connus et observés, il développe des procédés qui permettent, parfois à grande échelle, de résoudre des problèmes de protection des sols contre l'érosion » (Lachat, 1994 : 22)

Certaines espèces végétales sont donc sélectionnées car leur mode de croissance favorise la structuration des berges. La végétation des berges est décrite comme d'apparence fragile, mais étonnamment résistante. Elle se développe selon les conditions des sites, qui sont notamment tributaires des niveaux d'eau :

« Ainsi les crues régissent la zonation de la végétation, notamment par les facteurs suivants : pouvoir érosif ; pouvoir sédimentaire ; fréquence, apparition saisonnière périodicité ; durée ; violence (puissance) ; quantité d'eau (débit) ; turbulence de l'écoulement.

« A ces facteurs s'ajoutent également toutes les conditions de croissance propres à la végétation, à savoir : le climat ; l'ensoleillement ; le contact avec des eaux capillaires ; la granulométrie du substrat ; la richesse du sol en éléments nutritifs ; les interventions anthropiques. » (Lachat, 1994 : 18)

Ainsi aux caractéristiques classiques des milieux s'ajoutent les conditions spécifiques liées aux crues : érosion, immersions périodiques, dépôt de sédiments. Les techniques végétales ont la spécificité de proposer des ouvrages végétaux qui sont adaptés au milieu et à ses contraintes, en fonction desquels ils croissent, contrairement aux protections maçonnées et bétonnées du génie civil. Les auteurs démarquent les techniques en génie végétal d'une approche esthétique ou paysagère, souvent assimilée à la présence de végétation. La beauté des assemblages végétaux émerge d'un équilibre écologique et non pas d'une composition esthétique :

⁹⁶ « **Communauté** ensemble d'individus appartenant à plusieurs espèces, vivant à un endroit donné, à un moment donné. Identique à la *biocénose. » (lexique, Lachat, 1994 : 112).

« Regroupées en associations végétales composées d'essences parfaitement adaptées au milieu, elles ont trouvé un état d'équilibre régi par le phénomène de la concurrence interspécifique, qui traduit justement les conditions environnementales locales. Qu'elles soient encore dans une phase évolutive ou au contraire qu'elles aient atteint une composition stable, les formations végétales remplissent toutes des fonctions bien déterminées, pourvues ou non d'intérêt direct pour les activités humaines. C'est de cet équilibre qu'est composé le paysage végétal et c'est ce qui crée l'impression d'esthétique. Toute tentative de recréer un paysage dans le seul but de produire un effet cosmétique paraît hasardeuse et compromise. » (Lachat, 1994 : 29)

Le génie végétal est opposé aux pratiques esthétiques du paysage et aux approches horticoles de la végétalisation qui ont une visée esthétique. La fin esthétique ne peut donner sa règle au génie végétal : « hasardeuse » et « compromise », l'opération irrationnelle serait vouée à l'échec. La mise en œuvre des techniques végétales trouve sa règle d'un côté dans « les modèles des mécanismes de croissance » des végétaux, qui permet de sélectionner ceux qui ont les propriétés structurantes recherchées, mais également dans des règles de composition écologique, qui s'appuient sur la description des milieux à végétaliser et la connaissance des espèces adaptées à ces milieux.

Les savoirs écologiques sont également utilisés pour la conception des bassins de retenue, dès l'Instruction technique de 1977. Le milieu aquatique constitué est conçu selon des notions d'écologie, inspirées par le travail du bureau d'étude Sauveterre sur les bassins à ciel ouvert de Marne-la-Vallée. Comme pour les cours d'eau, l'écosystème présent dans les bassins de retenue est un indicateur de la qualité du milieu. La conception des bassins à ciel ouvert mobilise également la notion d'écosystème. Les bassins sont considérés comme de petits écosystèmes composés d'équilibres interspécifiques et de cycles de transformation des organismes et matériaux :

« Un bassin de retenue d'eau pluviale constitue un système biologique organisé, ou écosystème, dont les éléments satisfont à des équilibres complexes, cycle des éléments chimiques, cycle production-consommation-décomposition, chaîne alimentaire, etc... Ces équilibres seront d'autant plus stables que l'écosystème sera plus diversifié et plus anciennement installé ; les plans d'eau anciens présentant une faune et une flore variées et dont le fond est recouvert d'une vase biologique active seront, en général, les moins sujets à des déséquilibres gênants tels que colorations de l'eau par des micro-organismes, explosion d'algues, d'autres végétaux ou de moustiques, putréfaction, etc... Leur capacité d'auto-épuration sera plus élevée et ils seront moins perturbés par des pointes de pollution ou des circonstances météorologiques particulières. » (Instruction technique, 1977 : 66)

Les écosystèmes présents sont significatifs de la qualité des milieux aquatiques ; ils en sont aussi en partie les garants. Plus les écosystèmes sont anciens et diversifiés, plus ils jouent un rôle épurateur et absorbent les pollutions accidentelles ou autres modifications brutales du milieu. Les systèmes écologiques mis en place dans les bassins stabilisent voire améliorent la qualité des eaux (Instruction technique, 1977 : 66). Leur équilibre écologique est cependant fragile.

La conception du bassin de retenue en eau comme un milieu écologique à créer et gérer, notamment pour la maîtrise de la qualité des eaux par la création d'une capacité auto-épuratoire est également présente dans l'étude de l'AFEE (1987), dans le *Mémento* (1989) et dans le *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales* (1994). Dans l'étude de l'AFEE, la diversité biologique optimise aussi la capacité auto-épuratoire des bassins : « [p]lus l'écosystème est diversifié et équilibré, plus la capacité d'auto-épuration du bassin est élevée. D'autre part, la diffusion à partir de l'atmosphère et l'activité photosynthétique des végétaux augmente la teneur en oxygène durant la stagnation. » (AFEE, 1987 : 106). Dans le *Mémento* la biodiversité fait aussi la résilience de l'écosystème mis en place (le terme est anachronique, mais c'est bien de résilience qu'il s'agit, avec une définition très mécanique). Ainsi la

« diversité des espèces vivantes, [...] permet un autocontrôle des populations, une assimilation maximale des éléments nutritifs par une occupation de diverses niches écologiques et par multiplication des chaînes alimentaires, enfin une meilleure réaction de l'écosystème face aux chocs. » (STU, 1989 : 308)

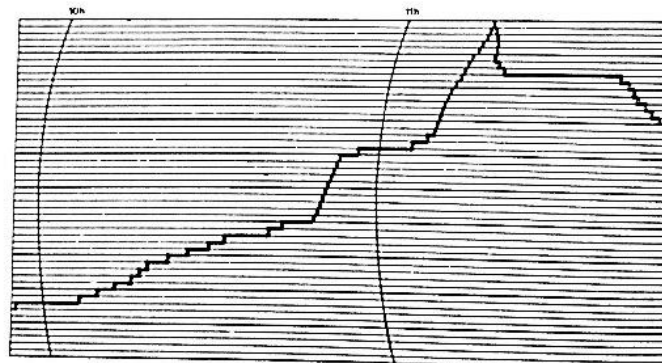
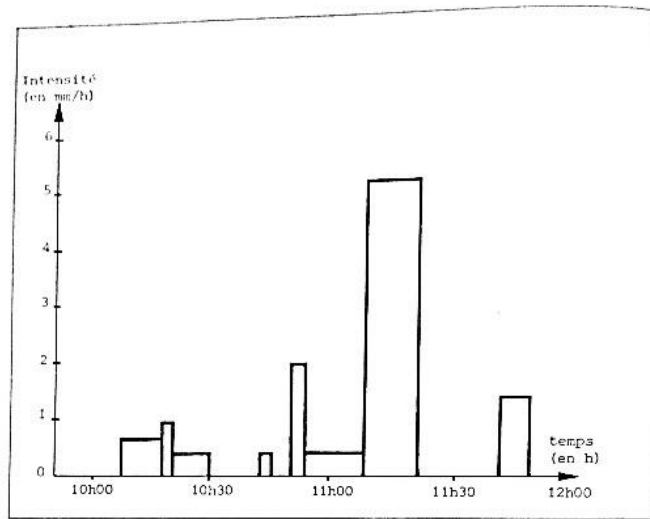
On trouve en bibliographie du *Mémento* l'ouvrage écrit par Sauveterre et commandé par le STU *Comportement écologique d'un bassin de retenue* de 1981, signe de la connaissance de cet ouvrage parmi les professionnels intéressés par la gestion de la pluie à l'époque. Dans le *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales* (AESN, STU, 1994), une attention particulière est portée à l'aménagement des berges :

« La longueur des rives importe plus que la forme générale pour un développement écologique harmonieux. [...] [L]es rives sinueuses sont donc préférables aux rives rectilignes. La pente des talus émergés doit être douce pour permettre l'implantation de diverses variétés végétales. Il est souhaitable de créer, par place, des sillons facilitant la pénétration de poissons et la création de frayères. La profondeur moyenne du plan d'eau doit être de l'ordre de deux mètres. Les hauts fonds, les îles favorisent la présence végétale. Des poches d'eau profondes procurent aux poissons des refuges d'eau fraîche et oxygénée. Il est donc préférable que le modelé soit irrégulier » (AESN, STU, 1994 : 61)

Comme dans le guide sur la protection des berges en génie végétal (Silène-Biotec, 1994), la gestion et la qualité du milieu aquatique, conçu comme un écosystème complexe, reposent sur l'aménagement des milieux terrestres associés. Plages, hauts-fonds, îles et berges sont donc essentiels.

Les guides techniques développent donc l'usage de la modélisation physique qui associent schématiquement une surface : le bassin versant - le lit du cours d'eau - à un flux - la pluie, le cours d'eau. Les modèles doivent rendre compte du comportement du fluide en fonction de la structure physique sur laquelle il se déplace : pour la pluie, il s'agit d'anticiper la production d'un débit à l'exutoire, afin de dimensionner le réseau, pour les cours d'eau, il s'agit de donner la mesure de la contrainte exercée par le flux sur les berges, pour les protéger. Ces méthodes de dimensionnement des ouvrages techniques sont à la fois élaborées, développées, et critiquées par les guides, comme trop simplificatrices. Doit-on y voir une rhétorique d'anticipation des éventuelles critiques apportées aux modèles ou bien un aveu d'impuissance dans la tentative de produire un modèle régulier et systématique de ce qui par essence ne l'est pas – la pluie, les rivières ? L'hydrologie urbaine cherche à nuancer les approches, en intégrant plus de paramètres pour affiner les variables, ou en déployant des outils d'observation. Le génie végétal met plutôt à distance les modèles hydrauliques, en valorisant l'observation et les approches empiriques. Génie végétal et hydrologie urbaine utilisent également des notions d'écologie : elles donnent leur règle au choix des végétaux en vue de la qualité des eaux et du maintien des berges des cours d'eau et des retenues d'eau pluviale. La biodiversité est valorisée comme signal de bon état des systèmes, et aucune conception climatique n'est mobilisée.

Planche 2.2 La modélisation de la pluie par l'hydrologie urbaine



- Hyetogramme d'une pluie enregistrée à Bordeaux le 22^e jour de l'année 1977 à l'aide d'un pluviographe-chronototalisateur. Vitesse de déroulement du tambour: 50 mm/h. Basculement de l'aiguille: 2/10 mm de pluie.

Fig. 6 extrait de (132)

20

Figure 1 Pluviogramme et « Hyetogramme d'une pluie enregistrée à Bordeaux le 22^{ème} jour de l'année 1977 à l'aide d'un pluviographe-chronototalisateur » (AFEE, 1987 : 20)

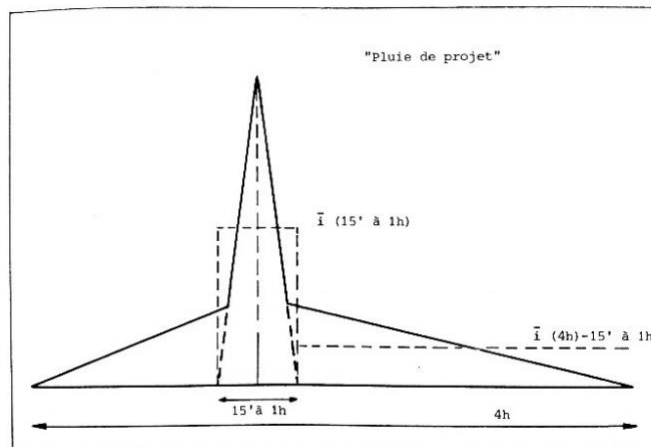


Fig. 8 extrait (4)

Figure 2 Pluie de projet double triangle (AFEE, 1987 : 23)

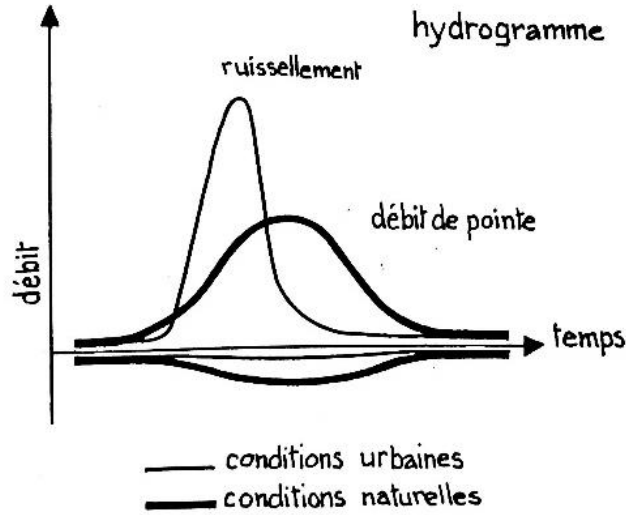


Figure 3 Hydrogramme comparé de bassins versants "naturel" et "urbain" (IAURIF, 1982 : 5)

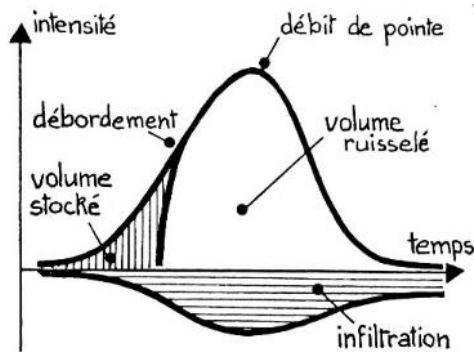


Figure 4 Hydrogramme d'un fossé filtrant (IAURIF, 1982 : 15)

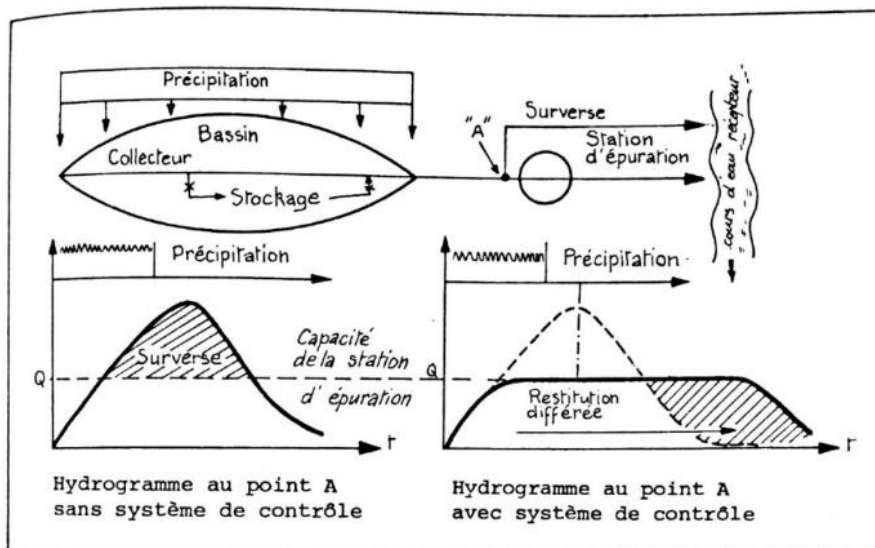
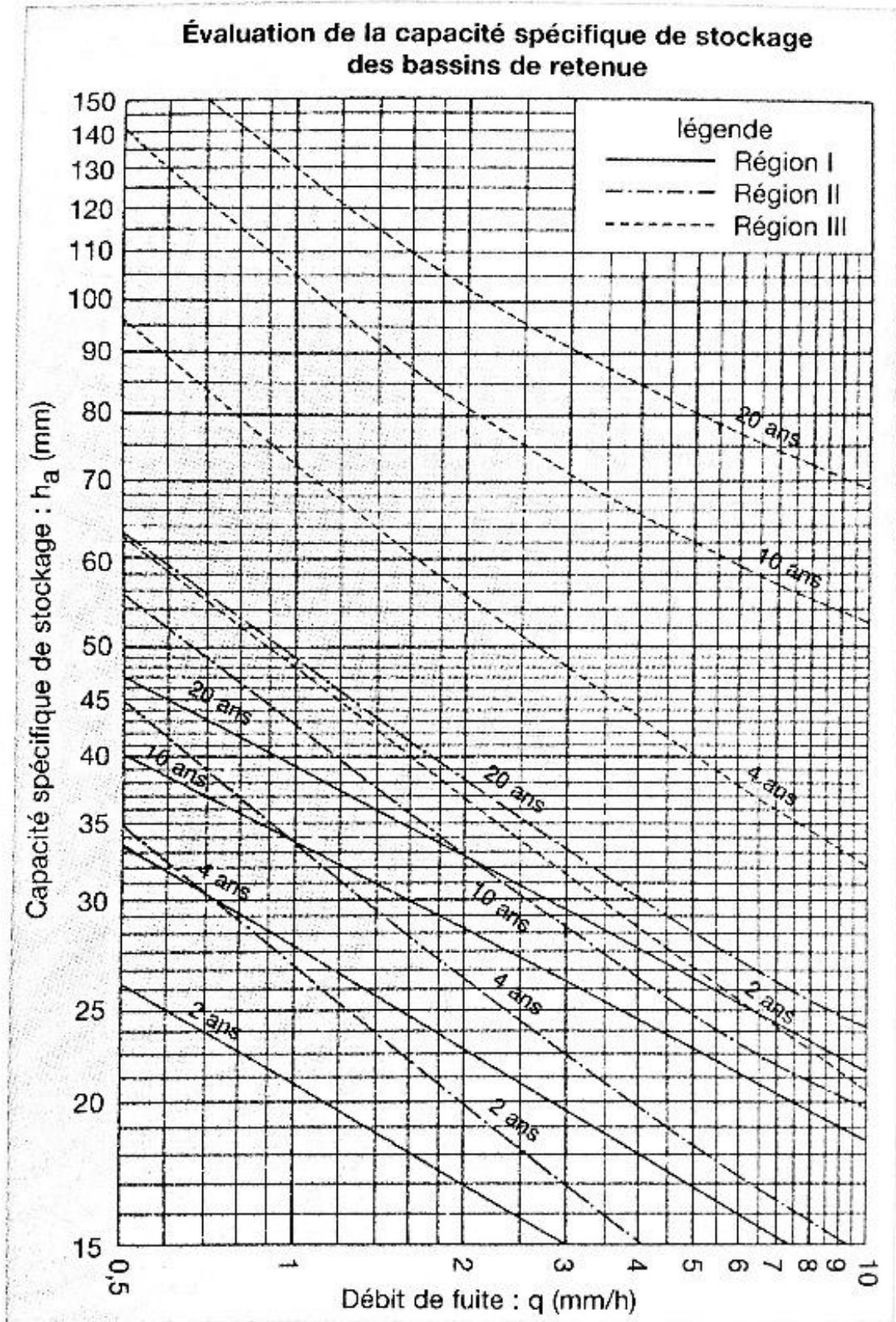


Fig. 39 extrait de (65)

Figure 5 « Résultats graphiques du contrôle des surverses d'orage par rétention » (AFEE, 1987 : 69)



Méthode des volumes - Abaque Ab7 de l'Instruction Technique de 1977.

Figure 6 Abaques de l'Instruction technique de 1977 reprises par le guide *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial* (CERTU, 1998 : 147)

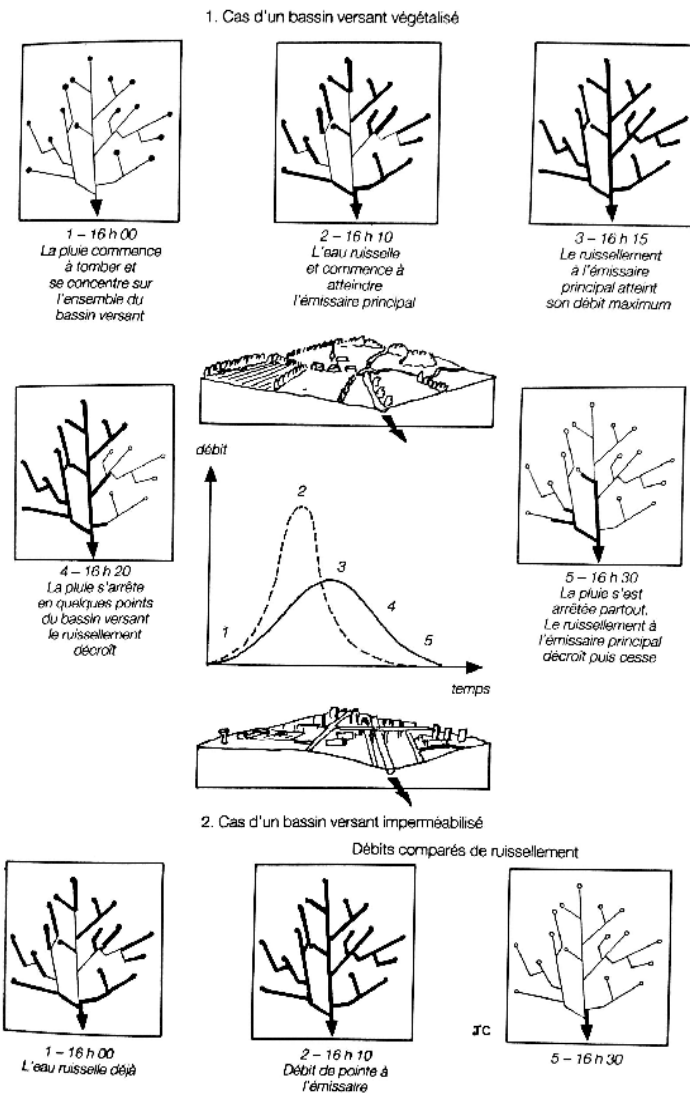


Figure 7 Modélisation du bassin versant urbain par ses réseaux (Foncier Conseil, 1991 : 15)

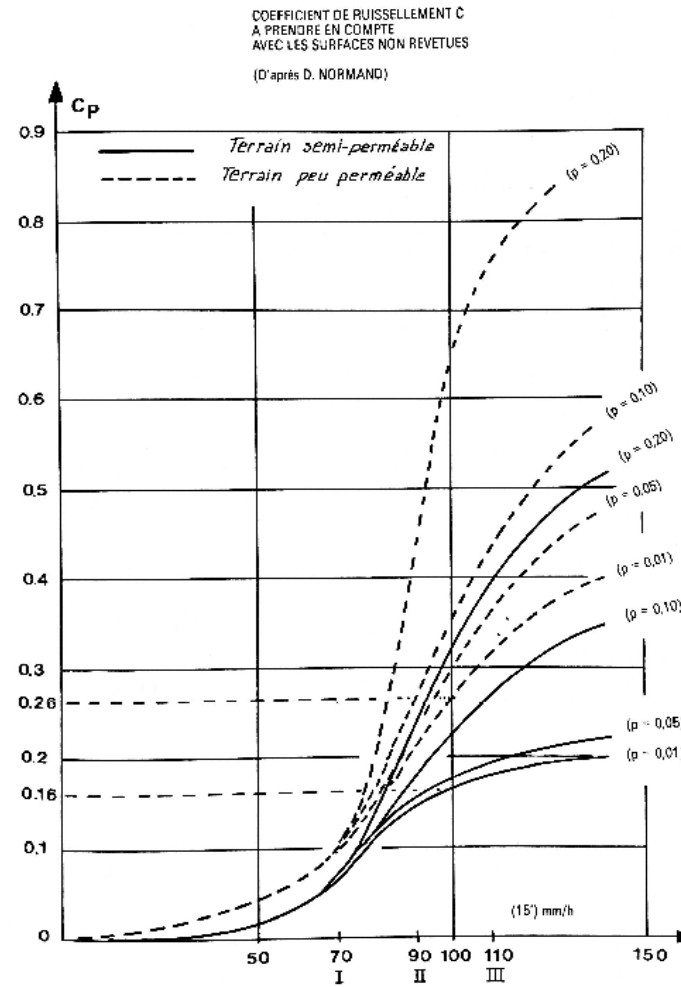


Figure 8 : Coefficient de ruissellement C à prendre en compte avec les surfaces non revêtues (d'après D. Normand)

Figure 8 Représentation du coefficient de ruissellement de surfaces non revêtues (STU, 1989 : 9)

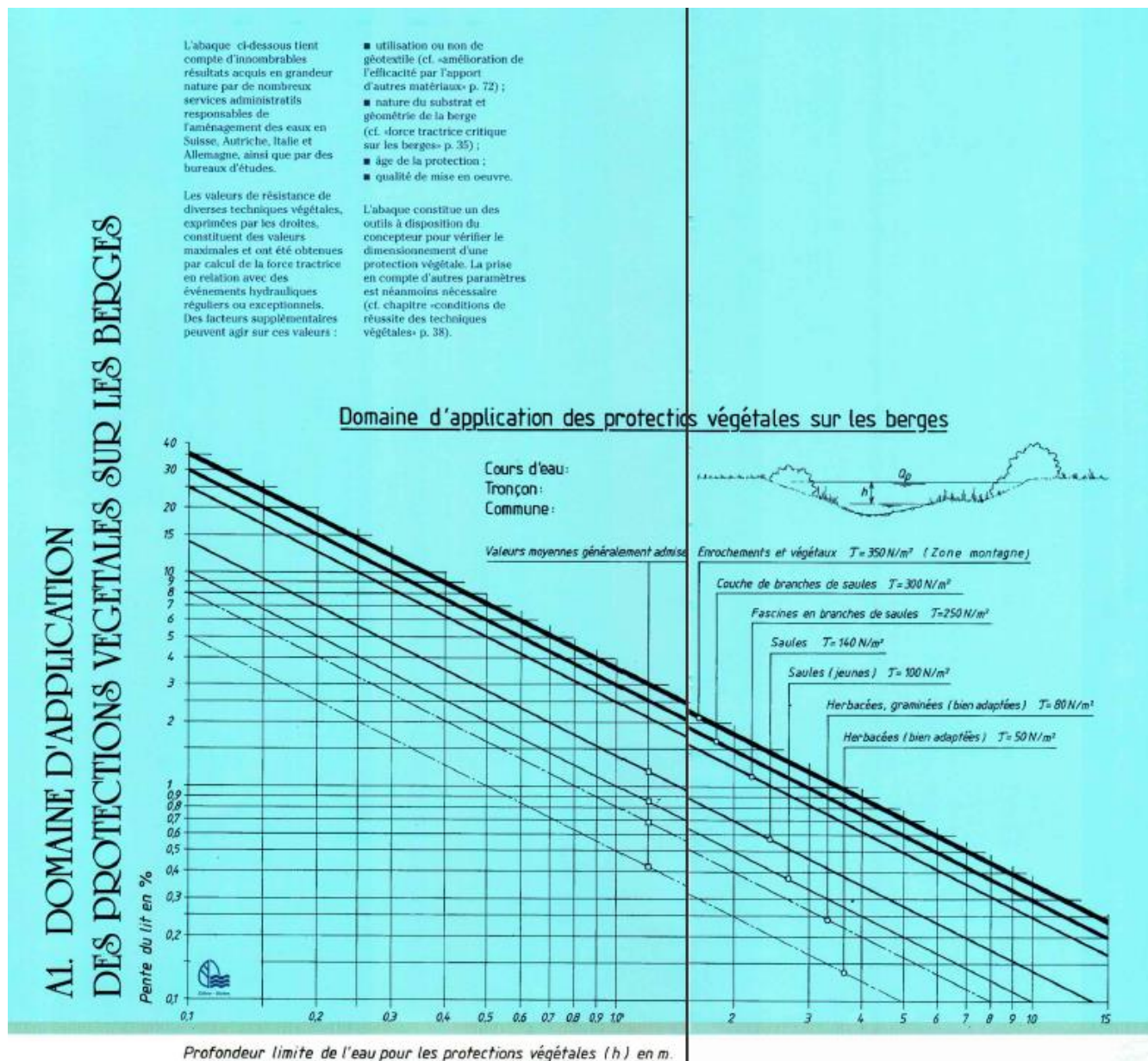


Figure 9 Abaque pour le choix des techniques végétales en fonction de leur résistance au crue (Silène-Biotec, 1994 : 122)

Tableau 2.
Valeurs de résistance à la force d'arrachement en fonction de la croissance des végétaux (en N/m^2). (D'après [9])

Plantation	A la finition	1ère période de végétation	2ème période de végétation	3ème période de végétation
Plantation	0	10	30	>30
Engazonnement	10	30	30	30
Couches de branches à rejet	50	150	300	>300
Tapis de buissons	32	40	100	300
Plantations consolidées	15	–	75	120
Pieux dans enrochement en vrac	50	–	100	250
Matelas de fascines vivantes	100	200	–	>300
Boutures interstitielles	75	100	300	>350

Figure 10 Quantification de la résistance à la force d'arrachement des techniques végétales dans le temps (Lachat, 1994 : 28)

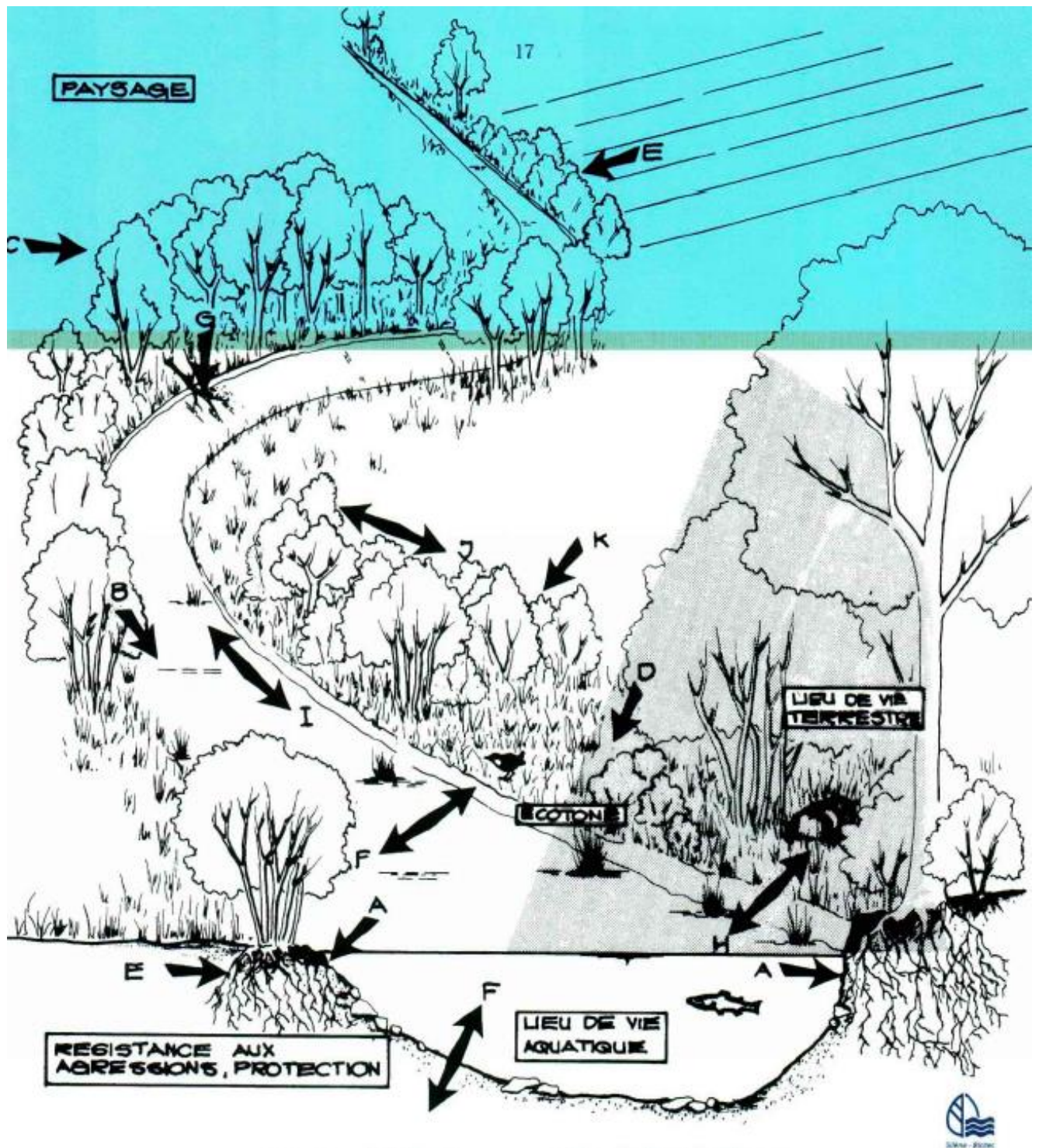


Figure 11 L'écosystème-rivière, un ensemble de milieux composés par l'occupation des berges (Lachat, 1994 : 17)

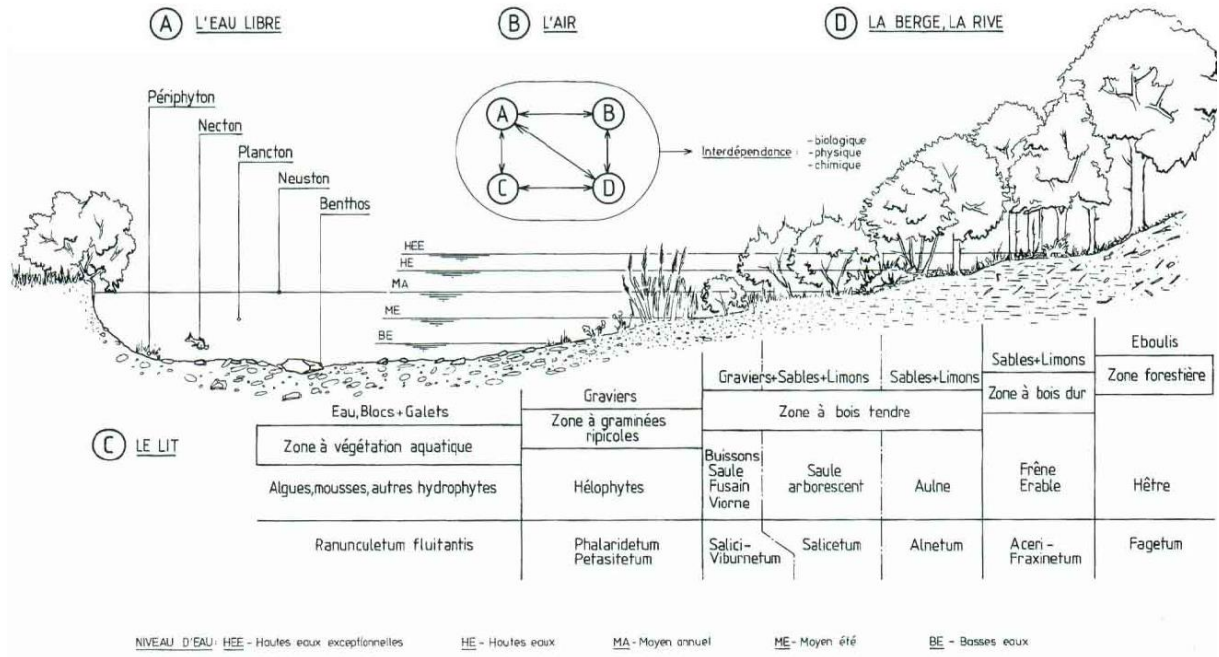


Figure 12 Zonation des berges (Lachat, 1994 : 19)

Figure 3.
Système racinaire
de la graminée
Fétuque Faux
Roseau
(Festuca
arundinacea).
D'après [6]

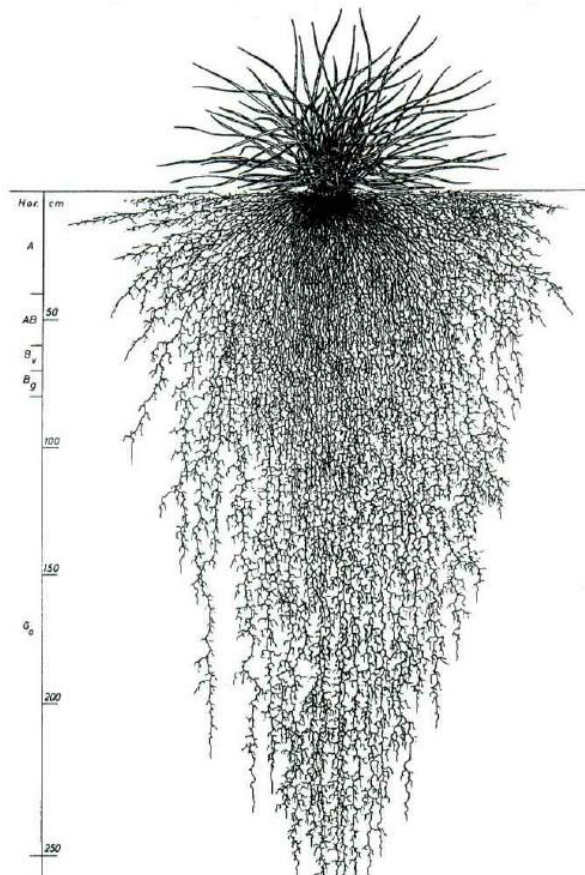


Figure 13 Schéma en coupe d'un système racinaire végétal potentiellement structurant (Lachat, 1994 : 20)

Commentaire de la planche 2.2

Les figures illustrent les différents modèles d'ingénierie ou schématisation des phénomènes et milieux issus de l'utilisation des sciences hydrauliques et écologiques.

Sur la **figure 1** apparaît en haut un hyétogramme, dont les barres représentent des intensités et durées de précipitations, et la figure du bas un pluviogramme, qui représente les hauteurs d'eau cumulées. Ce sont les représentations fondamentales de la pluie, associées aux mesures directes, qui permettent ensuite de construire des séries statistiques et des pluies de projet. La **figure 2** représente une pluie de projet en double triangle, pour laquelle la durée de l'averse est égale au temps de concentration, c'est-à-dire au temps que met la goutte la plus éloignée sur le bassin versant pour parvenir à l'exutoire. L'intensité de la pluie, qui n'a pas sur cette figure d'unité, est ensuite transformée en débit à l'exutoire *via* des modélisations du bassin versant qui permettent de le quantifier dans le temps, soit de produire des hydrogrammes.

Deux hydrogrammes sont ensuite présentés en figures 3 et 4 : la **figure 3** montre la différence des débits entre un bassin versant naturel et un bassin versant urbain. Une partie des débits du bassin versant « naturel » est négative, elle correspond à la perte au ruissellement induite par la captation par les sols et les végétaux, les aspérités du terrain. Cette partie est très ténue dans le cas du bassin versant urbain. La pointe (intensité maximale) des débits du bassin versant urbain est plus forte et elle dure moins longtemps. Est donc ici schématisée la réponse plus rapide et plus forte d'un bassin versant urbain à une pluie : il restitue presque toute l'eau précipitée, plus rapidement, ce qui génère un gros débit soudain. Sur la **figure 4**, le second hydrogramme représente le comportement hydraulique d'un fossé filtrant : une partie du débit est stockée, une partie infiltrée, et, lorsque le débit de pointe excède la capacité de stockage du fossé, il déborde.

La **figure 5** représente le comportement hydraulique de bassins de stockage situés sur le collecteur unitaire d'un bassin versant, donc probablement enterrés. Ils sont d'abord localisés relativement au bassin versant et à ses infrastructures de gestion des eaux. Le collecteur amène les eaux à une station d'épuration qui rejette les eaux au cours d'eau après traitement. Une surverse permet de la contourner : les eaux sont alors rejetées sans traitement. L'hydrogramme présenté est situé juste avant la surverse, il représente l'écrêtage des débits effectué par le bassin : les pointes sont applanies par le bassin qui stocke les eaux lors de forts afflux et les restitue en différé. Le rôle tampon du bassin et protecteur des cours d'eau est ainsi illustré.

La **figure 6** est un abaque repris par le guide *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial* (CERTU, 1998) à l'Instruction technique de 1977. Cet abaque sert à dimensionner les bassins de stockage selon la méthode des volumes. Les trois régions pluviométriques sont figurées par trois types de traits – un trait plein et deux types de traits en pointillés. Selon un débit de fuite déterminé et une occurrence de pluie choisie dans la région adéquate, on peut identifier la capacité spécifique de stockage à attribuer au bassin, inscrite ici en hauteur (mm) probablement par m². L'utilisation de l'abaque est simple, elle nécessite seulement de connaître la capacité du réseau et le niveau de gestion souhaité pour dimensionner l'ouvrage de stockage.

La **figure 7** compare la mise en charge des réseaux de deux bassins versants ; un urbain et un végétalisé. L'évolution chronologique de cette mise en charge lors d'une averse est détaillée. L'hydrogramme représente par deux courbes superposées ces différents comportements. Dans le cas d'un bassin versant végétalisé la courbe est progressive : les sections se remplissent tour à tour et se vident de même, grâce à l'amortissement du ruissellement par la végétation. Les réseaux du bassin versant imperméabilisé se remplissent et se vident brutalement.

Enfin la **figure 8** représente l'évolution des coefficients de ruissellement selon que les surfaces sont peu perméables ou semi-perméables et selon l'intensité de la pluie (en abscisse) : le coefficient de ruissellement augmente avec l'intensité de la pluie et est plus fort pour les surfaces peu perméables que semi-perméables.

Les figures suivantes incarnent l'association entre approches écologiques et génie civil : le génie végétal procède, comme on l'a exposé, à la fois d'une démarche de dimensionnement typique du génie civil, fondée sur les caractéristiques physiques des cours d'eau modélisées par des formules, et sur des notions et méthodes propres à l'écologie scientifique.

La **figure 9** est un abaque qui met en relation la résistance des techniques végétales et les crues, caractérisées par une hauteur d'eau et par la pente du lit. Un schéma en coupe du lit du cours d'eau rend compréhensible cet abaque, qui permet donc au technicien de calibrer les techniques végétales pour les crues propres à au cours d'eau, afin qu'elles ne les détruisent pas et que les berges soient protégées. La **figure 10** présente un tableau sériant la résistance à l'arrachement des techniques végétales selon leur période de croissance en (N/m²). La **figure 11** est un schéma en perspective de l'écosystème-rivière avec ses composantes hydrologiques et écologiques. Le schéma est assez complexe. La végétation des berges y est centrale : elle les protège de l'érosion et constitue un écotone, entre milieux de vie aquatique et terrestre. Le premier plan fait apparaître une coupe du lit du cours d'eau où la protection des berges par les racines est exposée, ainsi que la création de zones d'ombre par les arbres sur le lit du cours d'eau. Des phénomènes plus généraux sont représentés en perspective à l'arrière-plan : le ruissellement de l'eau dans les champs vers le cours d'eau, et le « paysage » inscrit au-dessus de la ligne d'horizon, présentée comme composante, liée à la perspective visuelle, de cet écosystème-rivière. Ces éléments sont repris en une représentation plus schématique en **figure 12**, avec une coupe présentant la zonation de la végétation, mais également les différents organismes vivants dans les cours d'eau et la nature des sols du cours d'eau à la crête de berge. Le lien est fait entre situation relative au cours d'eau, type de sol, et type de végétation. Les essences typiques de berges – saules, aulnes, frênes pour les arbres, hélrophytes pour les herbacées – sont précisées en fonction de leur position sur la berge (étagement). La **figure 13** représente une graminée fétuque faux roseau en coupe : son système racinaire est rendu visible. Cette illustration vient donner corps à l'affirmation dans le texte selon laquelle les racines des végétaux de berges peuvent aller jusqu'à 2,5 mètres de profondeur et sont donc particulièrement structurantes.

Ces différentes représentations font valoir la schématisation des phénomènes hydrologiques et écologiques, et la mise en relation entre des ouvrages et des situations typiques par les abaques.

2.2. Les choix d'aménagement des systèmes d'assainissement et cours d'eau

Cette sous-section ne concerne plus les éléments de modélisation conçus à partir des sciences hydrauliques, mais plutôt les choix d'aménagement, de niveaux de services opérés par la conception des systèmes d'assainissement et par l'aménagement des cours d'eau. Dans les années 1970, la rupture avec les principes hygiénistes d'évacuation systématique des eaux de pluie est donc entamée. On l'a vu, l'hydrologie urbaine est à la fois science et pratique : science des phénomènes hydrologiques en milieu urbain, à des échelles spatiales et temporelles qui permettent de calibrer les systèmes techniques de gestion des eaux de pluie ; pratique de gestion des eaux de pluie par les réseaux d'évacuation et par des dispositifs de stockage en amont, situés dans le bassin versant. Les guides de la sous-période 1970-2000 proposent des principes d'aménagement, d'abord pensés à l'échelle du système d'assainissement et du bassin versant, puis focalisés sur le projet d'urbanisme. Ces principes et leurs variations selon les guides sont présentés ici. Sur les berges, l'utilisation des techniques végétales pour le confortement est partie d'un ensemble de préceptes pour une bonne gestion de la végétation rivulaire.

L'Instruction technique de 1977 apparaît dans un contexte d'intense développement périurbain : elle vise à équiper les nouveaux espaces urbains et à protéger les cours d'eau des rejets polluants liés aux dysfonctionnements des réseaux unitaires et séparatifs. Ces dysfonctionnements, très intenses à cette époque, contreviennent aux usages des cours d'eau (Instruction technique, 1977 : 5). Les réseaux séparatifs permettent de ne pas ajouter les volumes d'eau de pluie à ceux des eaux usées : soustraits aux réseaux unitaires, ils ne sont plus amenés aux stations d'épuration. Les eaux pluviales sont donc directement

déversées dans les cours d'eau et gérée, selon les guides, par leur capacité auto-épuratrice. La pollution des eaux de pluie est donc connue mais minorée par l'Instruction technique de 1977 : elle est déléguée à la capacité auto-épuratrice des cours d'eau, sauf pour les zones d'activités ou voiries très polluantes. Le traitement des eaux usées doit maintenir ou améliorer la qualité admise pour le milieu, qualité admise qui dépend essentiellement des usages qui sont faits dudit cours d'eau (1977 : 8). La pollution des milieux récepteurs peut notamment être gênante si le cours d'eau passe à proximité des habitations et amène de mauvaises odeurs et autres désagréments (1977 : 38). Les normes de la gestion de l'eau sont indexées sur les usages humains.

Le bassin de retenue autorisé et même préconisé par l'Instruction technique de 1977 a plusieurs rôles : empêcher les déversements d'orage et diminuer le dimensionnement des réseaux d'évacuation des pluies, qui sont par conséquent moins coûteux. Situé en amont du réseau unitaire, il permet de ne pas engorger les centres anciens ; avant les stations d'épuration, il permet d'écrêter les débits de pointe dus à la pluie et évitent également les rejets sans traitement ou les déversements d'orage.

Les choix techniques ouverts par l'Instruction technique de 1977 s'appuient sur l'analyse du milieu urbain à équiper et des coûts induits par les options techniques. Le critère de choix est en effet essentiellement économique : il est par exemple possible d'évaluer les économies faites par l'investissement dans un bassin de retenue, en comparant son coût à celui du surdimensionnement des stations d'épuration si le système comprend des réseaux unitaires, ou à la mise en place d'un réseau d'eaux pluviales dédié dans le cas du système séparatif. Comme la circulaire Caquot, l'Instruction technique de 1977 utilise la pluie décennale ou de période de retour dix ans⁹⁷ comme pluie statistique de référence pour dimensionner les ouvrages. Le service est calibré pour cette pluie, et donc pour un déficit des ouvrages au-delà de cette occurrence. Cependant, la protection varie selon les zones concernées : le niveau de protection est de plus en plus fort à mesure que l'on s'approche du centre-ville. Dans les zones les plus périphériques il peut ne pas y avoir de réseau, puis on admet une période de retour de deux ou cinq ans dans le périurbain peu dense, et dans les zones fortement urbanisées sans pente, on peut aller jusqu'à une protection vicennale voire cinquantennale. La pente permet un moindre dimensionnement car l'eau n'y stagne pas : le système est dédié à la mise en mouvement de l'eau, selon la tradition hygiéniste. La vulnérabilité est implicitement représentée par la plus ou moins grande densité urbaine, et conduit à moduler l'aléa en fonction de celle-ci afin de définir le niveau de service (en s'en tenant à la formule classique $\text{risque} = \text{aléa} \times \text{vulnérabilité}$).

Le modèle proposé par l'Instruction technique de 1977 repose sur la spécification de la gestion de l'eau de pluie. D'abord les eaux pluviales sont séparées des eaux usées avec le système séparatif. Les réseaux d'eaux usées peuvent ainsi être précisément dimensionnés, et les déversements directs dans le milieu aquatique évités. Ensuite, sont dimensionnés les réseaux d'eau de pluie, qui déversent leurs eaux directement dans les cours d'eau. Ce dimensionnement est modéré par l'usage des bassins de retenue qui peuvent stocker l'eau plus ou moins en amont de l'exutoire, et la restituer à un débit contrôlé afin de maîtriser les débordements. L'Instruction de 1977 propose donc une modulation, conçue comme une optimisation, du système des infrastructures d'évacuation en réseau.

Ces conceptions sont cependant critiquées sur la fin de la sous-période étudiée par l'article « assainissement » de l'*Encyclopédie*. Celui-ci affirme rétrospectivement l'échec du système séparatif : il a essentiellement donné lieu à des doubles réseaux et non pas à deux conceptions distinctes entre la gestion des eaux usées, en circuit fermé entre les bâtiments et la station d'épuration avant rejet aux milieux, et les équipements dédiés à la gestion des eaux de pluie, dispositifs de gestion du ruissellement à l'amont et réseaux

⁹⁷ Période de retour : temps statistique entre deux occurrences d'une pluie d'une intensité donnée, exprimée en H millimètres pendant une durée t minutes. La durée, comme on le voit par la suite, est déterminée en fonction du bassin versant et correspond au temps de concentration qui le caractérise (temps mis par la goutte d'eau la plus éloignée pour rejoindre l'exutoire).

d'évacuation dédiés. Les doubles réseaux suivent les mêmes linéaires : il n'y a donc pas de réduction des infrastructures et des coûts associés, mais à l'inverse une démultiplication due d'une part au dédoublement et d'autre part aux nombreux mauvais branchements générant des rejets polluants. On pourrait donc déjà dire des réseaux séparatifs qu'ils sont « smelly and messy », comme les techniques décentralisées décrites par cette expression (Florentin, 2015 : 36).

Les principes guidant les choix techniques pour la gestion de l'eau de pluie évoluent cependant rapidement : le calibrage d'un équipement pour une pluie décennale est vite considéré comme insuffisant. D'une part, la pollution propre aux eaux pluviales est reconsidérée ; leur rejet direct aux cours d'eau n'est plus évident : une réflexion est initiée sur la gestion des pluies qui lessivent les sols urbains, sur leur dépollution avant le renvoi dans les réseaux d'évacuation, ou même sur leur gestion *in situ*. D'autre part, les inondations dues au ruissellement sont reconsidérées, notamment à la suite de catastrophes urbaines liées aux pluies d'orage du sud de la France. Une réflexion sur le choix des occurrences de pluie et des dispositifs techniques afférents est menée.

La réduction du ruissellement est prônée dans l'étude de l'AFEE (1987), car d'elle dépend la maîtrise des pollutions. Les trois chapitres de l'étude de l'AFEE annoncent ce programme : d'abord l'étude du « cycle de l'eau en milieu urbain » (chapitre un) permet de comprendre les « interactions entre urbanisme et assainissement pluvial », ensuite « la conception de l'évacuation des eaux pluviales » « présente les différents modes possibles d'élimination des eaux de ruissellement », enfin, l'ouvrage développe le sujet de « la pollution des eaux pluviales », et notamment « les aspects liés à la caractérisation des charges polluantes véhiculées, ainsi que certaines possibilités de traitement » (AFEE, 1987 : 6). L'association entre diagnostic sur le cycle urbain de l'eau et conception des systèmes de gestion des eaux pluviales est similaire à la démarche de l'Instruction technique de 1977 ; cependant la prise en compte de la pollution des eaux de pluie et l'éventuel traitement qui en est proposé la distinguent. L'Instruction technique proposait un traitement particulier des voiries très empruntées et des zones d'activités ; l'étude de l'AFEE généralise le constat de la pollution des eaux de pluie, qui est généralement qualifiée de « très forte » (AFEE, 1987 : 5). Les polluants évoqués sont divers : matières solides ou organiques, substances nutritives, métaux lourds, bactéries et autres. L'occupation des sols est centrale pour l'explication de leur pollution, mais aussi la durée du temps sec, qui n'est pas une période de bon fonctionnement des réseaux d'évacuation des eaux usées mais une période d'accumulation des polluants en surface. Mais surtout l'étude promeut la réduction des volumes ruisselés en vertu de la diminution des pollutions drainées. La pollution des eaux de pluie dépend en effet de ceux-ci : « [l]e volume total ruisselé a une grande influence sur la plupart des paramètres dont il est souvent le meilleur facteur explicatif » (AFEE, 1987 : 96). Plus le volume d'eau ruisselé est important, plus la pollution véhiculée est importante : il faut donc réduire les volumes ruisselés pour maîtriser la pollution. Ainsi le rejet des eaux de pluie ayant lessivé les sols urbains, quels qu'ils soient, et la production de volumes ruisselés sont-ils remis en question. Une autre approche de la gestion de l'eau de pluie et de sa temporalité en découle : la pluie décennale fait place à une approche associant volumes ruisselés et durée de temps sec précédant un épisode pluvieux.

Une distinction entre les petites, moyennes et grosses pluies est effectuée dans les guides de la fin de la sous-période étudiée. L'article « aménagement urbain et hydrologie » de *l'Encyclopédie* (1987) donne pour origine à cette différenciation des niveaux de gestion le « système dual » usité au Canada ou en Australie. Selon ce système les petites pluies sont gérées par des techniques d'évacuation, éventuellement en souterrain, les grosses pluies par « un aménagement de l'espace en vue de l'évacuation des ruissellements superficiels exceptionnels (période de retour 100 ans et plus) » (Chocat, 1997 : 31).

La différenciation de la gestion des pluies selon leur intensité est également présente dans le guide de Foncier Conseil *Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert* (1991) : s'intéressant également aux grosses pluies, il indique que les équipements existants sont souvent prévus pour des périodes de retour de deux à cinq ans, alors que ce sont les pics de ruissellement des pluies d'orage qui posent problème. Le guide propose d'équiper les bassins versants en conséquence : il s'agit de ralentir le transit des eaux de ruissellement, par

des systèmes de talus/fossés boisés⁹⁸ qui peuvent détourner l'eau ruisselant depuis l'amont du bassin versant. Ces systèmes peuvent également être utilisés au sein du lotissement afin de diriger l'eau et de la ralentir. Ils compensent le déboisement ou à la suppression de zones de marais, notamment responsables selon le guide des grandes inondations urbaines : « [p]lus les barrières végétales disparaissent, plus le débit d'eau s'accélère, grossit et devient dévastateur » (Foncier Conseil, 1991 : 22). Deux échelles sont retenues pour la gestion : celle du quartier, où il s'agit de gérer les eaux de transit par le dessin du cheminement de l'eau, ralenti par la végétation et par des réseaux de haies-fossés et des bassins, et celle de la parcelle, où des dispositifs techniques peuvent être intégrés à l'habitat, permettre de gérer les petites pluies, prenant ainsi en charge des eaux qui n'auront pas à être gérées collectivement et permettant l'utilisation de l'eau de pluie par les habitants. L'approche duale est également employée dans le guide *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial* (CERTU 1998), qui donne des préconisations pour la conception de systèmes techniques de gestion de la pluie à l'échelle du projet urbain. L'ouvrage présente les choix de gestion qui ont été faits dans l'opération Bordeaux Technopolis⁹⁹ : cette gestion est sériée entre des dispositifs dimensionnés pour une pluie décennale dans les parcelles et des dispositifs calibrés pour une pluie trentennale à centennale dans l'espace public. Les ouvrages des parcelles se déversent dans des noues reliées à des chaussées réservoirs lors des pluies exceptionnelles. Comme dans le guide de Foncier Conseil, une distinction entre grosses et petites pluies est donc opérée, ainsi qu'entre gestion dans l'espace public, plutôt pour les moyennes et grosses pluies, et dans l'espace privé, pour les petites pluies. Le *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales* (AESN, STU, 1994) considère trois niveaux de gestion : les petites pluies sont infiltrées, les pluies moyennes sont stockées par les bassins et renvoyées au réseau, et le ruissellement des pluies exceptionnelles circule en surface. La gestion de la pluie décennale, standard de l'aménagement depuis la circulaire Caquot, constitue une valeur seuil entre petites ou moyennes pluies gérées en amont des réseaux et par les réseaux d'évacuation, et pluies fortes gérées en surface, par la trame viaire et les dispositifs de stockage. Elles sont gérées selon des principes hydrauliques d'écoulement en surface comme on l'a vu précédemment (cf. section 2.1 de ce chapitre). Le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (CERTU 2000) fait valoir une approche très similaire de la gestion des grosses pluies dans l'espace public et repose sur la distinction de trois pluies. D'un côté les petites pluies, soit les pluies inférieures à une période de retour décennale, sont gérées localement par des réseaux d'évacuation et des techniques intégrées ou alternative, de l'autre les pluies supérieures sont gérées en surface, par la trame viaire et des ouvrages de stockage associés. Il faut en effet que « le risque ne soit plus subi mais en quelque sorte maîtrisé par une organisation rationnelle des espaces publics » (CERTU, 2000 : 8). La trame viaire est assimilée « à un réseau de surface » (CERTU, 2000 : 92), elle amène l'eau pluviale vers des espaces de stockage publics multifonctionnels paysagés. Le profil en V des voiries, qui permet de conduire l'eau, loin des seuils des maisons, vers les espaces de stockage, est donc préféré au profil en toit ou bombé (il avait été retenu au XIXe siècle pour amener l'eau vers les bouches d'égout (Barles, 1999 : 212). Les hauteurs d'eau tolérables sont évaluées selon les usages des espaces et la fréquence de l'évènement pluvieux. L'orientation et l'organisation de la trame viaire prennent donc en considération la contrainte hydraulique, le bâti également avec l'aménagement des paliers des maisons pour qu'ils soient au-dessus de la ligne d'eau. Les établissements publics à risque doivent être situés aux endroits les moins exposés de l'opération. Pour les habitations, il faut établir un niveau minimum de plancher au-dessus de la cote prévisible des eaux. Les espaces publics accueillant temporairement les eaux ruisselées les évacuent ensuite par infiltration ou par rejet au réseau. Un urbanisme adapté au risque de ruissellement est ainsi défini.

⁹⁸ Il s'agit de l'association entre un fossé et un talus qui conduisent l'eau et une haie plantée qui la ralentit et maintient le talus, sur le modèle du bocage.

⁹⁹ Il s'agit d'une zone d'activités de 1 200 hectares sur un plateau non urbanisé en périphérie de Bordeaux.

Enfin, le génie végétal repose en fait sur une logique de moindre action et de recréation des écotones¹⁰⁰ que constituent les berges. Le milieu est d'abord créé par le cours d'eau lui-même et sa dynamique propre. À petite échelle, ce sont les phénomènes morphodynamiques¹⁰¹ qui font le cours d'eau. Le principe d'action est simple : il s'agit de laisser la place au cours d'eau « afin qu'il puisse exprimer toute son originalité ». Le génie végétal consiste donc à intégrer l'ouvrage à son site, à en minimiser l'impact, en respectant la logique hydromorphologique et écologique (Lachat, 1994 : 26) :

« En laissant libre cours à sa dynamique si intéressante, modelée par les crues, les érosions et les sédimentations, on conserve le caractère propre au cours d'eau, composé de l'alternance des rapides et des calmes, des variations de granulométrie et de profondeur, de l'éphémère apparition d'associations pionnières ou encore de la zonation typique de la végétation. » (Lachat, 1994 : 23)

Le génie végétal relève d'abord d'une observation de l'évolution du milieu sous le coup du travail de la dynamique fluviale, et d'un entretien de la végétation des berges corollaire. Les techniques végétales ne sont utiles que dans des cas spécifiques, l'intervention à tout prix n'est pas conseillée : elles sont utilisées lorsqu'une stabilisation de berge est nécessaire, afin de la protéger d'une érosion non souhaitée, soit parce qu'elle est trop intense dans une situation de milieu dégradé, soit parce que le tracé du lit mineur du cours d'eau ne doit pas trop évoluer, sous peine de mettre en péril des usages des sols. Selon le guide, les techniques du génie végétal sont intéressantes en raison de toutes leurs fonctions annexes à celle de la protection de berge :

« [...] les techniques proposées par le génie végétal visent à poursuivre une quantité d'objectifs que l'on peut qualifier de secondaires, mais qui en fait constituent l'essentiel de leur intérêt comparativement aux procédés habituellement utilisés par le génie civil. On peut les énumérer comme suit : considérer le cours d'eau comme un complexe formé d'un lit, de berges et de rives, le tout étroitement en relation avec le bassin versant et les nappes phréatiques ; maintenir une diversité maximale d'habitats aussi bien au niveau du lit que des berges et des rives ; garder une morphologie correcte et typique au cours d'eau ; éviter une structure rocheuse des berges en des lieux où elle n'existe pas naturellement ; respecter une distribution étagée de la végétation, du pied au sommet de berge, régie par les conditions hydriques et hydrauliques ; intégrer l'ouvrage dans son site ; minimiser l'impact occasionné par l'implantation d'un ouvrage de stabilisation. » (Lachat, 1994 : 26)

La préservation des milieux est l'avantage comparatif du génie végétal sur le génie civil. Les techniques végétales sont également plus efficaces que le génie civil pour la protection des berges : leur résistance à l'érosion est croissante, supérieure à celle du béton sur le long terme (Lachat, 1994 : 26). La gestion des berges peut également se traduire par des interventions plus classiques d'« assainissement » de la végétation, si les végétaux ne sont pas adaptés à leur milieu, par exemple, si des arbres créent des affouillements¹⁰², turbulences ou embâcles¹⁰³ sur le cours d'eau, ou si des espèces envahissantes se propagent sur les rives :

« Cependant, un mauvais état sanitaire des boisements rivulaires, des espèces mal adaptées à leur situation sur la section du cours d'eau, d'autres non indigènes et envahissantes, peuvent engendrer des

¹⁰⁰ « **Ecotone** zone de transition entre deux communautés biologiques et donc entre deux milieux. Les écotones sont toujours plus riches biologiquement que les biocénoses de contact. » (lexique Silène-Biotec, 1994 : 113).

¹⁰¹ « **Morphodynamique** qui a une action permanente ou périodique, régulière ou irrégulière, dans le façonnement des aspects physiques (forme, structure, etc.) » (lexique Silène-Biotec, 1994 : 114).

¹⁰² « **Affouillement** effondrement de berge ou de talus produit par érosion sous-jacente » (lexique Silène-Biotec, 1994 : 112).

¹⁰³ Embâcle : « [a]ccumulation hétérogène de bois mort façonnée par les écoulements, entravant plus ou moins le lit et contre lesquels peuvent venir s'accumuler du bois dérivant et des déchets divers. A la fin de chaque période de crue, apparaissent des embâcles. Les embâcles participent à la diversification des écoulements et des habitats. » Source : <http://www.glossaire-eau.fr/concept/emb%C3%A2cle>, consulté le 27/07/2019.

mesures d'assainissement, traduites par l'élimination sélective d'une partie de la végétation. Et c'est dans cet entretien que réside la première démarche du génie végétal. Les techniques à proprement parler n'intervenant que dans le cas de dégradations constatées des berges. » (Lachat, 1994 : 23)

Les techniques de génie végétal sont des techniques de réparation, utilisées sur des portions dégradées. Le mauvais état sanitaire des berges n'est cependant pas uniquement lié à leur érosion, mais aussi à la présence d'espèces envahissantes : elles prolifèrent et chassent les espèces indigènes, elles créent des espaces monospécifiques, elles ont un pouvoir de structuration des berges faible, et enfin en détruisant la flore indigène elles suppriment les milieux de la faune qui disparaît à son tour (Lachat, 1994 : 29). La gestion écologique n'est pas la seule observation des évolutions spontanées de la végétation, mais une pratique de gestion des berges sélectives, visant à la création d'un milieu idéal.

Ainsi de l'Instruction technique de 1977 aux derniers guides de la sous-période étudiée, l'évolution des préceptes d'aménagement concerne principalement la distinction de la gestion de la pluie en deux ou trois niveaux de pluie. L'occurrence décennale continue d'être le seuil de prise en charge du ruissellement par les réseaux d'évacuation, mais une réflexion sur la gestion des fortes pluies et sur le lessivage des sols urbains, notamment après le temps sec ou temps d'accumulation des polluants, est en cours. Des propositions originales émergent des villes nouvelles et du tissu pavillonnaire : des systèmes de gestion vernaculaires sont exhumés, comme les haies-fossés et rideaux boisés pour la gestion du ruissellement des pluies intenses. Enfin le génie végétal est une technique palliative, à utiliser seulement lorsque les usages des berges les requièrent ou lorsque les espaces invasives détruisent les écosystèmes : l'idéal étant de laisser le fleuve façonner son lit.

2.3. Maîtriser l'environnement urbain : planification, projet

Les outils propres à l'urbanisme sont mobilisés par les guides, en complément des préceptes sur les systèmes techniques à mettre en œuvre. Planification et réglementation, outils de gestion des projets urbains sont mis à contribution. Les préconisations de gestion de la pluie portent sur l'espace urbain lui-même, qu'il faut modeler pour inscrire les dispositifs de gestion dans sa trame et sa forme. L'aménagement des cours d'eau repose essentiellement sur une analyse synthétique des phénomènes propres aux cours d'eau et des contraintes urbaines.

Dans l'Instruction technique de 1977, le système d'assainissement, conçu comme un équipement urbain, nécessite une « vision globale des problèmes » (Instruction technique, 1977 : 13). La prise en compte de l'urbanisation actuelle ou future permet de programmer les équipements à mettre en place, d'introduire un traitement des eaux ruisselées dans les zones identifiées comme polluantes (zones industrielles...). Des emplacements doivent être réservés pour les bassins de retenue. La programmation des équipements de gestion de la pluie dans un espace urbain en développement repose comme on l'a vu sur des choix de niveaux de service et de techniques, dont les critères sont l'efficacité (protection contre le ruissellement et la pollution des cours d'eau) relativement aux coûts engagés.

Les préconisations présentées dans l'étude de l'IAURIF (1982) et de l'AFEE (1987) mettent en relation systèmes techniques et maîtrise de l'urbanisation. Pour ces études, puisqu'il n'est pas possible de répondre à l'urbanisation de manière systématique par un équipement en réseau, il faut notamment agir sur l'occupation des sols responsables du ruissellement : « [n]e pouvant modifier les paramètres pluviométriques il faut diminuer l'importance des surfaces imperméables et retenir ou infiltrer une part de l'eau avant qu'elle n'atteigne le réseau » (introduction, IAURIF, 1982 : 6). La logique de moindre dimensionnement par la gestion à l'amont des réseaux est déplacée au tissu urbain dans son intégralité : il faut agir sur le bassin versant. En annexe de l'étude figure « un exemple d'aménagement du cadre de vie à partir de la gestion des eaux pluviales : la ville nouvelle des Woodlands, Texas, États-Unis », « où l'aménagement de la ville s'est fait

en fonction du cycle de l'eau » (IAURIF, 1982 : 59). La capacité d'infiltration des sols, de stockage de la nappe et les « quantités d'eau présentes dans les différentes phases du cycle de l'eau » ont été analysées dès les premières phases d'étude, le patrimoine hydrologique du site est utilisé ensuite dans le projet d'aménagement (une mare sert par exemple de retenue) (IAURIF, 1982 : 59). L'étude de l'AFEE suit la même logique : « [i]l est en effet possible d'assurer la cohérence technique et financière du développement des urbanisations et de celui des réseaux ainsi que des caractéristiques locales telles que la topographie, l'hydrogéologie [...] » (AFEE, 1987 : 12). L'étude préconise d'élaborer un schéma d'assainissement à l'échelle intercommunale, de réglementer l'occupation des sols via le Plan d'Occupation des Sols (POS) et d'annexer le schéma d'assainissement à ce POS afin de rendre les prescriptions opposables. La planification urbaine des dispositifs techniques est donc le levier pour cette mise en adéquation.

L'utilisation de la planification pour maîtriser l'urbanisation et le ruissellement induit est reprise dans les documents qui suivent, de manière de plus en plus précise. Le *Mémento sur l'évacuation des eaux pluviales* (STU, 1989) exige une cohérence entre programmation des ouvrages de gestion de la pluie et urbanisation : à la modélisation précise des réseaux et ouvrages de gestion doit répondre une maîtrise de l'urbanisation (les chapitres de modélisation forment l'essentiel de du Mémento¹⁰⁴). L'urbanisation doit prendre en compte le dimensionnement des infrastructures, surtout avec les techniques alternatives qui sont situées dans le tissu urbain :

« En fait il paraît difficile de prévoir correctement l'impact d'une proposition d'urbanisme sans intégrer dans le règlement des articles visant à maîtriser le fonctionnement du réseau d'assainissement (surfaces effectivement drainées, et surfaces imperméables effectives). Ce point risque de devenir encore plus crucial avec le développement de nouvelles techniques de limitation des débits (petits bassins de retenue décentralisés, structure poreuse pour les chaussées, les parkings ou les trottoirs...). Au minimum, les hypothèses retenues pour le calcul devront être clairement spécifiées et conservées de façon à pouvoir agir sur le développement urbain, pour éviter une dérive qui risque à terme de devenir catastrophique. » (STU, 1989 : 242)

Les hypothèses de calculs des infrastructures doivent accompagner l'urbanisation et la paramétrer. Le *Mémento* oppose « l'exploitation et la gestion traditionnelles », qui consistent simplement en la création et le maintien des ouvrages d'évacuation, à l'exploitation de type « gestion hydraulique » qui repose sur la maîtrise des ouvrages amont et des phénomènes hydrologiques par les services, qui deviennent des services de gestion de l'eau (cf. figures 1 et 2 de la planche 2.3). Ils assurent la production de mesures *in situ*, la prise en compte du milieu récepteur, la recherche de dispositifs de contrôle liés à l'urbanisme, ou de gestion en temps réel (STU, 1989 : 300) :

« En environnement traditionnel d'exploitation, il existe des ouvrages de contrôle amont créés, en général, à la suite de la convergence d'intérêts d'un aménageur et de l'exploitant du réseau, mais il n'existe pas de politique d'intervention à long terme sur l'urbanisme, politique ayant pour objectif de montrer l'efficacité sur l'ensemble du réseau des dispositifs de contrôle amont. La raison est très simple : le service d'assainissement ne disposait pas, jusqu'à il y a peu, de réglementations lui permettant d'influer sur les débits collectés par le réseau principal.

« Cette situation pourrait évoluer, grâce à des articles introduits dans les POS [Plans d'Occupation des Sols] et grâce aux plans d'exposition aux risques. Il reste toutefois des contraintes considérables en cas de généralisation de ces dispositifs, sur leur entretien. Ces contraintes ne peuvent être acceptables par le

¹⁰⁴ Il présente d'abord un chapitre sur la modélisation de la pluie et du ruissellement (« phénomènes et modélisation »), qui comporte 151 pages sur les 347 de l'ouvrage, puis sur celle du système d'assainissement pluvial (« conception et diagnostic du fonctionnement des réseaux pluviaux ») qui totalise 57 pages. Viennent ensuite des chapitres sur « les mesures », les « gestion et exploitation hydraulique des réseaux » et enfin une petite partie sur les « aspects économiques de la conception des réseaux ». Une vingtaine de pages sont consacrées à la pollution des eaux pluviales, dans une perspective, ici encore, de modélisation.

service d'assainissement que s'il est doté d'une véritable vocation à la gestion des eaux et s'il peut prouver que l'accroissement de ses tâches de surveillance et d'entretien entraîne un bénéfice important vis-à-vis des inondations ainsi qu'une réduction des coûts d'équipements. » (STU, 1989 : 314)

Cette évolution repose sur l'utilisation de la réglementation urbaine, édictée par les POS, et sur les documents de prévention des risques, qui permettent de limiter les débits acceptés dans les réseaux. Une préfiguration de l'évolution des services d'assainissement est ici proposée, dont la pertinence peut être soulignée : la limitation des rejets aux réseaux pluviaux est aujourd'hui la règle, certains services départementaux de petite couronne parisienne ont montré les gains apportés par les techniques alternatives à la gestion du réseau (il s'agit des Hauts-de-Seine et de la Seine-Saint-Denis comme on le verra dans la partie II de ce mémoire).

Les études de sites et diagnostics sont ensuite au cœur des guides qui portent sur la mise en œuvre d'opérations d'urbanisme. Pour le guide de Foncier Conseil (1991) un diagnostic pluvial et hydrologique du site est nécessaire, ainsi que des études préliminaires : c'est sur cette base que les choix de techniques à mettre en œuvre peuvent être faits. Le diagnostic pluvial et hydrologique comporte des éléments sur la pluviométrie, l'hydrologie souterraine et superficielle, une étude sur l'incidence des aménagements sur le ruissellement en volume et en qualité. Un système de gestion intégré au site trouve les moyens de la gestion des eaux de pluie dans le site en question, en s'appuyant notamment sur ces études préalables qui comprennent notamment le patrimoine vernaculaire lié à l'eau. Dans le *Guide technique des bassins de retenue d'eau pluviale*, les sites potentiels pour l'implantation des bassins, ou emplacements réservés, sont définis grâce à des « études topographique, géologique et géotechnique, hydrogéologique, climatologique, pédologique, occupation du sous-sol » (AESN, STU, 1994). Pour le guide *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial* (CERTU, 1998), la « gestion intégrée » des eaux de pluie au sein d'un projet induit également un travail d'aménagement proche de l'hydrologie naturelle du site. Elle

« consiste à lier la démarche de prévention des risques au projet d'aménagement, et à procéder aux allers et retours permettant au projet d'urbanisme de se bâtir autour des choix et à partir des outils techniques de gestion des eaux pluviales. Cette approche comporte plusieurs dimensions détaillées ici : la relation forte à l'hydrographie naturelle du site [...], la prise en compte des eaux en provenance de tout le bassin versant [...], le jeu des outils techniques et du projet d'urbanisme [...], les exigences de mise en phase et d'organisation intégrée de l'équipe de conception [...]. » (CERTU, 1998 : 23-24)

Le projet urbain doit s'élaborer en même temps que les systèmes techniques dédiés à la gestion de la pluie : cela demande une gestion des équipes de projet spécifique. Le diagnostic et les études préalables excèdent les seules limites du site : l'aménagement ne doit pas aggraver le ruissellement existant sur le site avant urbanisation afin de ne pas pénaliser les espaces urbains à l'aval, mais le ruissellement à l'amont de la parcelle est également étudié. Les contraintes géologiques, hydrographiques, réglementaires sont toutes intégrées comme paramètres du projet d'aménagement. Le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (CERTU 2000) est structuré selon les étapes d'un projet d'urbanisme¹⁰⁵ : il illustre concrètement la prise en compte des contraintes hydrologiques au cours des étapes du projet urbain. Le diagnostic permet à l'aménageur

« d'apprécier les niveaux d'exposition du site à l'aléa, les potentialités pour gérer au mieux les eaux pluviales, les contraintes à respecter et les objectifs à atteindre, [...] d'apprécier la viabilité de l'opération envisagée, et de définir les conditions générales à prendre en compte pour la conception, sa réalisation, voire sa gestion ; il sera ainsi possible de travailler l'organisation du plan masse, le dimensionnement des

¹⁰⁵ L'introduction laisse place au « diagnostic de site » puis à la « faisabilité et l'esquisse du projet d'aménagement », à « [l']avant-projet d'aménagement » et enfin au « projet et sa réalisation ». S'ensuivent des « fiches de cas » et « études de cas » qui illustrent la méthode proposée.

ouvrages d'assainissement, la conception des espaces public [...] mais aussi d'apprécier les conditions d'une responsabilité partagée dans la gestion des eaux pluviales, entre les particuliers et la collectivité. » (CERTU, 1998 : 22)

La conception de la gestion intégrée excède donc de bien loin le seul dimensionnement des ouvrages, mais implique une réflexion sur la place de l'eau dans le projet réalisé. La gestion des inondations dues au ruissellement par une conception adaptée de l'espace public urbain nécessite la mise en œuvre de la gestion intégrée décrite ci-avant. Il s'agit de donner à l'eau « la place qui lui revient » :

« La démarche méthodologique décrite et l'utilisation des outils et des techniques qui sont développées dans ce document doivent permettre de passer du risque non appréhendé, et donc mal géré, au risque prévu et calculé. Ceci peut se faire sans augmentation significative des coûts d'investissement, tout en valorisant les espaces publics concernés et en donnant à l'eau la place qui lui revient dans la conception de l'aménagement. » (conclusion, CERTU, 2000 : 107)

Le diagnostic du projet comprend par conséquent des éléments les caractéristiques physiques, hydrauliques mais aussi des éléments concernant les activités humaines, qui sont pleinement intégrées aux aménagements : la topographie et la géomorphologie (bassins versants, cheminement de l'eau, points bas, zone d'infiltration de l'eau, zones sensibles aux inondations, à l'érosion...), la pédologie et la géologie (nature et texture des sols, perméabilité, érodabilité, géotechnie) l'hydrologie et l'hydrogéologie (piézométrie des nappes, écoulements de surfaces, alimentation et drainage, lits mineurs et lits majeurs, niveaux de nappe...), et enfin l'occupation humaine (occupation des sols, activités, usages liés à l'eau, et approche sociale et historique de du risque inondation). La phase de faisabilité et d'esquisse précise le projet (cf. la figure 3 de la planche 2.3) en prenant en compte les contraintes de l'aménageur : la nature du projet, les contraintes foncières et budgétaires, hydrauliques, et permet de définir un choix de niveau de protection. Le diagnostic précède ainsi la définition du projet, qui peut ainsi pleinement en intégrer les contraintes.

La dimension réglementaire fait l'objet d'une attention spécifique des guides puisqu'elle permet de contraindre l'urbanisation. L'article « aménagement urbain et hydrologie » de *l'Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement* (1997) fait valoir l'utilisation des articles du POS, le schéma d'assainissement, le Plan de Prévention des Risques, avec ses atlas des inondations. Il est rappelé la mission de protection de l'environnement donnée aux POS par la loi sur la protection de la nature de 1976 (Loi n° 76-629). Les contraintes d'assainissement peuvent être intégrées au règlement via l'article 4 du règlement du POS, comme l'a fait la Seine-Saint-Denis en 1993, ou dans des documents dédiés, comme Bordeaux avec son plan pluie limitant les débits de rejets dans les collecteurs, adopté en 1987. Les réglementations des projets d'urbanisme et les procédures propres à la construction sont également mobilisées : les règlements des Zones d'Aménagement Concerté permettent de donner des règles à la gestion de l'eau et la validation du permis de construire de les contrôler. Édité après la deuxième loi sur l'eau de 1992 qui prescrit notamment la planification de la gestion avec les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (cf. introduction générale), *l'Encyclopédie* prône de croiser politiques urbaines et protection des cours d'eau en une approche ou gestion globale : « [...] le choix du système d'assainissement doit résulter d'une approche globale qui, elle-même, doit être mise en relation d'une part avec les politiques urbaines et d'autre part avec la gestion intégrée des rivières telle qu'elle est définie par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 » (article « assainissement », Chocat, 1997 : 52).

La réglementation urbaine et les documents de planification sont décrits comme une couche constitutive du site, par le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (CERTU 2000). Les schémas directeurs d'assainissement, intégrés aux POS, permettent de définir des zones de gestion, et le règlement du POS d'imposer des espaces de pleine terre, des surfaces d'espaces verts à créer ou maintenir, des volumes de stockage de l'eau de pluie... les plans de prévention des risques, créés par la loi de 1995, comprennent des zonages de restriction de l'urbanisation. Enfin les règlements des ZAC donnent des règles à la construction et aux aménagements ayant un effet sur les milieux aquatiques, également soumis au

contrôle de la police de l'eau depuis la loi sur l'eau de 1992 (conclusion, CERTU, 2000 : 19 à 22). Cette deuxième loi sur l'eau est citée comme initiatrice de la gestion « intégrée » de l'eau, alliant planification urbaine et gestion de l'eau à toutes les échelles. Gestion intégrée et gestion globale sont utilisées parfois de manière différenciée : la gestion globale concerne la mise en cohérence de la gestion des cours d'eau et du développement urbain à l'échelle du bassin versant, la gestion intégrée la prise en compte des phénomènes hydrologiques dans les projets urbains et le modelage de l'espace urbain pour leur gestion. Parfois cependant elles sont synonymes.

Selon le *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales* (Silène-Biotec, 1994) l'aménagement des berges en techniques végétales repose également sur un travail de diagnostic important. Lorsque l'aménagement porte sur un grand tronçon de cours d'eau à restaurer, il est recommandé de réaliser une « carte de synthèse hydroécologique » qui localise tous les éléments signifiants : la morphologie du lit, la végétation riveraine, les ouvrages hydrauliques et arrivées d'eau, les ouvrages de stabilisation existants, l'état sanitaire des berges, et les surfaces riveraines d'influence anthropique. L'observation, la compréhension du site en termes d'hydromorphologie et d'écologie¹⁰⁶ des berges sont donc essentielles : elles fondent le choix et la conception des aménagements. La prise en compte des facteurs stationnels (caractéristiques écologiques et climatiques du site) fait partie des « conditions de réussite des techniques végétales » (Lachat, 1994 : 37) : il faut évaluer les conditions de croissance de la végétation du site (les contraintes physico-chimiques de l'eau, la morphologie du terrain, les propriétés du sol), physiques, chimiques, biologiques, mécaniques (les conditions climatiques) et environnementales (faune nuisible pour les plantes, activité anthropique, de loisirs, les maladies) (Lachat, 1994 : 38). L'analyse de la végétation déjà présente sur le site et sur ses abords est essentielle (Lachat, 1994 : 39). La capacité de reprise des végétaux implantés est à considérer (Lachat, 1994 : 41), l'appétence¹⁰⁷ des végétaux pour la faune locale et sa résistance aux maladies également (Lachat, 1994 : 42), en somme, leur capacité à constituer des matériaux vivants de constructions (Lachat, 1994 : 43). Les contraintes urbaines sont également pleinement intégrées à ce diagnostic préalable, comme on le voit en figure 5 de la planche 2.3. Pour le guide, si la « gestion intégrée » permet de rétablir les interactions entre milieux aquatiques et environnement terrestre, au profit des milieux aquatiques, la gestion idéale est cependant la « gestion globale » : celle du bassin versant dans son intégralité (Lachat, 1994 : 18).

Au-delà du système technique, c'est donc l'environnement urbain lui-même qui peut être formaté pour l'hydrologie urbaine. Les règles d'urbanisme d'abord, puis dans les années 1990 les projets urbains, sont des occasions pour influencer sur la conception de l'espace urbain. Les hydrologues urbains essaient de donner une place à la gestion de la pluie dans la conception des projets urbains, en particulier par les documents de diagnostic initiaux, perçus comme des portes d'entrée pour la mise en œuvre de la gestion intégrée de l'eau de pluie. Le génie végétal repose sur un registre d'action médical, également noté par des chercheurs à propos de l'ingénierie écologique (Doré *et al.*, 2014 : 142), et qui ne va pas sans rappeler les topographies médicales de la fin du XVIII^{ème} siècle (Barles, 1999). Un ensemble de données hétérogènes est rassemblé en un diagnostic, visant à infléchir positivement l'évolution d'un site : le diagnostic est garant de l'anticipation du déploiement des techniques végétales, associé au dimensionnement permis par l'abaque. Les deux approches intègrent les usages des sites et des territoires, et sont données comme des pratiques de composition de l'espace urbain.

¹⁰⁶ « *Facteur écologique* désigne tout paramètre physico-chimique ou biologique propre au milieu » (lexique, Lachat, 1994 : 113) : on retrouve ici avant l'heure la définition de l'état écologique par la directive cadre européenne de 2000 évoquée en introduction qui délimite notre deuxième sous-période.

¹⁰⁷ « Appétence (= appétabilité) l'appétence d'une plante dépend de l'intensité avec laquelle l'animal la consomme » (lexique, Lachat, 1994 : 112).

Planche 2.3 Planification et projets urbains : la place des eaux pluviales en milieu urbain

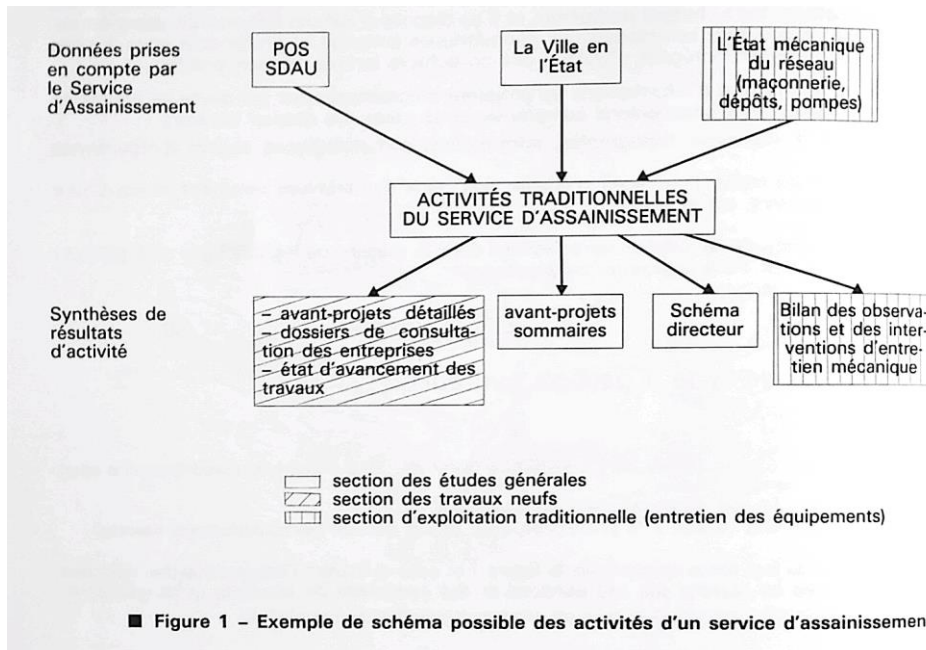


Figure 1 Représentation de la gestion traditionnelle (STU, 1989 : 300)

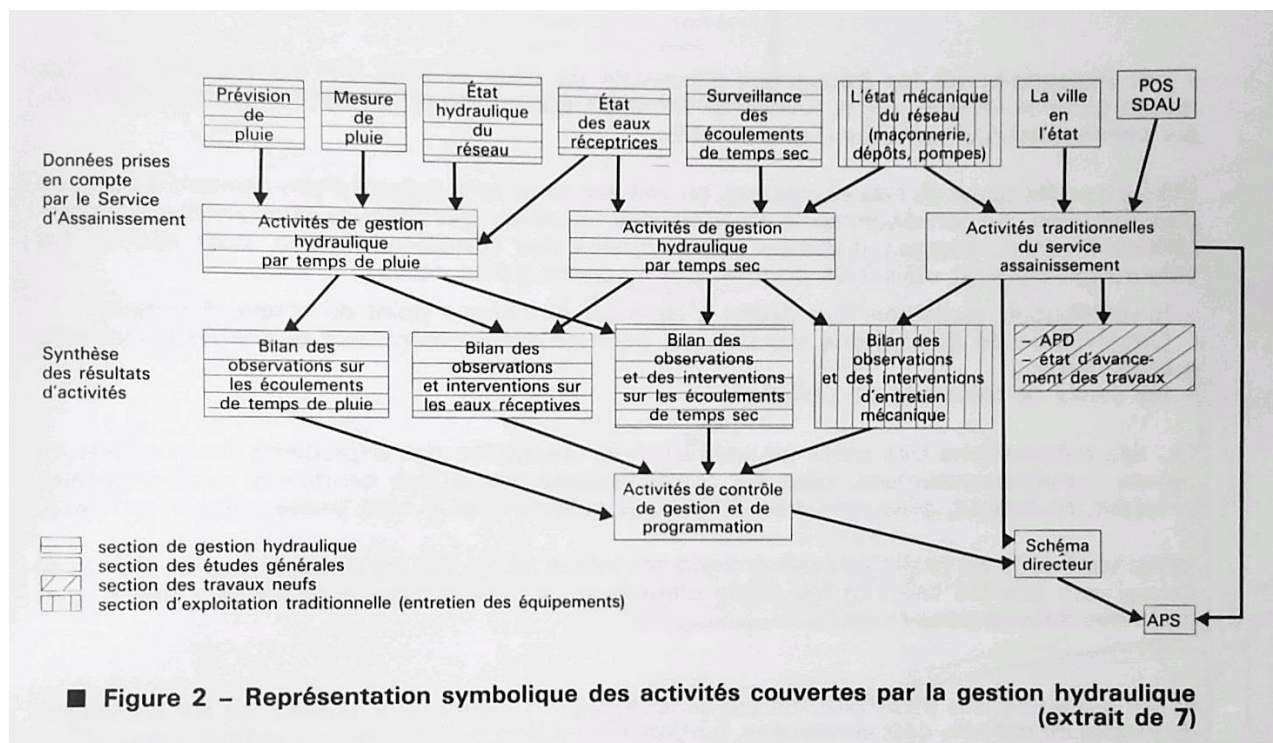


Figure 2 Représentation de la gestion hydraulique (STU, 1989 : 301)

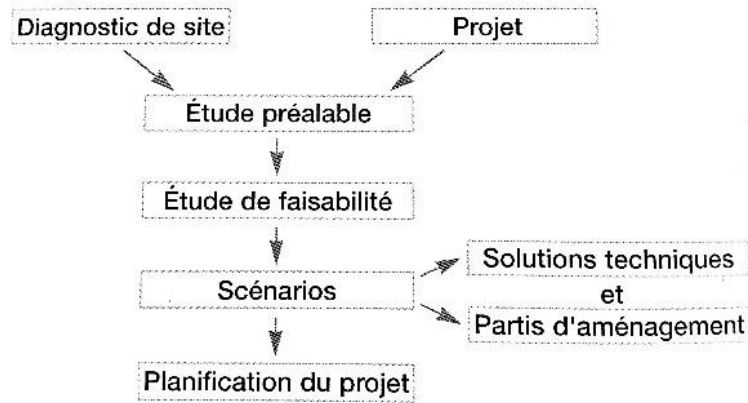


Figure 3 Intégration du diagnostic hydrologique au projet urbain (CERTU, 1998 : 24)

PRINCIPALES DONNÉES À ACQUÉRIR POUR LE DIAGNOSTIC DE SITE

DOMAINE <i>SOURCES</i>	PARAMÈTRES	FINALITÉ DES DONNÉES
TOPOGRAPHIE <i>Cartes IGN 1/25 000, Levés topographiques</i>	Paramètres principaux <ul style="list-style-type: none"> • Limites de bassins versants • Pentés moyennes des terrains • Principaux axes drainants pérennes ou non • Lits moyens et majeurs des cours d'eau • Points bas, dépressions 	<ul style="list-style-type: none"> • Localisation et sens des axes d'écoulement • Pentés favorisant les ruissellements ou l'érosion • Zones propices au débordement ou à la rétention
MORPHOLOGIE DU BASSIN <i>Plan topographique à 1/25 000</i>	Paramètres principaux <ul style="list-style-type: none"> • Forme des bassins versants • Positionnement par rapport aux zones urbanisées • Singularités, étranglement de vallée, ruptures de pente... 	<ul style="list-style-type: none"> • Effets de concentration des écoulements • Temps de concentration • Mécanismes d'écoulement particuliers
PÉDOLOGIE <i>DDAF, DRAF, DDE, Chambres d'agriculture</i>	Paramètres principaux <ul style="list-style-type: none"> • Perméabilité des sols • Érodabilité des sols • Couvert végétal Paramètres secondaires <ul style="list-style-type: none"> • Nature des terrains • Texture des sols 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacités d'infiltration (pluies courantes) • Sensibilité à l'érosion (transport solide) • Possibilité de retarder les ruissellements
HYDROGÉOLOGIE <i>BRGM, Police des eaux, utilisateurs publics des eaux souterraines</i>	Paramètres principaux <ul style="list-style-type: none"> • Perméabilité des sols • Profondeur de la nappe (niveaux moyen et maxi) • Relations avec le système hydraulique de surface (drainage, alimentation) Paramètres secondaires <ul style="list-style-type: none"> • Gradient hydraulique • Qualité et usages • Périmètres de protection de captages publics 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacités d'infiltration (pluies courantes) • Possibilités d'inondation par remontée de nappe • Protection de la ressource en eau souterraine

Figure 4 Éléments de diagnostic et étude préalable pour une gestion intégrée de l'eau de pluie dans les projets urbains (CERTU, 2000 : 15)

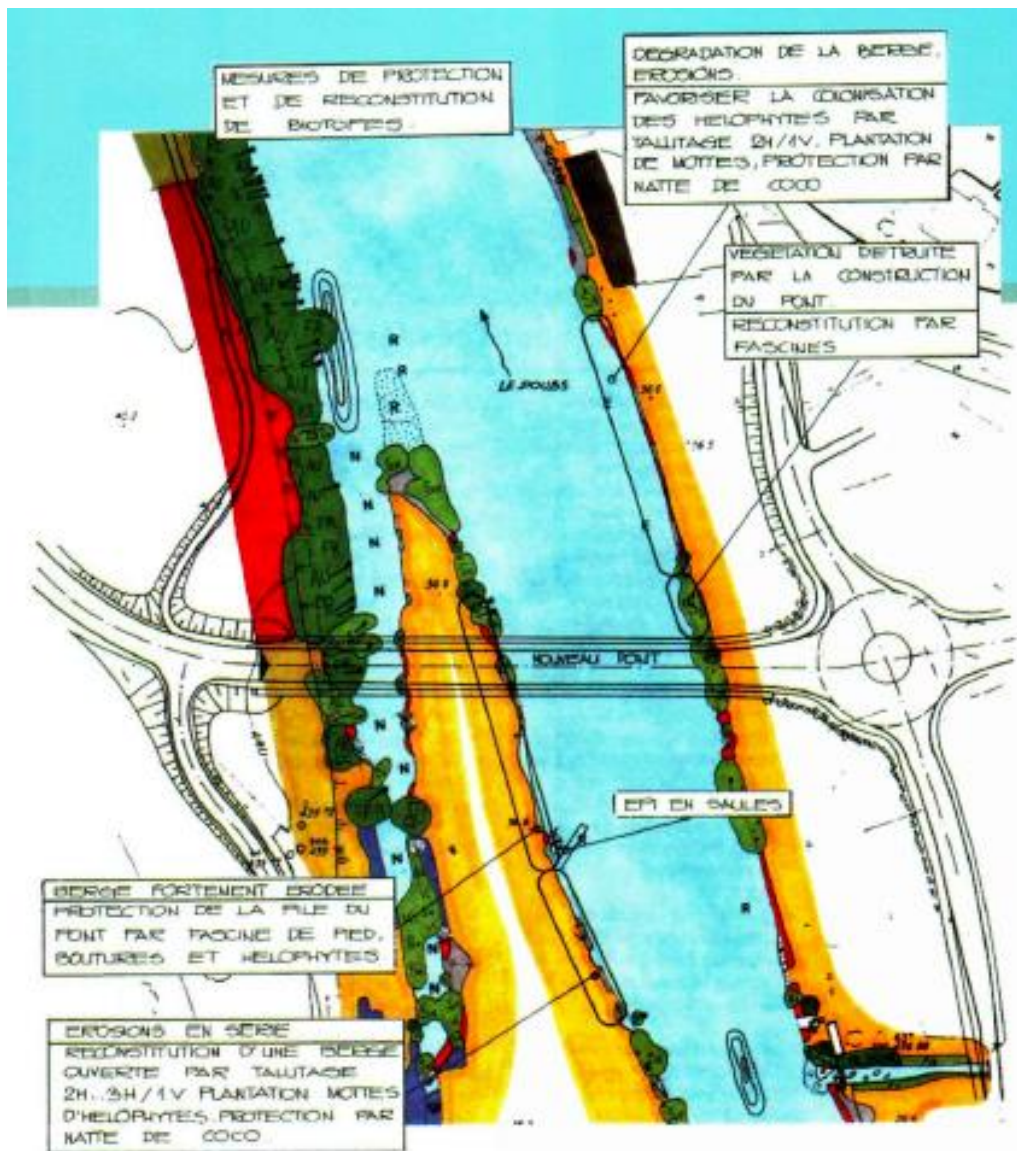


Figure 5 Carte de synthèse hydroécologique du site (Lachat, 1994 : 25)

Commentaire de la planche 2.3

L'intégration de l'eau dans la ville repose sur la mise en place d'un service adéquat, sur l'utilisation de la réglementation pour contraindre son aménagement et sur la production de données hydrologiques en phase de diagnostic dans les projets urbains. Les illustrations de cette planche présentent ces différentes dimensions.

Les **figures 1 et 2** sont des logigrammes représentant la différence entre un mode de gestion en situation traditionnelle et un mode de gestion hydraulique, distinction développée par le *Mémento* (1989). Le nombre de cellules détaillant la gestion hydraulique est bien supérieur à celui de la gestion traditionnelle : elle est plus complexe, engage plus d'actions. À la gestion traditionnelle du service d'assainissement s'ajoutent en fait deux tâches principales : les activités de gestion par temps de pluie et par temps sec, auxquelles sont associées la production de données et l'évaluation de l'activité, polarisée par une « activité de contrôle et de gestion de la programmation ». Des observations de la qualité des eaux réceptrices, une surveillance des écoulements de temps sec, des précipitations, l'élaboration de prévisions doivent être réalisées. La gestion hydraulique induit à la fois une surveillance de la qualité des milieux mais également un suivi fin, ici informatisé, des infrastructures de gestion des eaux de pluie.

La **figure 3** met simplement en évidence l'importance du diagnostic de site, qui permet d'engager, confronté avec le projet, des études préalables, puis de faisabilité, puis des scénarios proposant des partis pris d'aménagement et des solutions techniques, et enfin de planifier le projet.

La **figure 4** présente une partie des données dites « à acquérir pour le diagnostic de site » dans le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (CERTU, 2000). Toute une gamme de données relatives au comportement de l'eau dans le site et le bassin versant en projet est présentée.

La **figure 5** est un exemple de carte de synthèse hydroécologique : elle fait figurer le site à aménager et ses différentes composantes. La carte identifie essentiellement les zones d'érosion et de dégradation des berges par les ouvrages de génie civil, révélant la vocation restauratrice du génie végétal.

Ces figures montrent les efforts pour infléchir les méthodes du projet urbain et l'organisation des services des collectivités, ainsi que pour fonder le diagnostic hydrologique en urbanisme. Le dimensionnement des ouvrages n'est qu'une partie de la démarche. Les analyses de sites mêlent hydrologie, environnement physique et données du projet urbain.

2.4. Valorisation paysagère de l'eau en ville

Dans le cadre de la gestion intégrée, la valeur que peut prendre l'eau dans un projet est mise en avant par les guides. Elle nécessite d'abord une évolution des métiers de l'urbanisme, qui doivent réussir à comprendre les enjeux hydrologiques dans leurs pratiques. Elle a aussi une valeur en matière de cadre de vie : les espaces en eau forment des paysages, des espaces à expérimenter, l'eau de pluie est une ressource potentielle pour les habitants et elle peut être aménagée par des systèmes techniques végétalisés.

La gestion intégrée de l'eau en ville à l'échelle du projet suppose selon les guides étudiés, un changement dans la culture des professionnels de la fabrique urbaine. Pour le *Guide technique des bassins de retenue d'eau pluviale* (AESN, STU, 1994), les divers intervenants prenant part au projet de bassin sont de cultures professionnelles diverses et voient dans les bassins de retenue des fonctions et rôles urbains différents :

« Ces catégories d'acteurs représentent des métiers, des motivations, des intérêts très différents, parfois nettement divergents. Les ingénieurs raisonnent volontiers sur du quantitatif ; les urbanistes, les architectes, les paysagistes intègrent dans leur démarche des données difficilement quantifiables, telles l'esthétique, l'émotion, l'ambiance... Les investisseurs visent la rentabilité, les autorités la conformité et l'efficacité. » (AESN, STU, 1994 : 12)

Ces visions diverses doivent être synthétisées par le projet urbain. Elles peuvent cependant être complémentaires : dans le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (CERTU, 2000)

le traitement paysager des espaces de stockage permet d'en assurer la gestion et donc le bon fonctionnement :

« Il faut souligner à ce sujet que la double fonction d'un espace de sports ou de loisirs par exemple est une condition favorable au bon entretien des espaces concernés, alors qu'un espace dévolu à un simple stockage peut vite devenir une verrue urbaine par manque d'intérêt de la part des citadins, et à la longue, de la part du personnel chargé de son entretien. » (CERTU, 2000 : 64)

La fonction esthétique, ou l'usage du bassin, sont des garanties de son entretien et de sa pérennité technique. Cette conception esthétique est du ressort des architectes urbanistes, qui doivent donc assurer l'intégration au site et la plurifonctionnalité des ouvrages (CERTU, 2000 : 63). L'article « aménagement urbain et hydrologie » de l'*Encyclopédie* (1997) appelle plus généralement à « un aménagement urbain réconciliant l'eau et la ville » (p. 30) et à « une nécessaire remise en cause de nos habitudes » (p. 33), c'est-à-dire de la culture urbaine de ville sans eau perceptible dans l'espace urbain.

L'évolution requise de la culture de l'eau, ou de son absence, dans le tissu urbain peut cependant également être conflictuelle, ainsi le *Guide technique des bassins de retenue d'eau pluviale* (STU et AESN 1994) signale que la réalisation d'un bassin de retenue intégré au tissu urbain peut faire potentiellement face à une opposition locale (AESN, STU, 1994 : 58) : l'évolution des paysages implique, plus que les systèmes enterrés, les citadins.

Le guide *Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert* (1991) de Foncier Conseil fait d'abord valoir une réflexion très générale : une première petite partie intitulée « l'eau dans tous ses états » rappelle au lecteur que « l'eau [est] source de vie » (p. 5), puis ses qualités (p. 6), et développe une vision du cycle de l'eau débutant par l'évaporation de l'eau de la surface des mers (Foncier Conseil, 1991 : 7), (cf. figure 4 planche 2.1), précisée ensuite par le régime des précipitations en France et enfin, comme on l'a évoqué, par le rôle de la végétation dans la gestion des eaux pluviales (Foncier Conseil, 1991 : 10-12). Les auteurs se disent « partisans convaincus de l'urbanisme vert tant les ressources de la végétation sont considérables en termes d'agrément et de qualité de vie » (Foncier Conseil, 1991 : 1), qualité de vie opposée à la technicité, dont aucune définition n'est donnée : « [...] une gestion des eaux pluviales moins exclusivement technique [...] améliore grandement le développement de la végétation et ouvre d'abondantes perspectives d'embellissement et d'animation naturelle de notre cadre de vie » (Foncier Conseil, 1991 : 1). La gestion de l'eau de pluie est donc liée au développement de la végétation, elle-même améliorant la qualité du cadre de vie. Dans le contexte pavillonnaire que présente le guide, l'eau de pluie est utilisée pour l'embellissement de l'habitat par la végétalisation et comme ressource autonome par la récupération de l'eau de pluie. Jardins aquatiques et jardins sauvages mettent l'eau en scène.

Mais l'ouvrage plaide également pour une « réhabilit[ation] des eaux intermédiaires », en effet

« on ne demande pas à l'eau d'un étang, d'une rivière, d'un bassin, d'être potable, mais seulement de n'être pas polluée. La même logique voudrait qu'on n'envoie pas directement l'eau de certaines sources à l'égout, que l'on ne désaffecte pas les fontaines dont l'eau n'est pas potable et qu'on récupère l'eau de pluie » (Foncier Conseil, 1991 : 6)

À rebours de la conception hygiéniste de la gestion de l'eau, qui la réduit à deux modalités - l'eau potable et les eaux usées - le guide fait valoir toutes les ressources hydrologiques potentielles d'un site et leurs différentes qualités possibles. Le *Mémento* soulignait déjà le caractère de ressource pour le milieu urbain que peut revêtir l'eau de pluie : « Les eaux pluviales ne doivent pas forcément être considérées comme des déchets car elles peuvent constituer un bien utilisable par la collectivité avant d'être rendues au milieu naturel » (STU, 1989 : 83). Le guide de Foncier Conseil met à profit cette idée : « Composer avec l'eau » (titre d'une des parties de l'ouvrage) suppose d'utiliser l'hydrologie du site, son patrimoine technique vernaculaire, la topographie, les sols et sous-sols, et de créer à partir de la proximité d'une nappe, la présence d'un thalweg, les sources et fontaines, cours d'eau et plans d'eau... L'eau de pluie n'est donc dans ce guide

qu'une petite partie du patrimoine hydrologique à valoriser d'un mouvement plus large de diversification et de réhabilitation des eaux en ville.

L'eau de pluie n'est donc pas seulement un élément à maîtriser par la composition urbaine, c'est un vecteur de la qualité de cette composition, notamment en termes de cadre de vie. Elle dérange cependant, selon les guides, les concepteurs classiques de la planification et des projets urbains, dont les métiers sont étrangers à cette vision protéiforme de la gestion de l'eau. Enfin, l'eau est très liée au végétal, qui constitue une entrée privilégiée pour sa gestion et sa valorisation.

L'analyse des grandes lignes des nouvelles matrices techniques de l'aménagement de l'eau de pluie et des berges des cours d'eau permet d'en percevoir plusieurs niveaux, ainsi qu'une évolution des principes de conception au cours de la sous-période étudiée. Deux directions sont données à la gestion urbaine de l'eau par l'hydrologie urbaine : la première se focalise sur la qualification et la quantification des flux qui parcourent l'espace urbain, en vue du dimensionnement des ouvrages. Cet aspect fait l'objet d'un effort conséquent de la part des hydrologues urbains, qui spécifient et affinent les modèles, et s'inscrivent dans la droite lignée des conceptions hygiénistes et hydrauliques de la gestion de l'eau en ville déployées depuis le XIX^{ème} siècle. La seconde direction concerne l'action sur la ville, jusqu'aux années 1990 plutôt par la planification, et ensuite par l'introduction de la gestion de l'eau de pluie dans la conception des projets urbains. Dans les années 1990 également, des approches fondées sur la composition urbaine émergent et font valoir une organisation de la trame urbaine, des espaces publics et du bâti prenant en compte la gestion de la pluie. L'ambition des guides affiliés à l'hydrologie urbaine d'envisager la gestion de l'eau avec une épaisseur historique, géographie et sociale est de plus en plus sensible au cours de la sous-période : on peut y voir la perte d'influence progressive du modèle de la ville fonctionnaliste de la Reconstruction. L'évolution de l'aménagement des cours d'eau ne peut être examinée à l'aune d'un seul guide. Cependant, on a noté les allures un peu schizo-phréniques du guide de Silène-Biotec sur les berges en génie végétal, associant abaques pour le dimensionnement des ouvrages de génie végétal, et valorisation de l'observation et d'une connaissance empirique des sites. Cette dualité semble symptomatique d'un moment de transition, de l'approche hydraulique à leur aménagement écologique, identifié par ailleurs par la littérature (Morandi, 2014).

3. Les techniques et systèmes techniques : stocker, infiltrer, évaporer, restaurer

Ces matrices techniques s'incarnent dans des objets techniques, finalement très significatifs du traitement de l'eau préconisés par les guides : ils y occupent d'ailleurs une grande place, certains guides étant composés de fiches techniques présentant chaque objet, d'autres analysant les objets composant une opération urbaine...

Cette section présente tour à tour les différentes techniques promues par les guides : ce sont d'abord les bassins de retenue, très populaires dans les guides des années 1980 et 1990, puis les techniques alternatives ou intégrées à l'aménagement, et enfin les techniques de confortement de berges et d'opérations d'aménagement des cours d'eau urbains.

3.1. Les bassins de retenue, ouvrages multifonctionnels avant-gardistes

Les bassins de retenue sont d'abord présentés ici car ce sont les premiers ouvrages utilisés pour gérer l'eau de pluie dans le bassin versant, en amont des réseaux. Ils sont autorisés par l'Instruction technique de 1977 et expérimentés pour la gestion des pluies à Marne-la-Vallée et plus généralement dans les villes nouvelles. Leur conception est au cœur des préconisations jusque dans les années 1990. Les différents types de bassins de retenue évoqués par les guides sont d'abord présentés, puis leurs différentes fonctions,

notamment celle d'épuration des eaux de pluie et de gestion des apports soudains de pollutions en amont des cours d'eau.

L'Instruction technique de 1977 formule donc des préconisations sur les bassins de retenue, qui peuvent avoir des formes variées. Ils sont secs ou en eau, selon le niveau de la nappe. Celle-ci ne doit pas être affleurante dans le cas d'un bassin sec, qui ne doit pas présenter de berges trop abruptes ou être trop profond : ils doivent être praticables et ne pas former des fosses inaccessibles (cf. figure 1 de la planche 2.4). Les bassins en eau, au contraire, peuvent profiter de la présence d'une nappe phréatique, exhumée à l'emplacement du bassin ; la nappe constitue alors le niveau le plus bas des eaux et le niveau haut est apporté par le réseau d'eau pluviale, selon un principe de marnage. Cependant des mises en garde sont également formulées : le bassin en eau doit être bien alimenté et ne doit pas devenir marécageux faute d'un niveau d'eau suffisant et il est recommandé de consulter un géologue pour examiner le risque de dégradation de la nappe (Instruction technique, 1977 : 57). Une surveillance du bassin doit pallier la rareté des retours d'expériences français qui ne permettent pas une modélisation fiable de leur comportement. Les bassins en eau sont des ouvrages paysagers, dont la qualité des eaux doit être contrôlée. Les ouvrages purement techniques comme les bassins bâchés, alimentés uniquement par des eaux de ruissellement, appelés dans l'Instruction technique bassins « artificiels », doivent rester des exceptions. La multifonctionnalité des bassins est mise en avant ; ce sont des éléments de paysage, des espaces de loisirs, des réserves pour les incendies :

« Les bassins de retenue peuvent, par ailleurs, présenter un certain intérêt en matière d'environnement s'ils sont conçus comme bassins paysagers en eau intégrés au site – ils peuvent valoriser celui-ci et constituer des pôles d'attraction (berges aménagées avec chemins piétonniers, pêche, canotage, etc.), encore que ces aménagements entraînent des dépenses non négligeables. Ils peuvent aussi jouer un rôle pratique (réserves d'incendie et arrosage). Enfin les retenues, qu'elles soient "à sec" ou "en eau" sont susceptibles de réduire notablement la pollution introduite et donc d'améliorer la qualité des cours d'eau, objectif majeur de la loi du 16 décembre 1964. » (Instruction technique, 1977 : 56)

De très nombreuses fonctions sont prêtées aux bassins : ce sont des outils de valorisation et d'amélioration de l'attractivité d'un site, mais aussi des réserves et des ouvrages de dépollution.

L'étude de l'IAURIF présente une conception des bassins de retenue très similaire à celle l'Instruction technique de 1977, l'instruction figure d'ailleurs au nombre de ses références (IAURIF, 1982 : 54). Les bassins sont présentés comme une réponse technique possible, parmi les techniques alternatives. C'est également le cas dans le *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales* (AESN, STU, 1994). Selon ce guide dédié à l'aménagement des bassins de retenue, ceux-ci font « partie de la palette des solutions mises à disposition des concepteurs en assainissement que depuis peu. Elle a dû s'imposer par rapport à des pratiques antérieures » (AESN, STU, 1994 : 2). C'est donc à la fois un objet technique parmi d'autres : « [n]e faisons pas du bassin de retenue d'eau la nouvelle solution unique de tous les problèmes d'assainissement » (AESN, STU, 1994 : 4), et la première forme prise par les techniques alternatives, qui a bénéficié d'un « travail d'approfondissement et de reprise des concepts de 1977 à nos jours : on passe de bassin de retenue à la notion de techniques de stockage des eaux pluviales puis à celle de technique d'infiltration » (AESN, STU, 1994 : 3). Les bassins sont donc la première forme d'alternative au réseau, dont le principe de stockage a ensuite été diffusé, avant que les moyens de la gestion des eaux de pluie ne se diversifient avec l'infiltration.

Le bassin de retenue est cependant un peu à part dans ce panel de solutions : il est borné d'un côté par les digues soumises à la réglementation des barrages (le guide cite l'arrêté du 30 décembre 1966 et circulaire du 21 juin 1967 (AESN, STU, 1994 : 57), de l'autre par les techniques alternatives. Plus massif, il répond plus à la définition classique de l'infrastructure ou de l'équipement que les petites techniques alternatives intégrées à l'urbain. Les bassins à ciel ouvert sont opposés aux bassins enterrés : ceux-ci ne font pas l'objet du document, qui est produit contre ce type d'ouvrages. Les bassins à ciel ouvert sont divisés en trois sous-classes : les bassins en eau, selon les préconisations de l'Instruction technique de 1977, les zones humides,

définies de manière un peu allusive comme « zone inondable », donc associées au lit d'un cours d'eau, et les bassins secs :

« Les bassins en eau contiennent de l'eau en permanence. Celle-ci, au moins dans certains endroits, a une profondeur suffisante pour éviter l'invasion par des plantes aquatiques à partir du fond. L'alimentation par temps sec provient généralement de la nappe phréatique. Les bassins de type zone humide, beaucoup moins fréquents, et qui sont généralement des zones inondables, peuvent être considérés comme une forme particulière de bassins en eau. C'est un milieu fragile et la probabilité d'une pollution accidentelle doit y être très faible. Les bassins secs, comme leur nom l'indique, ne contiennent pas d'eau en dehors des périodes pluvieuses. Tout leur volume est donc consacré au stockage. On distingue assez couramment pour des questions de différence d'exploitation, les bassins secs minéraux et les bassins secs végétaux. Cette distinction n'est pas absolue et l'on peut trouver, bien entendu, des bassins mixtes ou compartimentés. » (AESN, STU, 1994 : 5)

Comme dans l'Instruction technique de 1977, le risque de création d'un marécage est très commenté : les bassins sont conçus pour être clairs, profonds, contre le risque d'« envahissement par la végétation fautive d'une hauteur d'eau suffisante ; le bassin ressemble [alors] plus à un terrain vague ou à une friche qu'à un étang » (AESN, STU, 1994 : 20). Les zones humides, décrites comme peu nombreuses et fragiles, ne font pas l'objet de grands développements par le guide qui se concentre sur les bassins en eau profonds, élément révélateur d'une peur tenace de l'eau trouble, stagnante.

On retrouve dans le *Mémento* les mêmes fonctions de loisirs et de recharge des nappes pour les bassins : « Nous avons vu la possibilité d'utiliser des bassins de retenue pour la création d'espaces de loisirs ainsi que les bassins d'infiltration pour la recharge des nappes souterraines » (STU, 1989 : 83). Selon le *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales* (AESN, STU, 1994), cette multifonctionnalité est particulièrement recherchée en milieu urbain où pression foncière et demande sociale en aménités sont fortes :

« En zone urbaine le coût des terrains, la volonté des élus à ne pas laisser des espaces en friche ainsi que la forte demande des populations dans le domaine de l'environnement et du cadre de vie conduisent à aménager les bassins de retenue en aires de loisirs et d'agrément. [...] En définitive, on constate souvent une bonne correspondance entre la superficie nécessaire à l'établissement des bassins de retenue et celle nécessaire au développement de des activités de plein air et de sport. » (AESN, STU, 1994 : 56)

Non seulement les bassins de retenue correspondent aux besoins techniques et environnementaux urbains au sens large, mais en plus leur dimension est idéale pour les aires de sports et de loisirs. On peut lire ici une certaine idéalisation de ces ouvrages. Le guide indique également qu'ils se multiplient, recherchés pour leur valeur esthétique, pour le cadre de vie créé et pour les trames paysagères qu'ils ponctuent. Ils sont associés au mouvement de reconquête des berges comme espaces de promenade par les citoyens :

« Aujourd'hui beaucoup d'ensemble résidentiels, de zones industrielles, de centres commerciaux utilisent le jeu de miroir des plans d'eau pour animer, valoriser les bâtiments, les rendre agréables à vivre. [...] un bassin en forme de canal peu créer un effet de rivière très attrayant si les rives sont traitées avec des matériaux de qualité, si elles sont plantées, agrémentées de massifs floraux ou autres, si elles sont parcourues par un chemin ou un sentier. Les bassins secs traités en jardins, en parcours sportifs, participent également à la création des trames et des coulées vertes. [...] [D]isposer des jardins aquatiques à l'intérieur des villes est un atout majeur pour obtenir une certaine qualité du cadre de vie. Un mouvement de reconquête piétonnière des berges et des cours d'eau se développe aujourd'hui dans de nombreuses cités. Les bassins d'eaux pluviales n'échappent pas à cet engouement du public qui s'approprie l'usage [...]. » (AESN, STU, 1994 : 27)

Le bassin prend ici des formes très diverses et peut composer, sec ou en eau, en longueur ou ponctuel, des trames vertes et bleues plébiscitées par les citoyens. Le guide ajoute plus franchement aux fonctions de loisirs et de recharge des nappes la fonction de dépollution des eaux et de réserve écologique :

« Si on retient les objectifs propres à chaque projet, tout bassin de retenue d'eaux pluviales est un cas particulier. Néanmoins deux possibilités de classement apparaissent clairement. Classification selon l'apparence : bassins à ciel ouvert, bassins enterrés. Classification selon les fonctions et les usages : maîtrise du ruissellement pluvial, dépollution, réserve écologique, activité de loisir » (AESN, STU, 1994 : 4)

Le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (CERTU 2000) développe des éléments quant à la conception des bassins de stockage secs. Les grandes lignes en ont déjà été abordées : ils sont associés à la voirie, qui y amène l'eau des pluies importantes (CERTU, 2000 : 55), ils sont conçus en vue de leur immersion ponctuelle.

Les bassins sont en fait des ouvrages de génie civil, composés par une concaténation de petits ouvrages : ouvrage d'amenée, corps du bassin, digues, ouvrage de sortie, exutoire superficiel pour conditions orageuses, éventuels moyens d'aération et d'alimentation pour l'oxygénation et pour les périodes sèches, ou vanne qui permet de gérer la communication entre deux parties de bassins. Le *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales* (AESN, STU, 1994) détaille précisément les différents dispositifs techniques les composant.

L'Instruction technique de 1977 évoque la possibilité de mettre en œuvre des pré-bassins de traitement des pollutions des eaux, qui, on l'a vu, sont un sujet d'inquiétude dans nos guides. Les corps flottants et produits boueux peuvent être piégés par des paniers à sable, un dégrillage ou une cloison siphonoïde, des bassins de dessablement amont (Instruction technique, 1977 : 68). Un filtre à gravier en amont du bassin capture les huiles et hydrocarbures (qui forment une pellicule très nuisible aux processus de lagunage du bassin). Les premières eaux d'une averse qui suit plusieurs jours de sécheresse étant très chargées en pollution, comme l'étude de l'AFEE le souligne plus fortement par la suite, il est recommandé de les traiter : un bassin de préépuration caché peut être installé, pour débarrasser l'eau des germes et des parasites, des hydrocarbures et la décanter. Ce pré-bassin peut être équipé de plantes qui absorbent le phosphore et l'azote, et doit être régulièrement curé. Un lit de pierres filtrant sépare ensuite le pré-bassin du bassin et enfin, l'eau aérée par un parcours dans les cascades et en créant des « jets en queue de carpe » (Instruction technique, 1977 : 61).

Les bassins de retenue agissent sur la qualité des eaux de différentes manières : par décantation, par stabilisation de la teneur en oxygène de l'eau des bassins, par élimination des pollutions bactériennes, notamment par la création de conditions défavorables aux bactéries : « la retenue fonctionne alors comme un bassin de lagunage » (Instruction technique, 1977 : 60). Ainsi, toute une ingénierie du prétraitement des eaux est développée dans la partie sur la pollution l'entretien des bassins de retenue de l'Instruction technique, et les vertus épuratoires des bassins sont vantées. La pollution des bassins est présentée comme une menace : on peut notamment citer le phénomène d'eutrophisation¹⁰⁸ assez présent dans les guides des années 1980 (cf. chapitre 1 page réf). Les joncs *scirpus lacustris*, grands consommateurs de matière organique sont donc préconisés. Un alguicide non toxique pour les poissons à faible dose, le sulfate de cuivre, peut également être utilisé. Les poissons sont des instruments de contrôle de la qualité des eaux, ils y sont très sensibles : leur mort est un indicateur de mauvaise qualité. La diversité biologique du milieu fait sa résilience et son équilibre : « La diversité des biotopes entraîne celle de la biocénose ; on renforce les concurrences interspécifiques de façon à multiplier les chaînes alimentaires et à assurer un auto-contrôle des populations. » (AESN, STU, 1994 : 62).

Dans le *Mémento* (STU, 1989), le stockage « assure une décantation non négligeable des polluants, réduit les impacts sur les milieux récepteurs et les effets de choc dus aux variations brutales des débits dans les

¹⁰⁸ L'eutrophisation se traduit par une prolifération d'algues qui envahissent le milieu au détriment de toutes les autres espèces aquatiques. Elle est liée à une forte présence de matière organique, qui consomme tout l'oxygène dissout en se dégradant, ce qui entraîne la mort des espèces aquatiques par asphyxie. Une fois minéralisée, la matière organique constitue des nutriments pour les algues, qui prolifèrent : le plan d'eau est alors atteint d'eutrophisation.

milieux », alors que l'infiltration permet « une réduction du coefficient volumétrique moyen de ruissellement » (STU, 1989 : 190). Elle génère cependant un risque de pollution des nappes souterraines et nécessite donc une grande prudence. En milieu fissuré, les phénomènes liés à l'infiltration sont inconnus (STU, 1989 : 201). Le *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales* (AESN, STU, 1994) évoque le risque de « contamination de la nappe par les eaux pluviales polluées qui se déversent dans le bassin », valable pour les bassins en eau utilisant une nappe affleurante par les bassins secs qui infiltrent les eaux (AESN, STU, 1994 : 20). Comme dans l'Instruction technique de 1977, une connaissance fine de l'hydrogéologie est requise afin de maîtriser la profondeur nécessaire à la filtration des eaux de pluie stockées pour les bassins secs et pour anticiper les hauteurs d'eau des bassins. La conception des bassins renvoie donc comme dans l'Instruction technique à un expert extérieur, hydrogéologue, capable de décrypter les déplacements des eaux dans les sols, visiblement mal maîtrisés par les auteurs du guide ou trop sujet à caution pour faire l'objet de préconisations techniques. Les nombreux schémas en coupe de bassins du guide, faisant figurer la nature des sols et les plus hautes eaux (P.H.E.) (cf. figure 1 de la planche d'illustrations 5), témoignent de l'inquiétude et de l'attention apportées à la clarté de l'eau des bassins et de leur rapport aux sols et aux mystérieuses nappes phréatiques.

Alors que les bassins de retenue sont conçus comme des ouvrages de traitement des eaux pluviales dans la plupart des guides, ou du moins de gestion de leur pollution, l'étude de l'AFEE (1987) propose la réduction du drainage des pollutions par les eaux de pluie. Il s'agit de maîtriser l'émission des pollutions et, comme on l'a vu, de diminuer le ruissellement. Il est donc suggéré de veiller au nettoyage des rues, à l'infiltration sur place et au stockage en amont, à la mise en place de dispositifs de protection à l'entrée des réseaux, à la réduction de l'accumulation des polluants avant ruissellement, à la réglementation de l'usage des sols, à la réduction des flux polluants, des volumes de ruissellement ou des débits maximum d'eaux pluviales, mais également à la réglementation des activités, des produits, de la circulation, des rejets dans les égouts, de l'usage des sols (AFEE, 1987 : 102). Le traitement *in situ* permet en effet de ne pas concentrer les polluants dans les bassins et réseaux puis les cours d'eau, le nettoyage d'éviter l'accumulation de ces polluants sur les sols, et la transformation des usages et modes de vie la réduction de l'émission de ces polluants. Cette conception apparaît comme assez radicale et avant-gardiste car elle récuse le drainage des polluants par ruissellement et même leur émission, alors que les autres guides utilisent plutôt les milieux aquatiques pour gérer les pollutions. L'AFEE procède peut-être d'une vision moins idéalisée des bassins de retenue des eaux de pluie urbaines.

Les bassins de retenue sont vantés pour leurs différentes fonctions : hydrologiques, paysagères, ludiques, ils peuvent également constituer des réserves incendie. Leur structure est conçue selon des principes de génie civil, mais leur composition végétale utilise des principes d'écologie, qui servent, en combinaison aux ouvrages de génie civil, à la dépollution des eaux de pluie : les bassins sont présentés comme des ouvrages de lagunage. La présentation des bassins procède d'une vision idéalisée. Cependant, en contre-point de cette vision idéale, on perçoit une certaine inquiétude relative à la clarté des eaux. Les phénomènes hydrogéologiques constituent une autre source d'inquiétude : la crainte relative à l'eau stagnante et à son contact avec le sol, typique de l'époque hygiéniste, est donc sensible. Enfin, la gestion des pollutions des eaux de pluie par la capacité auto-épuratrice des écosystèmes aquatiques semble relever du fantasme tant les menaces concernant son équilibre sont nombreuses. L'utilisation de notions d'écologie dans les premiers guides de la sous-période peut en fait être assimilée à une extension du principe d'auto-épuration des cours d'eau : les bassins de retenue où ils sont mis en œuvre sont des bassins de lagunage, en somme, pour épurer l'eau de pluie, donc considérée comme polluée dès les années 1970, il suffit de créer un milieu aquatique.

Planche 2.4 Les bassins de retenue, ouvrages de génie civil

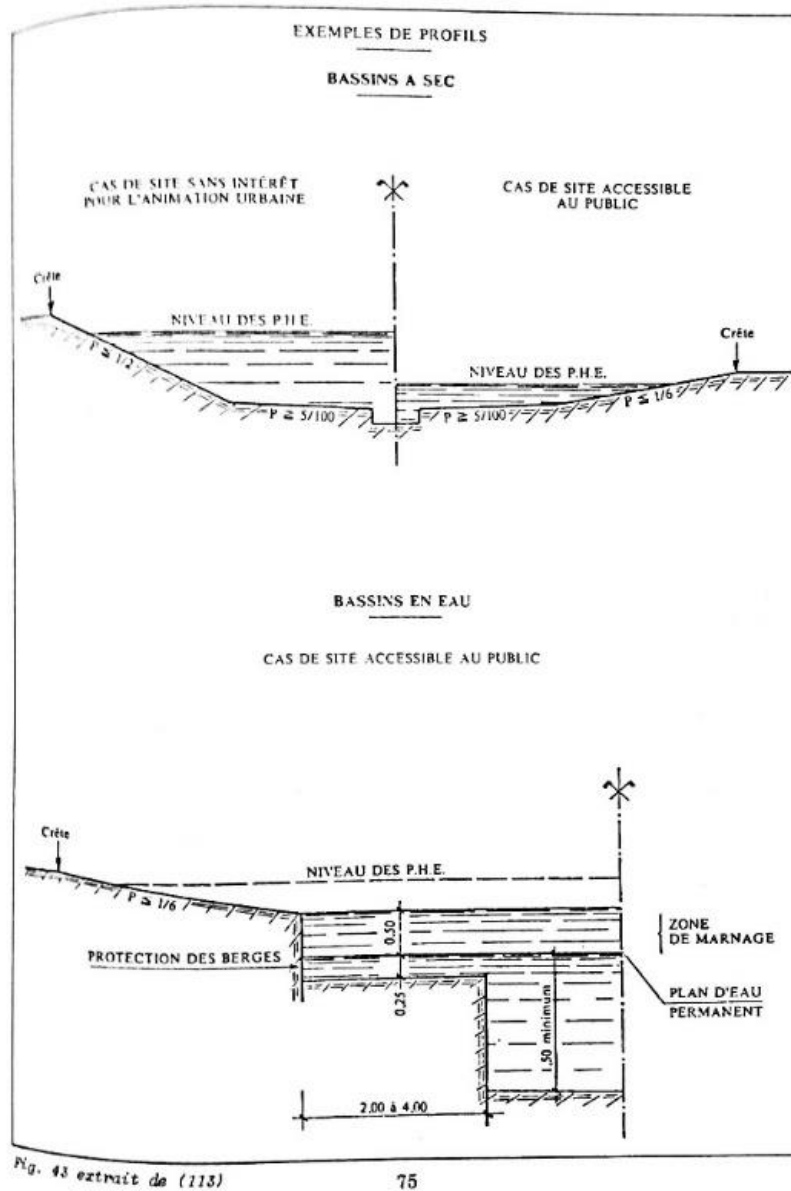


Figure 1 Schéma en coupe de bassins à sec et en eau, maîtrise des hauteurs d'eau (AFEE, 1987 : 75)

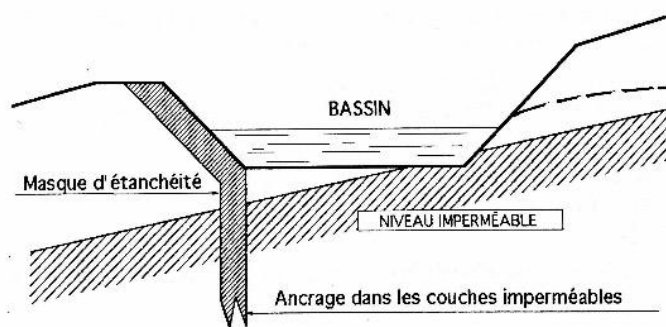


Figure 2 Schéma en coupe des sols imperméables d'un bassin en eau (AESN, STU, 1994 : 19)

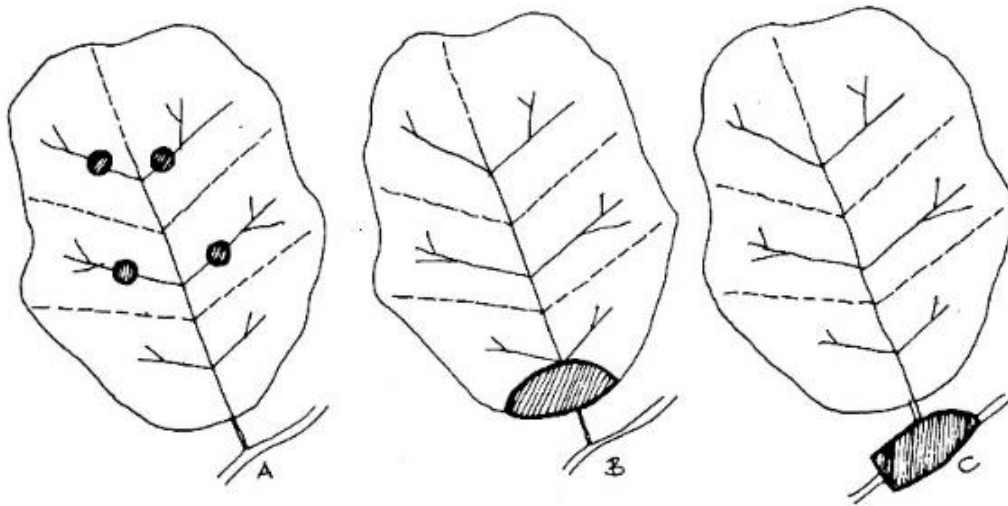


Figure 3 Les différentes positions des bassins de retenue sur le réseau et les cours d'eau (IAURIF, 1982 : 50)


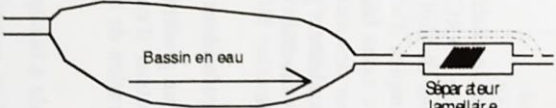
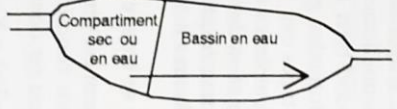
Exemples de combinaisons d'ouvrages : bassins en eau	AVANTAGES	INCONVENIENTS
 <p>Ouvrage de prétraitement</p>	<ul style="list-style-type: none"> Protection du bassin contre dépôts et pollutions accidentelles 	<ul style="list-style-type: none"> Ouvrage de prétraitement à entretenir
 <p>Bassin en eau</p> <p>Séparateur lamellaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> Traitement de finition avec débit régulé Possibilité de récupération et de confinement des pollutions accidentelles <p>Observations : le dimensionnement du séparateur doit tenir compte de la décantation obtenue dans le bassin Disposition généralement retenue pour la rétention des hydrocarbures. Efficacité pour les MES discutable</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pas de protection du bassin contre dépôts et pollutions accidentelles
 <p>Compartiment sec ou en eau</p> <p>Bassin en eau</p>	<ul style="list-style-type: none"> Réduction des frais d'entretien du bassin 	

Tableau 1.13 Les solutions possibles pour le traitement des eaux pluviales en bassins en eau

Figure 4 Tableau comparant différentes solutions de traitement pour les bassins en eau (AESN, STU, 1994 : 51)

Commentaire de la planche 2.4

Les figures présentées dans cette planche montrent le caractère massif des bassins de retenue et leur ancrage dans des conceptions issues du génie civil.

La **figure 1** met en regard deux coupes de bassins : un bassin sec et un bassin en eau. Le schéma du bassin sec est divisé en deux : à gauche un bassin aux pentes abruptes et aux plus hautes eaux importantes, décrit comme sans intérêt pour le public car inaccessible. À droite le bassin sec idéal, aux pentes douces, avec des plus hautes eaux faibles. Dans le bassin en eau, la zone de marnage et la protection des berges est représentée, ainsi que la hauteur d'eau du plan d'eau permanent ainsi qu'une risberme de deux à quatre mètres protégeant le public en cas de chute lors de période de crue. Les bassins sont adaptés à leur fonction de loisir, de promenade.

La **figure 2** illustre la nécessité de rendre les bassins en eau imperméables sous peine de les voir se transformer en marécages. Une couche imperméable du sol, allée à un « masque d'étanchéité » assure la conservation du niveau d'eau dans le bassin. La conception des bassins demande, comme on l'a vu, des études de sol importantes.

La **figure 3** montre les différentes positions possibles des bassins de retenue sur les réseaux et cours d'eau : de nombreux petits bassins sur les affluents de l'amont équivalent à un gros bassin de retenue avant le rejet au réseau ou sur le cours d'eau lui-même, à l'endroit de la confluence. Cette équivalence n'est cependant valable que d'un point de vue hydraulique.

Enfin la **figure 4** présente différents pré-bassins de traitement des eaux pluviales transitant par le bassin principal. Localisé en amont, le pré-bassin permet de gérer les chocs de pollution ; en aval, il ne permet pas d'assurer une bonne qualité d'eau dans les bassins ; il peut enfin être situé dans le bassin lui-même, partitionné entre une zone de traitement et un bassin paysager. Cette forme combinée est dite économique.

Les bassins de retenue sont ainsi des ouvrages fortement associés aux réseaux, dont ils constituent des excroissances, mais aussi des ouvrages de génie civil conçus comme des espaces de loisir. Des formes irrégulières apparaissent, ainsi que le souci, dans leur conception, de leur plurifonctionnalité.

3.2. Les techniques alternatives : stocker, infiltrer, évaporer

Les guides et études présentent dès l'étude de l'IAURIF (1982) un panel de techniques diversifié composé de petits ouvrages de gestion de la pluie intégrés à la ville. Ceux-ci mettent en œuvre des phénomènes variés : stockage, mais aussi infiltration, rétention par la végétation, évapo(transpi)ration. Ils ont pour vocation de diminuer le ruissellement dû à l'imperméabilisation ou d'« allonger le temps de ruissellement », comme le montre la figure 6 de la planche 2.5 qui spécifie des techniques plus ou moins rustiques permettant de ralentir l'arrivée de l'eau de pluie au cours d'eau. Le classement de ces techniques par les guides est présenté dans un premier temps. Sont ensuite exposées trois analyses d'opérations urbaines originales menées par les guides : le quartier de la ville nouvelle de Woodlands de l'IAURIF (1982), le quartier périurbain géré par la végétation de Foncier Conseil (1991) et la gestion par la trame urbaine du risque de ruissellement du guide du CERTU *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (2000).

Les guides techniques classent les ouvrages de diverses manières, significatives des fonctions qu'ils leur confèrent. Ces techniques sont présentées par des fiches dédiées ou bien par l'analyse d'une opération d'urbanisme ; parfois les fiches de dispositifs techniques présentent des exemples de réalisation réelle (IAURIF, 1982), parfois les fiches suivent l'analyse d'un projet urbain (CERTU, 1998). Les neuf fiches de cas qui composent l'essentiel de l'étude de l'IAURIF présentent chacune des techniques alternatives : stockage temporaire sur les toits (cf. figure 1 la planche 2.5), tranchée filtrante, puits d'infiltration, chaussée poreuse, revêtements alvéolés, modification du temps de parcours de ruissellement, bassin d'infiltration,

bassin de retenue secs, bassin de retenue en eau (IAURIF, 1982 : 2). Les techniques présentées par le guide font stagner l'eau pluviale, l'infiltrer, la ralentissent, elles sont scindées en ouvrages « de stockage et d'infiltration sur place » : toit et parking, fossés filtrants, puits perdus, revêtements poreux, etc., de « modification de parcours du ruissellement » ; et « de stockage ou d'infiltration après concentration du ruissellement » (bassin d'infiltration, et bassin multifonctionnel sec ou en eau). Les ouvrages sont donc classés selon qu'ils interceptent les eaux de pluie directement là où elles tombent, qu'ils modifient le ruissellement sur le bassin versant urbain ou qu'ils les recueillent à son exutoire. Le « stockage en amont du réseau » constitue une catégorie d'objets techniques¹⁰⁹ pour l'étude de l'AFEE (1987), il se distingue de l'infiltration qui sert à la recharge des nappes¹¹⁰. L'étude « présente les différents modes possibles d'élimination des eaux de ruissellement » (AFEE, 1987 : 6) reposant sur trois méthodes distinctes : « l'évacuation proprement dite par un réseau de canalisations enterrées » ou « l'infiltration » ou encore « l'évacuation différée » ; c'est-à-dire le stockage momentané des eaux pluviales, pour réguler le débit d'évacuation. [...] Les formes urbaines [...] et les caractéristiques locales se prêtent plus ou moins bien à la mise en œuvre de ces techniques » (AFEE, 1987 : 41) Le *Mémento* scinde les techniques alternatives en « stockage diffus (toiture-terrasse ou petites surfaces : parcelles privées, aires de stationnement, etc.) » et « stockage localisé » (STU, 1989 : 190) : ce sont les « bassins de retenue des eaux pluviales, réalisations [...] courantes en France depuis une vingtaine d'années, développés dans certains pays : Pays-Bas, USA. Ils permettent en outre fréquemment l'infiltration » (STU, 1989 : 195). Ainsi certains dispositifs techniques combinent stockage et infiltration : les fossés absorbants, tranchées drainantes, revêtements poreux et stockages souterrains, les bassins d'infiltration, bassins de retenue et puits absorbants Le *Mémento* combine ainsi les deux modes de classement précédents : place de l'ouvrage technique dans le parcours de la pluie, gestion de l'eau recueillie par stockage ou infiltration, ou les deux :

« Outre le fait que les dispositifs de contrôle du ruissellement se différencient par leur mode d'action sur le ruissellement (stockage ou infiltration), on peut également les distinguer en fonction de leur localisation dans la chaîne des phénomènes assurant la transformation de la pluie en ruissellement. Certains agiront de façon plus ou moins diffuse, avant la formation d'un ruissellement significatif et structuré (toiture-terrasse, revêtements poreux, etc.). D'autres auront une action plus localisée, et seront interposés dans le système d'évacuation (bassins de retenue, tranchées et puits d'infiltration, etc.). » (STU, 1989 : 189 et 190)

Les ouvrages localisés sont directement liés au réseau, font en quelque sorte barrage entre le bassin versant et le système d'évacuation.

Le guide de Foncier Conseil *Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert* (1991) classe les techniques en trois catégories, selon leurs effets sur les eaux de pluie : diminution de la production des eaux de ruissellement, ralentissement de leur transit (similaire à la « modification de parcours du ruissellement » de l'étude de l'IAURIF) et maîtrise de la charge polluante. Enfin, le *Guide technique des bassins de retenue d'eau pluviale* (AESN, STU, 1994) définit les techniques alternatives selon deux paramètres, elles stockent *a minima*, et elles sont « intégrées » dans le tissu urbain :

« Plus généralement on va disposer d'une panoplie de solutions regroupées sous le terme générique de techniques alternatives au réseau d'assainissement. Celles-ci, outre le fait qu'elles sont toutes basées sur le principe du stockage, ont comme caractéristique principale d'être entièrement intégrées dans l'urbanisation. » (AESN, STU, 1994 : 3)

¹⁰⁹ Le stockage peut être effectué sur les toits, les aires de stationnement, dans une dépression du sol et dans une chaussée avec revêtement poreux (AFEE, 1987).

¹¹⁰ Les tranchées filtrantes, les zones filtrantes multifonctionnelles, les puits perdus, filtrants ou puits d'absorption servent à l'infiltration (AFEE, 1987).

Le stockage et l'intégration au tissu urbain sont donc les dénominateurs communs des techniques alternatives selon ce guide.

L'*Encyclopédie* (1997) comporte plusieurs articles sur des techniques, comme les noues, ou bien les bassins d'infiltration, de retenue... mais également un article long dédié, nommé « techniques alternatives », dans lequel elles sont définies comme des « techniques d'assainissement dont le concept s'oppose au principe du tout au réseau. Leur objectif est non plus d'évacuer le plus loin et le plus vite possible les eaux de ruissellement mais de les retarder et/ou de les infiltrer » (article « techniques alternatives », Chocat, 1997 : 968). Il est dit que « toutes reposent sur la même stratégie : essayer de se rapprocher le plus possible du cycle naturel de l'eau, c'est-à-dire continuer à utiliser au mieux les cheminements que prenait l'eau avant l'urbanisation » (article « assainissement », Chocat, 1997 : 31). Deux principes sont distingués : la régulation et l'abattement. La régulation concerne la limitation des débits d'eau renvoyés dans les réseaux d'assainissement tandis que l'abattement désigne la soustraction de volumes d'eau à l'évacuation par les réseaux : il s'agit de l'eau évapo(transpi)rée, infiltrée, ou utilisée... Malgré la mise en avant de cette nouvelle notion, l'*Encyclopédie* identifie les mêmes dispositifs que les guides précédents : les bassins secs, bassins en eau, bassins enterrés, les chaussées à structure réservoir, les puits d'infiltration et d'injection, les tranchées de retenue et d'infiltration, les noues et fossés de retenue ou d'infiltration, les toits stockants, les citernes, les structures poreuses, et « outre ces techniques, d'autres formes peuvent être imaginées consistant à insérer du stockage dans la trame urbaine et architecturale » (article « techniques alternatives », Chocat, 1997 : 973). La gestion des eaux de pluie dans la ville est, comme on l'a vu, hiérarchisée en équipements différents niveaux de gestion correspondant à différentes échelles : « soit au niveau de la parcelle (puits, toits stockants, citernes, etc.) ou bien au niveau secondaire (tranchées, chaussées à structure réservoir, noues, etc.) ou bien encore au niveau primaire (bassin en eau, bassin enterré, etc.) » (Chocat, 1997 : 973). Les techniques alternatives sont donc classées selon leur gestion de l'eau (stockage ou infiltration, régulation ou abattement), leur place dans le bassin versant (en amont du ruissellement, en aval, sur le parcours du ruissellement), ou encore selon leur niveau dans le système de gestion, qui correspond au moins en partie à leur place dans le bassin versant (parcelles, espaces publics, gestion des petites, moyennes ou grosses pluies).

Les manières de discrétiser les différentes techniques varient, mais les techniques identifiées sont stables. Les guides semblent se reprendre les uns les autres, ce qui est d'ailleurs visible par la réutilisation de certains schémas d'un ouvrage à l'autre. Les guides présentent également des opérations d'urbanisme, dont l'aménagement repose sur un ensemble de techniques, souvent liées entre elles.

L'aménagement du quartier de la ville de Woodlands présenté par l'étude de l'IAURIF (1982) est une proposition originale de l'utilisation de l'hydrologie naturelle d'un site. À proximité d'une forêt, le quartier en question est traversé par une « trame verte hiérarchisée » qui compose des habitats pour la faune et de la flore. Un système de « drainage naturel » met à profit un « réseau naturel de fossés et de rus et les aires naturelles de stockage des zones inondables de périodicité 25 ans » (IAURIF, 1982 : 60). Les fossés sont végétalisés et intégrés à la trame verte, et constituent des limites parcellaires. Les fossés plus petits sont intégrés dans les parcelles. Enfin, ces fossés contribuent au rechargement des nappes. Des mares sont utilisées comme retenues temporaires, les fossés peuvent être agrémentés de retenues, leur vidange est réalisée par un ajutage sur la retenue en fond de fossé. Il est souligné que les espaces en eau, de type étang, sont à éviter en raison de la prolifération des moustiques. Enfin, l'eau est filtrée par les végétaux (IAURIF, 1982 : 60). Le site utilise donc les trames vertes liées à la présence d'un bois, et le patrimoine hydrologique du site, qu'il étoffe, pour gérer les eaux de pluie. Les limites cadastrales sont également utilisées pour la création de fossés à une échelle très fine. Ouvrages longs et ponctuels sont articulés, une alternance entre le drainage des eaux et son stockage est mise en œuvre, avec les fossés et mares, et d'éventuelles retenues dans les fossés. Néanmoins, l'eau stagnante n'est pas désirée : les retenues des fossés sont équipées d'un ajutage au point bas, et les étangs sont proscrits. Seuls ouvrages d'eau stagnante, les mares, mystérieusement distinguées des étangs, sont préconisées.

Les techniques utilisées pour l'aménagement d'un quartier périurbain dans le guide de Foncier Conseil (1991) ont déjà été présentées dans la section précédente : il s'agit des talus plantés d'une haie de haut-jet et fossés, conçus sur le modèle du système haie-fossé, ou des rideaux boisés. D'autres techniques originales sont cependant présentées : l'eau des toitures est gérée en la laissant s'égoutter aux pieds des murs, ou par un système de stockage de l'eau par réservoir souterrain muni d'une pompe électrique, manuelle ou associée à un puits pour la récupérer et l'utiliser. Les bassins rustiques et maçonnés avec des bordures en pierre ou en brique, associés à des plantes aquatiques et des poissons, ou des bassins de forme plus naturelle, créés à partir d'une bâche en plastique sont également préconisés. Ils peuvent être réalisés en série : le fossé en pente de la figure 5 de la planche 2.5 montre ainsi un enchaînement de vasques végétalisées. Les systèmes absorbants sont plus classiques et rappellent les fiches techniques l'étude de l'IAURIF de 1982 : le soin apporté à leur qualité paysagère et l'utilisation de techniques végétales sont cependant notables. Les fossés sont par exemple divers : ils peuvent être absorbants, selon le profil, la vitesse de transit de l'eau, la nature du sol, ils peuvent être végétalisés, minéraux, en eau libre, ornementaux... ils peuvent être assimilés à des cours d'eau naturels avec des petits bassins. S'ils sont abrupts, des techniques de génie végétal sont préconisées du type clayonnage des berges sur pieux vivants avec des saules blancs ou des aulnes, des iris. On peut les ponctuer de seuils maçonnés, des enrochements peuvent également être utilisés, les bassins peuvent être constitués de vasques bétonnées également. Une grammaire complète de la gestion de l'eau de pluie dans la trame d'un quartier et dans l'habitat est déployée, qui laisse deviner une certaine expérience de ces aménagements.

Le guide *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain* (CERTU, 2000) présente des techniques classiques pour stocker ou infiltrer, évaporer, évapotranspirer l'eau dans les espaces publics : les bassins, en eau, secs, végétalisés, revêtus, mixtes, couverts ; les noues et les fossés ; structures réservoirs, chaussées réservoirs ; les tranchées drainantes, puits d'infiltration, placettes légèrement concaves. Le stockage à la parcelle peut se réaliser via des petits bassins secs ou en eau, et « l'eau peut être éventuellement réutilisée pour l'arrosage par exemple » (CERTU, 2000 : 43). Complémentaires de la gestion à la parcelle, les espaces publics jouent comme on l'a vu, un rôle essentiel. Il s'agit de

« [v]aloriser les espaces publics tels que la voirie ou les espaces collectifs (jardins publics, placettes...) ; leur localisation, leur orientation, leurs fonctions et leurs équipements peuvent contribuer à mieux gérer les eaux excédentaires, et ainsi à les faire « absorber » par la ville à moindre dommage. En organisant leur répartition spatiale et en adaptant leur conception pour assurer certaines fonctions hydrauliques déterminées, ces espaces urbains peuvent jouer un rôle déterminant dans les mécanismes de stockage, d'accélération ou de ralentissement des inondations. Il s'agit donc d'inonder préférentiellement certains espaces au profit d'autres plus sensibles et vulnérables » (CERTU, 2000 : 27)

L'ouvrage mobilise, en plus des techniques alternatives déjà présentées, les objets urbains classiques, dédiés à d'autres fonctions, pour la gestion du ruissellement des fortes pluies : les espaces d'alignement, les voiries, les parkings, les places. Le traitement des voiries, qui servent de voies d'adduction ou d'espaces de stockage selon leur angle avec la pente, mérite d'être rapidement évoqué, car il est précis et original dans notre échantillon. Les petites voiries perpendiculaires à la pente, en V, sont conçues en partie comme des ouvrages de stockage, bien que très temporaire : les voiries dites de distribution dans les quartiers peuvent être inondées le temps de la précipitation, tandis que les voiries de desserte peuvent être inondées un peu plus longtemps et que les voies de transit et artérielles ne doivent supporter que leur propre ruissellement. Le profil en travers et en long des voiries est utilisé pour conduire l'eau vers les espaces verts et pour éviter l'accélération des flux sur les voies pentues qui peuvent être étagées (CERTU, 2000 : 18). L'eau ne doit pas être trop haute pour ne pas empêcher la circulation humaine, les voiries principales doivent être vite dégagées pour permettre les déplacements, les voiries pentues sont aménagées pour ne pas se transformer en torrents... Le guide présente une série de réalisations illustrées par des croquis en couleur et des photographies, montrant l'important de l'aspect paysager des techniques.

Planche 2.5 Les techniques de gestion de la pluie camouflées dans l'espace urbain

TECHNIQUE
1
STOCKAGE TEMPORAIRE
SUR
LES TOITS

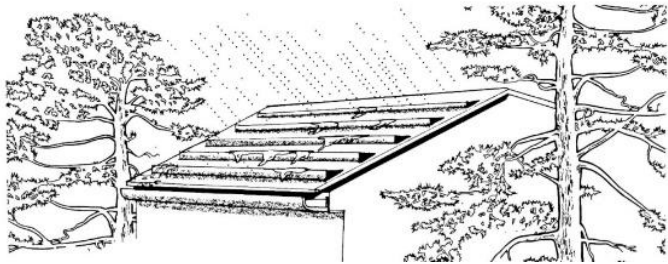
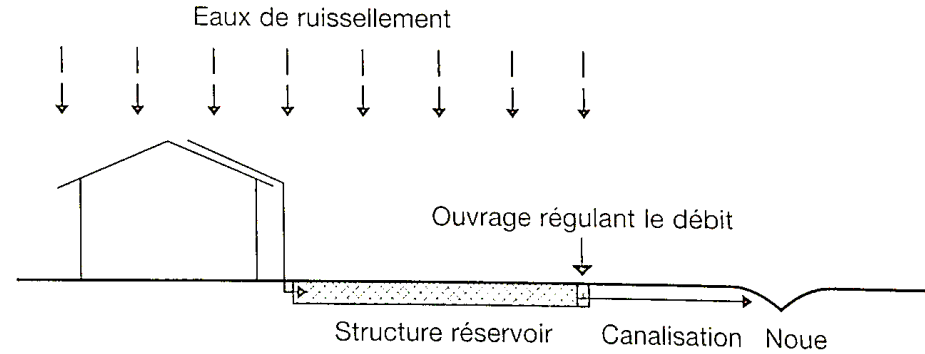


Figure 1 Croquis de la page de garde de la fiche sur les toitures stockantes (IAURIF, 1982 : 19)

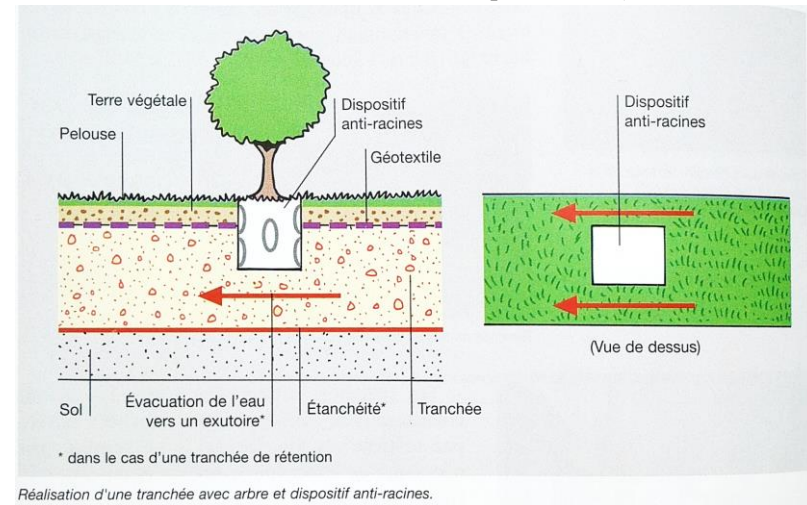


Coupe de principe - Source SERETE.

Figure 2 Techniques alternatives en série permettant un fort niveau de protection (CERTU, 1998 : 19)

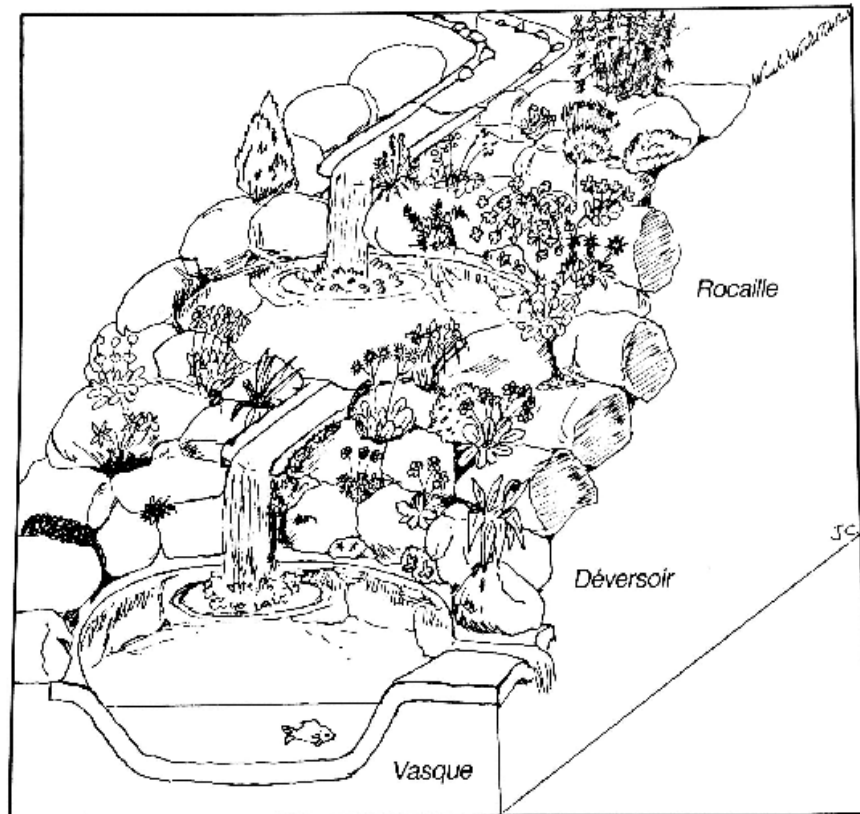


Figure 3 Photographie d'une chaussée équipée de fossés de récupération (IAURIF, 1982 : 21)



Réalisation d'une tranchée avec arbre et dispositif anti-racines.

Figure 4 Tranchée filtrante avec dispositif anti-racine (CERTU, 1998)



Les fossés en pente : système de vasques et cascades intégrées dans une rocaille

Figure 5 Schéma en perspective d'un fossé en pente paysagé (Foncier Conseil, 1991 : 47)

3 RALENTIR LE TRANSIT DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Objectif :

Augmenter le temps de concentration (retarder le temps mis par la goutte d'eau la plus éloignée de l'exutoire pour y parvenir) afin d'écarter le pic de ruissellement maximum (débit de pointe), éviter la mise en charge des réseaux, étaler dans le temps les débits de décharge pour optimiser le dimensionnement des installations.

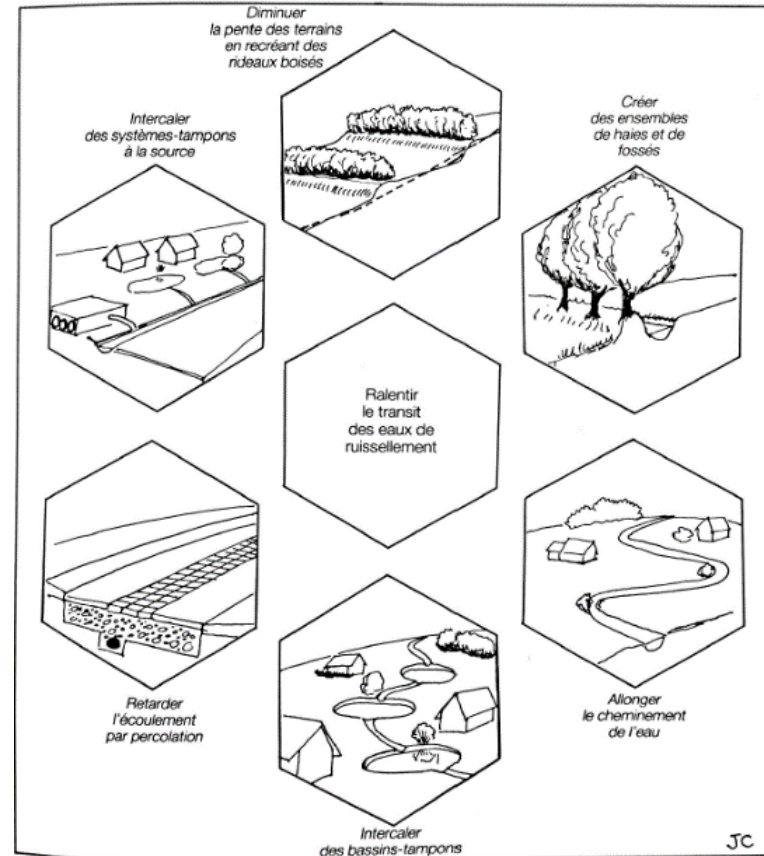
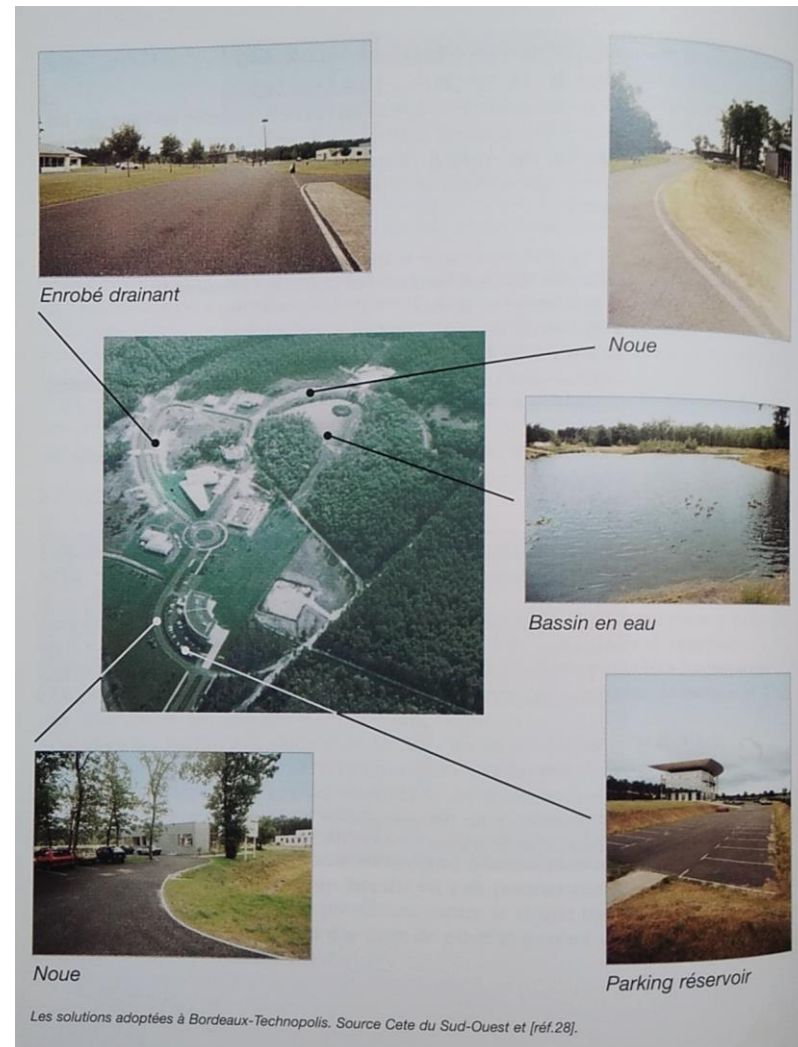
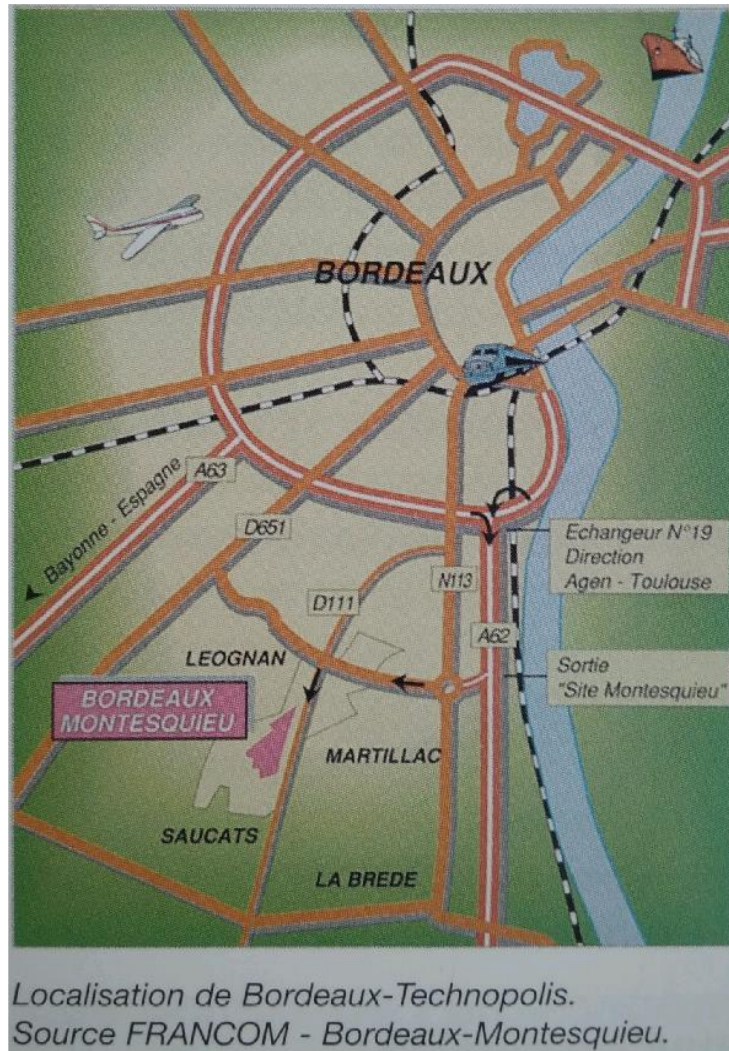


Figure 6 Différents dispositifs plus ou moins sophistiqués de ralentissement des eaux pluviales (Foncier Conseil, 1991 : 17)



Figures 7 Des techniques inscrites dans un site, à l'échelle d'une opération, Bordeaux Technopolis (CERTU, 1998 : 9 et 14)

Les bassins: secs, en eau, végétalisés, revêtus, mixtes, couverts, ils apportent tous une large contribution à la gestion des débits exceptionnels.

Bassin en béton recouvert d'une pelouse et d'un terrain de sport. En partie inférieure, il est compartimenté en trois bassins fonctionnant en cascade.

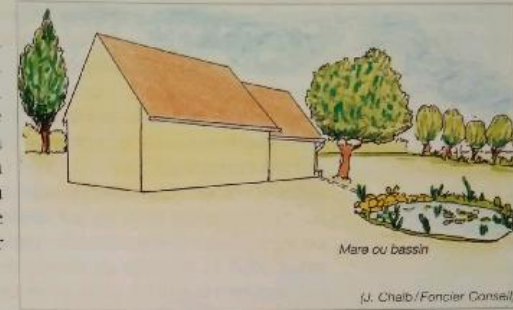


Cet espace allie l'utile (recueil des eaux pluviales), l'utilitaire (jeux pour les enfants) et l'agréable (espaces verts).



Le stockage à la parcelle: il contribue à diminuer les volumes stockés dans les espaces publics. Par ce biais, des économies sur les réseaux publics sont possibles.

Un **petit bassin sec ou en eau** peut agrémenter une parcelle à condition de lui accorder un minimum d'entretien. Il adopte des formes naturelles conformes à la tendance actuelle ou à la morphologie du terrain. L'eau stockée peut éventuellement être réutilisée pour l'arrosage par exemple.



En groupement d'habitations, le **plateau absorbant** permet de stocker les eaux recueillies par les toitures dans les structures réservoirs individuelles, avant qu'elles ne s'infiltrent dans le sol. La structure de stockage est constituée d'un matériau alvéolaire.

Figures 8 Photographies de techniques multifonctionnelles inscrites dans le paysage (CERTU, 2000 : 39 et 43)

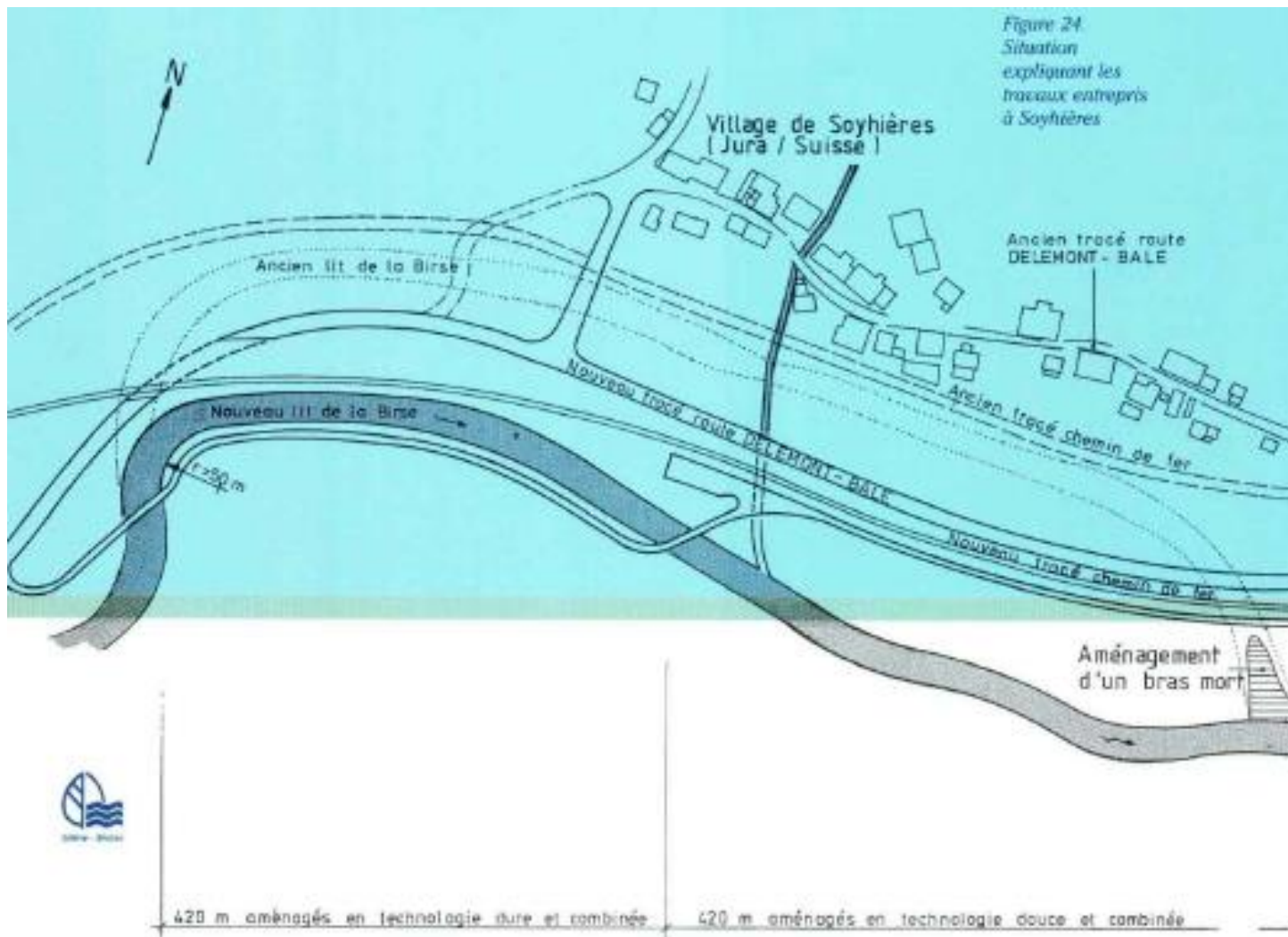


Figure 9 Plan du nouveau tracé d'un cours d'eau et de l'aménagement d'un bras mort (Silène-Biotec, 1994 : 99)

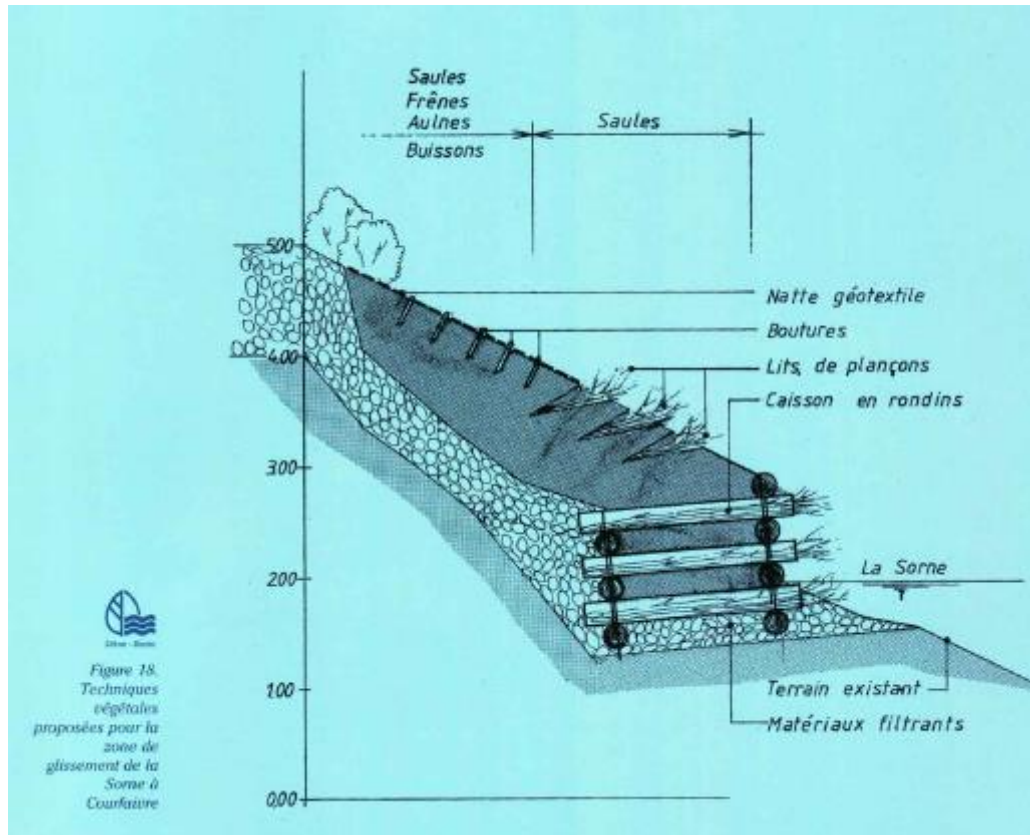


Figure 10 Schémas en coupe d'une série de techniques végétales (Silène-Biotec, 1994 : 85)

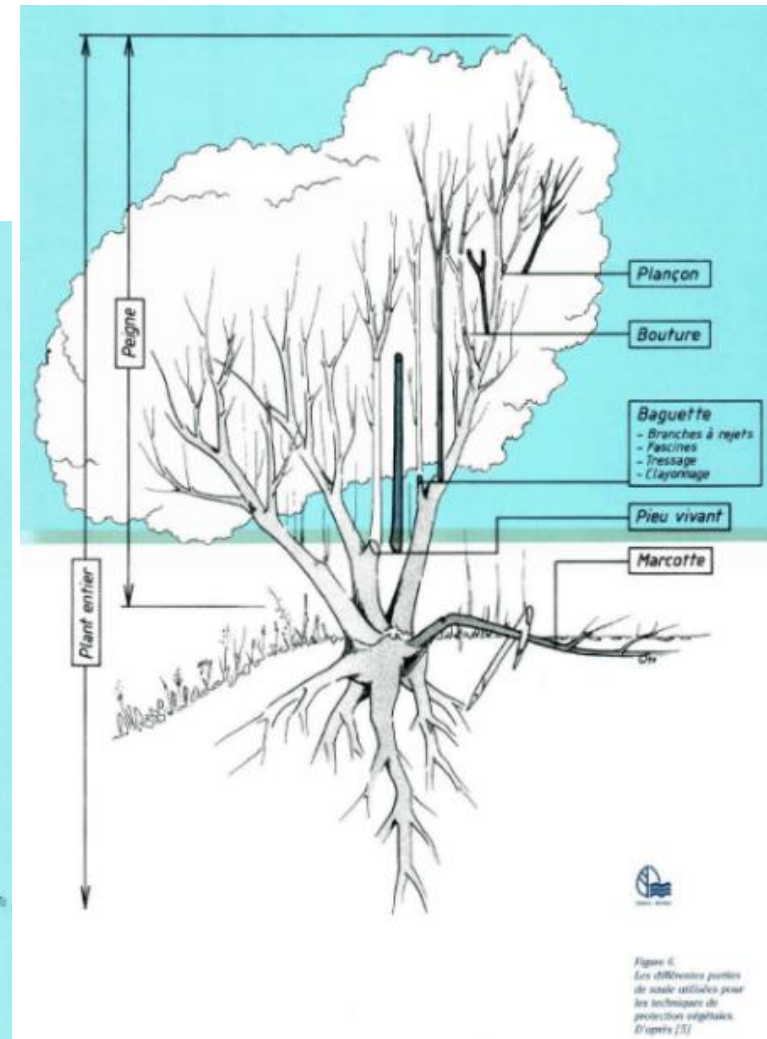


Figure 11 Schéma mettant en évidence des différentes parties de saules utilisées par le génie végétal (Silène-Biotec, 1994 : 51)

Commentaire de la planche 2.5

Cette planche présente un aperçu des représentations faites des techniques alternatives, en contexte, ou isolées par des schémas et des coupes par les guides. L'évolution des représentations peut en partie être attribuée à l'évolution des techniques de photographie, d'infographie et d'impression.

La **figure 1** présente une toiture stockante, illustrant la fiche technique de l'étude de l'IAURIF (1982) sur le sujet. Des petits seuils sont visibles, qui retiennent l'eau, sur une toiture pentue. La présence d'arbres de part et d'autre d'une toiture typique de l'habitat pavillonnaire situe l'illustration en périphérie urbaine.

La **figure 2**, extraite de l'ouvrage du CERTU sur les techniques alternatives, et beaucoup plus schématique, montre des techniques en série : la toiture s'écoule vers une structure réservoir en matériaux poreux, potentiellement support d'une voirie, dont le trop plein éventuel est recueilli par une noue : le lien est fait entre toiture et parcelle d'un logement, ou espace public ; ce dernier est permis par l'article 681 du code civil. La **figure 3** est une photographie en noir et blanc de l'étude de l'IAURIF de 1982 : elle est représentative de la volonté d'illustrer les techniques par des réalisations existantes et exemplaires. La **figure 4** montre en coupe et en plan une tranchée drainante dans laquelle est installée un arbre, isolé par un dispositif anti-racinaire. La tranchée sert essentiellement à évacuer l'eau, elle est séparée du sous-sol par un dispositif étanche : l'arbre est ici objet technique. La **figure 5** est un schéma en perspective d'un fossé en pente aménagé en vasques végétalisées pour retenir l'eau, avec une dimension paysagère très marquée. Sur la **figure 6** sont présentées différentes manières de ralentir l'eau dans un bassin versant : dans des cases hexagonales le système haie-fossé, le rideau boisé, des bassins de rétention à la parcelle ou sur le cours d'eau, des rues sinueuses ou encore des dispositifs de percolation sont disséminés sur le bassin. Alors que sur toutes les figures qui précèdent, les situations présentées sont plutôt typiques d'espaces pavillonnaires, les **figures 7** illustrent l'aménagement d'une zone d'activités : le site de Bordeaux Technopolis. Elle est construite *ex nibilo*, dans un espace peut-être auparavant boisé : comme dans les villes nouvelles, les techniques de gestion proposées évitent l'investissement dans un réseau enterré difficile à produire. Sur les **figures 8** est présenté le caractère multifonctionnel des techniques : les photographies d'espaces urbains banals sont explicitées par la légende qui dévoile leur dimension technique.

Enfin les **figures 9, 10 et 11** concernent les techniques de génie végétal : la **figure 9** est un plan représentant le tracé d'un nouveau bras mort réalisé par Silène-Biotec, dans le tronçon de cours d'eau auquel il est associé : les routes longeant les berges ont été reculées, pour permettre cette création. Dans la partie bleue de l'image un tracé très linéaire du cours d'eau se compose de techniques « dures » tandis que dans la partie blanche un tracé plus sinueux est structuré par des techniques « douces ». Cette figure illustre une autre échelle d'aménagement des cours d'eau que celle des berges : ici les techniques végétales servent à la restauration du tracé spontané du cours d'eau. La **figure 10** est un schéma en coupe d'une berge aménagée en techniques végétales : en pied de berge un matelas de roches et un caisson végétalisé permettent de lutter contre l'érosion, en milieu de berge des lits de plants et plançons et des boutures de saules, ainsi qu'un géotextile en maintiennent le substrat et présente une barrière souple de protection de la berge et de dissipation de l'énergie du cours d'eau, et enfin en crête de berges des essences arborées, dont les racines maintiennent également le substrat de la berge parachèvent sa consolidation. Un axe permet d'évaluer l'échelle des aménagements. La **figure 11** est une coupe de saule : les différentes parties de l'arbre sont décrites selon leur utilisations par les techniques végétales.

La présentation d'ouvrages techniques dans les sites met en évidence la volonté d'intégration des techniques à l'environnement urbain ou fluvial, c'est-à-dire de les rendre constitutives de la conception urbaine. Celles-ci sont donc intégrées au bâti, comme les toitures, aux parcelles, comme les jardins d'eau, ou aux espaces publics, comme les bassins secs ou en eau, les chaussées drainantes, les noues et fossés... Les schémas en coupe isolent cependant les ouvrages pour en préciser le fonctionnement. Apparaissent donc dans cette planche les différents points de vue proposés sur les techniques alternatives et les

techniques végétales : ce sont tour à tour des ouvrages inclus dans des trames et opérations plus vastes, des éléments paysagers, et des objets techniques dont la conception et les fonctionnalités sont précises.

Les techniques alternatives sont classées selon la place qu'elles occupent dans le bassin versant et les phénomènes utilisés pour la gestion de l'eau (évaporation, infiltration, simple stockage...). Certains guides les considèrent principalement comme des ouvrages techniques, décrits par des fiches, d'autres élaborent autour de la composition urbaine qu'elles engagent. Ainsi, pour l'IAURIF et Foncier Conseil il s'agit d'intégrer des objets techniques dans l'habitat, dans les quartiers, d'en faire le support d'un cadre de vie de qualité et de prendre en considération les caractéristiques hydrologiques antérieures à l'urbanisation du site. Pour le guide du CERTU (2000) sur la gestion des eaux de pluie, l'enjeu est de dessiner dans la trame urbaine la gestion de ce ruissellement, et d'en diminuer ainsi le caractère dévastateur : voiries, placettes, parking, jardins, sont les éléments de cette composition hydraulique.

3.3. Les techniques de consolidation et de modification des cours d'eau

Un rapide aperçu des techniques végétales, qui ne sont pas proprement urbaines mais sont utilisées sur les cours d'eau urbains pour la consolidation des berges, fait l'objet de cette dernière sous-section. Les techniques végétales sont des ouvrages composant avec le développement des plantes, des pratiques rustiques de conception d'ouvrages avec des végétaux, et des techniques du génie civil.

Le *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales* de 1994, présente des fiches de cas dans la partie « examen de quelques opérations ». Les techniques présentées sont diverses : ce sont les fascines, boutures, rhizomes, plançons, tressages, couches de branche à rejets, caissons végétalisés en rondins, lits de plants et de plançons, repiquages, ensemencements, boutures interstitielles, tapis de buissons, pieux dans enrochement en vrac, matelas de fascines vivantes. Elles ont pour rôle de protéger et de conforter la berge, et sont adaptées à leur position sur celle-ci : en pied de berge on trouve les techniques les plus robustes, car elles sont soumises à l'érosion due à la présence continue de l'eau et à sa dynamique : ce sont les caissons, les enrochements, les pieux, les matelas de fascines. Le milieu de berge est plutôt dédié aux boutures et lits de plants et plançons qui la stabilisent par le développement des racines, et protègent la berge par leur partie aérienne mais sont moins fréquemment en contact avec l'eau, le haut de berge est plutôt dédié aux essences arborées. La figure 1 de la planche 2.5 donne un aperçu de certaines d'entre elles : caisson végétal en pied de berge, lits plants-plançons puis simples boutures, les protections s'allégeant à mesure que la contrainte hydraulique s'amointrit. La figure 11 de la planche 2.5 détaille tous les usages qui sont faits du saule par le génie végétal. Les techniques sont distinguées par le guide selon qu'elles utilisent les plantes entières, des parties de végétaux, des graines.

Les techniques végétales fonctionnent selon plusieurs principes : elles permettent la dissipation de l'énergie exercée par la rivière sur les berges en lui opposant un rideau de végétation ; les végétaux structurent aussi la berge avec leur système racinaire. Elles remplissent ainsi ce que le guide nomme des « fonctions biotechniques » : elles assurent l'absorption des contraintes mécaniques, la stabilisation du sol au moyen des racines, le drainage du sol par évapotranspiration et formation de cavités, la protection contre les contraintes météorologiques et l'amélioration du sol en substances humiques (Silène-Biotec, 1994 : 28).

Les caractéristiques des espèces sont utilisées pour la construction : les aspects aériens, les systèmes racinaires, l'élasticité, la capacité de résistance aux parasites et aux maladies, l'appétence des végétaux pour la faune. Les techniques alternatives sont également dotées de fonctions très diverses, selon une vision, ici encore, idéale : à leur plus grande pérennité que le génie civil pour la protection des berges, qu'elles assurent de manière croissante, s'ajoutent la possibilité de les associer à des ouvrages très divers, leur qualité épuratoire au niveau des racines, leur respect de la relation entre cours d'eau et nappe phréatique. Elles fournissent une grande diversité botanique et faunistique, apportent de l'ombre au cours d'eau et donc du rafraîchissement pour les espèces aquatiques et la qualité des eaux, préservent le patrimoine paysager, sont peu coûteuses et fournissent des matériaux pour réaliser d'autres techniques (Silène-Biotec, 1994 : 26 et 27).

Le génie végétal est aussi présent dans l'*Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*, preuve de sa participation à l'aménagement de l'eau en ville. L'article « aménagement de berges » (Chocat, 1997 : 11) promeut également les techniques végétales sans pour autant exclure des techniques plus propres au génie civil. L'article fait directement référence au guide de Silène-Biotec et évoque des techniques végétales présentées par le guide : fascinage, bouturage, marcottage maintiennent les berges avec une efficacité mécanique comparable à celle du génie civil (Chocat, 1997 : 15). Les techniques reposent également sur une logique de « zonation végétale biologique fonctionnelle » (Chocat, 1997 : 16). Enfin, l'article fait valoir un objectif d'ouverture des berges au public, conformément à la localisation urbaine des aménagements évoqués : il s'agit de créer des espaces verts et de loisirs de proximité. L'*Encyclopédie* associe donc la restauration écologique et l'aménagement d'espaces publics, de loisirs, dans l'esprit des bassins de retenue.

Les techniques de génie végétal ont ainsi intégré, dans les années 1990, la doctrine de l'aménagement des cours d'eau urbain, avec cependant des propositions techniques intermédiaires entre le génie végétal et le génie civil, et une vocation paysagère et ludique plus marquée.

Il est finalement difficile de définir une évolution claire de la conception des ouvrages entre le début et la fin de la sous-période étudiée. On peut cependant noter que dans les années 1980, les compositions urbaines proposées sont plutôt destinées à des espaces périurbains, avec un patrimoine hydrologique varié, la présence d'une trame végétale dans les paysages des projets. Dans les années 1990 les propositions concernent des espaces plus urbains, et la circulation de l'eau dans les rues en cas de pluies d'orage devient centrale. Les bassins de retenue sont les premières techniques alternatives, rendus particuliers par leurs dimensions : ce sont des ouvrages potentiellement multifonctionnels, premières incarnations de l'intégration entre usages et gestion de la pluie. Ils sont présents sur toutes la sous-période, tout comme les autres techniques alternatives, de dimensions plus modestes, et réparties de manière diffuse dans le tissu urbain, jusque dans les parcelles privées. Elles s'intègrent et se camouflent dans les formes habituelles de l'urbain, voiries, toitures, jardins... Enfin, le génie végétal intègre lui aussi l'espace urbain, comme pratique composite associant dimension paysagère, approche par la structure et par l'écologie : il est dans un premier temps largement anthropocentré, pour reprendre les catégories proposées par Marie-Anne Germaine et Régis Barraud (Barraud, Germaine, 2017)

Conclusion du chapitre 2

Dans le domaine de l'hydrologie urbaine, la différence entre les guides techniques et les études est notable. Les guides techniques, produits par le réseau scientifique et technique de l'État, sont fortement orientés vers la réalisation d'ouvrages techniques dimensionnés par l'hydrologie urbaine. Les études, rédigées par des bureaux d'études, bien qu'elles n'ignorent pas ces outils, sont plutôt orientées vers la composition urbaine – architecturale et paysagère – qui émerge de la gestion de l'eau en ville. Ce sont des ouvrages dédiés à un lectorat plus large, qui ne nécessitent pas forcément de connaissances en hydrologie. D'un côté, une communauté d'experts se constitue, de l'autre, la gestion de l'eau dans la ville est appropriée par des professionnels et experts périphériques, qui lui donnent une autre coloration.

Les récits qui structurent les guides les inscrivent dans une nouvelle modernité : celle de l'ingénierie ou du génie environnemental, qui associe des savoirs environnementaux – physiques et écologiques – à des conceptions techniques inspirées de pratiques anciennes ou rustiques. Si l'on sépare entre l'ingénierie, comme pratique technique articulée à la recherche scientifique, et le génie, comme pratique technique plus routinière (Doré *et al.*, 2014), l'hydrologie urbaine peut être associée à l'ingénierie environnementale et distinguée du génie végétal. Le *Guide sur la protection des berges en techniques végétales* semble en effet peu inscrit dans un réseau d'experts et de chercheurs, au contraire de l'étude de l'IAURIF et des autres guides techniques.

La modernité de ces deux pratiques techniques environnementales réside aussi dans la combinaison entre des outils classiques de l'ingénierie, fondés sur les sciences physiques (l'utilisation de l'hydraulique est

d'ailleurs commune aux deux pratiques techniques) et de la formalisation de données très hétérogènes sur les sites et les territoires, ainsi que l'attention portée à la réalisation des aménagements. Les caractéristiques hydrologiques, sociales, historiques du territoire ou du site sont abordées par les guides, même si elles entrent finalement peu en ligne de compte dans les propositions techniques. Les déclinaisons de l'ingénierie environnementale que sont le génie végétal et l'hydrologie urbaine interprètent donc l'environnement de manière assez littérale, comme ce qui entoure, selon une logique de gestion intégrée. Enfin, l'écologie scientifique est ici un savoir instrumental, utilisé pour l'épuration des eaux des bassins et la structuration des berges, et indirectement pour la restauration des milieux aquatiques : les espèces animales et végétales sont des outils et des marqueurs de la qualité de l'environnement, qui est aussi esthétique, correspondant à une action *par* le vivant et non *pour* celui-ci (Doré *et al.*, 2014). Les sciences climatiques sont presque absentes de cet échantillon.

La place donnée à l'eau en ville par les dispositifs techniques est traduite dans les guides par deux approches : celle de la conception d'ouvrages, dont les caractéristiques constructives sont détaillées dans des fiches techniques, et la présentation de projets urbains déclinant plutôt leur usage dans la conception urbaine. Les techniques proposées sont diverses mais stables au cours de la sous-période : elles sont intégrées à la conception des trames urbaines – les noues, les tranchées, les fossés –, du bâti – essentiellement les toitures – et des espaces publics. Leur place et rôle relativement au ruissellement urbain et aux réseaux d'évacuation varient : elles peuvent soustraire l'eau en l'infiltrant, l'évapo(transpi)rant, ou bien la stocker et la restituer de manière différée. L'infiltration et l'usage des végétaux sont préconisés dès les premiers guides étudiés. La phytoremédiation, aujourd'hui en vogue, est également pratiquée dans les bassins de retenue. Les végétaux prennent une grande part dans la conception, en vertu de leurs propriétés structurantes et épuratrices. La composition des quartiers valorise des systèmes hydrologiques vernaculaires présents sur les sites, ainsi que l'usage de la végétation. Les bassins ne sont cependant jamais marécageux et la gestion diffuse est dynamique : l'eau stagnante est toujours un motif de crainte.

Chapitre 3. De 2001 à 2015 : milieux humides, petites pluies, utilisation de l'eau de pluie

Ce troisième chapitre débute avec la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Transcrit dans le droit français en 2004, ce texte est apparu comme bousculant la gestion de l'eau par ses exigences en termes de résultats et son référentiel écologique (Bouleau, 2017). La loi sur l'eau et les milieux aquatiques (n° 2006-1772) du 30 décembre 2006 concrétise sa mise en œuvre. Les années 2000 sont plus généralement marquées par quelques textes de portée écologique : la loi Grenelle II portant engagement national pour l'environnement (n° 2010-788 du 12 juillet 2010) prescrit l'aménagement de corridors écologiques pour le maintien de la biodiversité, nommés trames vertes et bleues. La gouvernance de l'eau est également réformée : en résumé, l'échelle intercommunale et la coordination entre les différentes institutions de gestion sont privilégiées. Les SDAGE et les SAGE réalisés depuis la deuxième loi sur l'eau de 1992 ont créé une culture de la planification locale de l'eau, de nombreux règlements d'assainissement limitent les rejets d'eaux pluviales dans les réseaux d'évacuation.

Une gestion intégrée de l'eau de pluie et des cours d'eau s'élabore dans les guides techniques de la sous-période précédente, qui font également entrer la gestion de l'eau en ville dans la modernité environnementale : celle-ci se renforce-t-elle dans cette nouvelle sous-période ? L'écologie scientifique s'articule-t-elle à la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau urbains, pour en faire une véritable ingénierie au sens de pratique technique fondée sur la recherche scientifique ? De plus, considérant les évolutions institutionnelles, la doctrine semble susceptible de mettre en œuvre une restauration écologique locale de l'hydrologie de son territoire, usant de l'eau de pluie et des cours d'eau comme trames paysagères, éventuellement support de nouveaux usages : la structuration de la gestion territoriale de l'eau donne-t-elle corps à une réinterprétation des territoires urbains fondée sur l'hydrologie ?

Ce chapitre est structuré comme le précédent : une première section porte sur les récits fondateurs des guides, une deuxième porte sur les matrices d'aménagement, et enfin la troisième section présente les réalisations techniques mises en valeur dans les guides.

Huit guides sont étudiés (cf. tableau 3.1) : le premier, *Aménager les rivières en ville*, publié en 2002 par le CERTU, est le seul guide du corpus portant spécifiquement sur l'aménagement des rivières urbaines. Le guide *La ville et son assainissement*, publié par le CERTU en 2003, est un guide de référence qui a, à la manière du *Mémento* ou de l'*Encyclopédie*, une ambition d'exhaustivité. Le *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, publié en 2007 introduit le thème dans notre étude. Le *Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau* (CERTU, 2007a) place la notion de durabilité au cœur de la gestion de l'eau, et le guide *Assainissement pluvial intégré dans l'aménagement, éléments clés pour le recours aux techniques alternatives* (CERTU, CETE du Sud-Ouest, 2008) réactualise avec une focale sur la gestion intégrée, l'ouvrage *Techniques Alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial* de 1998. Suivent des guides spécialisés : le guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines, Document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement* (AESN et al., 2013) et *Récupération et utilisation de l'eau de pluie, Informations et recommandations relatives à la réalisation de dispositifs utilisant les eaux issues de toitures et stockées in situ* (ASTEE, 2015). Les plaquettes du CEREMA *Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain - des valeurs à partager sur le territoire* (2015) closent enfin cet échantillon sur une tonalité particulière : les « milieux humides », bannis par l'époque hygiéniste, sont réhabilités, marque de l'aboutissement d'une révolution culturelle, et le registre éthique, avec les « valeurs », est tangible. La place prise par l'agence de l'eau Seine Normandie dans notre échantillon est à l'image de son investissement sur le sujet de la gestion de l'eau en ville sur cette dernière période (cf. chapitre 1), de même que la présence de l'ASTEE sur le sujet de la gestion hors réseaux des eaux de pluie est propre à la diversification des auteurs. Le bureau d'études Biotec est cependant de nouveau présent, et le CERTU auteur de guides de référence, met en évidence le maintien de la prééminence des réseaux d'expertise de l'État dans l'écriture de la doctrine technique.

Tableau 3.1 Échantillon des textes techniques, corpus 18, sous-période 2000-2015

Auteurs	Producteur/éditeur	Lieu d'édition	Pages	Année	Type de document	Titre	Abréviation
Vignerons S., Degardin F.	CERTU	Lyon	163	2002	Guide pratique	Aménager des rivières en ville Exemples et repères pour le montage d'opération	Le guide sur l'aménagement des rivières
	CERTU, ministère de l'Écologie et du Développement durable	Lyon	503	2003	Guide	La ville et son assainissement Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau	La ville et son assainissement
Biotec, Malavoi Ingénieur conseil, Adam P., Debiais N. & Malavoi J.R.	Agence de l'eau Seine Normandie Direction de l'Eau, des Milieux aquatiques et de l'Agriculture et service des Eaux de surface	Paris	61 + 101	2007	Guide	Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau	Manuel de restauration hydromorphologique
	CERTU		106 + 106	2007	Guide	Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau Fascicule 1. Assainissement urbain Fascicule 2. Aménagement du bassin versant	Manuel de recommandations
	CERTU et CETE Sud-Ouest	Lyon	155	2008	Guide	Assainissement pluvial intégré dans l'aménagement Éléments clés pour le recours aux techniques alternatives	Assainissement pluvial intégré dans l'aménagement
Agence de l'eau Seine Normandie, Composante Urbaine, LEESU	Agence de l'eau Seine Normandie		63	2013	Guide	Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines Document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement	Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines
Saulais, M. ; Guézo, B.	CEREMA	Bron	NR	2015	Sensibilisation	Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain Des valeurs à partager sur le territoire	Plaquettes sur les milieux humides
	ASTEE		65	2015	Guide	Récupération et utilisation de l'eau de pluie Informations et recommandations relatives à la réalisation de dispositifs utilisant les eaux issues de toitures et stockées <i>in situ</i>	Récupération et utilisation de l'eau de pluie

1. Explicitation de la règle, apprentissage par l'exemple

Les récits des guides techniques concernant leur situation d'énonciation et les contextes techniques et environnementaux dans lesquels ils sont écrits sont de nouveau analysés pour cette sous-période 2001-2015. Dans la sous-période précédente, les guides se construisaient sur le récit de leur modernité environnementale, refondant l'ingénierie par les sciences de l'environnement et l'écologie scientifique. Il s'agissait principalement de documents érudits, destinés à une communauté d'experts. De nouveaux auteurs apparaissent entre 2001 et 2015 et les guides sont plus spécifiques, leur visée semble moins encyclopédique. Les nouveaux récits sont-ils en rupture avec les guides précédents ? Comment y sont définies les gestions des cours d'eau et de la pluie en ville, alors que la nécessité de fonder de nouvelles approches a été acquise ? Les lecteurs désignés par les guides sont-ils moins experts, conformément à l'émergence de documents de sensibilisation et de vulgarisation dans les années 2000 (cf. chapitre 1) ?

Une première sous-section présente l'adresse des guides aux services déconcentrés de l'État, qui doivent encadrer la mise en œuvre des politiques nationales. La rhétorique de l'apprentissage par retour d'expérience développée par les guides est ensuite exposée. Lui succède l'analyse de la mobilisation d'un nouveau cadre historique, le cadre législatif, qui se substitue à celui de l'évolution des systèmes socio-techniques. Enfin, est évoquée la place prépondérante prise par les milieux aquatiques dans l'assainissement et dans la gestion des cours d'eau qui sont dotés d'une dimension éthique.

1.1. L'encadrement de la mise en œuvre locale des politiques nationale

Les guides de la sous-période 1970-2000 s'adressaient aux ingénieurs des services d'exploitation des réseaux, puis aux maîtres d'ouvrages des projets urbains, alors que ces derniers prennent de l'ampleur dans la fabrique urbaine. Les guides de la sous-période 2000-2015 désignent le même lectorat : les maîtres d'ouvrages des projets urbains et les services d'assainissement sont invités à mettre en œuvre les approches intégrées et globales de la gestion de la pluie ou des cours d'eau afin de préserver la qualité des milieux récepteurs. Les services déconcentrés de l'État endossent désormais le rôle de contrôleurs des opérations et activités ayant un effet sur les milieux aquatiques. La gestion de l'eau en milieu urbain est donc structurée par l'action des maîtres d'ouvrage, porteurs de projet ou gestionnaires de services d'assainissement, et par le contrôle des services de l'État, chargés notamment de soutenir la mise en œuvre des politiques de gestion de l'eau par les collectivités locales.

Donner des repères aux collectivités pour la gestion du service d'assainissement est l'objectif du guide du CERTU *La ville et son assainissement, principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau* (2003). Commande du ministère de l'Écologie et du Développement durable (MEDD), dont la Direction de l'Eau a supervisé la rédaction¹¹¹, le guide vise à

« [a]pporter aux collectivités locales et aux autres intervenants dans la conception de l'assainissement les éclairages essentiels à l'accomplissement de leur mission, voilà l'ambition de ce document, destiné également à aider les services de l'État (police de l'eau...) dans leurs fonctions. À chacun de prendre connaissance, avec intérêt, des principes, des méthodes et des outils qui y sont préconisés. »
(introduction, directeur de l'eau du MEDD, CERTU, 2003 : 3)

Le guide rappelle la mission d'intérêt général dont relève l'assainissement urbain. Il s'adresse aux collectivités qui en ont la compétence, mais également aux services de l'État qui doivent les soutenir. La complémentarité entre collectivités territoriales et services de l'État est également soulignée par le guide *L'ingénierie d'appui*

¹¹¹ Un groupe piloté par Pascale Bayer, Christophe Chassande, Alice Khalife et Cyril Portalez de la direction de l'eau du ministère de l'Écologie et du Développement durable a supervisé l'écriture de l'ouvrage.

territorial au service du développement durable, Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau publié par le CERTU en 2007. Il est produit par le « réseau scientifique et technique du ministère de l'Équipement, sous le pilotage du bureau de l'ingénierie d'appui territorial de la [direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction] » (CERTU, 2007b : 2) : des experts du CERTU, des CETE de l'Ouest, du Sud-Ouest et de Lyon, du ministère de la Pêche et de l'Agriculture, de l'agence de l'eau Seine Normandie et des chercheurs du laboratoire régional de l'Est parisien (LREP) ont contribué à sa rédaction¹¹². Ce guide est donc un pur produit de l'ingénierie d'État. Les services déconcentrés y sont d'ailleurs désignés comme « l'ingénierie publique », dont le rôle est de développer une expertise propre et de porter assistance aux collectivités :

« La circulaire du Premier ministre du 16 novembre 2004, la DNO (directive nationale des préfetures), le comité interministériel pour l'aménagement du territoire (CIADI) du 3 septembre 2003 ont clairement rappelé que l'ingénierie publique est un outil de mise en œuvre des politiques prioritaires de l'État, qu'il s'agisse de prestations et de conseils assurés pour son compte propre ou en appui aux collectivités locales. » (préface, CERTU, 2007a ; CERTU, 2007b : 1)

Le guide, suivant cette directive nationale, semble à la fois rappeler à l'ordre et donner une place aux services déconcentrés auprès des collectivités territoriales, dans la gestion des territoires. L'exemplarité des services d'État comme vecteur de diffusion des politiques, le devoir d'appui aux collectivités locales sont rappelés, ainsi que l'objectif de mise en œuvre des politiques nationales (CERTU, 2007b : 1). La doctrine du « développement durable » est au cœur du document : cette doctrine est décrite comme trouvant ses origines dans le « concept du développement durable » développé lors du sommet de la Terre de Rio en 1992¹¹³, ses principes ont par la suite été inscrits dans la Charte de l'Environnement de 2004 annexée à la Constitution française en 2005, et dans la Stratégie nationale du développement durable adoptée en 2003 (CERTU, 2007b : 1). Les services d'État doivent accompagner sa mise en œuvre.

Cette volonté d'influer sur les grands principes d'aménagement portés et mis en œuvre par les maîtres d'ouvrage est également très présente dans *Le Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* (2007) rédigé par le bureau d'études Biotec, en association cette fois¹¹⁴ au gérant du bureau d'études Jean-René Malavoi ingénieur conseil, sur commande de l'Agence de l'eau Seine Normandie. Le document sert la politique de bon état écologique des cours d'eau, reposant notamment sur la récréation d'une

¹¹² La direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction dirige la publication. Le premier fascicule, sur l'assainissement urbain, est rédigé par des experts du CETE du Sud-Ouest (J.-D. Balades), du CETE de l'Ouest (A. Laplanche), du CETE de Lyon (N. Terracol et O. Norotte), du CERTU (H. Bouillon), des chercheurs du LREP (E. Boutefeu, M. Cenut, B. Guézo, E. Valla, S. Liénard et S. Criscione). Le groupe de travail associé à ce fascicule réunit des experts de la direction générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction (DGHUC) (M. Ravier et J.-P. Marie le Paulmier), de la direction départementale de l'équipement de Seine-et-Marne (A. Thomas), de l'Agence de l'eau Seine Normandie (N. Aires), et du ministère de l'agriculture et de la pêche (F. Mauvais) (CERTU 2007, fascicule 1, p.106). Le second fascicule, sur l'aménagement des bassins versant, a été également rédigé par des experts du CETE du Sud-Ouest (F. Brouquisse), du CERTU (H. Bouillon, E. Valla), du laboratoire régional de l'Est Parisien (S. Liénard et P. Rik), du CETE de Lyon (N. Terracol). Le groupe de travail associé à cet ouvrage rassemble également des experts de l'agence de l'eau Seine Normandie (N. Aires), du CETE du Sud-Ouest (J.-D. Balades), du CEMAGREF (P. Breil), du CETMEF (B. de Bruyn), du Ministère de l'agriculture et de la pêche (P. Hervé), de la DGHUC (M. Ravier) et du ministère de l'environnement et du développement durable (M. Ripoché).

¹¹³ Il s'agit de la troisième conférence des Nations Unies sur l'environnement. Elle s'est tenue à Rio de Janeiro (Brésil) en juin 1992, et fait notamment suite à la conférence de Stockholm (Suède) de 1972. Le principe d'un développement durable des sociétés humaines est formulé lors de cette conférence : « Les êtres humains sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Ils ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature. » (O.N.U., 1992).

¹¹⁴ Dans la sous-période précédente le bureau d'études Biotec était associé au bureau d'études techniques spécialisé en hydraulique Silène.

hydromorphologie favorable aux habitats et à la dynamique naturels des cours d'eau, politique portée en premier lieu par les agences de l'eau. Il est en effet annoncé en introduction du guide que le neuvième programme de l'Agence de l'eau Seine Normandie (2007-2012) ne finance que des projets améliorant directement la qualité hydromorphologique des cours d'eau (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 1). Cette politique de financement a notamment pour objectif d'encourager les collectivités et maîtres d'ouvrage à réaliser des opérations de restauration hydromorphologique, présentées comme trop peu nombreuses :

« Aujourd'hui, encore trop peu de maîtres d'ouvrage se lancent dans des projets ambitieux de restauration morphologique des cours d'eau anthropisés. Les raisons sont diverses : coût financier important malgré les aides publiques, demande sociale émergente (pas toujours compatible avec le bon état écologique), méconnaissance du fonctionnement des rivières et manque de compétences techniques pour initier et suivre des travaux. » (Résumé, Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 1)

Complémentaire à cette politique, le guide présente des savoirs, savoir-faire et techniques permettant de mener ces opérations à bien. Comme dans le cas du développement durable, le guide technique vient incarner et relayer des politiques nationales auprès des maîtres d'ouvrage et gestionnaires, seuls capables de les concrétiser. Le manuel entend permettre aux techniciens de développer des pratiques territoriales spécifiques, par la transmission de connaissances d'abord pratiques, opérationnelles :

« Ce manuel vise, chapitre après chapitre, à fournir au lecteur des **bases pragmatiques, techniques et scientifiques** lui permettant de déterminer quelle pourrait être la meilleure solution de restauration fonctionnelle pour **son** cours d'eau (ou tronçon de cours d'eau), dans **son** contexte physique et sociopolitique particulier. Il s'adresse donc particulièrement à un public de techniciens, mais aussi de décideurs et gestionnaires désireux d'en savoir plus sur les concepts d'altération, de préservation et de restauration du fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau. » [typographie originelle] (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 7)

Il entend également informer et former les « décideurs et gestionnaires » aux savoirs propres à la restauration des cours d'eau. Le guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines, Document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement* (2013), ancré dans la région parisienne par sa co-rédaction par le laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains (LEESU) et l'agence de l'eau Seine Normandie (AESN) et Composante Urbaine¹¹⁵, vise également à infléchir l'action et les politiques locales dans le sens de la politique du schéma directeur d'aménagement et de gestion de l'eau (SDAGE) de l'Agence de l'eau du bassin normand :

« Pour répondre aux préconisations du SDAGE l'Agence invite les maîtres d'ouvrage et leurs maîtres d'œuvre (collectivités, aménageurs, urbanistes, architectes, les bureaux d'études paysage, VRD, etc.) ainsi que les gestionnaires d'espaces urbains à prendre en compte les éléments proposés dans ce document lors de l'élaboration des projets d'aménagement urbain d'une part, de suivi de réalisations comme de gestion d'espaces urbains existants d'autre part. » (AESN *et al.*, 2013 : 7)

Il s'adresse de manière assez précise à tous les acteurs de l'aménagement urbain, et concerne aussi bien la réalisation de projet la gestion : il entend réformer la production et l'exploitation des espaces urbains en ce qui concerne la gestion des eaux de pluie. L'introduction du guide affirme ainsi que « [p]ar ce document, l'Agence de l'Eau Seine Normandie met à disposition des acteurs de l'aménagement urbain un cadre méthodologique et des éléments d'informations issus d'études et de recherches récentes pour les aider à répondre aux objectifs du SDAGE¹¹⁶ » (AESN *et al.*, 2013 : 6) : il articule des résultats de recherche en hydrologie urbaine et des éléments opérationnels à la planification de l'agence, afin de lui donner corps.

¹¹⁵ Avec les auteurs suivants : M.C. Gromaire du LEESU, L. Veiga et M. Grimaldi de Composante Urbaine, N. Aires de l'AESN.

¹¹⁶ Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux.

Un autre niveau de discours s'élabore cependant : certains ouvrages ne sont pas seulement ou principalement destinés aux ingénieurs en assainissement ou plus largement aux services techniques des collectivités et des syndicats. C'est le cas de l'ouvrage de l'ASTEE *Récupération et utilisation de l'eau de pluie, informations et recommandations relatives à la réalisation de dispositifs utilisant les eaux issues de toitures et stockées in situ* (2015) : il est « destiné aux particuliers », habitants ou entreprises (préambule, ASTEE, 2015 : 9). La récupération, du côté des promoteurs, aménageurs, collectivités, peut être motivée par la volonté de se forger une bonne image, en équipant les bâtiments de dispositifs présentés comme économes et écologiques. Elle coïncide avec les politiques locales récentes, visant la sobriété territoriale, la protection de la ressource en eau, éventuellement inscrites dans les plans locaux d'urbanisme (PLU). Selon le guide, la récupération de l'eau de pluie par les habitants a des motifs divers, qui peuvent se cumuler : la baisse de la facture d'eau, le rapport autonome à la ressource (induisant la déconnexion partielle du grand réseau d'approvisionnement et un rapport plus immédiat à des dispositifs techniques locaux), l'accès à une eau d'une qualité particulière (non calcaire) et enfin une éthique de la sobriété (ne pas consommer de l'eau potable, coûteuse en traitement quand elle n'est pas nécessaire). Cependant, ce guide est pointu et sa lecture ardue : il présente de nombreux éléments de dimensionnement technique et un cadre réglementaire peu assuré, avec ses controverses. Certains ouvrages dédiés aux services techniques des collectivités sont d'un abord plus aisé. L'ouvrage le plus didactique, de communication et de vulgarisation, est *Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain - des valeurs à partager sur le territoire* (CEREMA 2015). Les plaquettes rassemblées sous ce titre sont incitatives : très synthétiques et adressées à un public de non-spécialistes, elles enjoignent à l'action en présentant une démarche de projet plutôt que des éléments techniques. Une plaquette générale articule les fonctions dédiées aux milieux humides en milieu urbain, ensuite développés dans des plaquettes dédiées en quelques lignes. L'ouvrage présente cependant des opérations et plans d'urbanisme : il est adressé aux élus, aux services des collectivités et aux aménageurs.

Le lectorat désigné par les guides de la sous-période 2000-2015 est donc en partie identique à celui de la sous-période 1970-2000 : ce sont les maîtres d'ouvrage, à la tête d'opérations d'urbanisme, et les gestionnaires des services urbains. De nombreux guides sont produits par le réseau d'expertise technique de l'État (CETE et CERTU, aujourd'hui CEREMA), et destinés aux services déconcentrés qui doivent encadrer les collectivités dans les missions de concrétisation des grandes politiques nationales et régionales, et faire figure d'exemple. À ce titre, l'agence de l'eau Seine Normandie est commanditaire d'un guide sur la gestion de la pollution des eaux pluviales en amont des milieux récepteurs : les guides complètent les politiques et incitations financières, en donnant les compétences techniques et les références utiles pour la réalisation d'opérations. De manière générale, les ouvrages sont pointus et cantonnés à la sphère des experts de l'aménagement de l'eau. Deux tendances apparaissent cependant : l'adresse aux particuliers avec l'utilisation des eaux de pluie dans la sphère domestique ; et un effort de vulgarisation vers les aménageurs et collectivités avec un nouveau format d'ouvrage.

1.2. Les retours d'expérience : apprendre par l'exemple

Au cours de la sous-période étudiée dans ce chapitre, les préconisations des guides prennent souvent la forme de retours d'expérience, de descriptions et analyses d'opérations exemplaires réalisées ; les enseignements théoriques à visée universaliste, formalisés par des modèles ou des formules mathématiques ne sont plus que partie des enseignements ; les collectivités territoriales apparaissent fréquemment dans les auteurs des guides.

Ainsi l'ouvrage *Aménager les rivières en ville, Exemples et repères pour le montage d'opération* (CERTU, 2002) de la collection « Dossiers » du CERTU¹¹⁷ part du constat que les maîtres d'ouvrage et conducteurs d'opération sont isolés face à leur projet et ont besoin de repères (CERTU *et al.*, 2002 : 5). Conformément à son titre, il documente le sujet par un recueil d'exemples et de réflexions sur le montage d'opérations, réalisé par la rencontre de nombreux acteurs de l'aménagement de rivière : fruit d'enquêtes de terrain, le guide se concentre sur l'étude d'opérations réalisées¹¹⁸ (CERTU *et al.*, 2002 : 5). Ce guide profite donc de la réalisation d'un ensemble d'opérations de restauration des rivières urbaines, qui n'existait probablement pas dans la sous-période précédente.

Les collectivités locales sont également mobilisées pour la production du guide *La Ville et son assainissement* (CERTU 2003) ; selon ce guide « [i]l était devenu nécessaire de les prendre en compte pour aider les acteurs de l'assainissement à mieux maîtriser le cycle de l'eau dans la ville. Elles ont guidé la réalisation du présent ouvrage » (CERTU, 2003 : 3) : la communauté urbaine de Bordeaux et la communauté urbaine de Lille sont cités parmi les auteurs. Ce guide rassemble également des auteurs rencontrés dans les guides du CERTU ou du STU de la sous-période précédente : des experts et chercheurs du CERTU, des CETE, de l'INSA de Lyon, du laboratoire central des Ponts et Chaussées (LCPC), du laboratoire régional de l'ouest parisien (LROP), de la direction de la prévention des pollutions et des risques (DPPR) et de l'Université de Montpellier¹¹⁹. Outre les deux communautés urbaines, de nouveaux contributeurs apparaissent : l'école nationale du Génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg (ENGEES)¹²⁰, le centre national du Machinisme agricole du génie rural, des Eaux et des Forêts (CEMAGREF)¹²¹, le fonds national pour le Développement des adductions d'eau potable (FNDAE)¹²², et enfin Météo France. Le guide est ainsi le fruit d'une collaboration étendue, notamment à certaines communautés urbaines ayant développé une expertise spécifique dans le domaine, mais également à des acteurs habituellement plutôt identifiés au milieu rural : la « ville » désignée par le titre du guide est donc une notion élargie au milieu urbanisé, et les préconisations intègrent les expertises de nouveaux acteurs, notamment opérationnels.

Le guide sur *l'Ingénierie d'appui territorial au service du développement durable* (CERTU, 2007) s'appuie pour sa part sur de nombreuses études de cas, précédées par une partie plus générale intitulée « acquisition des bonnes pratiques ». Les études de cas ont été produites par des experts des Directions départementales de l'Équipement pour le fascicule sur l'assainissement urbain¹²³, épaulés par ceux de Voies navigables de France et les Directions départementales de l'Agriculture et de la Forêt pour le fascicule sur l'aménagement des

¹¹⁷ Qui rassemble les ouvrages faisant le point sur un sujet précis assez limité, correspondant soit à une technique nouvelle, soit à un problème nouveau non traité par la littérature courante, comme vu en chapitre 1.

¹¹⁸ Une petite partie générale (une vingtaine de pages) synthétise d'abord les « repères pour le montage d'opération », puis 120 pages environ sont consacrées aux « exemples d'aménagement de rivière en ville ».

¹¹⁹ Michel Desbordes de l'Université de Montpellier, Alain Faure-Soulet et Jean Noyelle de la DPPR et Jean Ranchet du LROP.

¹²⁰ Il s'agit d'une école d'ingénieur formant les ingénieurs et cadres qui seront en charge de la gestion de l'eau. Source : <https://engees.unistra.fr/engees/presentation/historique/> consulté le 15/04/2019.

¹²¹ Le CEMAGREF est devenu l'institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) en 2012 : il s'agit d'un établissement public à caractère scientifique et technologique. Source : <https://www.irstea.fr/fr/irstea/presentation>, consulté le 26/07/2019.

¹²² Le FNDAE « apporte une aide financière en capital aux collectivités rurales, pour leurs travaux d'alimentation en eau potable et d'assainissement. » Il a été créé en 1954, c'était alors un compte spécial d'affectation du Trésor public. Depuis la loi finances de 2000, c'est une section du Fonds national pour l'eau alors créé. Source : <http://www.fndae.fr/generalites/generalites.html> consulté le 15/04/2019.

¹²³ Les exemples viennent des services suivants : les directions départementales de l'équipement de l'Aisne, du Finistère, de Haute-Garonne, de Gironde, de l'Hérault, de la Loire-Atlantique, du Maine-et-Loire, du Puy-de-Dôme, de Seine-et-Marne (fascicule 1, p.106).

bassins versants¹²⁴. Elles illustrent les pratiques exemplaires, le guide est ainsi présenté comme un document de recommandations non coercitif :

« il ne constitue en aucune façon une norme ou une méthode imposée pour la mise en œuvre du concept de développement durable mais simplement un manuel de recommandations visant à faciliter cette mise en œuvre, à travers un questionnement fondé sur la prise en compte des principes et des enjeux qui résultent des référentiels techniques, des textes réglementaires, des divers documents de planification et des expériences locales. » (CERTU, 2007b : 2)

Les expériences locales ont donc pleinement un rôle d'illustration, elles servent à la fois de mise en image et de promotion incarnée d'une gestion particulière. Cet ouvrage ne propose pas de méthode préconçue pour l'aménagement de l'eau mais plutôt de bons exemples. Il induit une transformation des métiers, de pratiques classiques, celles des ingénieurs des voiries et réseaux divers notamment, vers une gestion élargie, qui englobe à la fois l'ingénierie et l'aménagement urbains :

« Cet ouvrage invite à repenser la façon de concevoir l'assainissement, non plus comme une simple technique des VRD¹²⁵ mais comme la façon de gérer de façon globale et transversale aux disciplines de l'aménagement et de l'ingénierie, le cycle de l'eau dans la ville. Cet ouvrage qui nécessite un travail d'appropriation par les maîtres d'ouvrage, les financeurs et les services, implique donc une véritable révolution culturelle dans les métiers. » (CERTU, 2007a : 9)

La gestion de l'eau est donc radicalement dissociée des « voiries et réseaux divers », où elle n'existe que parmi divers réseaux, au sein d'une matrice technique dont la partie émergée est la voirie. L'intégration de l'assainissement à l'aménagement urbain, pourtant objet des guides de la sous-période précédente, n'est donc pas encore advenue. Les guides entendent donc transformer les pratiques des acteurs à force d'exemples à imiter, qui sont de plus en plus nombreux.

Le *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* (Biotec Malavoi, 2007), qui se donne avant tout comme un ouvrage pratique, présente la même rhétorique que le *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales* (Silène-Biotec, 1994), il ne délivre pas de modèles standards de restauration, mais des principes et logiques techniques à appliquer aux territoires :

« Ce manuel n'a pas été conçu comme un livre de recettes ou de solutions techniques "clés en main". Ce n'est pas non plus un énième manuel sur les méthodes de gestion de la ripisylve¹²⁶ ou les techniques de protection végétale des berges. C'est avant tout un ouvrage destiné à alimenter la réflexion et à présenter le champ des possibles, les contraintes à ne pas négliger, les principales règles de dimensionnement à respecter, les pièges à éviter. » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 1)

Ce guide se présente donc comme un ouvrage balisant la réflexion sur la restauration des cours d'eau, sans pour autant prétendre tracer des lignes rigides de conduite pour les concepteurs : il ouvre une gamme de possibilités plutôt qu'il ne donne une ligne à suivre. Ses propositions sont d'ailleurs fortement illustrées par des photographies pédagogiques, permettant d'apprendre à reconnaître par exemple les marques d'un bon fonctionnement hydromorphologique (cf. figures 1 et 2, planche 3.1), ou les bons aménagements (cf. figure 3, planche 3.1). L'ouvrage pratique notamment la mise en regard d'une photographie avant les travaux et d'une photographie pendant ou après les travaux, pratique inspirée des États-Unis, d'où provient la

¹²⁴ Les exemples viennent des services suivants : la DDAF de l'Ain, les DDE de la Gironde, de l'Hérault, de la Seine-et-Marne, la Saine Maritime, et de VNF (fascicule 2, p. 106).

¹²⁵ Voiries et Réseaux Divers.

¹²⁶ « **Ripisylve** désigne les formations végétales qui croissent le long des cours d'eau. » (Silène-Biotec, 1994 : 115, lexique).

doctrine de renaturation des cours d'eau (Barraud, 2011 ; Morandi, 2014) (cf. figure 5, planche 3.1). L'amélioration apportée par les travaux de restauration est donc visible, voire visuelle ou esthétique.

La réédition de 2008 du guide *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial* (CERTU, 1998) ajoute à l'étude de Bordeaux Technopolis de l'ouvrage de 1998 celle de Beynost, déjà présentée dans le second fascicule du *Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau* (CERTU, 2007). Les auteurs de ces deux ouvrages sont d'ailleurs quasiment identiques¹²⁷. Le guide de 2008 emprunte également au guide *la Ville et son assainissement* (CERTU, 2003), avec la promotion non plus des techniques alternatives, mais de la gestion intégrée : ce passage à une description plus conceptuelle de la gestion en amont des réseaux est visible à l'évolution du titre de l'ouvrage : le guide de 1998 est intitulé *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial*, celui de 2008 *Assainissement pluvial intégré dans l'aménagement, éléments clés pour le recours aux techniques alternatives*. D'un côté donc, l'ouvrage se dote d'une étude de cas supplémentaire, usant de l'illustration pour la transmission des principes techniques, de l'autre, il met en avant une démarche théorisée, celle de la gestion intégrée : « [n]ous montrons dans cette étude de cas comment, à partir d'une situation donnée, les acteurs de l'aménagement ont mené le projet en adoptant une approche intégrée, sur quelles bases ils ont choisi les techniques et comment ils les ont mises en œuvre » (CERTU, CETE du Sud-Ouest, 2008 : 12). Les techniques tiennent toujours une place importante dans l'ouvrage : leur réalisation est la finalité de l'approche intégrée, et la structuration en fiche par technique de la première édition est d'ailleurs conservée, les fiches sont illustrées par des photographies et schémas nouveaux¹²⁸. Le guide évolue donc à la fois vers une présentation plus conceptuelle des principes d'aménagement, devant être traduits dans la planification urbaine, et vers une approche concrète et illustrée.

Le guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines* (AESN, LEESU, CU, 2013), composé de fiches projets et de fiches techniques, se présente notamment comme le fruit d'un travail d'enquête permettant de formaliser et de tirer des leçons d'expériences effectives : « Le document [...] a été élaboré à partir de diverses sources d'information : campagne d'interview, visites de sites, bibliographie internationale sur la qualité des eaux de ruissellement en zones urbaines, base de données USEPA¹²⁹ sur les meilleures pratiques de gestion » (AESN *et al.*, 2013 : 2). Il ne délivre donc pas des éléments théoriques, mais une synthèse d'expérience de collectivités et d'acteurs urbains : sa dimension pragmatique et opérationnelle est également mise en avant. C'est enfin également le cas des plaquettes du CEREMA sur l'intégration des milieux humides en ville (2015) ; celles-ci enjoignent à l'action à force de descriptions succinctes de réalisations (cf. figure 8, la planche 3.1).

Les guides revendiquent donc un rôle de synthèse des expériences de terrain : certains guides sont co-rédigés avec des collectivités, les récits introductifs des guides mettent en avant des méthodes d'enquêtes de terrains auprès des acteurs opérationnels, et une grande portion des guides est dédiée à la présentation de techniques et d'opérations. Elle est rendue possible par la réalisation des dites opérations depuis les années 1980, mais correspond aussi à une période de mode du retour d'expérience. Cet ancrage dans la présentation de réalisations de terrain jugées instructives ou exemplaires montre une nouvelle forme de savoir et de pédagogie. L'apprentissage empirique est valorisé, notamment parce que la gestion intégrée interdit toute forme de standardisation.

¹²⁷ Le guide *Assainissement pluvial intégré dans l'aménagement, éléments clés pour le recours aux techniques alternatives* (CERTU et CETE du Sud-Ouest, 2008) est produit sur commande de la Direction de l'Eau du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement par les experts du réseau d'études techniques : Jean-Daniel Baladès et Anne-Marie Trincat du CETE du Sud-Ouest, André Oustric, Sylvie Vigneron, René Clerjon, Henri Bouillon et Éric Valla du CERTU.

¹²⁸ Il emprunte ses illustrations et les documents sur les études de cas au bureau d'études Burgeap pour Beynost, à INFRAservices pour le Zénith de Rouen, au Prieuré Végétal et au Grand Nancy, au GRAIE, au Grand Lyon et l'INSA de Lyon.

¹²⁹ United States Environmental Protection Agency.

1.3. Une histoire de règles et de normes

Les guides techniques de la sous-période 2000-2015 rassemblent également un grand nombre d'éléments juridiques et réglementaires : ils substituent aux récits au long cours de l'évolution des systèmes socio-techniques de l'*Encyclopédie* (Chocat, 1997), une histoire législative et réglementaire récente de la gestion de l'eau.

Ainsi le guide *La ville et son assainissement* (CERTU, 2003) fait primer le récit de la construction du cadre législatif sur le récit classique de l'histoire de l'assainissement et de l'hygiénisme : en avant-propos sont citées les deux directives européennes sur la qualité des eaux¹³⁰ comme jalons de l'évolution de la gestion de l'eau. Ce guide est décrit comme motivé notamment par la caducité de l'Instruction technique de 1977 depuis les lois de décentralisation de 1982 : la compétence en assainissement revient aux communes et non plus aux services déconcentrés de l'État, cette Instruction ne vaut donc plus. Il se présente ainsi comme une actualisation de l'Instruction technique de 1977, prenant en compte la gouvernance de l'eau, et affirmant la mission d'intérêt général dont elle relève (CERTU, 2003 : 4). Le guide s'appuie notamment sur la révision du fascicule 70 du cahier des clauses techniques générales (CCTG) du ministère de l'Équipement : un titre II est créé, qui fixe les règles techniques fondamentales pour la mise en œuvre des techniques alternatives : le guide sélectionne ainsi les éléments réglementaires susceptibles d'asseoir ses préconisations.

Le *Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau* (CERTU 2007) consacre à sa suite l'ouvrage *La ville et son assainissement* (CERTU 2003) nouvelle référence pour l'assainissement en France, rénovant l'Instruction technique de 1977. Le manuel identifie également les grands textes de loi structurant la gestion de l'eau : la directive européenne du 21 mai 1991 relative aux eaux résiduaires urbaines et la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, codifiée dans le livre II du code de l'environnement, la directive cadre européenne sur l'eau de 2000 à laquelle il ajoute la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006. Des éléments juridiques spécifiques à l'assainissement urbain sont présentés dans le premier fascicule du manuel : le décret de 1994 relatif au traitement et à la collecte des eaux usées (dans le code général des collectivités territoriales et le code de la santé publique), le devoir du maire, au titre du pouvoir de police générale, d'assurer la salubrité publique sur sa commune, de prévenir et faire cesser toutes les pollutions. La politique d'assainissement issue de ces textes correspond à une obligation générale d'assainissement fondée sur une prise en compte globale des milieux récepteurs, avec pour instruments la planification, la réglementation et les aides financières. Le fascicule portant sur l'aménagement des bassins versants rappelle tous les grands principes de la gestion équilibrée établis par la deuxième loi sur l'eau de 1992 : la préservation des milieux aquatiques et humides, la protection contre toute pollution et la restauration de la qualité des eaux, le développement et protection de la ressource en eau, en particulier en eau potable, la conservation du libre écoulement des eaux et la continuité écologique, la préservation des champs d'inondation et la protection contre les risques d'inondation, la répartition équitable de la ressource entre les différents usages et usagers, la valorisation économique et le droit à l'eau pour tous, la prise en compte du changement climatique (CERTU, 2007b : 10). La deuxième loi sur l'eau est donc centrale : elle fonde pour les deux fascicules les principes de la bonne gestion. Les textes de lois relatifs à la protection contre les inondations et à l'information et au dédommagement des citoyens se sont démultipliés depuis les années 1980¹³¹. Le guide indique également qu'il n'existe pas de documents synthétiques sur le sujet de la

¹³⁰ La directive sur les eaux résiduaires urbaines (DERU) de 1991 et la directive cadre européenne sur l'eau (DCE) de 2000.

¹³¹ Cinq lois fondamentales sont citées : la loi n°82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, la loi n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs (celle-ci établit un droit à l'information des citoyens), la loi Barnier (loi n° 95-101 du 2 février 1995) relative au renforcement de la protection de l'environnement qui institue

gestion de l'eau : « [o]n trouvera donc des documents traitant de la gestion de la ressource, du ruissellement, d'hydraulique fluviale, de transport de solide et dynamique des cours d'eau, de l'écologie des cours d'eau, mais aussi de techniques d'aménagement » (CERTU, 2007b : 16). Les fascicules consacrés à l'assainissement et à l'aménagement des bassins versants mobilisent donc des cadres juridiques différents : les deux thèmes relèvent de secteurs de gestion différents, l'un est ancré dans la réglementation des services urbains des collectivités, l'autre dans la protection contre les risques et la gestion de la ressource au niveau régional.

Cependant, les guides font état d'une faiblesse de la réglementation quant à la gestion de la pluie, tout en soulignant son importance. Ainsi pour le guide sur *l'Assainissement pluvial intégré dans l'aménagement* (CERTU, 2008) les éléments juridiques font partie des éléments opérationnels fondamentaux : « [n]ous présentons dans ce document des éléments concrets et opérationnels permettant au maître d'ouvrage d'engager un projet tout en connaissant les implications techniques et juridiques propres à chaque étape » (CERTU, CETE du Sud-Ouest, 2008 : 5). Cependant, comme dans sa version de 1998, le guide indique que la collecte et le traitement des eaux pluviales ne font l'objet d'aucune obligation pour les communes et reste discrétionnaire. La contrainte repose sur les pouvoirs de police du maire relativement à la protection de ses administrés, en vertu desquels il peut être désigné comme responsable en cas d'inondations s'il n'a pris aucune mesure pour leur gestion. Le guide souligne par conséquent la dispersion des textes, leur faible efficacité et la nécessité de fonder un cadre réglementaire plus solide. À la focalisation sur la réforme d'un système technique obsolète – celui des réseaux d'évacuation systématique – succède la réforme d'un cadre réglementaire fragile et dispersé.

La faiblesse opérationnelle des connaissances en termes de gestion de la pollution des eaux de pluie est également soulignée par le guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines* (AESN *et al.*, 2013). Ainsi, une étude réalisée par les mêmes auteurs, sur laquelle est fondé le présent guide, posait le constat que des dispositifs techniques¹³²

« pourtant largement décriés depuis plus d'une dizaine d'années, continuaient à être mis en œuvre pour le moindre parc de stationnement nouvellement créé. [l'étude préalable]¹³³ a permis l'élaboration du présent document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement. Ce document prend en compte des évolutions récentes du contexte réglementaire d'une part, des connaissances scientifiques et techniques d'autre part, notamment en matière de substances dangereuses. » (AESN *et al.*, 2013 : 6)

Les évolutions du cadre réglementaire sont donc évoquées en premier lieu dans les paramètres de la gestion des pollutions à la source : signe supplémentaire, s'il en fallait, de l'importance prise par la réglementation dans la normalisation de la gestion des eaux de pluie, mais également de son manque d'efficacité opérationnelle puisqu'elle est imparfaite et peu connue.

Le guide de l'ASTEE sur la récupération des eaux de pluie (2015) entend donc pallier à la fois le manque de connaissance sur la réglementation relative à son sujet, mais également la dispersion des textes ; il « poursuit une double finalité : faire la synthèse des connaissances actuelles sur le sujet ; présenter de manière organisée et cohérente un ensemble d'informations et de recommandations pour la réalisation d'un projet » (Préambule, ASTEE, 2015 : 9). Un des objectifs que se donne le guide est ainsi la clarification du cadre réglementaire, décrit comme lacunaire :

notamment les Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles, la loi Bachelot 2003 (loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003) relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, et enfin la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile (CERTU, 2007b : 11 et 12).

¹³² Les déshuileurs-débourbeurs notamment utilisés pour les bassins enterrés de rétention des espaces de stationnement.

¹³³ Une étude a été menée par le laboratoire Eau Environnement Systèmes Urbains et le bureau d'études Composante urbaine, sur le sujet, qui a donné lieu à l'élaboration de ce guide.

« En instituant un crédit d'impôt (aujourd'hui supprimé) pour la mise en place de dispositifs et d'installations de récupération et d'utilisation d'eau de pluie dans l'habitation principale, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (promulguée en décembre 2006) a rendu nécessaire la définition d'un cadre légal et réglementaire pour l'encadrement de ces projets. Toutefois, ce cadre est aujourd'hui très incomplet, et, au niveau du particulier comme au niveau des projets de construction, les interrogations sont nombreuses tant en ce qui concerne l'intérêt et les contraintes liées à la réalisation d'une opération que sur les bonnes pratiques à mettre en œuvre. » (Préambule, ASTEE, 2015 : 9)

Le cadre réglementaire constitue donc selon ce guide un paramètre pour les projets de récupération d'eau de pluie : sa défaillance entraîne des incertitudes. La situation est particulière puisque les incitations financières pour la réalisation des dispositifs ont été abrogées : ils ne sont plus encouragés par la loi. Le guide a donc pour fonction de rassembler les éléments réglementaires connus, pour les clarifier, et de préconiser des bonnes pratiques. L'utilisation de l'eau de pluie est associée à de « nouvelles approches environnementales en urbanisme et architecture » et à ses normes : le titre cinq du label de haute qualité environnementale (HQE) porte sur la maîtrise de la consommation d'eau et sur la gestion des eaux de pluie à la parcelle (ASTEE, 2015 : 11). Le groupe de travail¹³⁴ responsable de la rédaction de ce document est rattaché à la commission « eau potable » de l'ASTEE, il réunit des industriels de la distribution d'eau, des bureaux d'études spécialisés, des collectivités territoriales, des experts du ministère de la Santé ou d'organismes spécifiques de recherche et d'études, dont le centre scientifique et technique du Bâtiment¹³⁵, et est coordonné par un chercheur du LEESU spécialiste du sujet¹³⁶. Il implique à la fois une expertise en construction, en santé publique, en approvisionnement en eau. Les préconisations du guide entrent parfois en conflit avec les recommandations de la direction générale de la santé : « [t]outefois, sur certains points où le positionnement de la Direction générale de la Santé (DGS) diffère du consensus du GT¹³⁷, il apparaît utile de préciser ce positionnement à l'aide d'un encadré intitulé "avis rendu par la DGS" » (ASTEE 2015, préambule, p. 9) (cf. figure 6, la planche 3.1) : les normes sanitaires sont peu adaptées à cette nouvelle pratique. Un encadré sur la réglementation (ASTEE 2015, p. 25) démontre cependant la coïncidence entre les grands textes de la gestion de l'eau de pluie et la récupération. Celle-ci répond à la fois à des objectifs de sobriété et à des politiques de restauration du cycle de l'eau, notamment en ville, inscrites dans les principes des plans locaux d'urbanisme, plus précisément dans les plans d'aménagement et de développement durables liminaires (ASTEE, 2015 : 16), ainsi qu'à la réglementation des rejets des eaux de pluie dans les réseaux :

« [a]ujourd'hui, la tendance est à une généralisation des prescriptions sur le raccordement aux réseaux, imposant pour toute nouvelle construction l'infiltration des eaux pluviales et/ou la limitation des débits

¹³⁴ Il se nomme « récupération et utilisation de l'eau de pluie ».

¹³⁵ Établissement public de recherche « Le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, a pour mission de garantir la qualité et la sécurité des bâtiments, et d'accompagner l'innovation de l'idée au marché. » <http://www.cstb.fr/cstb/missions-activites/> consulté le 23/06/2018

¹³⁶ Le groupe est coordonné par Bernard de Gouvello du CSTB et du LEESU. Les industriels impliqués sont Primagaz (R. Bregnon), la Lyonnaise des Eaux (M. Chambolle, B. Loubiere-Desortiaux), Veolia (M.-C. Huau, M. Lovera, L. Monier) ; les bureaux d'études : Sepia Conseils (S. Forestier et C. Sénéchal), AQUAE Environnement (J.-L. Manent), ATM (T. Maytraud), Entre2eaux (D. Sauty), Composante Urbaine (L. Trouche Veiga) ; les collectivités : la Mairie de Paris (M. Domergue), le département de l'Hérault (C. Muller), le département de Seine-Saint-Denis (R. Quillien). Enfin les institutions ministérielles ou de recherche et d'expertise sont les suivantes : le CSTB (D. Orditz), Industriels français de l'Eau de pluie (IFEP) (L. Lary, J. Steininger), la direction générale de la santé (N. Le Pen), et le Ministère de l'écologie (E. Morice).

¹³⁷ Groupe de travail.

de rejets. La rétention des eaux pluviales à la parcelle devient donc presque incontournable pour les nouveaux projets. » (ASTEE, 2015 : 25)

Le guide présente le contrôle des rejets des eaux pluviales aux réseaux d'évacuation comme une opportunité pour le développement d'ouvrages de récupération : puisque les eaux doivent être gérées sur place, elles peuvent être transformées en ressource locale. Il mobilise également un corpus de textes juridiques et réglementaires spécifiques ne concernant pas la gestion des eaux de pluie dans leur ensemble, mais leur utilisation domestique ou industrielle¹³⁸ (cf. figure 7, la planche 3.1). Il construit et argumente au moyen des textes de loi, décrets et arrêtés, le cadre de l'utilisation de l'eau de pluie. La récupération de l'eau de pluie ouvre la voie à un autre rapport domestique à l'eau en milieu urbain, habituellement monopolisé par les grands réseaux classiques d'adduction, celui-ci est cependant peu fondé en droit.

Les guides se situent dans un cadre législatif et réglementaire et dans des grandes politiques nationales de gestion de l'eau, qui leur permettent de fonder la responsabilité des collectivités et des services déconcentrés de l'État pour la gestion de l'eau pluviale, devenue compétence communale seulement à l'occasion du troisième mouvement de décentralisation (cf. introduction générale). Le droit et le cadre réglementaire norment l'action, ils lui donnent des limites, des principes, des objectifs et des modalités : ils constituent des repères importants pour l'élaboration d'un plan local ou d'une opération d'urbanisme. Les guides ont donc aussi ce rôle d'interprétation du cadre juridique, en rassemblant et articulant les différents textes, souvent décrits comme disséminés dans les différents codes. Les textes les plus anciens sont les articles du code civil napoléoniens (1801), la plupart sont datées entre les années 1980 et la date d'édition du guide : la référence au droit inscrit l'action publique dans des politiques contemporaines.

¹³⁸ L'ouvrage se réfère à l'article 641 du code civil, en vertu d'un droit d'usage : « [t]out propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Il peut donc recueillir les eaux de pluie pour son propre usage, pour les vendre ou pour les concéder à son voisin (Code Civil art. 641) » (ASTEE, 2015 : 23). C'est habituellement l'article 640 sur le devoir de non aggravation du ruissellement du fonds supérieur vers le fonds inférieur qui est cité de préférence. L'arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments précise les modalités d'utilisation et de réalisation des ouvrages (ASTEE, 2015 : 23). La loi Grenelle (n° 2010-788 (art. 165)) rend possible la mise en place d'une taxe par les collectivités sur l'évacuation des eaux pluviales, qui peut être minorée par une installation de récupération (ASTEE, 2015 : 25). Le guide signale également « l'arrêté du 17 décembre 2008 relatif au contrôle des installations privatives de distribution d'eau potable, des ouvrages de prélèvement, puits et forages et des ouvrages de récupération des eaux de pluie. Cet arrêté a fait l'objet d'une circulaire en date du 9 novembre 2009 précisant les modalités de mise en œuvre de ce contrôle » (ASTEE, 2015 : 23) : les dispositifs de récupération sont contrôlés par des agents municipaux et sont obligatoirement déclarés en mairie. La réglementation de l'usage domestique de l'eau est effectuée notamment « au titre du Code de la santé publique (art. L1331-1), la commune peut fixer des prescriptions pour le raccordement des immeubles au réseau de collecte des eaux pluviales » (ASTEE, 2015 : 25).

Planche 3.1 La règle et l'exemple



Figure 1 : Quelques illustrations d'un bon fonctionnement hydromorphologique. a) Des faciès d'écoulement diversifiés. b) Des berges naturelles. c) Des bancs alluviaux mobiles. d) Une ripisylve fournie et variée. e) Un corridor fluvial boisé. f) Des annexes hydrauliques. ⚡

Figure 1 Illustrations de cours d'eau urbains au « bon fonctionnement hydromorphologique » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 7)



Figure 19 : Exemples de milieux naturels créés par la distribution spatiale de la charge de fond. a) Mosaïque de milieux aquatiques et rivulaires. b) Faciès radier, plat et banc alluvial c) Faciès plat et radier. d) Diversité de milieux sur un large banc alluvial. ⚡

Figure 2 Exemples de milieux naturels créés par les alluvions (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 24)



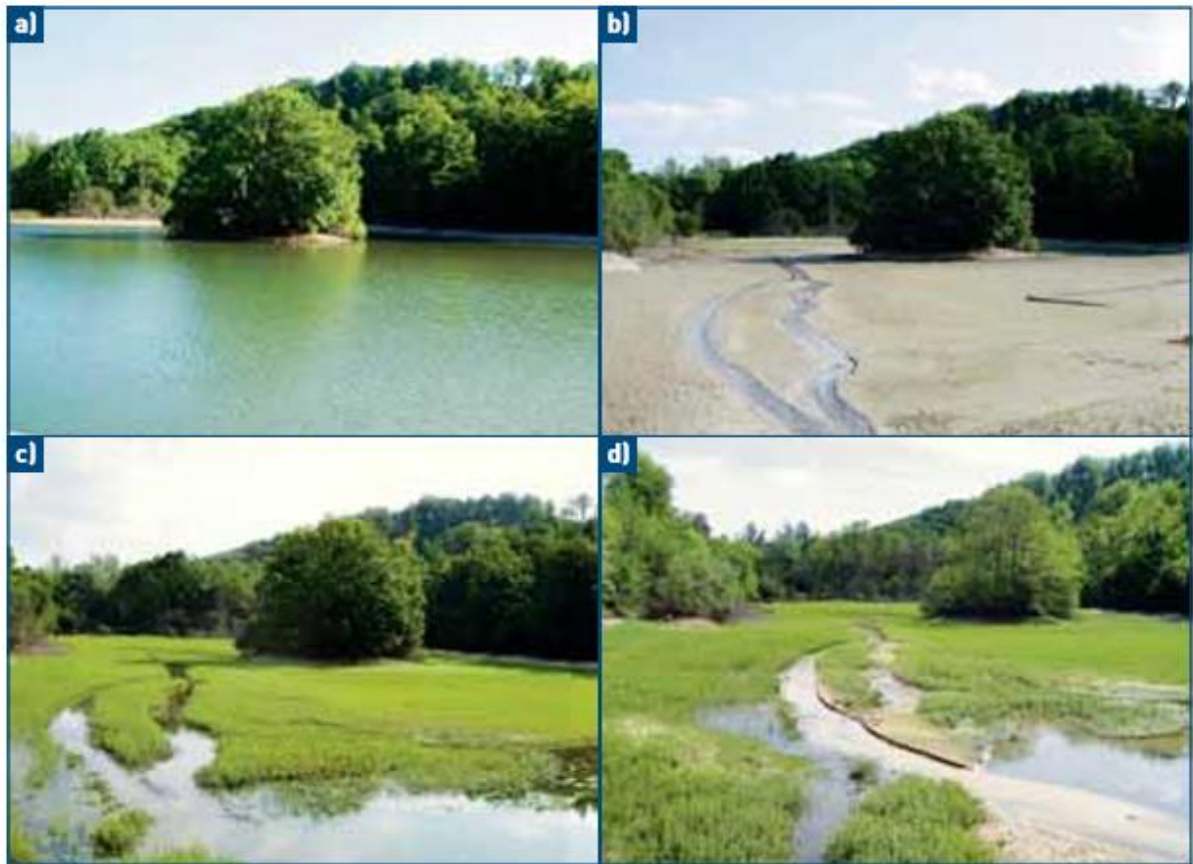
↑ **Figure 22 :** a) et b) Seuils en rondins de bois (à déconseiller). c) Seuil en enrochement (à conseiller). En effet, selon nous, la mise en place de seuils en enrochements permet un rendu plus respectueux des processus naturels, en limitant la largeur de la lame d'eau. ≡

Figure 3 Différents types de seuils : les deux de gauche sont proscrits car il ne sont pas franchissables (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 27)



↑ **Figure 40 :** Quatre exemples de cours d'eau en traversée urbaine ou périurbaine. Le tracé est généralement rectiligne et les berges longées par des routes ou des chemins, donc protégées contre l'érosion (source : Géoportail, IGN). ≡

Figure 4 Cartes de cours d'eau urbains avec leurs contraintes (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 43)



↑ **Figure 87** : Vue d'un des étangs supprimés. **a)** L'étang en eau. **b)** Immédiatement après la vidange [juin 2006]. **c)** 2 mois après la vidange [septembre 2006]. **d)** Mai 2007. ≈

Figure 5 Photographies avant/après de suppression d'étangs (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 83)

Avis rendu par la DGS
 Pour la DGS, les douches situées à l'extérieur des bâtiments constituent un usage domestique visé par l'article R.1321-1 du code de la santé publique (CSP). En conséquence, une eau destinée à la consommation humaine, telle que définie dans le CSP, est obligatoire pour cet usage et l'eau de pluie ne peut être utilisée dans ce cas. Une douche, même située dans un environnement extérieur, ne constitue donc pas pour autant, selon la DGS, un usage domestique extérieur au bâtiment au sens de l'article 1 de l'arrêté du 21 août 2008. Il est à noter que le règlement sanitaire type (version mai 1984) vise, en son article 15, les usages à but sanitaire tels que la toilette, le lavage de linge de table, de corps et précise que pour les hôtels, gérants d'immeubles et d'établissements recevant du public, que l'eau mise à la disposition des usagers doit être celle de la distribution publique. Il est très probable que cette disposition figure encore dans de nombreux règlements sanitaires départementaux.

Figure 6 Encadré présentant un avis contradictoire émis par la direction générale de la Santé (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 43)

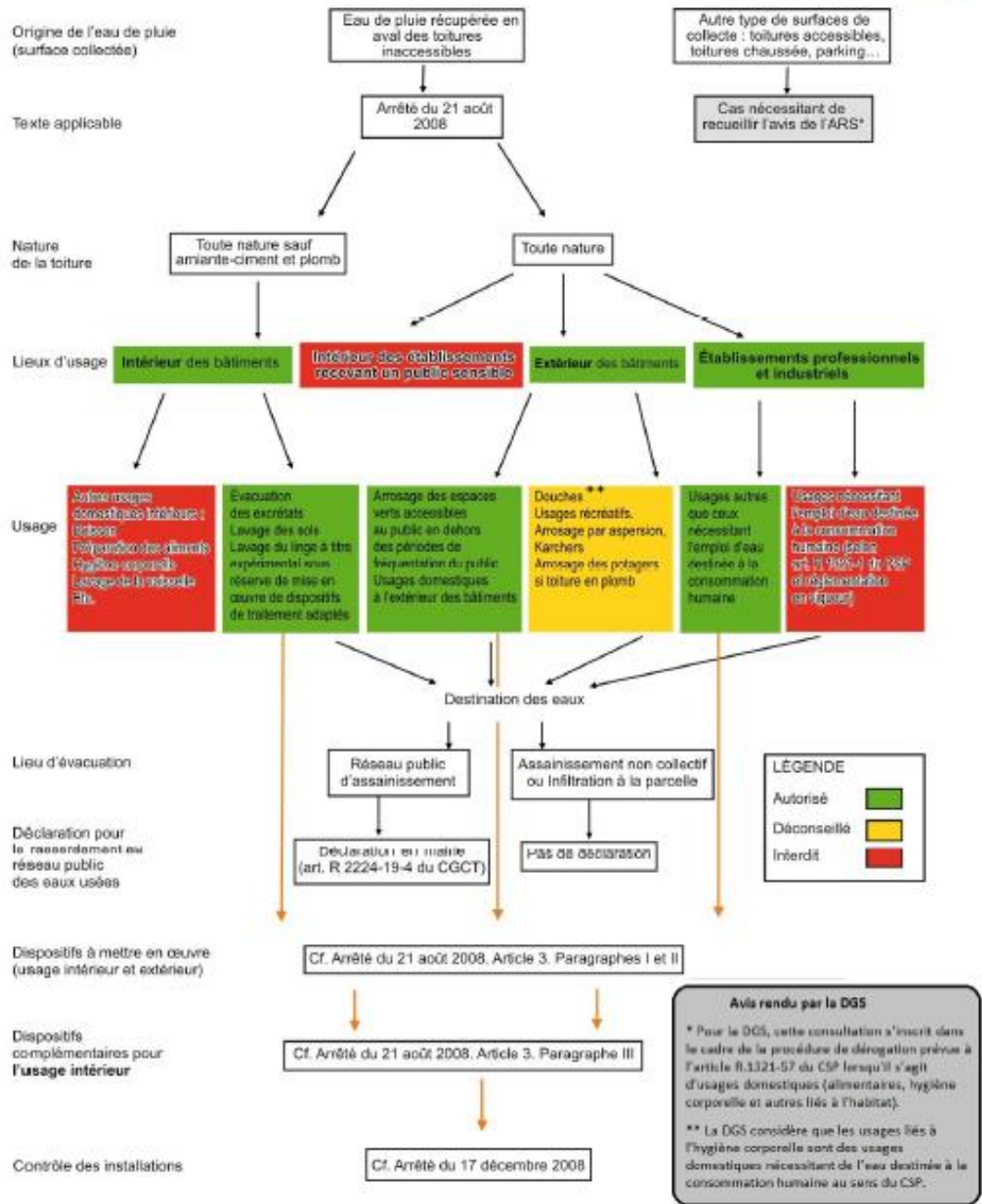


Figure 3 : Logigramme de la réglementation

Figure 7 Logigramme explicitant la réglementation relative à la récupération et l'utilisation d'eau de pluie (ASTEE, 2015 : 24)

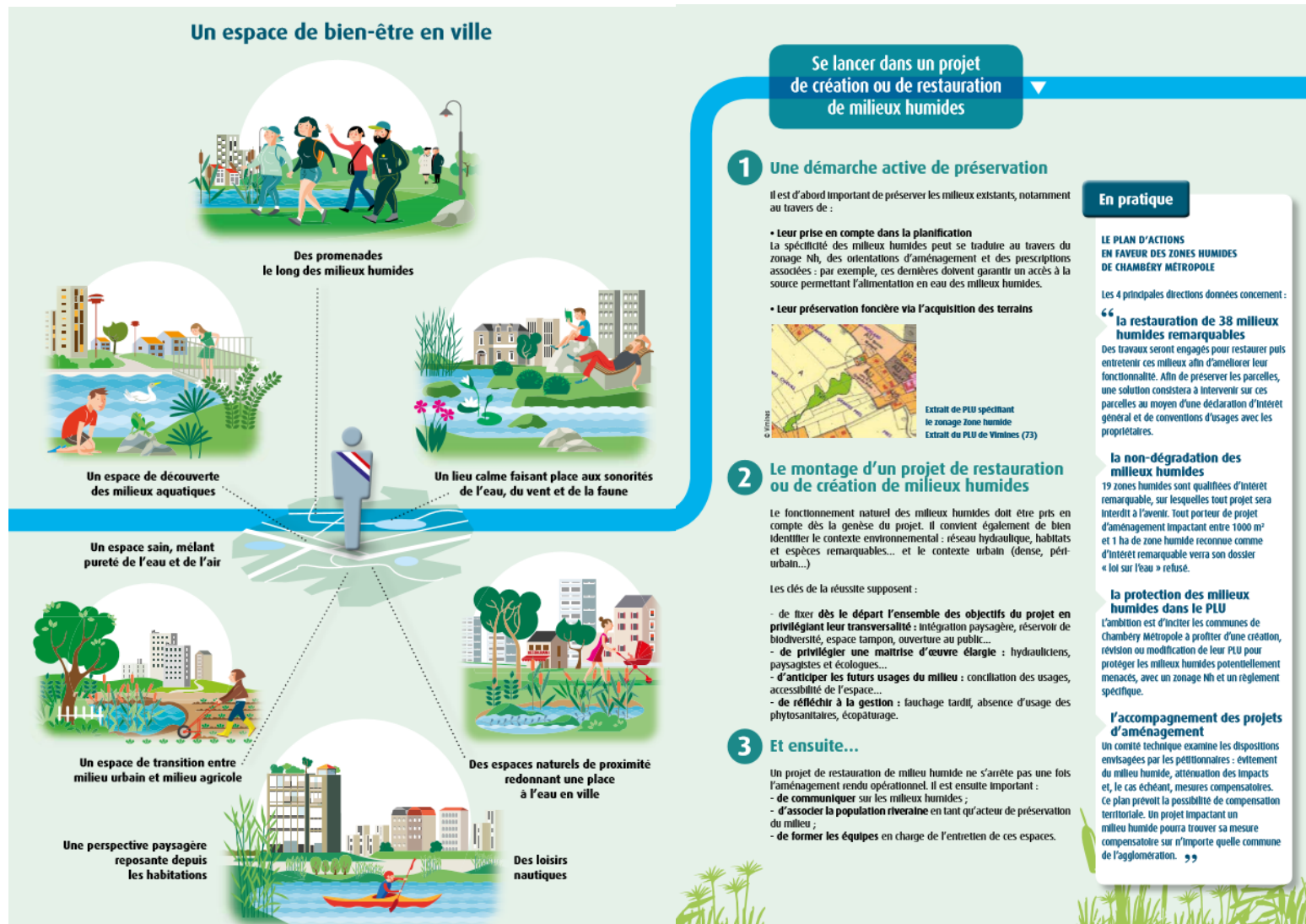


Figure 8 Plaquette générale présentant les fonctions des milieux humides et la marche à suivre pour en créer (CEREMA, 2015)

Commentaire de la planche 3.1

Les guides utilisent pleinement les nouveaux moyens matériels à leur disposition : photographies en couleurs, extraits de cartes de l'Institut Géographique National (IGN), logigrammes colorés sont utilisés pour montrer les aménagements, et pour clarifier et exposer les logiques réglementaires.

Le guide sur la restauration hydromorphologique des cours d'eau fait particulièrement l'usage de la photographie (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007). Il permet un enseignement par l'exemple ; le lecteur apprend à reconnaître les différents aménagements et fonctionnements hydrogéologiques. La **figure 1** associe six photographies présentant les différents aspects d'un bon fonctionnement hydromorphologique, la **figure 2**, plus spécifique, présente quatre photographies de diversification des faciès¹³⁹ des cours d'eau par le dépôt d'alluvions. La **figure 3** compare trois seuils : les deux photographies de gauche sont barrées en rouge, ces modèles de seuils proscrits car ils ne permettent pas la remontée des espèces dans le cours d'eau. Une troisième photographie présente un ouvrage viable, permettant la circulation des espèces. La **figure 4** associe quatre cartes IGN, sur lesquelles des cours d'eau urbains très modifiés sont visibles. Enfin, deux couples de photographies avant/après suppression d'un étang sont visibles sur la **figure 5** : la retenue a été abaissée, le niveau d'eau a baissé, les sols sont mis à nus et le lit mineur du cours d'eau réapparaît, la végétation réinvestit les sols. Les quatre premières figures apprennent au lecteur à reconnaître des phénomènes, des situations ou des ouvrages, la cinquième présente l'évolution d'un site restauré.

Les **figures 6 et 7** sont issues du manuel sur la récupération des eaux de pluie (ASTEE, 2015) : elles présentent essentiellement le poids des normes et réglementations dans un tel projet : l'encadré de la **figure 6** est un exemple de présentation de l'avis de la direction générale de la santé, garante de l'hygiène, lorsqu'il diffère de celui du groupe de travail rédacteur de l'ouvrage. Ici il est question des douches extérieures, qui répondent, selon la direction générale de la santé, aux mêmes normes que les douches intérieures. La **figure 7** présente tous les textes réglementaires s'appliquant aux différents éléments de la récupération des eaux pluviales : eaux utilisées, usages, lieux d'usage, nature de la toiture.

Enfin, la **figure 8** est un extrait de la plaquette générale du guide *Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain* (CEREMA, 2015). La plaquette présente sur la partie de gauche une infographie, avec un personnage représentant le maire ou un élu, debout sur un territoire caractérisé par une hydrographie visible. Les différentes fonctions attribuées aux milieux humides sont précisées autour de cette illustration. Ces fonctions sont elles-mêmes illustrées : chacune met en scène des citoyens. La partie de droite détaille les ressources financières et techniques pour le montage d'un projet, pour l'association des citoyens et pour l'approfondissement du sujet.

Les illustrations des documents se sont donc fortement étoffées relativement à la sous-période 1970-2000 : photographies, logigrammes, infographies sont utilisés. Elles donnent corps aux préconisations des ouvrages : elles permettent par exemple de donner à voir des aménagements et sites considérés comme positifs pour l'environnement, elles concrétisent une vision idéale des milieux humides en ville, elles permettent aussi de schématiser les éléments administratifs et réglementaires des projets, qui sont représentés par des arbres de choix ou des sortes de frises chronologiques.

1.4. Les milieux aquatiques comme horizon

Les milieux aquatiques prennent une place importante dans les guides de la sous-période 2000-2015 : ils sont directement évoqués par le guide de *Restauration hydromorphologique des cours d'eau* (Biotec-Malavoi et

¹³⁹ La faciès d'un cours d'eau est une « [u]nité morphodynamique [...], présentant une homogénéité longitudinale de la pente de la surface de l'eau et des distributions des hauteurs d'eau, des vitesses du courant et de la granulométrie du

al., 2007) et dans les plaquettes *Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain* (CEREMA, 2015). Le cycle de l'eau est également évoqué dans les titres des guides du CERTU de 2003 et de 2007. L'objectif de restauration de bon état écologique des masses d'eau de la directive cadre européenne sur l'eau de 2000 donne un nouveau référentiel à la gestion de l'eau.

Le guide *La ville et son assainissement* (CERTU, 2003) œuvre au génie environnemental (Barraqué, 2011a) : « [p]our les systèmes d'assainissement, l'évolution consiste à ajouter aux objectifs initiaux hérités de l'histoire (approche hygiéniste, approche hydraulique...), la notion de protection des milieux récepteurs par la réduction des flux globalement déversés » (CERTU, 2003 : 75). La contribution de l'assainissement au bon état écologique concerne essentiellement la qualité des eaux, dont les dégradations par les rejets urbains sont précisément documentées :

« Les rejets urbains d'une manière générale génèrent quatre principaux effets : dégradation de la qualité de l'eau selon des critères physico-chimiques (substances polluantes, consommation d'oxygène) ; dégradation d'ordre bactériologique due à l'apport d'eau usée de temps sec et de temps de pluie ; perturbations physiques qui affectent l'écosystème telles que colmatage, comblement, érosion, forts débits instantanés... ; perturbations biologiques telles que le développement anarchique de la végétation aquatique. On fait le pari que l'amélioration de la qualité de l'eau devrait avoir des effets perceptibles sur l'écosystème, toutes choses égales par ailleurs [...]. » (CERTU, 2003 : 115)

Les infrastructures en réseau de gestion des eaux usées et pluviales sont généralement polluantes et à divers titres : à la dégradation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau, s'ajoutent des perturbations physiques et biologiques. Le guide soutient cependant une vision « environnementaliste » de l'environnement, contre une approche « écologique », les deux « perceptions » étant définies ainsi :

« On peut identifier deux perceptions différentes de la qualité des milieux naturels, de leur dégradation, et donc de l'impact d'un rejet. La perception écologique est relative à l'équilibre général de l'écosystème, et notamment de la biocénose. On considère que le milieu est de bonne qualité si son état est voisin d'un état naturel de référence, souvent difficile à définir. La perception environnementaliste de la qualité considère le milieu comme l'environnement de l'homme. Le milieu naturel doit être adapté aux usages que l'homme veut en faire : production d'eau potable, baignade, pêche, etc. Le milieu sera donc considéré comme dégradé si sa qualité rend difficile, voire impossible, un usage souhaité. » (CERTU, 2003 : 88)

Cette perception environnementaliste, qui semble, avec le choix du terme « perception », relever de la subjectivité ou de l'interprétation libre, se situe dans la droite lignée de l'Instruction technique de 1977, subordonnant la protection des milieux récepteurs aux usages humains des cours d'eau. Ainsi à la page cent un il est indiqué que : « [l]e milieu naturel doit être adapté aux usages que l'homme veut en faire : production d'eau potable, baignade, pêche, etc. Le milieu sera donc considéré comme dégradé si sa qualité rend difficile, voire impossible, un usage souhaité », et « [l]a notion de protection des milieux récepteurs doit être comprise au sens large, tant en ce qui concerne les usages de l'eau par l'homme (production d'eau potable, baignade, pêche, etc.) que l'équilibre de l'écosystème aquatique » (CERTU, 2003 : 139) : cette dernière citation pourrait donner l'impression de souligner l'injonction à la préservation de cet équilibre, mais c'est en fait le premier membre de la proposition qu'il faut retenir, qui modère la notion de bon état aquatique, toujours indexé aux usages urbains et humains. La difficulté à définir un état de référence écologique et la complexité des écosystèmes justifient l'usage d'hypothèses de travail incertaines :

substrat. [...] A titre d'exemple, on peut citer trois grands types de faciès contrastés : les mouilles (pente relativement faible, fortes hauteurs d'eau, faibles vitesses), les rapides (pente élevée, fortes vitesses du courant, substrat composé majoritairement de gros blocs) et les plats (pente moyenne, vitesses moyennes et uniformes, hauteurs d'eau plutôt faibles, profil en travers symétrique et régulier, granulométrie moyenne et homogène). » Source : <http://www.glossaire-eau.fr/concept/faci%C3%A8s-0>, consulté le 25/07/2019.

« L'écosystème aquatique est complexe. Pour définir une démarche facile à mettre en œuvre et reproductible et parvenir à une quantification des flux admissibles par le milieu récepteur, des simplifications sont utilisées, tant pour la caractérisation du milieu que pour les rejets [...]. En matière d'assainissement de temps de pluie, il y a peu de certitudes et beaucoup d'hypothèses de travail. » (CERTU, 2003 : 140)

Le besoin de simplicité du milieu opérationnel implique donc des méthodes simplificatrices de quantification des flux admissibles par le milieu, selon la conception environnementale de l'assainissement proposée par le guide. Il justifie le maintien de l'usage des pratiques antérieures d'assainissement, modélisation hydrologique, évacuation des eaux, malgré la dégradation des milieux induite. Cette rhétorique pragmatiste est synthétisée par une citation de Paul Valéry, déjà rencontrée dans le Mémento (STU, 1989) : « Ce qui est simple est faux. Ce qui ne l'est pas est inutilisable » (CERTU, 2003 : 293). Ainsi le référentiel écologique ne réforme pas l'assainissement urbain : celui-ci élargit et renforce simplement au début des années 2000 ses préceptes environnementaux, notamment par la gestion à la parcelle des pollutions diffuses. Les logiques de fonctionnements écologiques des milieux aquatiques ne s'imposent pas à l'assainissement.

Comme pour les guides de la sous-période 1970-2000, milieu aquatique et milieu urbain sont antagonistes pour le guide sur *La Restauration hydromorphologique des cours d'eau* (Biotect-Malavoi et al., 2007). En 2004, un état des lieux du bassin de Seine a permis d'identifier la faible qualité des berges et du lit mineur – i.e. des habitats – comme obstacle principal au bon état écologique des masses d'eau (Biotect-Malavoi et al., 2007 : 6). La disqualification du patrimoine technique hérité est reconduite :

« Des milliers de kilomètres de cours d'eau français ont vu depuis plusieurs décennies (parfois plusieurs siècles) leurs caractéristiques géomorphologiques (géométrie, substrats, etc.) et géodynamiques (processus) fortement altérées par des interventions humaines diverses : chenalisation excessives (recalibrages, rectifications, endiguements, etc.), se traduisant notamment par une banalisation des caractéristiques abiotiques des milieux aquatiques ; extractions de matériaux, avec leurs effets bien connus que sont les incisions du lit mineur, la disparition du substrat alluvial et l'affaissement de la nappe d'accompagnement ; implantations de barrages et de seuils, avec des effets nombreux et variés tels que le piégeage des alluvions¹⁴⁰, la création de longs plans d'eau en amont en lieu et place des faciès d'écoulement naturels, l'augmentation du réchauffement de l'eau en été, l'aggravation des effets de l'eutrophisation, etc. » (Biotect-Malavoi *et al.*, 2007 : 24)

Le manuel préconise la transformation, voire la destruction des ouvrages de génie civil, afin de restaurer des milieux aquatiques vivants. De cette transformation du milieu physique dépend la possibilité d'une restauration des milieux aquatiques :

« Or, les caractéristiques hydromorphologiques des cours d'eau conditionnent l'état et le fonctionnement écologiques des milieux aquatiques. C'est pourquoi la restauration physique des cours d'eau est l'une des priorités de la Directive Cadre Européenne [sur l'eau] (DCE). Chaque type d'intervention humaine a induit une grande variété d'altérations et de dysfonctionnements morpho-écologiques selon le type de cours d'eau touché, le linéaire affecté, l'ancienneté et l'ampleur des travaux. » (Biotect-Malavoi *et al.*, 2007 : 24)

Le fonctionnement des milieux écologiques repose sur la restauration des qualités physiques des cours d'eau, contraintes voire détruites par les aménagements du génie civil. Cependant, les cours d'eau urbains et périurbains « présentent des altérations hydromorphologiques et écologiques typiques, liées au cumul des interventions hydrauliques réalisées au cours des siècles. Ils présentent des contraintes majeures vis-à-vis des possibilités de restauration » (Biotect-Malavoi et al., 2007 : 43). Les grands cours d'eau navigués de la région parisienne, la Seine, la Marne, l'Oise, l'Yonne, l'Armançon, le Loing..., ont fait l'objet de travaux très

¹⁴⁰ Les alluvions sont des « dépôt de sédiments abandonnés par un cours d'eau quand la pente ou le débit sont devenus insuffisants. » Source : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/alluvion/2467> consulté le 22/04/2019.

lourds : approfondissement, canaux, barrages, écluses, lieux d'accostage, infrastructures routières en bord d'eau... La restauration hydromorphologique est difficile sur ces cours d'eau, puisqu'ils sont encore utilisés pour des activités économiques, et leur lit majeur occupé.

Le milieu urbain est également présenté comme destructeur des milieux humides par les plaquettes du CEREMA *Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain, Des valeurs à partager sur le territoire* (2015), selon la même rhétorique de destruction de la nature par le milieu urbain. Les milieux humides sont cependant définis comme « des portions naturelles ou artificielles de territoire, qui sont ou ont été en eau, inondées ou gorgées d'eau, de façon permanente ou temporaire » suivant la définition donnée par le SANDRE¹⁴¹ : les milieux humides peuvent donc être artificiels, la distinction n'est pas opérée entre ouvrages humains et milieux naturels, ils sont décrits *a minima* par leur humidité. Le document présente les fonctions urbaines climatiques, hydrologiques, biologiques, paysagères et urbanistiques des milieux humides, artificiels ou naturels. Ils sont « parmi les espaces naturels les plus riches et précieux au monde » centraux donc pour les politiques de protection de la biodiversité (CEREMA, 2015).

Les milieux aquatiques ont plusieurs statuts dans les guides techniques : pour la doctrine d'assainissement, ce sont des milieux à préserver par le contrôle des effluents. Leur état n'est cependant pas évalué en milieu urbain par rapport à un référent écologique naturel, mais par rapport aux usages qui reposent sur eux. Dans une perspective de restauration des cours d'eau, qui induit d'en modifier les caractéristiques physiques, ce sont des milieux très altérés, presque impossibles à restaurer à cause des nombreux usages contemporains de l'eau, et du lit mineur et majeur. Enfin, les milieux humides s'imposent à la fin de la sous-période, comme des espaces de grande valeur, remplissant de nombreuses fonctions dans l'environnement urbain, qu'ils soient naturels ou artificiels : le besoin d'espaces en eau stagnante en ville est affirmé, de manière plus positive.

Les récits de la sous-période 2000-2015 offrent donc une image en partie renouvelée des guides et de leur fonction. Ils sont toujours adressés aux gestionnaires et maîtres d'ouvrages des services et opérations d'urbanisme, ainsi qu'à leurs équipes, mais également destinés aux services déconcentrés de l'État, qui doivent épauler les acteurs territoriaux. L'encadrement de l'aménagement de l'eau de pluie et des cours d'eau apparaît donc plus fortement orienté vers la mise en œuvre des projets, des politiques et la collaboration entre les acteurs territoriaux, plutôt que sur l'élaboration d'un système technique. Les guides sont des instruments de relais des politiques nationales et régionales à l'échelle locale. Un ensemble d'opérations et de politiques locales soutient désormais la doctrine, qui se nourrit de l'analyse des initiatives territoriales. Enfin, les guides visent à stabiliser, non pas l'évolution d'une pratique technique et scientifique comme dans la sous-période précédente, mais les prérogatives des différentes administrations en termes de gestion de l'environnement, ici de la pluie. Enfin, la plaquette sur les milieux humides de 2015 introduit les préceptes de la restauration des milieux aquatiques en ville, et, avec celle-ci, fonde une vision écocentrée de l'aménagement urbain, qui contraste avec la conservation de la vision anthropocentrée des guides de gestion de l'eau de pluie précédents.

2. L'art de la synthèse entre milieux aquatique et urbain

Les préceptes d'aménagement portent depuis les années 1990 la gestion intégrée de la pluie, à l'espace urbain et aux formes urbaines et la gestion globale, à l'échelle du bassin versant, non limitée à un périmètre administratif. Différents niveaux de gestion de la pluie sont utilisés : celui des petites pluies, des pluies moyennes et des fortes pluies. La nécessité de restaurer les cours d'eau artificialisés a été établie. Ces

¹⁴¹ Le SANDRE est un réseau d'acteurs de l'eau porté par l'Agence Française pour la Biodiversité, en charge de fournir un référentiel technique pour l'élaboration d'un système d'information sur l'eau à disposition des acteurs de l'aménagement et du grand public.

préceptes sont reconduits et précisés dans la sous-période 2001-2015. D'abord, l'importance des diagnostics, qui s'étoffent de bilans de suivi et d'évaluation, est grandissante : les gestions intégrées et globales entraînent la démultiplication des données fondant les choix d'aménagement. La modélisation en hydrologie urbaine est toujours présente, cependant sa place est pondérée par le développement des études préalables et du suivi. Les petites pluies prennent également une importance notable : leur gestion est préconisée par les acteurs de l'eau, en vertu de la protection des cours d'eau, que le lessivage des sols urbains pollue. Leur gestion hors réseau et leur dépollution font l'objet d'une didactique de l'épuration *in situ*. Enfin, les milieux aquatiques prennent place dans l'espace urbain : les milieux humides donnent une unité à la gestion des eaux de pluie et des cours d'eau ; et la restauration de la dynamique fluviale requiert de laisser plus de foncier aux cours d'eau.

2.1. L'importance prise par les données, diagnostics et évaluations

Les gestions intégrée et globale reposent sur un exercice de synthèse dense : des formes urbaines et des ouvrages de gestion, de la planification et des systèmes techniques de gestion de l'eau, et enfin des données écologiques. Le diagnostic de site ou de territoire permet de rassembler et de mettre en relation divers éléments relatifs aux territoires urbains, aux systèmes techniques les équipant, et à l'état des milieux aquatiques. L'exercice de synthèse du diagnostic urbain prend le pas dans la sous-période 2000-2015 sur l'exercice de modélisation hydrologique : celle-ci est essentiellement dédiée au dimensionnement des ouvrages, les choix techniques et les principes de planification découlent de la conciliation des intérêts divers autour de la gestion urbaine de l'eau de pluie et des cours d'eau.

Le guide *Aménager les rivières en ville, Exemples et repères pour le montage d'opération* (CERTU, 2002) présente en effet les aménagements des cours d'eau comme relevant d'un art du compromis : ils sont souvent motivés par un objectif de protection contre les inondations, d'amélioration de la qualité de l'eau, ou alors ils font partie d'une « opération globale de qualité paysagère et environnementale de l'espace urbain » (CERTU *et al.*, 2002 : 5). De nombreux usages cohabitent sur un même « espace-rivière », qu'il s'agit de concilier,

« surtout en milieu urbain : paysager, écologique, récréatif (promenade sur chemins piétons ou pistes cyclables, navigation, pêche, baignade, sports, parcs urbains), éducatif pour les écoles et le public, d'alimentation en eau potable, de "milieu récepteur" pour les eaux usées rejetées après traitement et pour les eaux de ruissellement pluvial, de navigation (transport de marchandises dans le cas des grands fleuves), hydroélectrique... [...] Il faut donc s'interroger sur les conditions à réunir pour que tous ces usages coexistent et repérer les conflits liés à leur incompatibilité. » (CERTU, 2002 : 9)

L'espace-rivière est donc un lieu de synthèse d'usages divers : le terme « espace » permet de conserver et de synthétiser cette diversité. La phase de « d'analyse des enjeux » (CERTU, 2002 : 9) est donc essentielle, elle permet d'explicitier les éléments du site à articuler : contraintes et atouts peuvent être synthétisés par une carte qui « croise des données d'ordre physique, hydraulique, et écologique liées au milieu considéré, mais aussi humains, urbanistiques et paysagers »¹⁴² (CERTU, 2002 : 9). Le guide ne propose cependant pas d'exemple concret de cette carte, qui rappelle la carte de synthèse hydrogéologique de Silène-Biotec (cf.

¹⁴² Les données prises en compte pour le diagnostic relèvent des catégories suivantes : usages et fonctionnalités de l'espace-rivière, approche historique et sociale (évolution du cours d'eau, mémoire collective, usages historiques), approche morphologique (insertion du cours d'eau dans le tissu urbain), approche paysagère (amélioration de la qualité paysagère, sortie d'une approche strictement technique), caractéristiques physiques, hydrauliques et écologiques du cours d'eau (taille, géomorphologie du lit, régime hydraulique, état sanitaire du sol des berges, végétation riveraine, ouvrages hydrauliques ou de stabilisation existants, qualité de l'eau et des habitats), les sources de pollution et d'inondation (répertoire ouvrages génie civil de gestion de crue ainsi que zone d'expansion de crue, analyser la morphologie du bassin versant pour la gestion des inondations) (CERTU, 2002 : 9-12).

chapitre 2, section 2.3 et planche 2.3). Les paramètres de gestion du cours d'eau – propriété foncière des berges, accès actuels au cours d'eau, et documents de gestion globale (contrat de bassin...) – font également partie des éléments d'analyse préalable : le contexte juridique et administratif doit être analysé : « documents d'urbanisme, SDAGE, SAGE, contrat de rivière... et les exigences ou recommandations que ces documents entraînent » (CERTU 2002, p. 13). Les enjeux fonciers¹⁴³ (CERTU, 2002 : 14-17), qui font l'objet d'un encadré spécifique, sont d'ailleurs décrits comme « plus contraignants que les problèmes techniques » car les procédures à engager sont longues (CERTU, 2002 : 14). L'ouvrage encourage par conséquent à l'acquisition des fonds, pour mener les politiques d'aménagement à bien (CERTU, 2002 : 15). À partir des éléments de diagnostic sont construits les « scénarii d'arbitrage » : les éléments sont hiérarchisés et permettent de définir les objectifs de l'aménagement (CERTU, 2002 : 21). Les choix d'aménagement ne relèvent donc pas d'une approche uniquement technique, ils relèvent plutôt de la composition urbaine ou de l'urbanisme : les données réglementaires et les usages prennent une bonne part dans les études préalables.

Les diagnostics de site ou de territoire sont présents dans les études préalables, mais aussi dans le suivi ou l'évaluation des aménagements, programmes et plans. Ainsi, pour l'ouvrage *la Ville et son assainissement* (CERTU, 2003) « la collectivité doit s'organiser : connaissance du patrimoine, mesures *in situ*, étude diagnostic : modélisation¹⁴⁴ et diagnostic permanent » (CERTU, 2003 : 6). Le « diagnostic permanent » permet d'évaluer le bon fonctionnement du système, et éventuellement de faire un bilan. Les éléments de diagnostic sont particulièrement utiles pour la planification, dont la mission est de faire le lien entre tous les éléments paramétrant la gestion de l'eau et d'établir en conséquence des règles adaptées dans les documents locaux : règlement d'assainissement, zonage pluvial et programme d'assainissement. La gestion intégrée des eaux de pluie articule des objectifs apparemment contradictoires en une stratégie traduite dans les documents de planification :

« Il n'est plus possible de se contenter de la référence à des règles "normatives" pour "équiper" un projet d'aménagement pré-établi. Au contraire, la prise en compte de la qualité du milieu récepteur, d'une part, et les besoins de l'évacuation des ruissellements exceptionnels d'autre part, conduisent à l'élaboration d'une stratégie "intégrée" d'assainissement pour la ville. Cette stratégie [...] sera traduite dans les documents de planification existants et en particulier dans les documents locaux d'urbanisme. » (introduction du chapitre 2, CERTU, 2003 : 33)

L'assainissement urbain ne consiste plus en la production d'un réseau équipant le territoire, mais en la conciliation de l'évacuation des eaux de pluies, objectif hérité de l'époque hygiéniste, et de la protection des milieux récepteurs, objectif du génie environnemental. L'assainissement urbain relève donc d'une étude fine et sur-mesure des systèmes techniques de gestion et de l'urbanisation : le diagnostic proposé par le guide comprend ainsi des critères liés au milieu physique (météorologie, générales, caractéristiques des milieux aquatiques superficiels ou souterrains, potentialités et risques), à l'activité humaine, à l'urbanisation du site ou de ses abords (contexte réglementaire, histoire, environnement sociologique, urbanisme et paysage, occupation des sols, démographie, volonté politique (CERTU, 2003 : 129), le diagnostic du système

¹⁴³ Les cours d'eau sont classés en cours d'eau domaniaux, dont le lit et les berges appartiennent à l'État, inaccessibles, et cours d'eau non domaniaux dont le lit et les berges appartiennent aux propriétaires des parcelles riveraines ou traversées, avec cependant des servitudes et obligations de gestion pour les propriétaires riverains.

¹⁴⁴ Le guide s'inscrit largement dans la tradition des guides spécialisés en hydrologie urbaine ; une part importante de cet ouvrage est consacrée à la modélisation et la caractérisation des phénomènes liés au ruissellement. Toute la série des modèles de l'hydrologie urbaine est présente ; la formule rationnelle, celle de Caquot, la méthode des pluies et des volumes (CERTU 2003, p. 289), pluie de projet, pluie historique (CERTU, 2003 : 325). Comme dans le *Mémento* (STU 1989), une sous-partie de l'ouvrage est consacrée aux « différents types de pertes au ruissellement et [à leur] importance relative » : l'évaporation, l'interception par la végétation, le stockage dans les dépressions du sol, l'infiltration, les différents types de surfaces à prendre en compte (CERTU, 2003 : 345-347).

d'assainissement existant (CERTU, 2003 : 31, 118) et enfin les données des bassins hydrographiques resituant « la ville dans son bassin versant naturel » (CERTU, 2003 : 31). L'analyse du bassin versant doit mettre en évidence les « conditions générales d'écoulement des eaux » (CERTU 2003, p. 38). À cette échelle le diagnostic comprend notamment les préconisations relatives aux risques inondations, et celles des documents de gestion de l'eau à l'échelle du bassin fluvial et des bassins versants (le schéma d'aménagement et de gestion des eaux et le schéma directeur associé). Une représentation graphique du bassin versant synthétise les différentes données du diagnostic : « [c]e recueil recense objectivement les différentes caractéristiques du bassin versant. La représentation graphique de ces multiples données en permettra une appréhension globale et pertinente » (diagnostic, CERTU, 2003 : 58). Le guide combine ainsi une description du milieu aquatique, locale et à l'échelle du bassin versant, et du milieu urbain, avec ses activités et systèmes d'assainissement. Le bon état écologique des milieux récepteurs est évalué dans toutes les phases diagnostics, ainsi que les impacts des rejets urbains sur cet état, notamment par des mesures amont/aval pour les cours d'eau. Pour protéger les milieux récepteurs, le guide préconise de réaliser un diagnostic sur les rejets existant dans le bassin versant et un diagnostic sur la capacité du milieu récepteur à recevoir des pollutions, qui varie selon le type de milieu, le climat, et des caractéristiques de site. Le pouvoir de dilution du milieu récepteur (calculé par un coefficient de dilution) et l'aptitude à l'autoépuration sont évalués : « [l']autoépuration désigne l'ensemble des processus physiques, climatiques, et biologiques par lesquels un écosystème aquatique parvient à restaurer la qualité de ses eaux après une pollution » (CERTU, 2003 : 79). Il est cependant admis qu'il n'est pas possible d'établir des normes de rejets pour le temps de pluie, notamment parce que les objectifs de gestion doivent rester acceptables financièrement pour les collectivités, et que les rejets, les pluies et la tolérance des milieux récepteurs aux rejets sont très variables (CERTU, 2003 : 77). Une approche pragmatique est proposée : elle propose de définir des rejets non perturbateurs des milieux aquatiques :

« Avant de définir les objectifs à assigner aux rejets du système d'assainissement de l'agglomération, il est essentiel de savoir quels flux de pollution résiduelle peuvent être déversés dans le milieu naturel de telle sorte que l'altération apportée reste acceptable au regard des usages de l'eau ou de l'écosystème aquatique. » (CERTU 2003, p. 88)

L'approche environnementale anthropocentrée (présentée dans la section 1.4. de ce chapitre) est sensible dans cette citation : le milieu naturel doit être protégé, mais la référence aux usages des cours d'eau est première. Seules les caractéristiques physico-chimiques des rejets sont évaluées : l'hypothèse étant que la limitation de la qualité et de la quantité des rejets polluants permet de « rester dans l'acceptable pour les impacts biochimiques et biologiques » (CERTU, 2003 : 103). Pour l'Instruction technique de 1977, les usages de l'eau au point de rejet et en aval de ce point servaient à calibrer le niveau de service : il fallait veiller à ne pas déverser des eaux polluées directement à proximité de points de prélèvements ou d'usages, mais il était admis que le cours d'eau diluerait et absorberait la pollution des rejets, l'autoépuration étant une question de temps. L'analyse des éléments de diagnostic du guide *la Ville et son assainissement* (CERTU, 2003) montre que la capacité auto-épuratrice des cours d'eau, étendue aux écosystèmes aquatiques, garantit encore la possibilité de rejeter des eaux polluées dans les cours d'eau : l'utilisation de cette capacité ne dépend cependant plus seulement de la localisation des usages de l'eau, mais également d'un seuil théorique d'acceptabilité des pollutions par les milieux, au-delà duquel ils sont perturbés. La doctrine environnementale s'incarne par des limites et non par une révolution des principes de gestion, et reste très anthropocentrée. Le soin des milieux aquatiques finalement laissé aux gestionnaires des cours d'eau, l'assainissement se concentrant encore sur la seule qualité des effluents.

La notion de « management global » de la collectivité est reprise du guide *La Ville et son assainissement* (CERTU, 2003) par le *Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau* (CERTU, 2007) : elle induit de combiner plusieurs échelles de gestion. Les deux fascicules sont structurés en trois niveaux d'approches : pour l'assainissement, les « plans, schémas et programmes généraux », les « opérations d'ensemble à l'échelle de l'espace urbain », et les « ouvrages ou équipements

particuliers » ; pour la gestion des bassins versants, « le bassin versant hydrologique », « le cours d'eau et son lit majeur » et « l'opération ponctuelle ». Les trois niveaux correspondent respectivement à un niveau de planification (territoire administratif – la ville, l'intercommunalité – ou fonctionnel – le système d'assainissement - pour la gestion l'assainissement urbain, le bassin hydrologique pour celle du bassin versant), à une opération urbaine ou à un cours d'eau, unités respectives de l'assainissement urbain et de la gestion du bassin versant, puis à un ouvrage technique ou une opération ponctuelle. Les deux thèmes de gestion, l'un ancré dans l'urbanisme, dans des périmètres urbains, et l'autre dans la gestion de cours d'eau, dans des territoires régionaux, se superposent, le premier apparemment contenu dans le second. Le manuel sur l'aménagement du bassin versant déplore notamment l'inadéquation entre les territoires administratifs et les territoires géophysiques de l'eau : l'aménagement des bassins versants se heurte aux découpages territoriaux administratifs qui induisent de mettre en cohérence des territoires et des politiques hétérogènes. Ces différents niveaux de gestion sont soumis à une évaluation multicritère selon les trois piliers du développement durable – social, écologique, économique - auxquels est ajouté un quatrième pilier (cf. figures 1 et 2, planche 3.2) (CERTU, 2007) : le développement des approches de gestion entraîne également l'élaboration d'outils difficiles à manipuler, notamment dédiés à l'évaluation des projets et politiques.

Le suivi est préféré à l'évaluation par le *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007) : il sert à analyser les impacts positifs ou négatifs de l'opération et à proposer des mesures correctives éventuelles sur les aménagements réalisés et leurs sites. Un protocole pour un suivi d'une durée minimale de six ans est proposé (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 20). La restauration repose également sur une analyse des potentialités du site, confrontées à ses dysfonctionnements :

« Ce manuel vise également à montrer que le choix de telle ou telle opération de restauration n'est pas le fruit du hasard mais qu'il doit reposer sur l'analyse la plus fine possible des potentialités du tronçon de cours d'eau concerné en confrontation avec l'analyse des dysfonctionnements subis. » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 1)

Le guide met ainsi en regard la potentialité du cours d'eau à restaurer des dynamiques hydrologiques et les dysfonctionnements subis (*i.e.* les aménagements de génie civil), à la manière du guide *la Ville et son assainissement* (CERTU, 2003) mettant en balance rejets polluants et capacité auto-épuratrice des milieux récepteurs. Les données de diagnostic préalable de ce manuel sont décrites comme permettant de « connaître le contexte hydromorphologique, écologique, sociologique et foncier du tronçon de cours d'eau concerné » : les disponibilités foncières et le contexte socio-politique font notamment l'objet du diagnostic (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 19) (cf. figures 5, 7 et 8, planche 3.2). Cette analyse permet notamment l'évaluation *a priori* de « l'efficacité » des travaux, et de programmer le niveau d'ambition de la restauration envisagée (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 19). La réussite du projet dépend aussi de phénomènes dans le territoire du bassin versant : il est recommandé de faire « une analyse générale du fonctionnement du bassin versant et du corridor alluvial » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 24). La restauration hydromorphologique repose également sur un diagnostic étendu, associant encore une fois un territoire, un site et un flux : bassin versant, corridor fluvial et cours d'eau.

L'analyse préalable du site et du territoire est également fondamentale pour un guide ayant pourtant apparemment une approche très spécifique de la gestion de l'eau : il s'agit de la gestion des pollutions à la source, développée dans le guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines* (AESN *et al.*, 2013). Le guide souligne la diversité des données à prendre en considération pour l'élaboration d'un projet urbain :

« La définition des choix d'aménagement et de gestion des eaux pluviales nécessite par ailleurs l'examen d'un grand nombre de données environnementales, économiques et sociales : disponibilités foncières, nature et propriétés du sol et du sous-sol, coûts d'investissement et de fonctionnement, etc. » (AESN *et al.*, 2013 : 6)

La conception d'ouvrages de gestion des eaux de ruissellement n'est donc pas une affaire technique : elle met en jeu de nombreux paramètres sociaux, économiques, environnementaux, propres à la gestion et à la conception urbaines. L'étude préalable du site permet d'identifier les sources de polluants et, partant, de faire des choix d'aménagement (cf. figures 9, 10 et 11, planche 3.2). Les solutions les plus pertinentes sont « les mieux adaptées au site, ce qui suppose que soient préalablement identifiées les sources potentielles de contamination, les polluants en jeu, leurs propriétés et origines » (AESN *et al.*, 2013 : 24). Le guide classe les sources de pollution des eaux de pluie en exogènes (apport atmosphérique) et endogènes : pollutions liées au bâti et aux activités du bassin versant (activités industrielles, trafic automobile, entretien des surfaces, chauffage, pratiques illicites...) (AESN *et al.*, 2013 : 13). Les matériaux des toitures sont par exemple susceptibles de charger les eaux pluviales en métaux ou en molécules plastiques, ou même en biocides pour le cas des toitures végétalisées traitées. Certains espaces présumés polluants ne le sont pas forcément (par exemple les parking ou les voiries) (AESN *et al.*, 2013 : 13, 14, 16, 17). La contamination des eaux de ruissellement dépend des types de surfaces urbaines, mais peut aussi être renseignée par l'histoire du site (AESN *et al.*, 2013 : 15). L'importance de la production de données de suivi est également soulignée par ce guide : la réalisation d'un recensement ou d'un inventaire du patrimoine de gestion des pollutions à la source est préconisée dans la fiche neuf (AESN *et al.*, 2013). L'inventaire¹⁴⁵ peut être enrichi par le géoréférencement des ouvrages. Il est présenté comme condition *sine qua non* de la pérennité des ouvrages et de la préservation de leurs fonctionnalités.

Enfin, selon la même logique d'anticipation des effets d'un aménagement et de calibrage d'un ouvrage prenant en compte des facteurs divers, le guide sur la *Récupération et utilisation de l'eau de pluie* (ASTEE, 2015) propose de mener une étude de faisabilité. Celle-ci permet d'évaluer la rentabilité du dispositif de récupération des eaux de pluie, relativement à la consommation d'eau potable. Cette étude de faisabilité se décompose en trois temps :

« étude de la *potentialité* du site en termes de récupération d'eau de pluie : il s'agit d'évaluer les besoins et les ressources à partir des caractéristiques du site ; *dimensionnement* de l'installation, nécessitant le recours à une méthodologie adaptée ; évaluation des *contraintes* liées à l'implantation de l'équipement sur le site : ces contraintes peuvent limiter les types de solutions envisageables. » (ASTEE, 2015 : 27)

Ainsi même les ouvrages apparemment les plus simples – les cuves de récupération de l'eau de pluie pour l'usage d'un bâtiment – font l'objet d'études larges, visant à anticiper leurs effets, notamment en prenant en considération les divers paramètres de site.

Les études diagnostic prennent donc de l'importance, dans la mesure où les données prises en compte pour le calibrage des ouvrages, des aménagements, sont hétérogènes et nombreuses, étendues aux usages des sites, à leur histoire, et aux milieux naturels et à leurs fonctionnements propres. Elles semblent prendre le pas sur la modélisation, toujours très présente, mais qui a une place secondaire dans les processus de conception et de planification : celle du dimensionnement des ouvrages une fois les choix d'aménagement effectués. Les études diagnostics intègrent de nombreux éléments réglementaires ou paramètres de gestion, occupant une place prépondérante dans la compréhension des territoires : l'échelle du bassin versant est également utilisée pour comprendre les grandes dynamiques hydrologiques et sociotechniques d'un site ou d'un territoire. Les diagnostics peuvent être préalables, permanents, bilans, ou inventaires ; selon qu'ils fondent des choix d'aménagement en amont des programmes de projet et pour l'élaboration des plans, qu'ils accompagnent la réalisation des aménagements et des plans, qu'ils ont une visée d'évaluation, ou qu'ils permettent de constituer et maintenir la connaissance d'un patrimoine technique. Les diagnostics et études de faisabilité fondent et justifient les choix techniques, selon une logique de synthèse et d'anticipation. On

¹⁴⁵ Cette tâche peut être accomplie via le dépôt de permis de construire : « [l]e services instructeur des permis de construire constitue l'unité de départ de la collecte d'informations patrimoniales. » (AESN, LEESU, CU 2013, p. 47).

pourrait voir ici une sorte de mélange des genres entre génie urbain et urbanisme, selon la définition donnée par Sabine Barles des deux techniques urbaines : la vision aréolaire de l'urbanisme serait articulée à la vision en termes de flux du génie urbain, qui se modèleraient réciproquement (Barles, 2015).

Planche 3.2 Cadrage des diagnostics, outils d'anticipation

B4.1

Grille 1 « Plans, schémas et programmes généraux »

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE	
Critères	Objectifs et possibilités d'actions
<p>1. impact sur l'environnement</p> <p>↓ Vérifier dans les ouvrages existants ou en projet les modalités mises en œuvre ou prévues pour limiter l'impact sur l'environnement</p> <p>↓ Évaluer la faisabilité des mesures proposées sur des opérations ou ouvrages récents ou à l'étude</p>	<p>Établir un état des lieux et adapter les investigations et études</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir et justifier le(s) périmètre(s) d'étude adaptés en fonction de critères fonctionnels (bassins versants, écosystèmes) et institutionnels. • Établir un bilan des pollutions et nuisances : flux polluants générés et origines, impacts (qualité des eaux, milieux aquatiques, usages liés à l'eau), nuisances (odeurs, gêne, etc.) et risques. • Analyser le fonctionnement des dispositifs d'assainissement existants : diagnostic patrimonial et fonctionnel, bilan global, contribution à la dégradation des milieux et des usages. • Recenser et analyser les données utiles : hydrologie, hydraulique, topographie, hydrogéologie, géomorphologie, occupation et imperméabilisation des sols ; qualité des eaux souterraines et superficielles ; contraintes amont aval (cohérence hydraulique, etc.) ; programmes en cours (schéma d'assainissement, contrats de rivière, Sage, PPR, etc.) et perspectives de développement (aménagement, usages de l'eau). • Mettre en évidence des dynamiques d'évolutions (qualité des eaux, etc.). <p>Évaluer les incidences environnementales des actions proposées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluer les impacts du projet sur : les pollutions émises (temps sec et temps de pluie), les nuisances diverses, les risques (inondation, santé), les milieux récepteurs, la ressource en eau et les usages associés. <p>Proposer des actions préventives et correctives adaptées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prescrire les mesures pour une réduction des pollutions à la source (urbaines, industrielles et agricoles) et des consommations d'eau. • Limiter les rejets polluants de temps sec et de temps de pluie (régulation, infiltration). • Prévoir des sites de traitement en dehors des lieux sensibles (zones humides, inondables, habitées). • Valoriser le génie biologique pour l'aménagement et protection de cours d'eau. • Préserver voire reconquérir les lits majeurs et les degrés de liberté des cours d'eau. • Identifier les mesures pour prévenir les dysfonctionnements et les situations de crise pour l'environnement.

Grille 1 « Plans, schémas et programmes généraux » (suite)

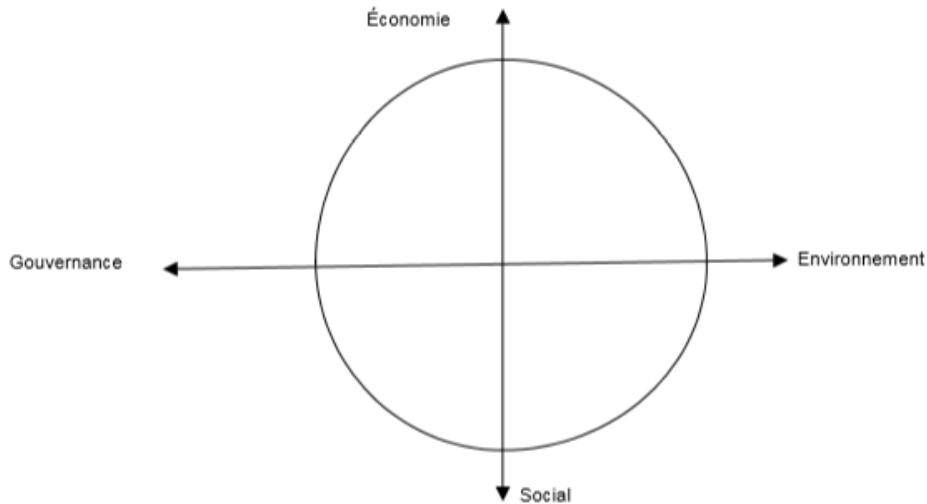
<p>2. cadre de vie</p>	<p>Analyser les éléments déterminants du cadre de vie (commodité, confort) et proposer des solutions adaptées aux besoins et contraintes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Répertorier les nuisances récurrentes ou exceptionnelles, les mécanismes en cause, et les priorités d'action. • Prendre en compte les spécificités et la perception locale dans les stratégies collectives ou individuelles d'assainissement. • Valoriser les eaux pluviales en ville et les usages récréatifs liés à l'eau suivant les sites et opportunités. • Inciter à une gestion patrimoniale et environnementale des cours d'eau (transport solide, berges, écosystèmes).
<p>3. management environnemental</p>	<p>Favoriser des démarches qualité et une valorisation du végétal dans le cycle de l'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proposer un recours au végétal pour la gestion des ruissellements (régulation, infiltration), des actions d'accompagnement auprès des gestionnaires publics et privés, un traitement paysager et une gestion environnementale des espaces concernés. • Inciter, après analyse des filières possibles, à une valorisation environnementale des déchets (produits de curage, boues d'épuration, etc.). • Élaborer un programme de mise aux normes et de reconquête privilégiant des logiques de réduction à la source (pré traitements de rejets industriels, etc.). • Proposer une démarche de haute qualité environnementale (HQE, certification).
<p>4. ressources naturelles et biodiversité</p>	<p>Intégrer et optimiser l'utilisation rationnelle des ressources naturelles et des matières premières non renouvelables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protéger et renforcer les ressources en eau souterraines et superficielles (consommations, rejets, imperméabilisation, ré-alimentation) ainsi que la biodiversité qui leur est associée. • Favoriser une gestion économe de l'énergie, de l'eau, de l'espace (suivant le contexte). • Optimiser les logiques de gestion des eaux en fonction du contexte spatial et des opportunités.

Figures 1 Grille d'évaluation RST01 pour les plans, schémas et programmes généraux de l'assainissement urbain (CERTU, 2007a : 16 et 17)

6. Synthèse sur la prise en compte du développement durable

Le projet d'aménagement de la ZAC Andromède, lié au développement de l'activité aéronautique toulousaine, dont les enjeux vont au delà de la région, a profité de la dynamique des équipes projet.

Sur l'ensemble des critères du développement durable : Environnement, social, économie, gouvernance, ce projet est exemplaire même si l'on peut relever quelques points qui mériteraient un approfondissement : évaluation dans le temps, gestion du système dans la durée, efficacité globale...



Pour en savoir plus : site de la SEM Constellation : www.semconstellation.fr

Figure 2 Graphique en radar évaluant la prise en compte des quatre piliers du développement durable par le projet de la ZAC d'Andromède (CERTU, 2007a : 64)

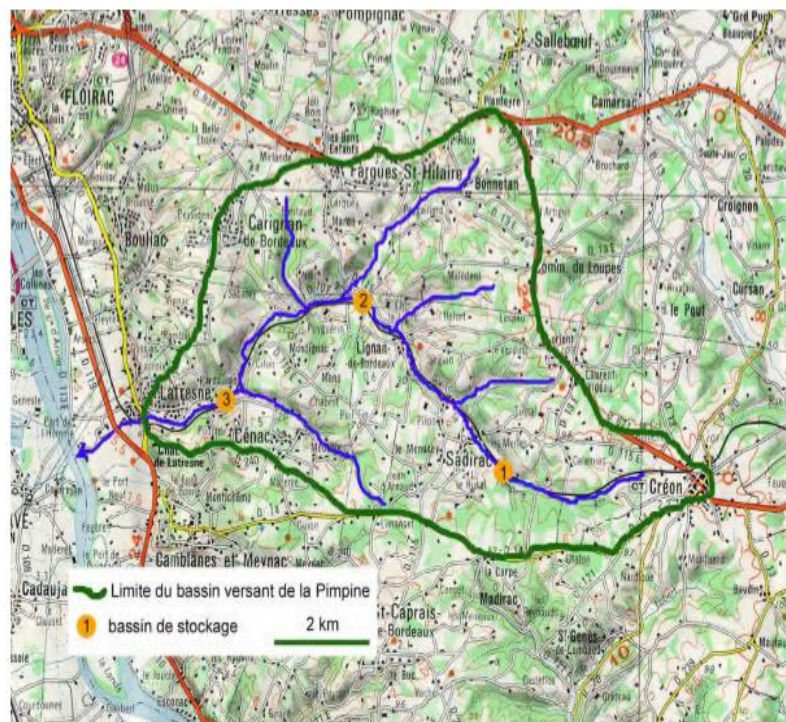


Fig 17 - Bassin versant de la Pimpine

Figure 3 Localisation des trois bassins de stockage dans le bassin versant de la Pimpine (CERTU, 2007b : 82)

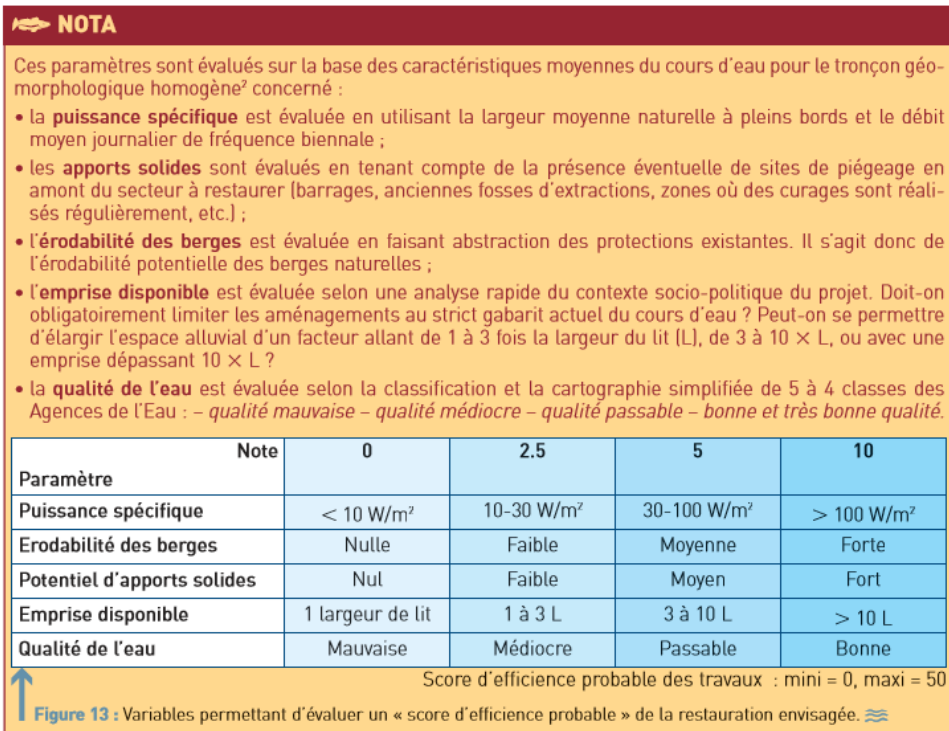


Figure 4 Critères d'évaluation de la géodynamique fonctionnelle d'un cours d'eau avant une restauration (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 17)

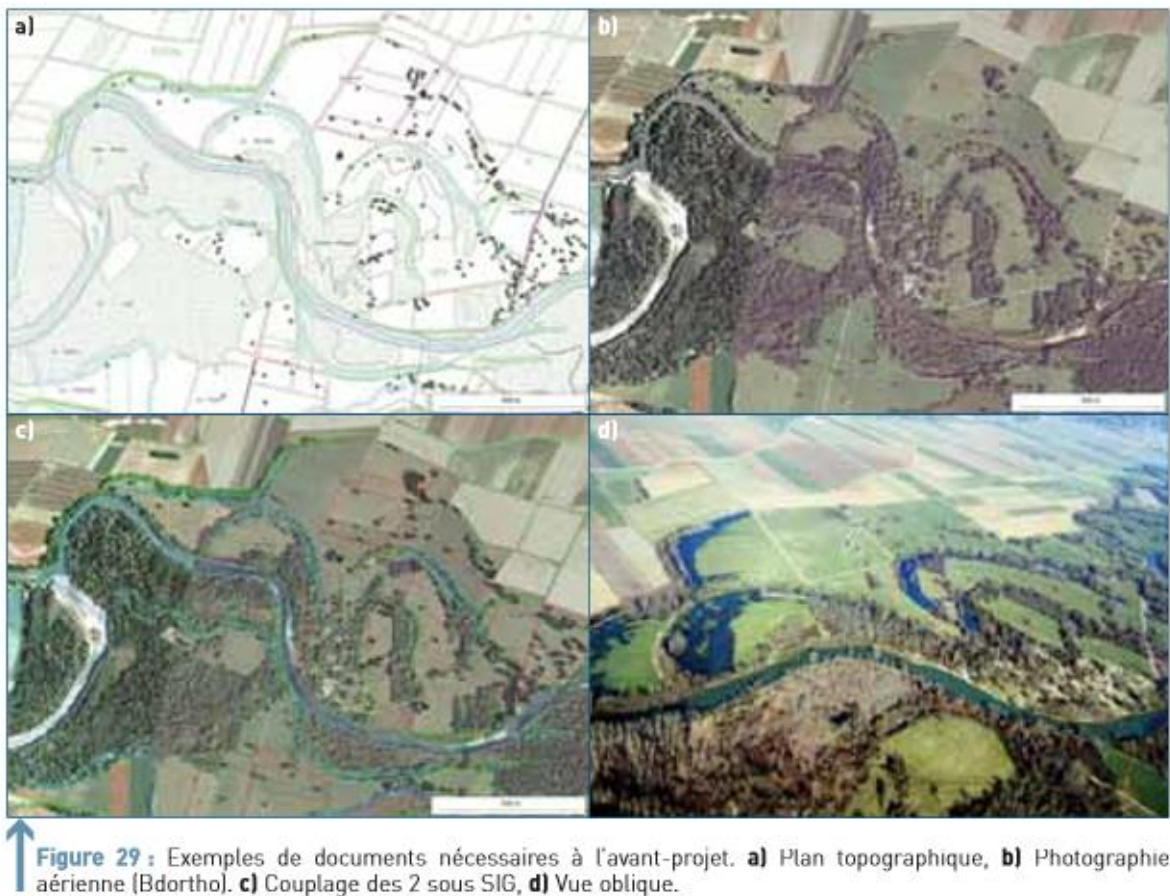
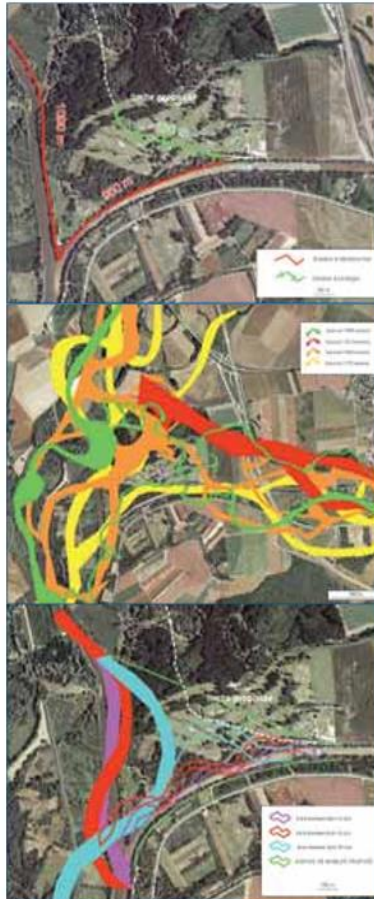
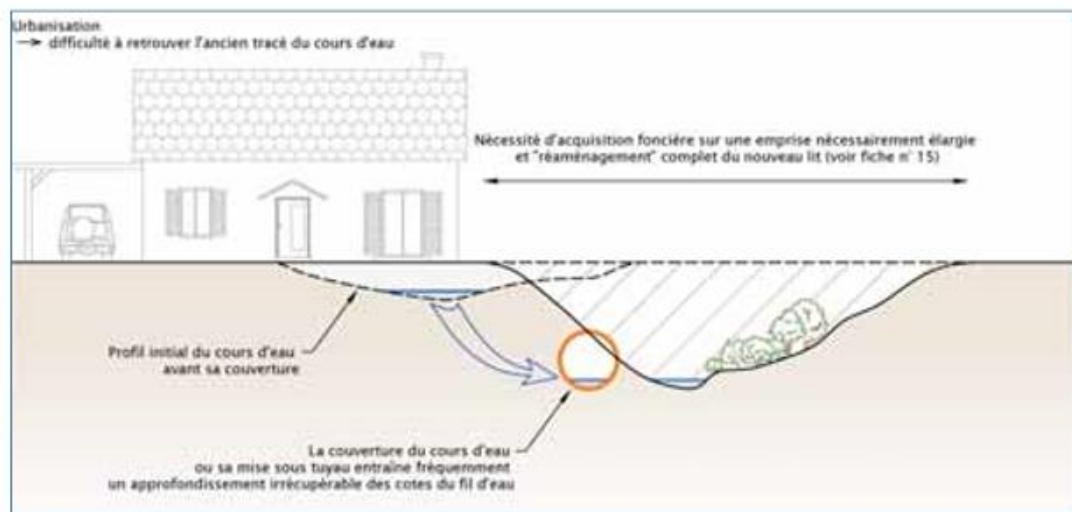


Figure 5 Présentation des documents nécessaires à un avant-projet de restauration (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 3)



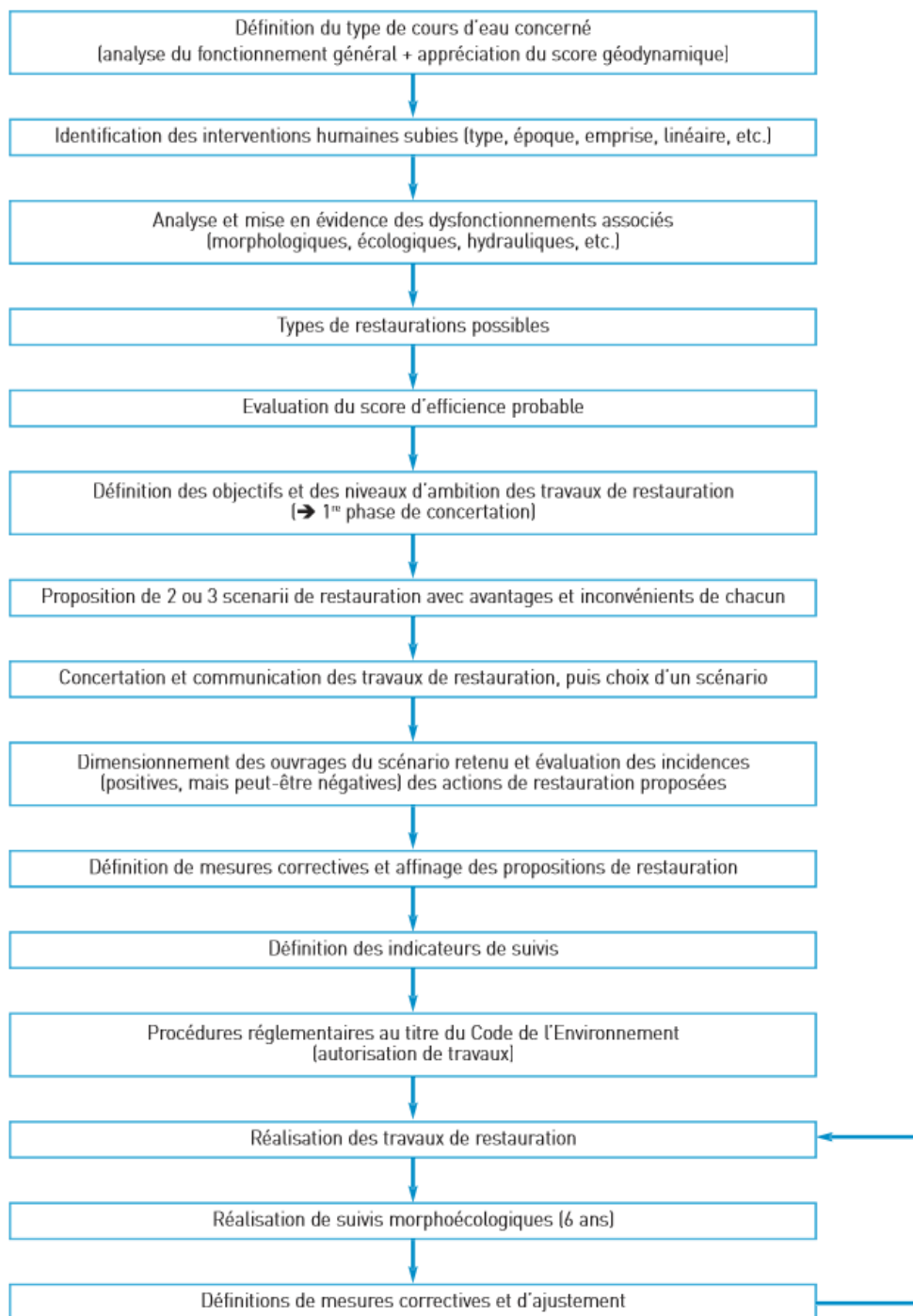
↑ Figure 49 : Exemple d'analyse prédictive du tracé de deux cours d'eau à leur confluence suite à la suppression des contraintes latérales. En haut, contexte local des protections existantes et de leur report en arrière pour protéger un golf existant mais qui sera en partie déplacé. Au centre, analyse historique des tracés. En bas, simulation du tracé à 10 et 50 ans [source : Malavoi, 2005]. ≈

Figure 6 Représentation de l'analyse prédictive du tracé d'un cours d'eau après une suppression d'ouvrages latéraux (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 38)



↑ Figure 55 : Illustration de différentes contraintes à prendre en compte dans le cadre de la remise à ciel ouvert d'un cours d'eau (figure Biotec). ≈

Figure 7 Les contraintes à intégrer pour la remise à ciel ouvert d'un cours d'eau (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 55)



↑ **Figure 15** : Etapes clés dans le montage d'une opération de restauration de cours d'eau. ≈

Figure 8 Logigramme représentant les étapes de la réalisation d'un projet de restauration de cours d'eau (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 22)

ORGANIGRAMME DÉTAILLÉ DES FICHES 1 À 5

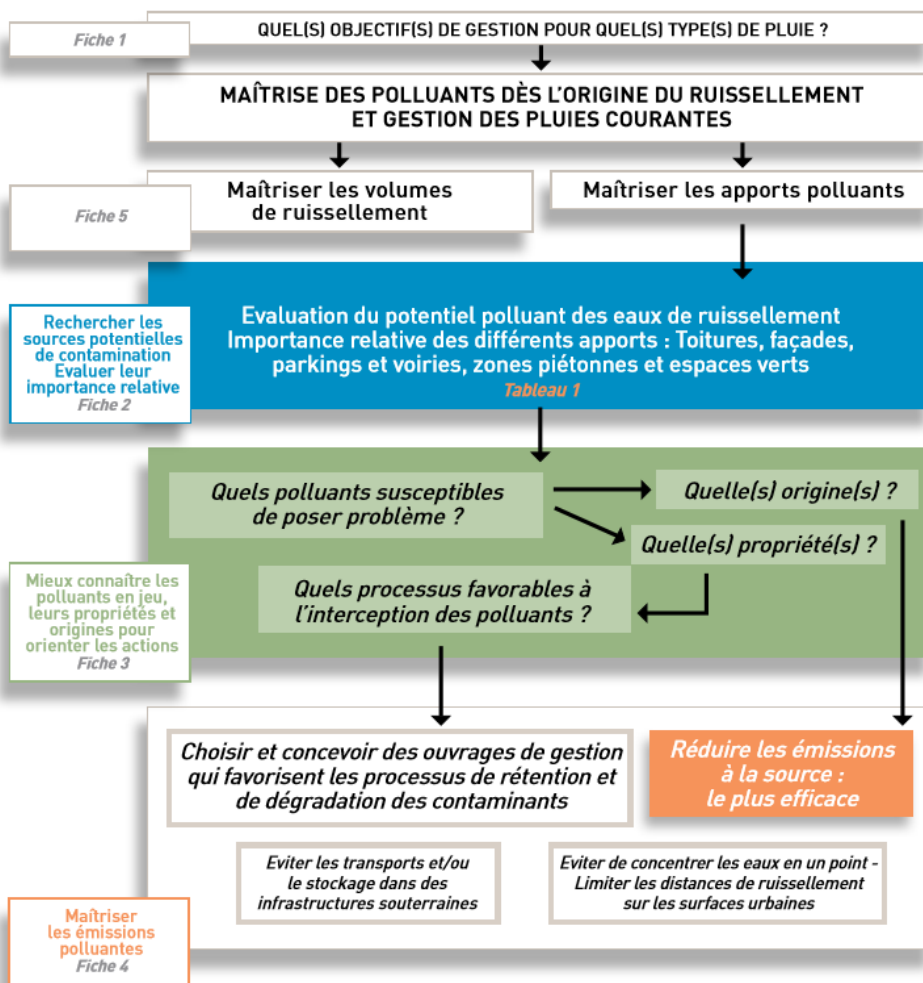


Figure 9 Organigramme explicitant la démarche à suivre pour la maîtrise des polluants des eaux de ruissellement (AESN *et al.*, 2013 : 8)

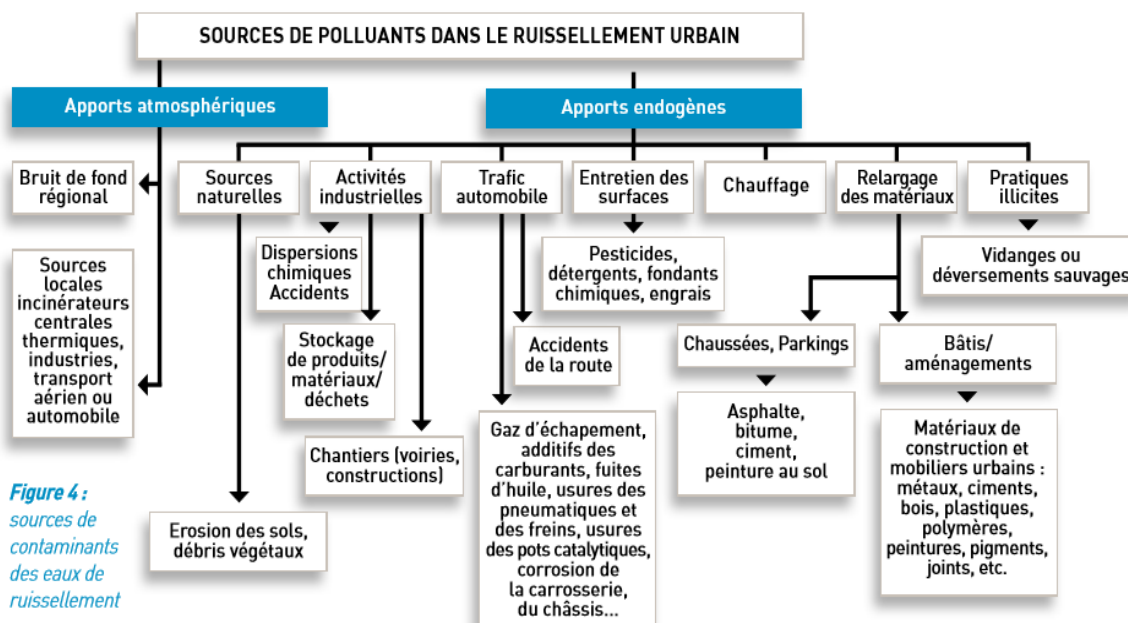


Figure 4 : sources de contaminants des eaux de ruissellement

Figure 10 Logigrammes représentant les différentes sources de polluants des eaux de pluie en ville (AESN *et al.*, 2013 : 13)

Tableau 1 : importance relative de la contamination des eaux de ruissellement de différents types de surfaces urbaines
 (R.A. = Retombées Atmosphériques).

				Paramètres globaux	Métaux	Micropolluants organiques
Bâtiments	Toitures	Couvertures métalliques (Cu, Pb, Zn,...)		-	++/++++	-RA
		Autres	Toits tuiles ou ardoises avec éléments métalliques	-	+ / + (si Pb)	-RA / +
			Toits tuiles ou ardoises avec éléments métalliques	-	-	-RA / +
			Toits terrasse	non végétalisé	-	-
		végétalisé		+	++ si autoprotection en métal ou évacuation en plomb	+ / + (HAP, phtalates, FBDE?, alkyphénols?) risques démissions par les membranes d'étanchéité (non quantifiés actuellement)
	Facades			-	Risques d'émissions de polluants mais manque de données sur le flux	+ / + (mécoprop)
Parkings et voiries	Parkings	faible renouvellement, type parking événementiel (centre de congrès, salle de spectacle,...)		-	+	+
		renouvellement moyen, type zone résidentielle, parking d'entreprise		+	++	++
		fort renouvellement, type zone commerciale, centre-ville		++	+++	+++
	Voiries	faible trafic, bonne fluidité		-	+	+
		faible trafic, bonne fluidité		+	++	++
		fort trafic, bonne fluidité mais présence de feux et stops		+	++	++
		trafic non fluide		++	+++	+++
	Zones piétonnes imperméables et places				-RA / ++ selon l'activité dans la zone et la nature des revêtements	-RA / +
Espaces vert		risque de contamination du ruissellement par les produits phytosanitaires		+ / + + selon la surface	-RA	-RA / ++ selon le traitement des espaces verts

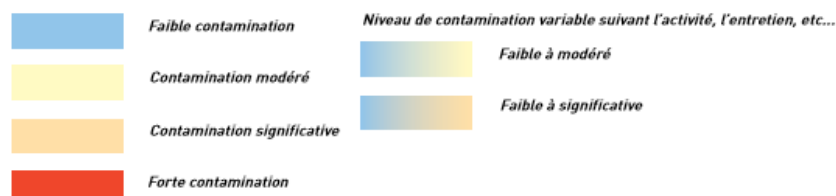


Figure 11 Tableau présentant les pollutions des eaux de ruissellement en fonction des surfaces urbaines (AESN *et al.*, 2013 : 15)

Commentaire de la planche 3.2

Les données utilisées pour les diagnostics et les suivis sont récoltées de manières diverses, certaines sur le terrain, d'autres via des documents cartographiques, historiques... certains outils permettent également d'anticiper les effets des aménagements.

Les trois premières figures sont issues du *Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable* (CERTU 2007). La **figure 1** est un extrait de la grille d'évaluation des « plans, schéma, programmes généraux » de l'assainissement urbain, ici pour leur dimension environnementale : les items concernent l'impact du système d'assainissement sur l'environnement, le cadre de vie, le management environnemental. L'évaluation des plans est rationalisée par une grille détaillée : elle peut cependant être perçue ni plus ni moins comme une liste ordonnée des éléments à prendre en compte. Le diagramme en radar qui fait la synthèse de l'évaluation des différentes dimensions du développement durable est présenté avec la **figure 2**. La ZAC d'Andromède, ici évaluée, est une opération exemplaire dont les différentes dimensions durables sont également bien prises en compte. La simplicité de cette synthèse, qui entend mettre en évidence les lacunes ou faiblesses d'une opération, est notable. Enfin la **troisième figure** issue de ce guide, est un extrait des analyses qui y sont développées. La **figure 3** illustre l'approche par bassin versant : sur une carte IGN sont localisés les bassins de gestion des crues aménagés sur le linéaire de la Pimpine, dont le bassin versant est délimité.

Les cinq figures suivantes sont issues du *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* (Biotec-Malavoï *et al.*, 2007). La **figure 4** est un tableau qui permet de produire un « score d'efficacité probable » de l'opération de restauration en fonction de paramètres simples du cours d'eau : la puissance (W), l'érodabilité des berges (B) et le potentiel d'apport solide (A), mais également de l'emprise au sol disponible pour l'opération et de la qualité de l'eau : quatre classes correspondent à chacune de ces caractéristiques, qui permettent, sous réserve de réussir à produire ces données, d'attribuer un score au tronçon morphologique étudié, allant de 0 à 50, un haut score correspondant à un potentiel d'efficacité élevé. La **figure 5** présente l'utilisation de différents documents en avant-projet d'une opération de restauration : un plan topographique est couplé à une photographie aérienne, qui permet une délimitation plus précise du tracé du cours d'eau et de ses annexes hydrauliques¹⁴⁶. Une simulation des transformations du lit de deux cours d'eau à leur confluence, suite à la suppression de contraintes latérales, est présentée par les trois images de la **figure 6** ; en haut sont représentées les contraintes existantes, au centre le lit historique du cours d'eau, et en bas une image prospective du lit du cours d'eau à dix et cinquante ans. La **figure 7** schématise et synthétise les obstacles à la remise à ciel ouvert d'un cours d'eau en milieu urbain : le manque de foncier, l'impossibilité de restaurer le cours d'eau dans son lit originel, la transformation de son régime par sa mise en canalisation sont représentées. Enfin, le logigramme de la **figure 8** détaille les étapes de réalisation d'une restauration de cours d'eau : diagnostic initial et suivi postérieur encadrent la réalisation du projet. Le diagnostic initial est essentiellement fondé sur l'analyse des dysfonctionnements du cours d'eau, dans une perspective de soin propre à l'ingénierie environnementale (cf. conclusion de la section 2.3. du chapitre 2).

Les trois dernières figures sont extraites du guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines* (AESN *et al.*, 2013) : les figures 9 et 10 sont des logigrammes, la figure 11 un tableau. La **figure 9** présente les étapes d'une démarche de gestion des pollutions des eaux de ruissellement, auxquelles sont associées les fiches du guide. Ce logigramme est une sorte de petit manuel d'utilisation du guide : les fiches sont placées dans la logique de la démarche à suivre. La **figure 10** détaille les différentes sources possibles de pollutions des eaux de ruissellement, en fonction des activités. Ce logigramme pourrait comme le tableau de la figure 1 être assimilé à une liste ordonnée, car il ne présente pas un cheminement logique ou un déroulé temporel, mais plutôt des éléments de précisions plus fournis à chaque niveau. Les pollutions des ruissellements urbains en fonction des surfaces sont enfin détaillées dans le tableau de la **figure 11** : ce tableau permet une comparaison entre les différentes surfaces émettrices de pollutions.

Les étapes des démarches d'analyse des sites, d'évaluation préalable de l'efficacité ou de la réussite d'une opération ou d'un aménagement, ainsi que son évaluation a posteriori ou son suivi, sont donc très présents dans la structure même des guides, et dans les outils qu'ils proposent pour parvenir à synthétiser, anticiper et évaluer. L'ingénierie environnementale est une pratique qui anticipe et évalue les effets de son action, conformément à l'idée d'une responsabilité environnementale et d'une démarche de soin de l'environnement.

2.2. L'intérêt pour les pluies banales

La gestion de la pluie se spécifie fortement avec la gestion intégrée : d'un côté le risque inondation doit être maîtrisé, de l'autre les milieux naturels doivent être protégés contre les pollutions des eaux pluviales, qui ne sont pas seulement liées aux débordements des réseaux et mauvais branchements, mais aussi au lessivage des sols par les petites pluies. La gestion des petites pluies *in situ* fait l'objet d'une attention renouvelée : la dépollution des eaux de pluie et son utilisation dans la sphère domestique ou à l'échelle des bâtiments sont à l'étude.

Le guide *la Ville et son assainissement* (CERTU 2003) élabore une stratégie contre le ruissellement des petites pluies. La gestion des petites pluies prend en effet une place importante : l'eau des pluies quotidiennes est polluée par le lessivage des sols. Les dysfonctionnements des réseaux ne sont donc qu'un deuxième temps, plus spectaculaire, de la pollution des milieux récepteurs par les eaux de pluie : les petites pluies qui parviennent au cours d'eau, sans mélange aux eaux usées et sans débordement des réseaux, sont déjà des sources de pollution. Le guide préconise donc un zonage pluvial mettant en œuvre quatre niveaux de gestion : le premier niveau repose sur l'utilisation d'un « réseau mineur », ce sont tous les dispositifs de gestion de la pluie courante à la parcelle, noues, toitures, bassin, etc. Il permet justement la gestion des pluies courantes. Le deuxième niveau utilise encore ce réseau mais également la surverse vers les réseaux d'évacuation enterrés : il sert essentiellement à maîtriser les dysfonctionnements dus à des apports trop importants dans les réseaux. Les troisième et quatrième niveaux sont focalisés sur la gestion de l'inondation : le troisième niveau utilise le réseau dit « majeur », la voirie, les espaces publics conçus pour stocker les grosses pluies, comme dans le guide *Organiser les espaces publics pour gérer le ruissellement urbain* (CERTU, 2000) de la sous-période précédente. Les prescriptions d'aménagement des deux derniers niveaux sont identiques à celles du guide de 2000 : la priorité est alors donnée au risque inondation, et l'enjeu de la qualité des milieux récepteurs décroît. Le quatrième niveau sert à gérer une situation de débordements généralisés : assurer la sécurité est alors l'objectif principal, notamment en évitant la formation d'embâcles sur le réseau majeur (CERTU, 2003 : 52). Le guide *la Ville et son assainissement* vient préciser les modalités de gestion à la parcelle des petites pluies. Comme dans le guide de 2000 (CERTU) et le guide *Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert* (Foncier Conseil, 1991), les deux premiers niveaux de gestion utilisent les espaces publics (également utiles pour le stockage des pluies moyennes et fortes) et les parcelles privées, auxquelles la réglementation impose la régulation des rejets aux réseaux¹⁴⁷. Les techniques alternatives combinent deux principes pour la gestion des petites pluies : elles « jouent à la fois sur la rétention et l'infiltration en commençant par limiter la surface des sols imperméabilisés » (CERTU, 2003 : 9). L'infiltration repose ainsi et d'abord sur la désimperméabilisation des sols, mais également sur la « dispersion en surface » des eaux de pluie, qui permet

¹⁴⁶ Les annexes hydrauliques sont un « ensemble de zones humides alluviales en relation permanente ou temporaire avec le milieu courant par des connections soit superficielles soit souterraines : îles, bancs alluviaux, bras morts, prairies inondables, forêts alluviales, ripisylves, sources et rivières phréatiques. » Source : <http://www.glossaire-eau.fr/concept/annexe-hydraulique>, consulté le 25/07/2019.

¹⁴⁷ Le guide évoque la deuxième loi sur l'eau de 1992, qui permet d'imposer des débits et des volumes rejetés, dans les zones où la pollution apportée au milieu aquatique risque de nuire à l'efficacité des ouvrages d'assainissement, via le zonage pluvial.

de modérer les risques de dissolution du gypse et de gonflement des argiles, par des apports ponctuels, et de limiter également le risque de pollution des nappes. L'infiltration est ainsi centrale pour l'évacuation de ces petites pluies, qui est toujours l'objectif principal de la gestion : « pour être plus opérationnel, il convient d'aller plus loin en étudiant l'aptitude des sols à infiltrer les eaux pluviales de manière à orienter les solutions techniques à mettre en œuvre » (CERTU, 2003 : 216). La doctrine se tourne dès lors vers l'infiltration comme rouage essentiel de la gestion des eaux de pluie les plus courantes : les petites pluies.

Le guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines* (AESN *et al.*, 2013), dont l'objet est spécifiquement la gestion des pollutions de ces petites pluies, préconise « comme mentionné dans "La ville et son assainissement" (MEDD-CERTU, 2003) » (AESN *et al.*, 2013 : 7) de mettre en œuvre différents niveaux de services. Le document porte cependant exclusivement sur le premier niveau de gestion : « [l]e présent document vise en revanche la maîtrise des flux polluants pour les pluies non exceptionnelles, et les recommandations de conception qui seront données sont adaptées à la gestion de ces pluies courantes » (AESN *et al.*, 2013 : 10). Le guide part du constat que les pluies qui focalisent habituellement l'attention, en vertu de la prévention des inondations et des pollutions visibles, sont les pluies moyennes à fortes, alors que les pluies courantes forment le plus gros des précipitations en Île-de-France et sont également vectrices de pollution : « [l]a majeure partie du volume de la pluie annuelle est générée par les pluies "ordinaires". Ainsi en Île-de-France, 70 % du volume de pluie annuel est précipité avec une intensité inférieure à 5 mm/h » (AESN *et al.*, 2013 : 31). La gestion des pluies courantes est donc essentielle pour la maîtrise des pollutions rejetées aux milieux, sa préconisation par les documents de planification supérieurs fait figure de preuve : « [l]e SDAGE Seine Normandie privilégie la gestion préventive et la gestion à la source dans le but de réduire les pollutions des milieux par les polluants classiques d'une part (défi 1), par les substances dangereuses d'autre part (défi 3) » (AESN *et al.*, 2013 : 7). L'abattement volumique est central dans la gestion de la pollution des petites pluies : la réduction voire la suppression des volumes ruisselés *in situ* est la mesure la plus efficace pour éviter la propagation des polluants dans les milieux récepteurs, aussi « [l]'évacuation des volumes ruisselés par évapotranspiration et/ou infiltration est possible voire recommandée pour les pluies courantes, même sur des terrains peu perméables » (AESN *et al.*, 2013 : 25) (cf. figure 4, planche 3.3). Cette gestion à la source des petites pluies permet, si elles sont peu polluées, de ne pas les faire entrer en contact avec des eaux pluviales plus chargées en polluants ou avec des eaux usées, soit de traiter localement les pollutions, et donc de ne pas augmenter le volume d'eaux polluées déversées dans les cours d'eau (AESN *et al.*, 2013 : 25). Les techniques alternatives sont donc utilisées pour la maîtrise des pollutions à la source (AESN, LEESU, CU, 2013, p. 11) : sur les petits bassins versants elles permettent « un abattement volumique de 40 à 50 % et une diminution de la pollution de 20 à 80 % » (AESN *et al.*, 2013 : 29). La force hydraulique de l'eau est neutralisée, l'eau est ralentie, diffusée dans les ouvrages afin de permettre la rétention et la dégradation des polluants : il faut amoindrir la capacité de l'eau à déplacer des particules, en minimisant la vitesse d'écoulement et la hauteur d'eau. Aux dispositifs de transfert rapides sont donc préférés les dispositifs de transfert lents : il faut « choisir et concevoir des ouvrages de gestion qui favorisent les processus de rétention et de dégradation des contaminants » (AESN *et al.*, 2013 : 26). La stagnation, prémisses de l'infiltration ou de l'évapo(transpi)ration, devient un principe d'épuration, à rebours de la doxa hygiéniste ou de la gestion des écoulements pour les pluies moyennes et exceptionnelles : il s'agit de diffuser ces petites pluies dans des ouvrages capables de séparer eau et polluants, notamment par la décantation des matières en suspension et par des transformations chimiques générées par les végétaux, qui nécessitent une mise en présence et du temps (cf. figure 3, planche 3.3). L'épuration de l'eau dans des espaces de pleine terre et végétalisés est également centrale dans la plaquette *Préserver la qualité des eaux* (CEREMA, 2015). Les milieux humides sont définis comme des « reins des bassins versants » urbains, épurant les eaux, qui sont notamment réhabilités ou créés en milieu urbain en vertu de leur utilité pour la gestion et l'épuration des eaux de pluie, chargées des polluants par leur ruissellement sur les espaces imperméabilisés : les milieux humides urbains « reçoivent les matières minérales et organiques, les emmagasinent, les transforment et/ou les retournent à l'environnement ». La plaquette évoque également le développement, utilisant les mêmes mécanismes

d'épuration, du lagunage des eaux usées en milieu urbain depuis les années 1980 : l'évocation de ce procédé extensif de traitement démontre l'efficacité de l'épuration par les milieux naturels.

La gestion des petites pluies est envisagée comme l'occasion de leur transformation en ressource par le guide sur la « récupération et utilisation de l'eau de pluie » (ASTEE, 2015) : il combine « informations et recommandations relatives à la réalisation de dispositifs utilisant les eaux issues de toitures et stockées *in situ* » (titre). Les eaux pluviales sont présentées comme une ressource locale, permettant des économies d'eau potable. Les dispositifs de récupération peuvent faire partie des ouvrages de régulation des rejets d'eau de pluie en amont des réseaux, à certaines conditions constructives près (cf. section 3 de ce chapitre). Les dispositifs de récupération des eaux de toiture doivent être rentables et couvrir les usages qu'ils alimentent. Ceux-ci sont limités dans la maison « à l'alimentation des toilettes, au nettoyage des sols et (sous conditions) au lavage du linge » (ASTEE, 2015 : 17), et interdits dans le cas de la récupération d'eau sur une toiture en amiante-ciment ou en plomb¹⁴⁸. L'usage de l'eau dans les espaces verts publics doivent être faits hors période de forte fréquentation (ASTEE, 2015 : 23). La rentabilité de l'installation dépend du prix local de l'eau et de l'assainissement, de la pluviométrie locale, de la surface de toiture de récupération disponible, de la qualité de l'eau de pluie, des aides d'assainissement et des usages envisagés de l'eau de pluie. La pluviométrie locale est le premier paramètre à évaluer, elle permet de déduire le volume de pluie récupérable : une modélisation hydraulique intervient ici pour dimensionner l'ouvrage de stockage, en vue de la production d'un volume minimal pour un recouvrement maximal des besoins qui se traduit par une économie maximale (cf. figure 6 de la planche 3.3) (ASTEE, 2015 : 33-35). Une modélisation économique est réalisée, qui prend en compte le coût de l'installation, le coût de fonctionnement, le prix local de l'eau (cf. figure 5 de la planche 3.3), les usages concernés, les aides et subventions, l'éventuelle redevance assainissement associée à l'installation. À partir de ces informations, une série de calculs permet d'évaluer sa rentabilité :

« > Investissement

« Investissement = coût total payé (installation + pose) - montant aides subventions

« > Coût de fonctionnement annuel de l'installation

« Coût de fonctionnement annuel = coût énergétique annuel + coût entretien et maintenance annuel + coût de contrôle annuel

« > Calcul des économies en eau potable

« Dans cette hypothèse, la redevance assainissement s'applique sur les volumes intérieurs d'eau de pluie comptabilisés et rejetés au réseau d'assainissement.

« Économies en eau potable = Vol edp¹⁴⁹ substituée à l'eau potable * prix eau au m³ TTC¹⁵⁰ – Vol edp rejeté au réseau public * redevance assainissement

« > Économies annuelles du projet

« Économies annuelles = Économies en eau potable – coût de fonctionnement annuel

« > Calcul du bilan économique du projet et du temps de retour sur investissement

« Temps de retour sur investissement = Investissement / Économies annuelles » (ASTEE, 2015 : 36).

La rentabilité du projet est donc évaluée sur le long terme et en prenant en considération tous les éléments économiques. La temporalité du projet est celle du retour sur investissement. L'eau de pluie est une ressource potentielle pour l'habitant, mais la rentabilité des installations dédiées est rendue précaire par la variabilité de la pluviométrie et la qualité de l'eau de pluie qui en interdit nombre d'usages.

Les petites pluies sont utilisées pour lutter contre la pollution chronique des cours d'eau qu'elles génèrent : il est possible de les gérer sur site et cette gestion constitue un important levier pour la lutte contre la pollution des cours d'eau. La réflexion est donc engagée sur l'épuration de ces pluies par leur diffusion

¹⁴⁸ Pour ce cas elle est largement déconseillée pour l'alimentation du potager.

¹⁴⁹ Eau de pluie.

¹⁵⁰ Toutes taxes comprises.

dans des espaces de pleine terre et végétalisés, sur le pouvoir épurateur des sols et des végétaux, et sur la potentielle accumulation de polluants liée. La gestion des petites pluies sur site est aussi l'occasion de leur prélèvement pour des usages domestiques ou industriels ; il est justifié par la rentabilité économique des installations, rendue fragile par le caractère irrégulier des précipitations. L'utilisation de l'eau de pluie est cependant très limitée par les règlements sanitaires : les petites pluies trouvent essentiellement leur place dans les espaces végétalisés urbains.

2.3. L'espace aquatique urbain

Une autre approche classique de la valorisation de l'eau de pluie ou des cours d'eau est l'approche paysagère, ou plus largement aborde la présence de l'eau dans le cadre de vie. Elle prend une tournure spécifique dans la sous-période 2000-2015, avec d'une part la restauration hydromorphologique des cours d'eau, qui suppose de donner de la liberté aux cours d'eau et donc de libérer du foncier à leur usage, et d'autre part avec la réhabilitation des milieux humides dans l'espace urbain, qui induit le retour de zones d'eau stagnante en ville.

Le guide *Aménager les rivières en ville* (CERTU, 2002) est un guide syncrétique qui superpose les objectifs d'aménagement des doctrines d'aménagement énoncées depuis les années 1950 :

« [a]ménager des rivières, c'est conforter les berges érodées, recalibrer ou rectifier le cours d'eau, créer ou restaurer des sentiers sur les berges pour assurer une continuité piétonne, créer une coulée verte, ou encore revaloriser et reconquérir la qualité écologique de l'"espace-rivière" » (CERTU *et al.*, 2002 : 5).

Le guide présente la qualité écologique de l'espace-rivière, *i.e.* du cours d'eau mais également des milieux terrestres associés, aux côtés de la rectification et du recalibrage des cours d'eau, et de la création de « coulées vertes » ; il combine donc trois visions de l'aménagement de cours d'eau : la rectification, la valorisation paysagère et la restauration. Comme divers auteurs l'ont noté à propos des doctrines de l'ingénierie urbaine, et comme la théorie de la dépendance au sentier invite à le penser, l'aménagement urbain relève de la superposition et de la coexistence de ses différents âges, inscrits dans son bâti et dans les conceptions des acteurs de la ville (Melosi, 2000 ; Barraqué, 2011a ; Morandi, 2014). La « capacité du milieu », similaire à celle du guide du CERTU *la Ville et son assainissement* (2003) limite les aménagements du cours d'eau :

« Il faut aussi tenir compte du fonctionnement dynamique et biologique du cours d'eau pour évaluer si les usages que la collectivité veut développer sont compatibles entre eux et avec les capacités du milieu. L'évolution du tracé et les divagations du lit font partie de la vie normale du cours d'eau. Ces lieux d'évolution doivent être bien répertoriés. » (CERTU *et al.*, 2002 : 21)

La mobilité du lit du cours d'eau urbain doit être intégrée : pour le guide, les principes de restauration hydromorphologique des cours d'eau et la rectification et le recalibrage ne sont pas contradictoires ; l'un et l'autre des principes d'aménagement peuvent être observés, en fonction du contexte et du site.

Les cours d'eau urbains font partie des « cas particuliers » pour le *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 42), aux côtés des cours d'eau navigués et des cours d'eau estuariens. Les cours d'eau urbains et navigués, pour ce qui nous intéresse, sont caractérisés par le cumul des interventions sur leur linéaire et leur aménagement lourd pour les activités économiques, notamment par la chenalisation et la linéarisation pour la navigation, la mise en place d'infrastructures portuaires, la création de canaux en parallèle du lit du cours d'eau. L'activité de batillage crée une « vague » qui érode fortement les berges (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 45) : contre l'érosion suscitée par cette vague, le meilleur recours est d'adoucir la pente des berges, ce qui induit d'en supprimer les techniques de génie civil minérales et les usages afin d'élargir l'emprise du cours d'eau (section 1.4., chapitre 3). Le guide préconise de laisser, même en ville, plus de place aux cours d'eau au moyen d'une maîtrise du foncier le long de celui-ci. La solution pour la restauration est en quelque sorte littérale : il s'agit de supprimer les éléments de contraintes du lit mineur. La restauration est la mesure la plus forte et ambitieuse parmi les actions de protection des

cours d'eau, qui peuvent se concrétiser sinon par la préservation, visant le plus souvent à protéger un espace soumis à une pression anthropique latente (notamment urbaine) ou par la limitation des dysfonctionnements futurs. La logique de protection de la ville contre les excès des cours d'eau est donc inversée : il s'agit de protéger les cours d'eau contre les excès de la ville, qui a trop fortement colonisé son lit. Le manuel propose d'utiliser le fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau pour les restaurer ; de celui-ci dépend la diversité d'habitats et de milieux pour les espèces aquatiques et de berges :

« Ce bon fonctionnement hydromorphologique peut être caractérisé par une grande diversité de faciès, des berges naturelles, des bancs alluviaux¹⁵¹ mobiles, une ripisylve variée, des annexes hydrauliques et, surtout, une dynamique fluviale la plus libre possible [...]. Une dynamique fluviale libre est constitutive d'une diversité d'habitats indispensable à la faune et la flore aquatiques et rivulaires. C'est par elle notamment que s'allient le "physique" et le "biologique". » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 6)

La dynamique fluviale désigne l'évolution morphologique et écologique d'un cours d'eau, en lien avec ses caractéristiques climatiques, géographiques et géologiques. L'alliage du physique et du biologique structure ce guide comme il structurait le *Guide de protection des berges en techniques végétales* (Silène-Biotec, 1994). Il combine des méthodes de dimensionnement proche de celles du génie civil (cf. figure 1, planche 3.3), et une approche de la « fonctionnalité », selon les termes du guide, des cours d'eau et de leurs écosystèmes.

Les postulats et principes généraux des opérations de restauration sont d'abord présentés ; la restauration dépend des caractéristiques géodynamiques fonctionnelles du cours d'eau : c'est-à-dire sa puissance, les matériaux qu'il charrie et ceux qui composent son substrat alluvial (cf. figure 4, planche 3.2). À partir de ces caractéristiques une typologie des cours d'eau est définie :

« Postulat : plus un cours d'eau est puissant ; plus ses berges sont facilement érodables ; plus les apports solides sont importants ; meilleure est la garantie de réponse positive du système ; plus rapides sont les résultats ; plus grande est la pérennité des bénéfices écologiques de la restauration ; moindre est le coût, puisque le cours d'eau effectue lui-même une partie du travail de restauration. » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 9)

La restauration dépend donc de la puissance géodynamique du cours d'eau : plus celui-ci est puissant, plus il est susceptible de transformer seul son lit une fois les obstacles à la dynamique fluviale effacés, et donc, plus simple est la restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau. La puissance du cours d'eau, nommée « puissance spécifique » est définie par le rapport entre la pente du lit du cours d'eau et son débit¹⁵². L'approche hydraulique du potentiel dynamique du cours d'eau semble étendre la modélisation de la force tractrice qui était utilisée pour le dimensionnement des berges en fonction de leur érosion dans le guide de 1994. La notion de puissance spécifique est récente au moment de la parution du guide, et particulièrement utilisée en restauration hydromorphologique, elle relève cependant de la même logique d'évaluation de la puissance du cours d'eau, ici en vue de son aménagement (Petit *et al.*, 2000). La restauration hydromorphologique repose ainsi sur la puissance hydraulique du cours d'eau, sa faculté à sculpter lui-même son lit : la révolution est donc accomplie, depuis le génie végétal qui contrait la force érosive du cours d'eau,

¹⁵¹ Les bancs alluviaux sont des zones de dépôts des sédiments charriés par les cours d'eau.

¹⁵² « La puissance spécifique correspond sommairement au produit de la pente x le débit, qui caractérise les potentialités dynamiques du cours d'eau.

« La puissance (Ω) est calculée comme suit : $\Omega = \gamma QJ$ (en watts/m).

« La puissance spécifique (ω) est calculée comme suit : $\omega = \Omega / l$ (en watts/m²)

« où γ est le poids volumique de l'eau (9 810 N/m³), Q le débit (m³/s) (ici le débit journalier de crue de fréquence 2 ans), J la pente de la ligne d'énergie en m/m, l la largeur du lit pour le débit utilisé (m). » (Biotec Malavoi 2007, note, p. 10)

à la restauration hydromorphologique qui l'utilise. Un idéal de cours d'eau mobile et puissant se dessine donc, un cours d'eau dynamique, produisant rapidement des milieux aquatiques.

Le guide propose donc de faire des relevés de terrain pour estimer l'érodabilité des berges, dont aucune méthode de mesure standardisée n'est alors connue. Enfin, les apports solides du cours d'eau, troisième paramètre de la géodynamique du cours d'eau, sont estimés également selon des méthodes construites *ad hoc* : l'analyse d'ortho-photographies permet de mesurer la densité de bancs alluviaux sur les tronçons de cours d'eau : « nombre de bancs/km de rivière », cette estimation est cependant biaisée par leur masquage par la hauteur d'eau ou la végétation de berges (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 11). La restauration hydromorphologique repose donc initialement sur le potentiel dynamique du cours d'eau, qui réside dans ses caractéristiques physiques : puissance du cours d'eau lui-même, érodabilité des berges et donc possibilité pour le cours d'eau de modeler son lit, et alluvions¹⁵³ charriées, qui contribuent à l'érosion des berges, à la production d'un faciès diversifié grâce notamment à la formation de bancs alluviaux, et à la constitution du matelas alluvial¹⁵⁴, substrat riche pour la biocénose aquatique. Associées à l'évaluation de l'emprise foncière disponible pour réaliser la restauration et de la qualité de l'eau, les caractéristiques géodynamiques fonctionnelles permettent une « [é]valuation *a priori* de l'efficacité probable d'un projet de restauration » (Biotec 2015, p. 17), se soldant par un « score d'efficacité probable ». Ce score permet de choisir entre restaurations passive ou active, distinguées ainsi :

« Le concept de restauration passive fait référence à la typologie géodynamique des cours d'eau présentée plus haut. Plus un cours d'eau sera puissant, avec des berges facilement érodables et des apports solides encore importants, plus sa restauration sera facile, peu coûteuse et avec des effets rapides. La simple suppression des forces de dégradation (enrochements de protection de berges, barrages) suffira généralement pour que le cours d'eau se réajuste rapidement, tant du point de vue physique qu'écologique (à condition toutefois pour ce dernier point, que la qualité physico-chimique de l'eau soit correcte).

« La restauration active sera nécessaire sur les cours d'eau peu puissants, peu actifs et à faibles apports solides. Elle nécessitera des travaux plus coûteux et donnera *a priori* des résultats moins spectaculaires. » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 13)

Les qualificatifs « actif » et « passif » ne désignent donc pas le comportement du cours d'eau, mais à l'inverse les efforts à engager par les aménageurs. La restauration active est en quelque sorte plus artificielle, produite par les aménageurs et non par le cours d'eau, non autonome contrairement à la restauration passive qui repose son activité. La restauration est détaillée en trois niveaux (cf. figure 2, planche 3.3) : le premier niveau correspond à l'impossibilité d'une restauration fonctionnelle large. Ce niveau concerne les milieux contraints, où le foncier est rare, comme le milieu urbain : « [i]l devrait être réservé aux zones urbaines ou périurbaines, où les contraintes foncières sont importantes [...] » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 14). Ainsi ce premier niveau est un *pis-aller* induit par l'impossibilité d'élargir l'emprise du cours d'eau. La restauration s'applique alors à un seul compartiment de l'hydrosystème¹⁵⁵, souvent piscicole, et les aménagements sont souvent limités au lit mineur. Ils consistent en la diversification des écoulements et des habitats. Le second

¹⁵³ Alluvions : « [d]épôts de sédiments abandonnés par un cours d'eau quand la pente ou le débit sont devenus insuffisants. (Selon la force du courant, il s'établit un tri mécanique séparant les éléments charriés en fonction de leur taille [galets, gravier, sable ou argiles]. » Source : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/alluvion/2467>, consulté le 26/07/2019.

¹⁵⁴ Couche d'alluvions déposées au fond des cours d'eau.

¹⁵⁵ « On peut définir de manière très générale le terme d'hydrosystème comme étant un système composé de l'eau et des milieux aquatiques associés dans un ensemble géographique délimité. [...] [L]e concept a été heureusement élargi aux liens réciproques entre les deux ensembles complexes du biotope et de la biocénose aquatiques. L'hydrosystème est alors à peu près équivalent à l'écosystème aquatique. Enfin, [...] l'action anthropique a été introduite pour assimiler l'hydrosystème au milieu géographique de l'eau. » Source : consulté le 27/07/2019.

niveau de restauration a pour objectif la restauration de plusieurs fonctions : « [l]’amélioration de tous les compartiments aquatiques et rivulaires est visée : transport solide, habitat aquatique, nappe alluviale¹⁵⁶, ripisylve » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 14). Il utilise une vaste emprise foncière (deux à dix fois la largeur du lit mineur naturel). Enfin le troisième niveau de restauration est le plus ambitieux : c’est la « [r]estauration fonctionnelle complète de l’hydrosystème, y compris de la dynamique d’érosion et du corridor fluvial »¹⁵⁷ (Biotec Malavoi 2007, p. 14). La restauration repose sur la puissance géodynamique du cours d’eau et sur l’emprise au sol de l’opération, qui permet la mobilité du cours d’eau : « [u]ne dynamique fluviale naturelle dans un espace de mobilité suffisant est un gage de réussite d’une restauration fonctionnelle globale. » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 78). La restauration hydromorphologique mobilise donc un idéal de cours d’eau sans usage, dynamique, puissant, autonome dans la production d’habitats, d’écosystèmes rivulaires et aquatiques. Le cours d’eau conçu du XVIIIème siècle aux années 2000 comme un ennemi, dont il faut endiguer les excès en milieu urbain, est ici une entité dont la puissance est synonyme de fertilité, productrice de milieux et de vie, mobilisant la symbolique régénératrice de l’eau (Mahaut, 2009).

Les plaquettes *Intégrer les milieux humides dans l’aménagement urbain, des valeurs à partager sur le territoire* (CEREMA 2015) dotent les milieux humides urbains de diverses fonctions : gestion des inondations par ruissellement ou débordement de cours d’eau, épuration des eaux de pluie (cf. 2.2. de ce chapitre), végétalisation de l’espace urbain et production d’îlots de fraîcheur, soutien de la biodiversité, structuration fine de l’espace urbain pour les habitants et pour les espèces animales et végétales. L’appellation « milieux humides » fonde une vision générique du traitement des espaces aquatiques en milieu urbain, qui permet d’unifier et de généraliser leurs fonctions. Ils sont associés aux cours d’eau par leur fonction métaphorique d’éponge : ce sont des prairies humides, ancien bras mort, anciennes gravières, mares, étangs ou frayères ; ils ponctuent l’espace urbain ou jalonnent les cours d’eau, ils jouent un rôle de réduction, de stockage, de retardement du ruissellement, et de régulations des variations du cours d’eau lors des crues (plaquette *Favoriser la protection contre les inondations*). La réhabilitation des milieux humides dans l’espace urbain induit cependant une réflexion sur les destinataires de ces espaces : la protection des cœurs des zones humides, habitats pour les espèces typiques, peut s’opposer à leur mise en accessibilité pour le bien-être des citoyens. La plaquette *Préserver la biodiversité des milieux humides* propose de sanctuariser le cœur de certaines zones humides afin d’en faire des lieux de reproduction et de vie à l’état de têtards pour certaines espèces. Le cœur de ces milieux humides est donc « à préserver de toute intrusion urbaine » ; il n’est cependant pas préconisé d’en interdire totalement l’accès, des chemins délimités, des parcours pédagogiques, des observatoires sur site, des passerelles qui protègent les végétaux et habitats du piétinement sont conçus pour les citoyens (CEREMA, 2015). La plaquette *Une population en attente de nature* reprend ce principe, la « [p]réservation ne doit pas conduire à sa sanctuarisation sauf exception ». Les milieux humides sont donc également dédiés aux citoyens, à l’échelle du quartier, les

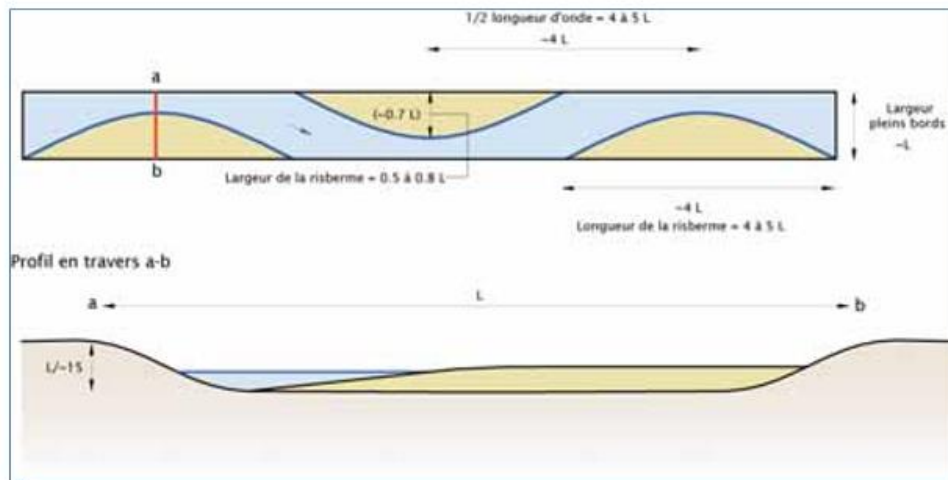
¹⁵⁶ La nappe alluviale est un « [v]olume d’eau souterraine contenu dans des terrains alluviaux, en général libre et souvent en relation avec un cours d’eau. » Source : <http://www.glossaire-eau.fr/concept/nappe-alluviale>, consultée le 25/07/2019.

¹⁵⁷ La largeur de lit mobilisée est au moins dix fois supérieure à la largeur du lit mineur. Le but est de recréer la dynamique fluviale du cours d’eau, qui retrouve son espace de mobilité, s’il a une intensité géodynamique suffisante. Sinon le lit majeur créé correspondra plutôt à un espace de fonctionnalité, avec de la végétation alluviale naturelle ou des milieux associés : zones humides, mares, bocages, etc. (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 16). Si la largeur du cours d’eau est vingt fois inférieure au linéaire concerné par la restauration, celle-ci a un effet essentiellement local, entre vingt et cent fois l’effet est encore local, supérieure à cent fois la largeur, l’opération est significative. La restauration du tracé du cours d’eau peut s’appuyer sur des cartes historiques, ou, à défaut, utiliser un coefficient de sinuosité qui permet de calculer, selon les caractéristiques du cours d’eau, l’ampleur théorique de ses méandres (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 85 et 86).

« espaces de nature favorisent les processus naturels en offrant des supports de biodiversité et/ou en permettant et en favorisant l'infiltration et la rétention d'eau. En complément de ces rôles écosystémiques les mares, marais, étangs constituent des espaces de respiration dans un milieu très minéral. » (CEREMA, 2015)

Suivant une tradition urbanistique datant de la fin du XIX^{ème} siècle, les espaces en eau compris dans les trames végétalisés constituent en tant qu'espace de nature des lieux de bien-être pour les citoyens, dans un cadre urbain par ailleurs « minéral », oppressant (Emelianoff, 2000). Une large gamme de milieux humides adaptés au milieu urbain est présentée : les « prairies humides riches en biodiversité, mares restaurées ou créées, étendues d'eau vastes et calmes, marais remis en valeur » (plaquette *Une population en attente de nature*). À l'échelle du quartier, une mosaïque de milieux, de liaisons douces, de palettes végétales et de matériaux permet de lier nature et espace urbain : la « connexion des milieux aquatiques au quartier doit être réalisée en gardant une transition progressive entre milieu urbain - où la nature doit trouver sa place - et le cœur de la nature, à préserver de la pression urbaine » (plaquette *Une population en attente de nature*). Les milieux humides en ville, au-delà de leurs fonctions hydrologiques, sont conçus comme des espaces partagés entre les espèces typiques de ces milieux et les citoyens : ce partage doit cependant être soigneusement délimité, certains espaces sont préservés pour la biocénose aux moyens d'aménagements adaptés.

Planche 3.3 Ingénieries de la restauration et de la gestion des polluants



↑ **Figure 18** : Schéma type d'implantation de risbermes alternées [L est la largeur à pleins bords] (figure Malavoï-Biotec). ≍

Figure 1 Modèles géométriques, représentés par une vue de dessus et un schéma en coupe de l'implantation de risbermes alternées (Biotec-Malavoï *et al.*, 2007 : 21)

Type de dysfonctionnement	Niveau d'ambition souhaité R1 à R3	Familles de travaux envisageables à l'échelle locale	Remarques et précautions à prendre
Homogénéisation des faciès d'écoulement liée à une chenalisation	R1	Diversification minimale des écoulements (déflecteurs [fiche 3], risbermes [fiche 4], amas de blocs, structures diverses [fiche 1], etc.)	<ul style="list-style-type: none"> - Plus le score physique est élevé et plus la restauration pourra être passive. - Le dimensionnement et le positionnement des structures de diversification de l'écoulement doivent tenir compte de paramètres géomorphologiques : quel est le type d'habitat ou de séquence de faciès naturels sur le tronçon concerné ? Quelles doivent être la taille, la forme, la nature des structures pour résister à la puissance hydraulique du cours d'eau ? - et de paramètres écologiques : quels types de faciès ou d'habitat veut-on recréer ? sous berges, abris hydrauliques, caches contre les prédateurs, zones de frai, zone de repos, etc. ? Eventuellement quelle espèce ou quel stade de développement veut-on favoriser ? Alevins, juvéniles, adultes ?
	R2	Travaux plus aboutis de restauration piscicole [fiche 1], plantations de végétaux aquatiques [fiche 2], reprofilage des berges [fiche 11], reméandrage partiel [fiche 15]	
	R3	Restauration complète des conditions géomorphologiques (tracé en plan d'équilibre, géométrie du lit et des berges, substrat) [fiche 15]	

↑ **Figure 54** : Dysfonctionnement au sein du lit mineur ; homogénéisation des faciès liée à une chenalisation. ≍

Figure 2 Tableau des divers niveaux de restauration possibles pour résorber un dysfonctionnement, ici dû à une chenalisation (Biotec-Malavoï *et al.*, 2007 : 52)

Figure 7 : influence de la conception sur la concentration des flux d'eau et de polluants dans les ouvrages de gestion des eaux de ruissellement : quelques exemples



Figure 3 Pollution des eaux de ruissellement en fonction des ouvrages de récupération des eaux de pluie (AESN *et al.*, 2013 : 28)

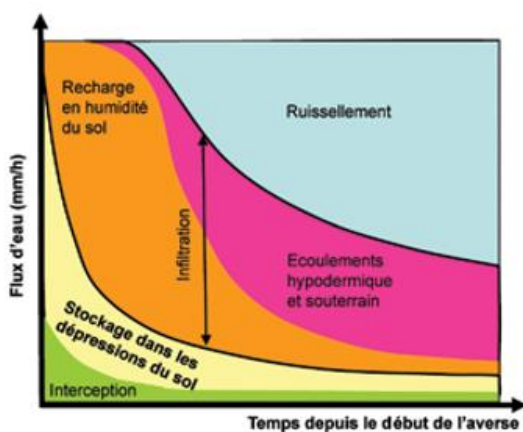


Figure 9 : Diagramme schématique de la répartition des eaux météoriques au cours d'une averse constante (d'après - G. Réminiéras, 1980)

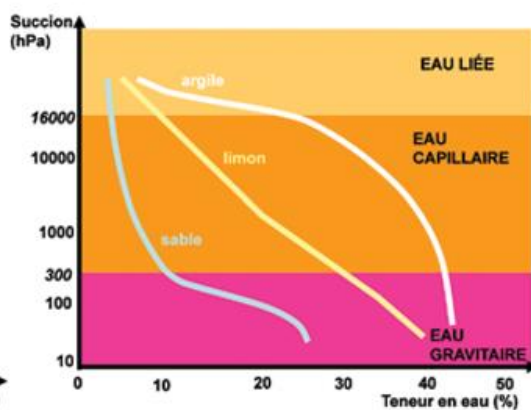


Figure 10 : Teneurs en eau liée, capillaire et gravitaire selon la texture du sol (d'après Duchaufour, 1991)

Figure 4 Graphiques représentant la destination des eaux de pluie selon l'intensité de l'averse et la teneur en eau des sols selon leur composition (AESN *et al.*, 2013 : 31)

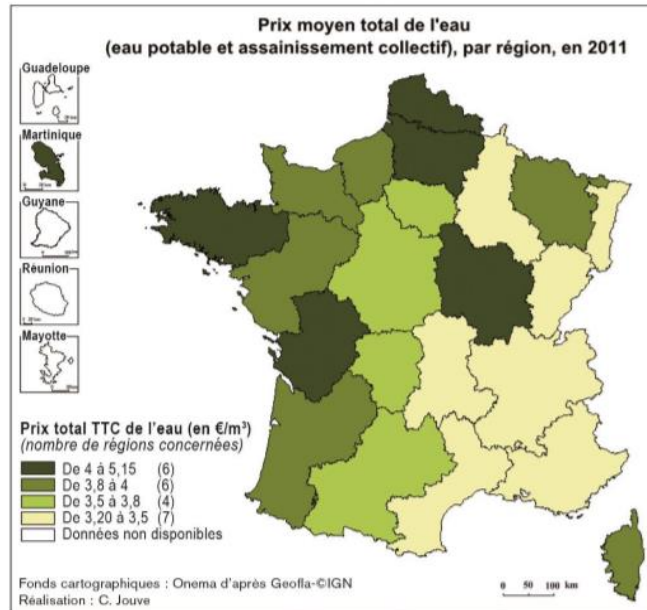


Figure 1 : Prix total de l'eau (eau potable + assainissement collectif), par région, en 2011 - source: SISPEA (Onema) - DDT(M) - 2014.

Figure 5 Carte du prix de l'eau potable par département (ASTEE, 2015 : 13)

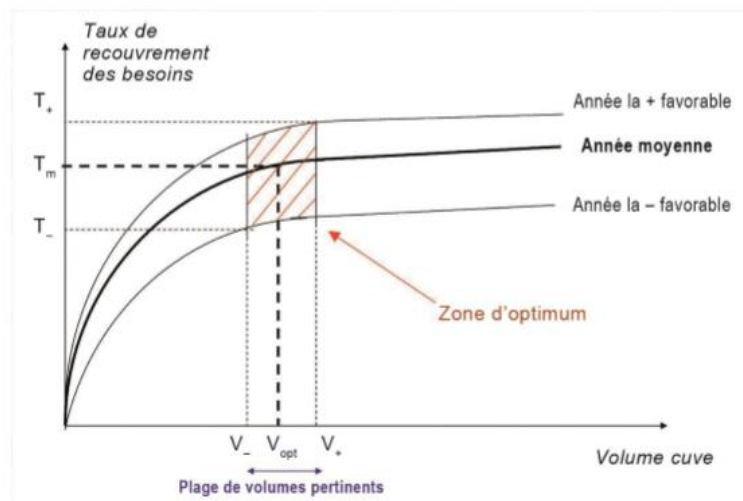


Figure 5 : Zone d'optimum de définition du volume d'une cuve

Figure 6 Graphique représentant le taux de recouvrement des besoins pour le dimensionnement des ouvrages de récupération de l'eau de pluie (ASTEE, 2015 : 34)

Indicateurs de fonctionnement et performance

La performance d'une installation de récupération d'eau de pluie est fortement dépendante du point de vue de l'utilisateur. On distinguera ainsi la performance économique (mesurée généralement en termes de temps de retour sur investissement...), de la performance hydraulique (quantité d'eau de pluie que l'installation récupère au regard de son potentiel, taux de recouvrement des besoins visés...), ou encore de la performance environnementale (empreinte carbone de l'installation par rapport à l'utilisation d'eau potable, impact sur les ressources en eau...). Ces différentes performances, mesurées à l'aide d'indicateurs *ad hoc*, peuvent être antagonistes. Ainsi, une installation non rentable économiquement pourra être performante en termes hydrauliques.

Figure 7 Distinction entre performances économique, hydraulique et environnementale (ASTEE, 2015 : 60)

Commentaire de la planche 3.3

Afin de calibrer les ouvrages de la gestion des petites pluies et de la restauration des cours d'eau, des méthodes de dimensionnement hétéroclites et des représentations nouvelles des phénomènes sont proposées. Ce foisonnement est significatif du tournant écologique pris par la doctrine dans les années 2000 (cf. chapitre 1).

Les deux premières figures de cette planche sont issues du guide sur la restauration des cours d'eau (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007). Deux manières différentes de projeter une restauration y sont présentées. La **figure 1** expose la géométrie des risbermes¹⁵⁸ alternées : les mesures la largeur du lit mineur servent à calibrer leur reconstitution. La **figure 2** synthétise les propositions de restauration dans le cas d'une homogénéisation des faciès liée à une chenalisation : trois niveaux d'ambition de restauration sont présentés, soumis à un choix.

Les figures 3 et 4 sont issues de l'ouvrage sur la gestion à la source de l'agence de l'eau Seine Normandie, du LEESU et du bureau d'études Composante Urbaine (2013). La **figure 3** classe les effets des aménagements sur les flux d'eau et les apports de polluants, des aménagements en générant le moins (les surfaces poreuses végétalisées), à ceux qui en génèrent le plus : les surfaces imperméables liées aux réseaux enterrés. Le modèle classique du réseau d'évacuation est donc clairement désigné comme un contre-modèle. Deux graphiques composent la **figure 4** : ils représentent la répartition des eaux entre ruissellement et infiltration lors d'une averse sur un terrain perméable. Le premier montre les déplacements, au fil du temps, de l'eau : l'infiltration recharge d'abord les sols en humidité, puis l'eau se déplace dans les sols, en parallèle une partie de l'eau est interceptée par la végétation et par les dépressions en surface du sol, et une autre partie de l'eau ruisselle. Le deuxième graphique montre la répartition entre eau liée¹⁵⁹, eau capillaire¹⁶⁰ et eau gravitaire¹⁶¹ en fonction de la nature des sols : sable, argile, limon. Ces deux figures mettent en évidence une révolution dans la conception des petites pluies, auparavant essentiellement perçues comme une eau à retenir : les différents chemins de ces petites pluies, leur comportement dans les sols et en surface sont développés.

Enfin les trois dernières figures sont issues du guide de l'ASTEE (2015) sur la récupération des eaux pluviales : la **figure 5** est une carte du prix moyen de l'eau potable par département, elle contribue à évaluer la rentabilité économique d'un dispositif de récupération des eaux de pluie. La **figure 6** est un graphique permettant de dimensionner le dispositif de stockage de l'eau récupérée : le volume optimal de l'ouvrage est celui qui l'optimum entre recouvrement des besoins et taille de la cuve. Enfin, l'encadré de la **figure 7** distingue différentes définitions de la performance : elle peut être économique, hydraulique ou environnementale. Différentes manières de dimensionner le dispositif, correspondant à autant d'objectifs, et différents motifs d'installation des cuves de récupération des pluies sont mis en avant.

Ces différentes figures illustrent la diversification des approches de la gestion de la pluie et des cours d'eau : la reconstitution des faciès conçus comme naturels des cours d'eau succède à la consolidation des berges de la sous-période précédente, les pluies quotidiennes font l'objet d'une attention spécifique, leur comportement dans les sites, relativement aux sols et aux polluants qu'elles véhiculent est particulièrement investi. Enfin, l'eau de pluie est envisagée comme une ressource domestique : les systèmes de réutilisation sont calibrés en fonction de la pluviométrie et de leur rentabilité.

¹⁵⁸ Les risbermes sont des banquettes ou remblais localisées le long des berges, elles servent à la diversification du faciès d'un cours d'eau ou à la protection de la berge.

¹⁵⁹ Eau liée « part de l'eau contenue dans un sol qui peut être mobilisée par l'évaporation mais ne peut être utilisée par les plantes. » (AESN *et al.*, 2013 : 56)

Ainsi, de nouveaux principes d'aménagement de l'eau de pluie et des cours d'eau en ville sont élaborés pendant la période 2000-2015. Les gestions intégrées et globales introduisent une multitude de paramètres dans la conception des systèmes techniques ; hydrogéologiques, mais aussi sociaux, économiques, réglementaires, paysagers, etc. Les infrastructures de gestion des eaux de pluie et des cours d'eau urbains font l'objet de politiques locales, qui induisent tout un appareil de gestion : études préalables, de suivi et aux bilans, critères d'évaluation... Si la sous-période précédente se focalisait sur le seuil de protection assuré par les infrastructures techniques et la gestion du ruissellement urbain lors des pluies d'orage, cette sous-période fait la part belle aux pluies banales, aux petites pluies. Celle-ci sont vectrices d'une pollution chronique qui peut être gérée *in situ*, non seulement par la végétation, mais également par les sols : l'infiltration des eaux, comme on l'a vu dans le premier chapitre de ce mémoire, devient un moyen essentiel de la gestion. Les pluies quotidiennes sont également une ressource pour les usages domestiques et les activités urbaines : la récupération de l'eau de pluie est portée par des motifs économiques, politiques et éthiques, mais rendue ardue par les normes sanitaires et par la saisonnalité des précipitations. La récupération d'eau de pluie est peut-être trop calquée sur l'approvisionnement en eau potable, avec lequel elle ne peut pas être concurrentielle, étant considérée les avantages des réseaux centralisés (cf. introduction générale). Enfin, les milieux aquatiques sont réintroduits dans l'espace urbain : les cours d'eau sont redéfinis comme des milieux naturels et mobiles. Les milieux humides apparaissent enfin comme la version idéalisée des eaux stagnantes.

3. Opérations et plans pour l'hydrographie urbaine

Les guides de la sous-période 2001-2015 mettent largement en avant des analyses et évaluations de réalisations, qu'il s'agisse d'opérations urbaines, de plans, ou d'aménagements à l'échelle de la parcelle. De manière générale cependant, l'appréhension des techniques en tant qu'objets peu ou pas contextualisés est abandonnée, et fait place à des analyses de projets ou de territoire urbains, en cohérence avec la gestion intégrée et globale. Dans un premier temps, les recommandations techniques relatives à la gestion diffuse des pollutions des petites pluies sont présentées : elles se concrétisent par une attention portée plutôt sur les matériaux et activités potentiellement polluants que sur les ouvrages de gestion. La mise en réseau d'ouvrages à ciel ouvert à l'échelle de l'opération ou du territoire est ensuite développée. Enfin, les préconisations spécifiques aux cours d'eau urbains et les aménagements dédiés à la restauration sont présentés.

3.1. Gestion ponctuelle des pollutions diffuse

Les petites pluies sont gérées sur site, elles sont intégrées dans la conception des espaces publics et des parcelles où elles sont éventuellement épurées. Le guide *la Ville et son assainissement* (CERTU, 2003) propose une version encore timide de ces ouvrages de gestion *in situ*, précisée et radicalisée par le guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines* (AESN *et al.*, 2013). Les modalités de leur intégration au bâti sont ensuite exposées par le guide sur la récupération des eaux de pluie de l'ASTEE (2015).

Dans le guide *la Ville et son assainissement* (CERTU 2003) la gestion de la pluie nécessite de manier un panel large de techniques :

« Nous préconisons une approche renouvelée du problème que présente le recueil des eaux de pluie sur la ville : dès lors qu'on envisage l'aménagement d'une surface quelle qu'elle soit, au lieu de se demander : "dans quel tuyau vais-je envoyer ces eaux pluviales ?" il y a lieu de se poser ainsi la question : "que vais-

¹⁶⁰ Eau capillaire : « part de l'eau contenue dans un sol qui peut être mobilisée pour l'évaporation ou la transpiration des plantes mais ne participe pas à la recharge en eau des nappes. » (AESN *et al.*, 2013 : 56)

¹⁶¹ Eau gravitaire : « part de l'eau contenue dans le sol qui peut percoler et participer à la recharge en eau des nappes » (AESN *et al.*, 2013 : 56)

je faire des eaux qui tombent sur cette surface ?" Apparaît alors un panel de solutions qui peuvent être combinées entre elles, allant de la limitation de l'imperméabilisation à l'évacuation à ciel ouvert ou, si nécessaire, souterraine, en passant par l'infiltration, la rétention... et qui devront répondre aux besoins échelonnés selon différents niveaux de service définis par rapport à l'importance des précipitations. » (CERTU, 2003 : 7)

Ainsi, la diversité des techniques mobilisables permet d'élaborer des systèmes techniques adaptés aux différents niveaux de service : l'évacuation par les réseaux est une technique parmi d'autres. Les extrêmes du spectre des techniques utilisables sont : la limitation de l'imperméabilisation des sols pour les petites pluies, l'évacuation à ciel ouvert pour les grosses pluies. Les techniques de retenue et les réseaux d'évacuation souterrains apparaissent donc comme des techniques médianes (correspondant aux niveaux deux et trois du zonage pluvial analysé dans la section précédente). Les techniques alternatives sont opposées aux techniques « traditionnelles », adjectif qualifiant comme dans la sous-période précédente, les réseaux :

« deux familles de méthodes sont traditionnellement opposées : les techniques traditionnelles et les techniques dites alternatives (ou compensatoires) visant à retarder l'évacuation des eaux de ruissellement et/ou à les infiltrer. Sur les bases de ces principes un grand nombre de techniques peut être envisagé : puits d'infiltration, fossé ou tranchée drainante, bassin de retenue ou d'infiltration, stockage en pied d'habitation, chaussée à structure réservoir, toiture stockante, etc. Le problème du choix peut être posé depuis l'échelle de l'agglomération [...] jusqu'à celle de la zone urbaine élémentaire (ZAC, lotissement, rue, etc.). » (CERTU, 2003 : 234)

Le panel de techniques proposé est identique à celui de la sous-période 1970-2000 : pavés drainant, enrobés poreux, noues, tranchées drainantes, tranchée d'infiltration, puits d'infiltration, toitures terrasses, bassins secs ou en eau, chaussée à structures réservoir et noues... Les craintes de la sous-période précédente quant à la contamination des eaux de nappes par l'infiltration, sont apparemment limitées par le principe de l'infiltration diffuse :

« Pratiquées aux abords immédiats des surfaces imperméabilisées élémentaires, l'infiltration suffira dans la plupart des cas, du fait de la dispersion, à assurer une protection efficace des nappes sans pour autant entraîner une pollution des sols compte tenue de la faiblesse des teneurs dans les eaux pluviales strictes. Même les pollutions accidentelles, lorsque l'infiltration se fait sur une surface horizontale comme un bassin ou une tranchée, peuvent être stoppées par les premiers centimètres d'épaisseur du sol (sauf substances dissoutes), ce qui permet un curage facile. On cherchera donc toujours à restituer ces eaux pluviales au milieu naturel au plus près de leurs lieux de production et le plus ponctuellement possible, afin de favoriser la dispersion. » (CERTU, 2003 : 49)

L'efficacité de la gestion des pollutions par infiltration diffuse est soulignée par sa capacité à prendre en charge des pollutions accidentelles, intenses. Des précautions sont cependant formulées : l'infiltration est limitée par la perméabilité du sol superficiel, par la profondeur de l'aquifère, la présence ou non d'une couche protectrice naturelle et les usages des sols. L'impact de l'urbanisation sur les aquifères est d'ailleurs présenté comme peu étudié, avec comme inconnue préoccupante les effets à long terme de l'accumulation des charges polluantes retenues par les sols et notamment des risques de relargage vers la nappe (CERTU, 2003 : 148). Des pré-bassins, comme dans l'Instruction technique de 1977, sont également utilisés pour dépolluer les eaux. Comme dans l'Instruction juste citée, le guide du CERTU (2003) souligne que :

« [l]es eaux stagnantes sont des milieux particulièrement vulnérables à toute forme de pollution. Un plan d'eau garde la mémoire de tout ce qu'il reçoit et les effets d'apports d'éléments polluants ne s'y font sentir qu'après un temps de latence plus ou moins important. À *contrario* la restauration d'un bon état dans un plan d'eau pollué sera longue même après la suppression de l'ensemble des rejets. » (CERTU 2003, p. 84)

Les ouvrages de gestion des eaux de pluie, si l'on excepte l'infiltration, semblent avoir peu évolué, dans leur forme et leur principe, depuis l'Instruction technique de 1977. L'importance de la forme des ouvrages pour

la dépollution est cependant soulignée dans le guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines* (AESN *et al.*, 2013) : la manière dont l'eau est amenée et le type d'exutoire comptent pour la dégradation des polluants. Les ouvrages ont différents fonctionnements selon leur forme (cf. figure 5, planche 3.4), leur combinaison permet de les associer : le moteur de l'évolution des techniques est donc la gestion des pollutions diffuses (AESN *et al.*, 2013 : 11).

Les techniques de gestion à la parcelle doivent gérer la totalité des petites pluies par « recharge en eau du sol, évapotranspiration, infiltration » (AESN *et al.*, 2013 : 26) : elles sont notamment gérées grâce aux revêtements poreux qui permettent une perte par mouillage, aux revêtements perméables qui induisent une perte par infiltration, aux surfaces végétalisées pour augmenter l'évapotranspiration (cf. figure 6, planche 3.4). À ciel ouvert et végétalisés, les techniques favorisent les processus de dépollution naturelle : volatilisation, photodégradation, biodégradation (AESN *et al.*, 2013 : 26). Les pollutions sont dissoutes dans les eaux ruisselées : les ouvrages doivent donc combiner décantation et filtration. De manière générale, la zone d'infiltration doit être précédée d'une zone de décantation puis de filtration (bande enherbée...). L'ouvrage d'infiltration doit à la fois favoriser l'interception des polluants et éviter leur transfert en profondeur. Outre la filtration par les sols, la dégradation des polluants par les racines des végétaux est centrale pour la gestion des pollutions (cf. figure 6, planche 3.4). Les sols végétalisés évitent le colmatage dû aux particules fines et au biofilm constitué d'algues et de bactéries (AESN *et al.*, 2013 : 33) et la végétation améliore les propriétés physiques des sols d'infiltration de l'eau : elle en augmente la porosité et les stabilise (AESN *et al.*, 2013 : 36). Le pouvoir de protection des eaux souterraines par les sols végétalisés est utilisé dans des pays d'Europe du nord, à nouveau pris comme modèles (AESN *et al.*, 2013 : 34). Les bassins de roseaux notamment peuvent servir à la dépollution naturelle.

Ce guide développe une approche très fine de la gestion des pollutions des eaux pluviales par les techniques alternatives, permettant l'infiltration et l'évapo(transpi)ration des petites pluies, mais aussi la décantation et la dégradation de leurs polluants, par les sols et par les végétaux, mais également par des ouvrages relevant du génie civil (pré-bassins, décanteurs lamellaires...) : comme dans la sous-période précédente, les végétaux sont combinés aux ouvrages techniques, et servent la qualité des eaux. La plaquette du CEREMA *Préserver la qualité des eaux* (2015) est plus focalisée sur la reconstitution des milieux aquatiques, même si les végétaux sont également utilisés pour l'épuration. La plaquette *Préserver la biodiversité des milieux humides* et leur stade de croissance : elle est imprégnée des conceptions du génie végétal. Elle associe biodiversité et ancienneté de l'aménagement, qui sont proportionnels à la qualité de la phytoépuration (plaquette *Préserver la qualité des eaux*). L'association entre biodiversité et ancienneté peut sembler étonnante si l'on considère que les ensembles végétaux ont tendance à s'homogénéiser avec le temps dans les friches urbaines (Muratet *et al.*, 2007) : elle semble donc mêler une approche utilitariste des milieux (action par la nature, cf. introduction générale), à une approche conversationniste (pour la nature, l'ancienneté des milieux est positive), pas forcément exacte.

La qualité de l'eau, la filtration et la décantation des polluants sont également au cœur de la conception des ouvrages dans le manuel sur la *Récupération et utilisation de l'eau de pluie* (ASTEE, 2015). Les systèmes techniques installés dans les bâtiments récupèrent l'eau des toitures. La composition des matériaux de toiture et des dispositifs techniques peut altérer la qualité de l'eau (ASTEE, 2015 : 22). La localisation de l'ouvrage de stockage peut également avoir une incidence sur cette qualité ; sa proximité à une source de chaleur favorise par exemple le développement de micro-organismes (ASTEE, 2015 : 22). Les conditions de stockage sont donc très importantes pour la qualité de l'eau, qui peut se détériorer par accumulation des matières en suspension décantées, malgré la filtration. Les dispositifs de récupération sont composés par une toiture inaccessible pour la collecte des eaux, des tuyaux pour l'acheminement de l'eau vers un stockage, à l'entrée duquel on trouve un filtre, un ouvrage de tamisage, de traitement, etc. ; et d'une cuve de stockage : elle peut être aérienne à l'extérieur du bâtiment, à l'intérieur du bâtiment, ou enterrée. Un système de distribution achemine l'eau vers les robinets dans le bâtiment ou sur la parcelle, et une signalisation balise

ce système, afin notamment de le distinguer du système d'eau potable¹⁶² (ASTEE, 2015 : 42). Enfin, un trop plein dirige l'eau excédentaire vers le réseau d'évacuation, afin que le système local d'eau de pluie ne déborde pas (cf. figure 7, planche 3.4). De nombreuses préconisations concernent les aspects sanitaires et les éléments de signalisation et de communication : la déconnexion d'avec le réseau d'eau potable, la communication lors de l'installations des nouveaux habitants dans le cadre d'une opération d'urbanisme, mais également lors de la cession du bien immobilier d'un propriétaire à une autre. Les pollutions sont donc omniprésentes : elles sont communiquées par les ouvrages de récupération, accumulées par les dispositifs de stockage, diffusées par les ouvrages d'utilisation.

Les dispositifs de gestion d'eau de pluie dans l'espace public ou à la parcelle sont les mêmes que ceux de la sous-période 1970-2000 ; les guides se focalisent cependant sur leur capacité de dépollution, notamment liée aux sols et à la végétation : la composition des ouvrages doit donc être soignée. Cette attention aux particules, aux pollutions dissoutes, invisibles, à leur accumulation dans le temps, est également présente dans la conception des ouvrages de récupération des eaux de pluie. La gestion diffuse accompagne une conception diffuse des pollutions, parfois impossibles à capter (les pesticides sont impossibles à modéliser par exemple). La conception des pollutions s'est donc largement développée depuis la période précédente, leur traitement est pleinement intégré à la gestion à la source, qu'elle motive d'ailleurs.

3.2. Les techniques en série : des réseaux à ciel ouvert ?

Les fiches d'exemple des guides présentent des systèmes de techniques alternatives hiérarchisées, selon les différents niveaux de gestion, à l'échelle d'une opération urbaine, ou d'un quartier, qui rappellent le modèle proposé par le guide *Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert* (Foncier Conseil, 1991), ou le guide *Organiser les espaces publics pour gérer le ruissellement urbain* (CERTU, 2000) : les ouvrages sont intégrés dans les espaces publics et dans la trame urbaine, stratégiquement disposés dans la topographie du site.

Dans *la Ville et son assainissement* (CERTU, 2003), les « solutions de proximité » composent « un réseau hydrographique à ciel ouvert » (CERTU, 2003 : 48). Ces petits systèmes de techniques alternatives, combinant tranchée d'infiltration, puits d'infiltration, toitures terrasses, bassins secs ou en eau, chaussées à structures réservoir et noues, sont néanmoins toujours associés en évacuation aux réseaux d'eaux pluviales. Ils doivent être « réalisé[s] selon un schéma le plus indépendant possible de celui des eaux usées, afin d'écarter le risque d'erreur de branchement » (CERTU, 2003 : 51). Pour les fortes pluies, comme dans les guides de la fin des années 1990, la circulation par les voiries et l'acheminement des eaux vers les places et espaces verts pour leur stockage et infiltration prévaut. La multifonctionnalité et la visibilité des techniques sont préconisées, essentielles à leur bonne gestion (CERTU, 2003 : 62). Les techniques alternatives sont données comme éléments paysagers et esthétiques de valeur dans l'espace urbain, notamment par leur faculté à s'adapter au site, selon les préceptes classiques de la gestion intégrée (CERTU, 2003 : 63).

Le guide sur l'assainissement intégré (CERTU, 2008), réédition du guide sur les techniques alternatives (CERTU, 1998), insiste également sur le caractère multifonctionnel des techniques, qui garantit leur pérennité. L'avant-propos de l'ouvrage indique que les techniques alternatives se sont démultipliées depuis la première édition, qu'elles ont suscité l'intérêt des collectivités et des aménageurs, leur place dans les stratégies de gestion des eaux de pluie ayant notamment été explicitée par le guide du CERTU de 2003 *la Ville et son assainissement*. Le document ajoute au panel des techniques présenté en 1998 les toitures végétalisées, qui figurent donc comme une innovation de la sous-période, et illustrent la propagation de l'usage des végétaux. L'intégration des techniques dans des conceptions d'ensemble est présentée par l'étude

¹⁶² L'utilisation de l'eau de pluie à l'intérieur de la maison est en effet conditionnée par le respect d'un certain nombre de normes techniques : le réseau d'eau pluviale doit être bien distinct du réseau d'eau potable pour éviter une contamination.

de l'opération Bordeaux Technopolis, reprise de l'édition de 1998, et de la côtière de Beynost, elle-même reprise par le guide du CERTU de 2007 : les guides deviennent redondants.

Le deuxième fascicule sur l'aménagement des bassins versants du *Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau* (CERTU 2007) présente des systèmes techniques pensés à l'occasion de plans ou programmes portant sur un bassin versant entier, pas ou peu urbanisés. La première fiche porte sur le cas de la commune de Beynost au nord de Lyon, située sur un coteau et victime de crues torrentielles (cf. figures 5, 6 et 7, planche 3.5). En réponse au problème d'inondation urbaine, le plateau agricole amont est aménagé notamment par des haies sur merlon¹⁶³, l'orientation du labour, des bassins en crête de plateau, et des bassins de rétention ; les voiries des coteaux sont équipées de bordure pour confiner le ruissellement vers des bassins, et la zone urbaine en techniques alternatives et en bassins de rétention en zone amont également, alors que les voiries sont dotées d'un caniveau central en plus des deux caniveaux latéraux. Le modèle proposé, qui fait le lien entre les zones agricoles et des espaces urbains en aval, évoque celui de Foncier Conseil (1991), mettant notamment en avant un système de haies-fossés et portant sur un bassin versant mi-urbain/mi-rural. L'étude évaluant l'incidence du schéma de cohérence territoriale (SCoT) en révision sur la gestion des eaux de pluie dans le bassin d'Arcachon, au nombre de l'analyse des « plans » du fascicule sur l'assainissement urbain (CERTU, 2007) est sur le même modèle. La gestion des pluies, ancienne dans le bassin, articule les principes suivants :

« la limitation de l'imperméabilisation, la limitation du ruissellement à la source, le freinage des écoulements à l'amont, la limitation de la concentration grâce aux techniques alternatives, l'interception-rétention¹⁶⁴ ; le stockage-laminage¹⁶⁵ ; ou le stockage-infiltration¹⁶⁶, le débit de fuite limité au débit naturel, l'amélioration du drainage pour accroître le stockage dans le sol superficiel, le traitement différencié entre les orages d'été et les pluies d'hiver, le découplage hydraulique entre les apports extérieurs et apports urbains, l'utilisation systématique d'infrastructures linéaires pour intercepter les écoulements. » (CERTU, 2007a : 42)

Le guide fait donc état d'une mobilisation large de tous les moyens possibles, articulés entre eux, de gestion des eaux de pluie à l'amont des réseaux. En synthèse, est mis en avant le principe d'un découplage hydraulique qui consiste à intercepter l'eau des secteurs agricoles ou périurbains avant leur arrivée en centre-ville, et la limitation des rejets des nouvelles zones urbanisées (3 L/s/ha) (CERTU, 2007a : 44). L'étude préconise notamment une urbanisation morcelée et non diffuse, et une attention à la préservation des espaces perméables et verts : dans ces deux exemples, la gestion des eaux de pluie transcende la distinction entre espaces urbain et rural et est pensée à l'échelle d'un bassin versant. L'intérêt des trames végétales, associées à un rehaussement ou un creusement des sols (fossés ou merlons), pourtant jamais évoquées au titre des techniques alternatives, est plusieurs fois souligné.

À ces systèmes de gestion des eaux de pluie conçus de l'amont à l'aval, par divers ouvrages ponctuant la vallée, s'ajoute une conception en réseau à l'échelle d'opérations d'ensemble de l'espace urbain. Elles sont au nombre de trois : la ZAC Andromède à Toulouse (cf. figures 1 et 2, planche 3.4), une zone d'activité à Saint-Barthélemy d'Anjou et « les terrasses de Romagnat » (cf. figures 3 et 4, planche 3.4). (CERTU, 2007a : 41). Les deux premières opérations sont équipées d'un réseau local de techniques alternatives conçu pour gérer une pluie cinquantennale. Dans la ZAC Andromède, les canalisations enterrées dimensionnées pour une pluie décennale forment un premier réseau ; elles se déversent dans des noues dimensionnées pour les pluies vicennales, et formant un réseau secondaire. En dernière instance, dimensionnés pour une pluie cinquantennale, des bassins en eau assurent la surverse des noues. L'objectif du système d'assainissement mis en place est d'éviter la concentration rapide des eaux pluviales. Dans la zone d'activité de Saint-

¹⁶³ Ici le merlon désigne simplement un talus de terre.

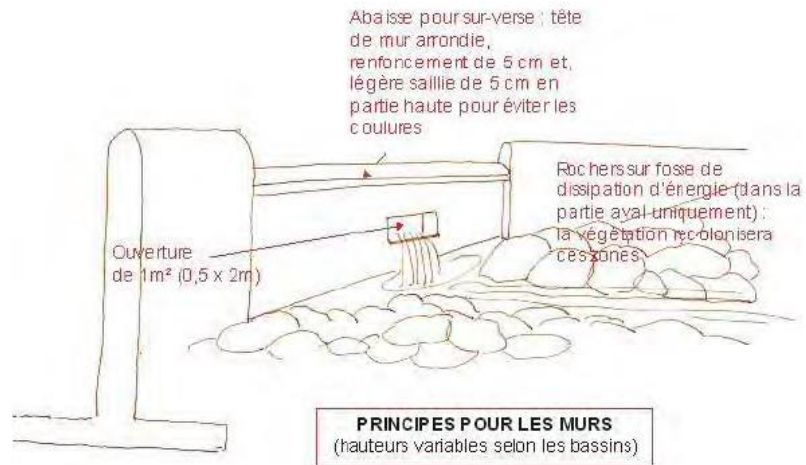
¹⁶⁴ Stockage et retenue des volumes.

¹⁶⁵ Stockage et diminution des volumes.

¹⁶⁶ Stockage et infiltration des volumes.

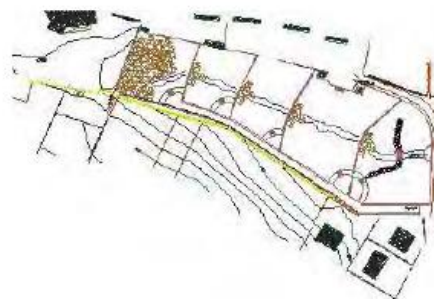
Barthélémy, quatre sortes de noues ont été mises en place ; les premières sont peu profondes, elles sont complétées par des fossés plus ou moins pentus et profonds, par une très grande noue de 2 000 m³ et enfin par une noue ressemblant à un bassin sec de 9 500 m³. Trois des huit bassins sont en permanence en eau : selon le guide, une faune et une flore spécifique pourront s'y installer (CERTU, 2007a : 68). Le projet gère également les eaux de ruissellement du sous-bassin versant urbanisé alentour. L'opération des Terrasses de Romagnat, à Clermont-Ferrand est un peu spécifique, elle lie gestion des eaux de pluie et des cours d'eau : une série de dix-sept bassins a été créée dans le lit de la Gazelle, petit cours d'eau de la commune. Ce projet, inscrit dans le schéma d'assainissement pluvial de l'agglomération, se substitue à celui d'un bassin d'orage de très grande taille nécessitant des terrassements : il permet de ne pas modifier la topographie de la vallée, ainsi que de remettre la Gazelle dans son lit à ciel ouvert (CERTU, 2007a : 74). Les bassins sont scindés par des sortes de seuils, en réalité murs en béton sablés, et se déversent les uns dans les autres, selon le principe des vases communicants (cf. figures 3 et 4, planche 3.4). Ils gèrent une crue décennale, au-delà de laquelle les rues avoisinantes servent à conduire l'eau. Les éléments de patrimoine du site sont préservés et restaurés, et des panneaux pédagogiques sur les milieux humides et le risque d'inondation ont été installés.

Les guides présentent donc des systèmes de techniques, adaptées à un site, à des objectifs de gestion, et liées entre elles. Ces systèmes sont conçus parfois à l'échelle d'un bassin versant, pour gérer un ruissellement amont aval, allant éventuellement d'un espace agricole intensif vers la ville, comme à Beynost, ou à l'échelle d'opérations urbaines gérant leur propre ruissellement. Les situations intermédiaires entre la gestion des cours d'eau et celle de la pluie sont fréquentes et certainement multipliées par la gestion en surface de la pluie. L'abstraction de la frontière entre pluie et cours d'eau est aussi visible dans les analyses des aménagements des rivières urbaines, objet de la sous-section qui suit.

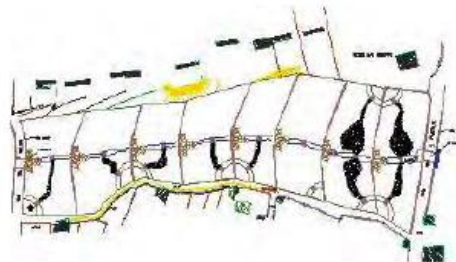


Source : Sycomore

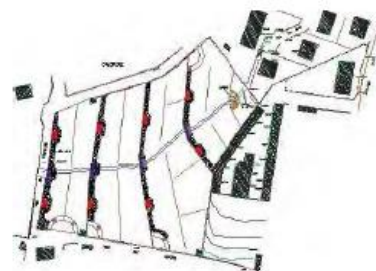
Figure 3 Digue de séparation des bassins des terrasses de Romagnat (63) (CERTU 2007, fascicule 1, p. 73)



Secteur supérieur



Secteur intermédiaire



Secteur aval

Figure 4 Photographies et schémas de l'aménagement des bassins dans le lit du cours d'eau la Gazelle (CERTU 2007, fascicule 1, p. 75)

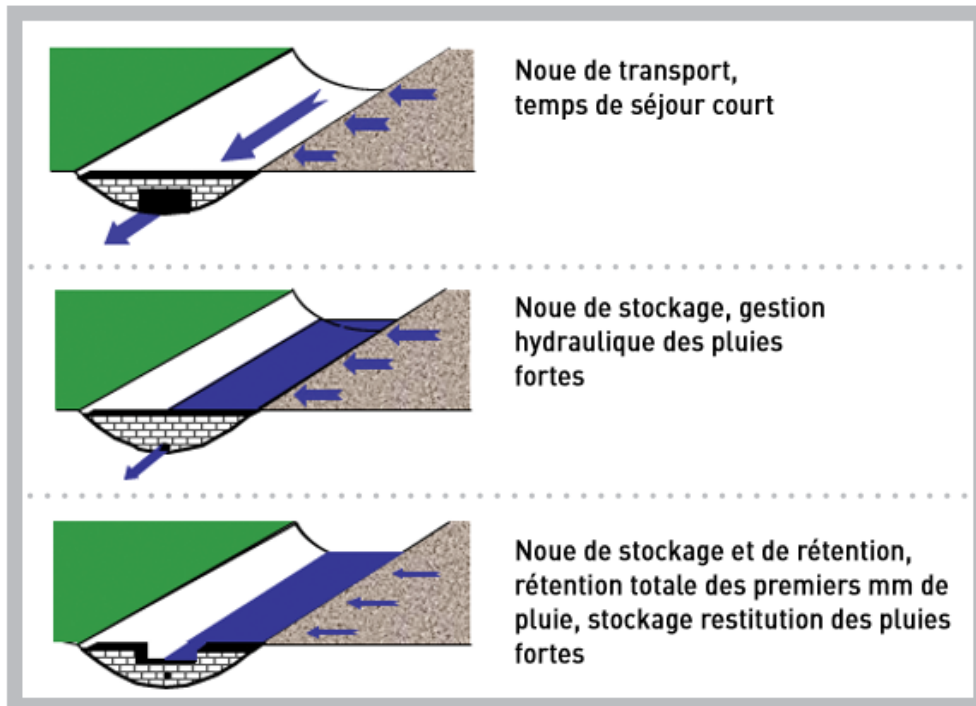


Figure 3 :
fonctions dédiées
à une noe
selon le mode de
régulation choisi

Figure 5 Schémas en perspective montrant la différence de conception entre les noues de transferts et de rétention (AESN, LEESU, CU, 2013, p. 30)

- 1 Précipitation
- 2 Interception par la végétation
- 3 Evaporation/évapotranspiration
- 4 Ruissellement
- 5 Infiltration dans le sol
- 6 Rétention dans le sol (Capacité au champs)
- 7 Ecoulement hypodermique
- 8 Ecoulement vers le sous-sol, recharge de la nappe

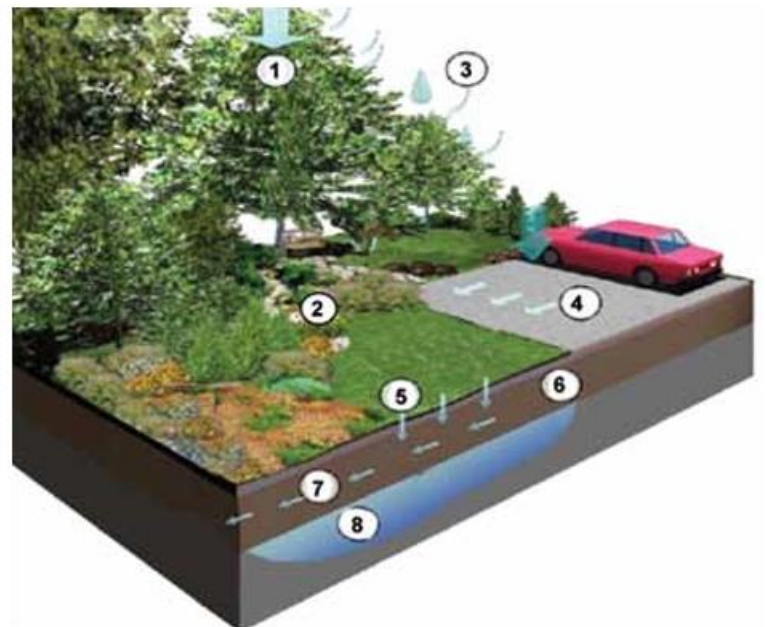
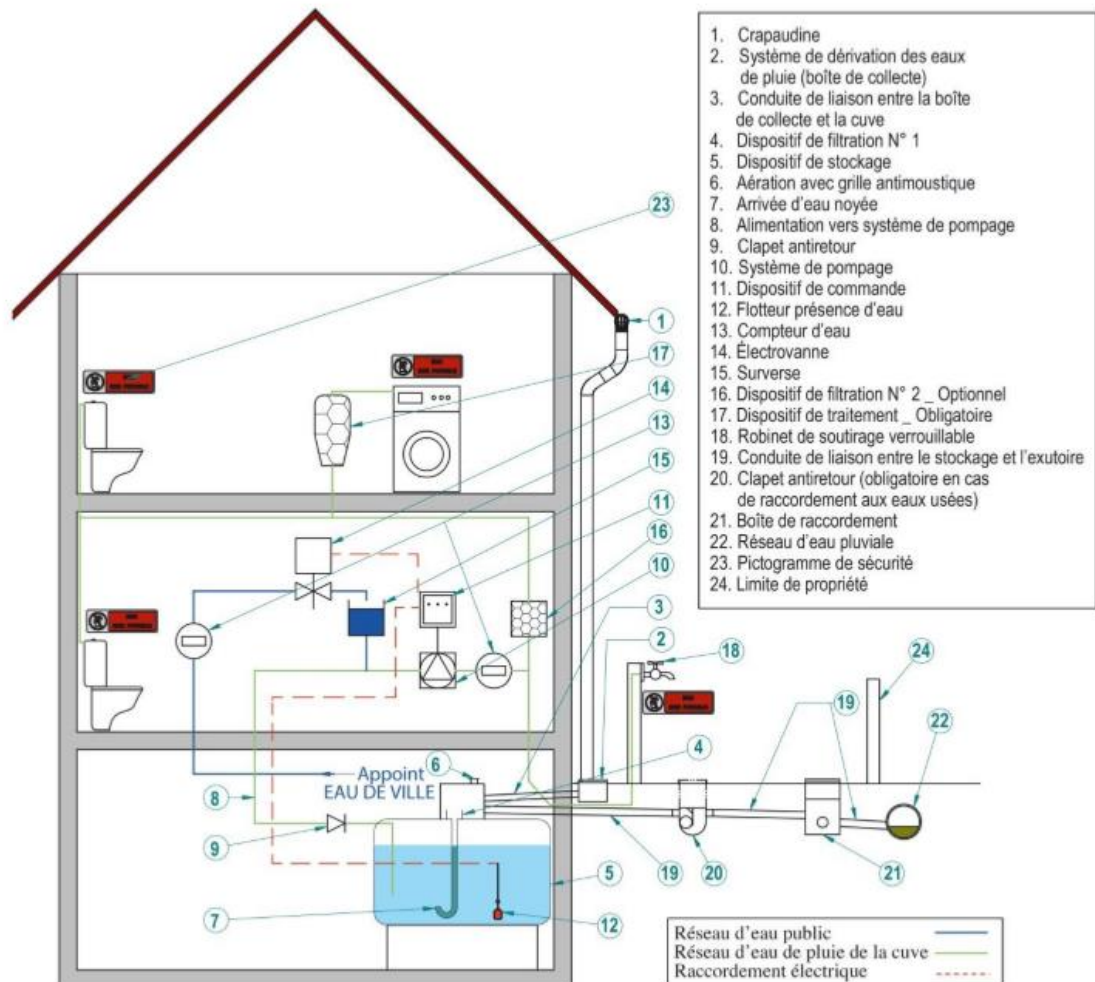


Figure 8 : Les différentes variables hydrologiques dans le concept d' «aménagement paysager absorbant» (Absorbent landscape, d'après les documents du Greater Vancouver Regional District)

Figure 6 Phénomènes hydrologiques dans une noe d'infiltration végétalisée associée à un parc de stationnement (AESN, LEESU, CU, 2013, p. 11)



L'utilisation d'eau de pluie pour le lavage du linge est autorisée à titre expérimental, tel que défini par l'arrêté du 21 août 2008.

En cas de raccordement au réseau d'assainissement, l'utilisation de l'eau de pluie conduisant à des rejets dans ce réseau est soumise à déclaration d'usage en mairie, tel que mentionné à l'article R. 2224-19-4 du Code général des collectivités territoriales.

Figure 7 : Installation avec stockage en sous-sol du bâtiment avec usages intérieur et extérieur et trop-plein rejetant au réseau

Figure 7 Dispositif de récupération des eaux de pluies dans une maison (ASTEE 2015, p. 44)

« Les milieux humides,
des cœurs de quartier urbain,
sources de vie sociale et de culture
pour les riverains »

EN PRATIQUE

Pour préserver ces fonctionnalités, des initiatives fortes peuvent être engagées :

- S'appuyer sur le paysage humide existant dans le projet d'aménagement et bien analyser le fonctionnement hydraulique et écologique environnant
- Anticiper l'intégration des milieux humides dans un projet urbain afin d'assurer une cohérence forte dans l'enchaînement des espaces
- Assurer une transition entre les espaces les plus urbains des cœurs d'îlots jusqu'aux espaces naturels

À SAINT-JACQUES-DE-LA-LANDE (35)

Construire un projet cohérent
s'appuyant sur le paysage existant



La déclinaison de l'eau au travers des espaces publics est un axe fort du projet d'aménagement du nouveau centre-ville de Saint-Jacques de la Lande.

Le parcours de l'eau constitue la charpente d'un parc ouvert en 2010, dans le cadre du développement du centre urbain.

Ce parc s'appuie sur des milieux humides naturels et artificiels créés dans l'optique de la gestion des eaux pluviales. L'eau est visible dans le quartier et ses abords, sous forme de noues, prairies humides, roselières, mares... La découverte des milieux par les habitants est spontanée et facile d'accès.

Le projet est une réussite car paysagistes et écologues partagent la même vision du fonctionnement du territoire et des atouts à mettre en valeur.

À GRAND-CHARMONT (25)

Un projet à deux échelles :
bassin-versant et milieu humide

Afin de renouveler la qualité de son habitat, la ville de Grand-Charmont s'est engagée dans les années 2000 dans un projet d'aménagement de ZAC. S'est alors posée la question de la gestion des eaux pluviales de ce nouveau quartier. Suite à des inondations et à de nombreuses pollutions des milieux aquatiques, l'agglomération de Montbéliard s'oriente vers le développement de techniques alternatives pour l'ensemble des projets d'urbanisation du secteur : ZAC mais aussi lotissements, zone artisanale.



L'option est prise de réhabiliter l'ancienne zone humide des Jonchets, asséchée dans les années 1960. Le milieu est réalimenté en eau via le ruissellement en surface et l'interception de sources. Cette restauration conduit à la création d'une mosaïque de milieux : mares, étang, noues... Le milieu humide est intégré dans un parc de 7 ha, relie aux quartiers environnants par des circulations douces. L'objectif est alors de créer un milieu diversifié, pédagogique, accessible aux riverains par des cheminements piétonniers et pistes cyclables.

L'un des points forts de cette opération est de transformer ce qui apparaît comme une menace pour la nature (un projet d'urbanisation) en opportunité pour réhabiliter un espace naturel. Cette restauration joue un rôle positif en terme de qualité de vie du nouveau quartier : diminution des risques d'inondation à l'aval, diversification des paysages, créations d'un réservoir de biodiversité, etc.

L'urbanisme vient s'adapter
au milieu physique :

L'aménagement a été réfléchi en fonction des dépressions naturelles et plus généralement de la morphologie du site.



Contact : milieuxhumides.urbanisme@cerema.fr • Lien vers le catalogue : www.cerema.fr rubrique Nos éditions

Figure 8 Exemples d'opérations intégrant la gestion des eaux de pluie et structurant un quartier (CEREMA 2015, plaquette *Intégrer les milieux humides dans l'aménagement d'un quartier*)

Commentaire de la planche 3.4

La planche 3.4 met en évidence différents types de représentations des réalisations dans les guides techniques de la sous-période 2001-2015 : les dispositifs techniques sont illustrés dans le cadre d'une opération, dans le périmètre d'un aménagement de cours d'eau, ou bien, pour le cas de la récupération des eaux de pluie, à l'échelle d'un bâtiment.

Les quatre premières figures de cette planche sont issues du fascicule 1 du *Manuel de recommandation pour l'intégration du développement durable* (CERTU 2007). Les figures 1 et 2 sont des illustrations de la ZAC Andromède de Toulouse : sur la **figure 1** on voit l'ensemble des opérations associées à la venue de l'assemblage de l'Airbus A 380, et donc l'ampleur de la mutation du territoire engagée ; la ZAC Andromède s'étend en effet sur 210 hectares, une portion importante de territoire est aménagée (fascicule 1, CERTU, 2007 : 59). Sur la **figure 2** est représenté le système de la gestion de l'eau de pluie : la ZAC est fortement maillée par des canalisations enterrées, qui conduisent l'eau aux noues et bassins. Un système local alliant petit réseau et milieux aquatiques artificiels est créé, la gestion de surface est partielle, l'eau est concentrée dans des bassins.

Les figures 3 et 4 illustrent l'opérations des terrasses de Romagnat : sur la **figure 3** est représenté un schéma du mur de retenue des bassins. La fenêtre de surverse laisse le petit cours d'eau s'écouler en cascade : c'est le filet d'eau central dans les bassins, qui se remplissent pendant la crue. En pied de la chute d'eau un pavage pierreux protège les sols de l'érosion. La légende indique que la végétation va coloniser l'aménagement. La **figure 4** présente les trois secteurs des terrasses : le secteur supérieur, végétalisé, avec une zone pédagogique sur les milieux humides, le secteur intermédiaire plutôt dédié à des usages ludiques, et le secteur aval où les jardins partagés sont conservés. Les terrasses de Romagnat (63) sont un bel exemple de préservation d'un bassin majeur de cours d'eau par un aménagement paysager.

La **figure 5**, issue du guide *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines* (AESN et al., 2013), compare trois types de noues : une noue de stockage, une noue de transport et un troisième modèle permettant la gestion sur site des petites pluies. La retenue d'eau et son installation pour la surverse sont essentielles : la retenue permet de faire stagner, et donc d'infiltrer les petites pluies, tandis que la surverse évacue les pluies moyennes vers un autre dispositif ou une autre section de la noue. La **figure 6**, issue du même guide, illustre quant à elle le fonctionnement d'un ouvrage d'infiltration dans son contexte : la noue présentée est associée à un parc de stationnement, espace réputé pollué par les hydrocarbures et autres composés liés au stationnement des voitures. Une partie des eaux est précipitée dans l'ouvrage, une autre ruisselle du parc de stationnement vers l'ouvrage. La végétation intercepte une partie de l'eau et l'évapotranspire, une autre partie est infiltrée, et intègre les flux d'eau souterrains ou va rejoindre les eaux de nappes plus profondes.

La **figure 7** est extraite du guide sur l'utilisation des eaux pluviales produit par l'ASTEE en 2013. Elle présente une installation domestique avec une cuve intérieure installée dans la cave. Le dispositif de stockage récupère les eaux de toiture par la gouttière, et rejette le surplus d'eau récupérée au réseau d'eau pluviale. Ce réseau domestique sert à l'approvisionnement des toilettes, de la machine à laver, et à un robinet extérieur. La complexité du système est évidente : vingt-quatre items sont nécessaires pour en détailler les différentes parties.

Enfin la **figure 8** est la deuxième page de la plaquette sur l'utilisation des milieux humides pour l'aménagement d'un quartier (CEREMA, 2015). Les deux opérations, présentées succinctement, sont des exemples d'intégration de la gestion au site de réhabilitation du patrimoine, qui mutualisent enjeux paysagers et écologiques.

Les techniques de gestion de la pluie sont données comme tissant avec leur environnement, immédiat ou large, des relations complexes.

3.3. L'hydrographie urbaine : des espaces naturels artificiels

L'analyse d'aménagements des cours d'eau urbains et des milieux humides réalisée par les guides fait apparaître la grande artificialité des espaces dits naturels en ville. L'utilisation de techniques de génie végétal ou de restauration, fondée sur la dynamique fluviale, s'applique à une situation hydrologique déjà très modifiée. Néanmoins, ces aménagements sont possibles, ils se mêlent à d'autres approches du modelage des cours d'eau en ville, et sont considérés comme des *minima* par les approches de restauration.

Le guide *Aménager les rivières en ville, Exemples et repères pour le montage d'opération* (CERTU, 2002) présente une vingtaine d'opérations prélevées dans toute la France, concernant des portions de rivière en milieu urbain « qu'il s'agisse de grandes agglomérations [...] ou de petites villes situées en milieu périurbain. Ils concernent des cours d'eau très différents par leur taille [...], leur régime [...], ou leurs usages. » (CERTU *et al.*, 2002 : 34). Les opérations présentées mêlent des approches de génie civil, des valorisations paysagères de site et des renaturations de berges. La restauration hydromorphologique des cours d'eau cependant n'est pas présente dans ce guide. Les opérations sont illustrées par des plans de situation de l'opération et des photographies des aménagements réalisés, avec encore une fois l'utilisation d'illustrations de type avant/après (cf. figures 8, 10 et 11 planche 3.5). Elles datent pour la plupart de la fin des années 1980 et des années 1990, sont donc antérieures à la multiplication des opérations de restauration des cours d'eau (Morandi, 2014). Certaines opérations sont « intégrée[s] dans un projet d'aménagement urbain [...], étroitement lié à la revalorisation d'un quartier [...] ». D'autres sont réalisées « principalement pour développer le tourisme local ou les loisirs », ou liées à une « création de bassins », d'autres « ont pour objectifs de lutter contre les inondations et préserver les zones inondables naturelles, mais aussi de requalifier sur le plan paysager [...], d'assurer une continuité piétonne et une coulée verte au cœur de la ville » et certains « aménagements [sont] réalisés dans le cadre d'une gestion intégrée du bassin versant » (CERTU *et al.*, 2002 : 34 et 35).

Les techniques et les aménagements réalisés sont essentiellement présentés dans la planche 3.5 (cf. ci-dessous). Le guide donne des précisions sur le contexte de l'opération, les acteurs, les procédures, l'entretien et les montants financiers en jeu. En synthèse, dans certaines opérations la distinction est faite entre des portions très urbaines du cours d'eau, aménagées pour les citadins, et des portions plus « naturelles » où techniques végétales et milieux associés au lit du cours d'eau sont réalisés (figures 1 et 2, planche 3.5). Certaines opérations présentées sont essentiellement composées d'ouvrages à la vocation hydraulique forte : les bassins de rétention et de décantation figurent aux nombres de ceux-ci, ainsi que des bassins visant à gérer les crues des cours d'eau. Les techniques douces ou végétales sont par ailleurs largement mises en avant, elles sont souvent utilisées sur des cours d'eau très contraints et modifiés, afin de végétaliser et stabiliser leurs berges et de gagner en qualité paysagère et écologique (figure 3, planche 3.5). Les exemples d'aménagements de rivières urbaines font état de situations et d'objectifs très divers, ainsi que d'ambitions écologiques ou paysagères variées : certaines sont essentiellement esthétiques, elles valorisent un lieu pour les citadins, elles participent d'une reconquête urbaine des berges de cours d'eau typique des années 1980-1990, associées au développement économique, touristique, urbain. D'autres sont liées à l'évolution récente de l'espace périurbain, due à l'industrialisation ou à l'urbanisation, ou encore à l'agriculture intensive, qui modifient l'hydrologie du site et entraînent des phénomènes d'inondations, d'ensablement... Les techniques végétales sont associées à la gestion des boisements de berges et au désenvasement des cours d'eau, *i.e.* selon le vocabulaire du *Guide de protection des berges* (Silène-Biotec, 1994), à leur assainissement.

Le *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007) développe essentiellement les principes d'une bonne restauration des milieux aquatiques en fonction de dysfonctionnements ponctuels, identifiés dans le lit mineur ou majeur du cours d'eau. Les situations typiquement urbaines de séparation d'un cours d'eau de son bassin versant, de soutien d'étiage par des réseaux d'eaux pluviales, et autres situations de symbiose très forte entre l'hydrologie d'un site et les systèmes techniques évoquées dans le guide sur les rivières urbaines juste présenté (CERTU, 2002) ne sont pas présentes dans ce manuel. Quinze fiches d'aménagement présentent les différents niveaux de restauration

possibles, la **planche 3.5** une présenter certaines de ces techniques (figures 8 à 11, planche 3.5). Certains concernent essentiellement le lit mineur du cours d'eau. Les petits aménagements piscicoles, issus du monde de la pêche, constituent une restauration *a minima*, d'un seul compartiment de l'écosystème. Il s'agit souvent seulement de la restauration d'un habitat spécifique à un stade de développement d'une espèce cible de poisson. Ils sont d'ailleurs décrits comme des « verrues » dans le paysage, le guide recommande donc de les dissimuler - des arbres avec des systèmes racinaires aériens en bord d'eau peuvent les cacher - et de les réaliser avec des matériaux proches des matériaux du site. La création d'une ripisylve est un autre type de restauration possible. Cantonnée aux seules berges du cours d'eau, elle est souvent couplée à un aménagement plus important. Elle consiste en une végétalisation simple, en la réalisation de techniques en génie végétal, ou encore de déflecteurs¹⁶⁷ qui permettent à la végétation rivulaire de se développer. Une attention spéciale doit être portée à l'écoulement de l'eau : les arbres peuvent refermer le milieu ou créer des embâcles qui aggravent les crues. Les techniques de génie végétal sont décrites comme des techniques de diversification de berges sur les grands cours d'eau navigués, composant avec le batillage, les marées dans les estuaires, et autres. Ce sont les mêmes techniques qui étaient exposées par le guide de Silène-Biotec dans le guide de 1994 (Silène-Biotec, 1994). Elles induisent souvent un retalutage des berges qui doivent être les plus douces possibles. Un « bourrelet végétal souple » est donc préconisé en milieu voire haut de berges, tandis qu'un enrochement maintient le pied de berge. Boutures, notamment de saules en milieu de berges, géotextiles et hélrophytes en bord d'eau sont mis en œuvre.

Les ouvrages de restauration hydromorphologiques sont caractérisés par la localisation de l'intervention : dans le lit mineur ou dans le lit majeur. Les interventions dans le lit mineur visent à reproduire un faciès de cours d'eau non contraint pour en recréer les fonctionnalités¹⁶⁸ (figures 8 et 9, planche 3.5). Ils sont soit recréés de toute pièce, soit le cours d'eau est « aidé » par des petits dispositifs. Le lit mineur peut également être reconnecté aux zones humides associés¹⁶⁹. Enfin, la restauration peut consister en la suppression d'ouvrage, permettant de redonner au cours d'eau un profil dit plus naturel, et aux alluvions et espèces aquatiques de circuler¹⁷⁰ (figure 10, planche 3.5). La restauration hydromorphologique est cependant le fruit d'un compromis :

¹⁶⁷ Ouvrage servant à dévier le courant du cours d'eau : un épi par exemple est un déflecteur, il permet de recentrer le courant du lit mineur.

¹⁶⁸ Ce sont les épis, les bancs et les risbermes : ouvrages situés dans le lit mineur des cours d'eau, accrochés à la berge, ils permettent de dynamiser les cours d'eau au débit faible, d'augmenter la profondeur d'étiage et de créer des microturbulences favorables à la vie aquatique. Un autre aménagement de restauration concernant le lit du cours d'eau est la reconstitution du matelas alluvial, composé des alluvions grossières héritées, non charriées par le cours d'eau. Enfin, les seuils et rampes forment des obstacles dans le lit mineur du cours d'eau, ils peuvent être utilisés pour bloquer la charge alluvionnaire, diversifier le faciès des cours d'eau et reconnecter une zone humide au lit mineur. Ces ouvrages doivent être franchissables par les poissons remontant les cours d'eau.

¹⁶⁹ Il est indiqué qu'un guide entier pourrait être consacré au sujet car les cas de reconnexion sont très divers. Les annexes hydrauliques sont des zones de reproduction et de grossissement pour les poissons, mais aussi des zones vitales pour d'autres espèces comme les insectes, les batraciens... Elles sont nommées mortes, noues, raies, baissières, lônes, boires, couasnes, etc. selon les régions. Une typologie selon leur niveau et ancienneté de déconnexion du lit mineur est proposée. Il est à noter qu'elles apparaissent et disparaissent avec l'évolution du cours d'eau : leur disparition n'est donc pas forcément anormale. Elles sont depuis longtemps restaurées pour la pêche, notamment pour la création de frayère pour le brochet.

¹⁷⁰ Ce sont notamment les arasement (abaissement) et dérasement (suppression) de seuil, très pratiquées, ou bien la suppression des contraintes latérales qui est un niveau de restauration plus ambitieux, car les contraintes visent souvent à protéger des zones urbaines. Elles sont plutôt pratiquées en milieu rural. Les suppressions latérales peuvent également concerner la suppression de digues ou leur recul, afin d'élargir la zone dédiée au lit du cours d'eau. Elle permet également la reconnexion avec les annexes hydrauliques. Enfin, la suppression d'ouvrages peut concerner les étangs qui génèrent des dysfonctionnement majeurs (discontinuité du lit du cours d'eau, transformations des caractéristiques physico-chimiques, etc.).

« L'objectif des préconisations présentées ci-dessous est essentiellement de fournir les éléments permettant d'aboutir au meilleur compromis possible entre la restauration d'un lit majeur fonctionnel et la préservation des usages économiques au sein de ce lit majeur. » (Biotec Malavoï 2007, p. 75)

Les auteurs font donc valoir ici les limites de la restauration hydromorphologique, à savoir, les usages économiques des sols, agricoles et urbains. Les opérations de restauration consistant à remettre un cours d'eau à ciel ouvert ou à transformer la géométrie de son lit mineur nous intéressent cependant particulièrement, puisqu'il s'agit d'une situation typiquement urbaine (cf. figure 11, planche 3.5). L'enterrement est la transformation la plus lourde que peut subir un cours d'eau ; la remise à ciel ouvert implique des travaux lourds de démolition et reconstruction, et la nécessité de maîtriser le foncier dans des espaces urbains parfois denses. Le lit originel du cours d'eau n'est pas forcément accessible : il faut parfois créer un nouveau tracé. La modification de la géométrie du lit mineur/moyen est pertinente si l'emprise foncière dédiée à la restauration est limitée. C'est donc une opération un peu paradoxale :

« La modification de la géométrie du lit mineur/moyen dans un espace limité constitue une opération technique délicate à mettre en œuvre, puisqu'elle est toujours le résultat d'un compromis *a priori* antinomique, entre la volonté de produire un milieu alluvial élargi tout en étant néanmoins contraint. Une telle mesure nécessite des capacités évidentes "d'anticipation" de la part du concepteur concernant la dynamique future du cours d'eau (à la fois physique et végétale). [...] [I]l s'agit de favoriser une certaine dynamique tout en la "contraignant". » (Biotec-Malavoï *et al.*, 2007 61)

Il s'agit d'une restauration active (artificielle) qui consiste à amener rendre le lit du cours d'eau accidenté, un peu à la manière de la revitalisation de la rivière Los Angeles présentée en introduction générale de ce mémoire. Une juxtaposition de techniques diverses de restauration est préconisée : alternance de zones profondes et de radiers, création de risbermes, apport de graviers, plantation de végétaux adaptés, création d'un lit d'étiage (lorsque le débit du cours d'eau est au plus bas) formant des méandres, etc. Enfin, parmi les opérations les plus ambitieuses de restauration, se trouvent le reméandrage et la recréation. Les rectifications de cours d'eau ont consisté à rescinder les méandres sur de longues distances : le reméandrage vise à remettre le cours d'eau dans ses anciens méandres. Si la connaissance du tracé sinueux a été perdue, des lois géométriques sont utilisées, mais les auteurs indiquent qu'il est plus fiable d'utiliser les anciens tracés lorsqu'ils sont connus. Les aménagements de restauration proposés par le guide de Biotec et Malavoï sont donc dépendants de la puissance du cours d'eau ; reposant idéalement sur un laisser-faire du cours d'eau, ils se concrétisent, quand celui-ci n'a pas la puissance hydraulique suffisante, par des aménagements de modelage du lit mineur et éventuellement majeur du cours d'eau assez conséquents.

La plaquette générale du document du CEREMA (2015) sur la réhabilitation des milieux humides en ville concerne les marais, prairies humides, mares ou étendues d'eau vastes et calmes. Les actions à entreprendre varient de la restauration d'un milieu humide asséché ou à l'abandon, à la restitution d'espaces de divagation pour les cours d'eau, en passant par la mise en valeur, par des parcours pédagogiques notamment, de l'eau en ville. Des réseaux de mares avant rejet aux cours d'eau, ou des zones humides asséchées alimentées par les eaux pluviales urbaines, combinées à des techniques alternatives de transfert, donnent forme aux milieux humides urbains. Les exemples développés par les fiches présentent notamment des mares permettant le confinement de la pollution associée à une installation industrielle, ou en amont d'un plan d'eau, qu'elles prétraient en lagunage (c'est le cas des lacs d'Essonne à Grigny, en amont desquels cinq hectares de zones humides ont été créés, plaquette *Qualité des eaux*). Les zones d'expansion de crue sont au nombre des milieux humides présentés par les fiches ; ce sont des prairies humides, des anciens bras morts ou des gravières (figure 12, planche 3.5). La fonction écologique des zones humides est essentiellement définie par leur qualité de lieu de reproduction et de vie à l'état de têtard d'un certain nombre d'espèces (figure 13, planche 3.5). Un réseau de mares et de jardins peut constituer un corridor écologique, la faune et la flore des milieux humides étant complémentaire de celle des jardins. Leur fonction structurante s'incarne par des liaisons douces liant le cœur des zones humides à protéger à l'espace urbain à proprement parler : la zone humide peut constituer le cœur d'un parc urbain relié à un quartier par des chemins. La

conception des sites s'appuie sur les paysages humides existants, le fonctionnement hydraulique et écologique environnant. Le parcours de l'eau forme alors la charpente des parcs avec des milieux humides artificiels dédiés à la gestion des eaux pluviales, constitués notamment de noues, prairies humides, roselières et mares. Les dépressions naturelles et la morphologie du site guident les projets (figure 8, planche 3.5). Des aménagements pédagogiques doivent être mis en place pour sensibiliser les citoyens au fonctionnement des espaces humides et assurer leur respect. L'aménagement des cheminements dans les espaces humides inclut des postes d'observations, des passerelles en lattes de bois pour préserver les espaces au sol des piétinements. Ils peuvent accueillir des sports nautiques et la pêche. Les plaquettes du CEREMA constituent une sorte de synthèse de vulgarisation associant les trames vertes et bleues à la gestion intégrée de l'eau de pluie et des cours d'eau en ville.

La proposition d'intégration d'espaces aquatiques en ville est donc renforcée dans la sous-période 2001-2015 : les bassins de gestion de l'eau en ville ne sont plus des ouvrages en eau, selon l'esthétique des aménagements anthropocentrés des cours d'eau, mais des milieux humides, correspondant à la fois à une vision écocentrique et à une esthétique de la naturalité, importée des doctrines d'aménagement des cours d'eau (Barraud, Germaine, 2017). La restauration des rivières en ville semble quant à elle dans une impasse : les rivières urbaines ne peuvent se plier aux modèles de la restauration hydromorphologiques, qui nécessitent une suppression des usages et contraintes exercées sur les lits mineurs et majeurs, impossible en milieu urbain. Ces rivières s'accommodent cependant de la restauration des milieux associés aux cours d'eau, berges et « zone de fonctionnalité » (lit majeur).

Planche 3.5 Aménagement et restauration des cours d'eau



Figure 1 Création d'une promenade et d'une chute d'eau sur le ruisseau des Vosges (CERTU *et al.*, 2002 : 40)



Figure 2 Mise en valeur du cours d'eau dans le centre-ville sur le Lez (CERTU *et al.*, 2002 : 46)

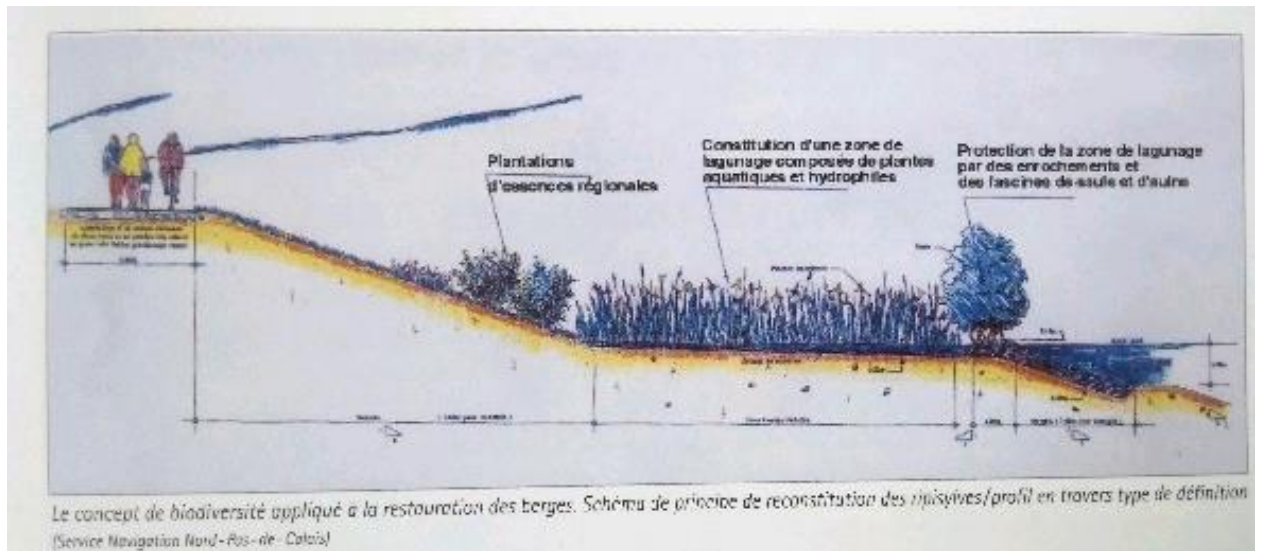


Figure 3 Schéma en coupe de la partie lagunée sur la Deûle (CERTU *et al.*, 2002 : 70)

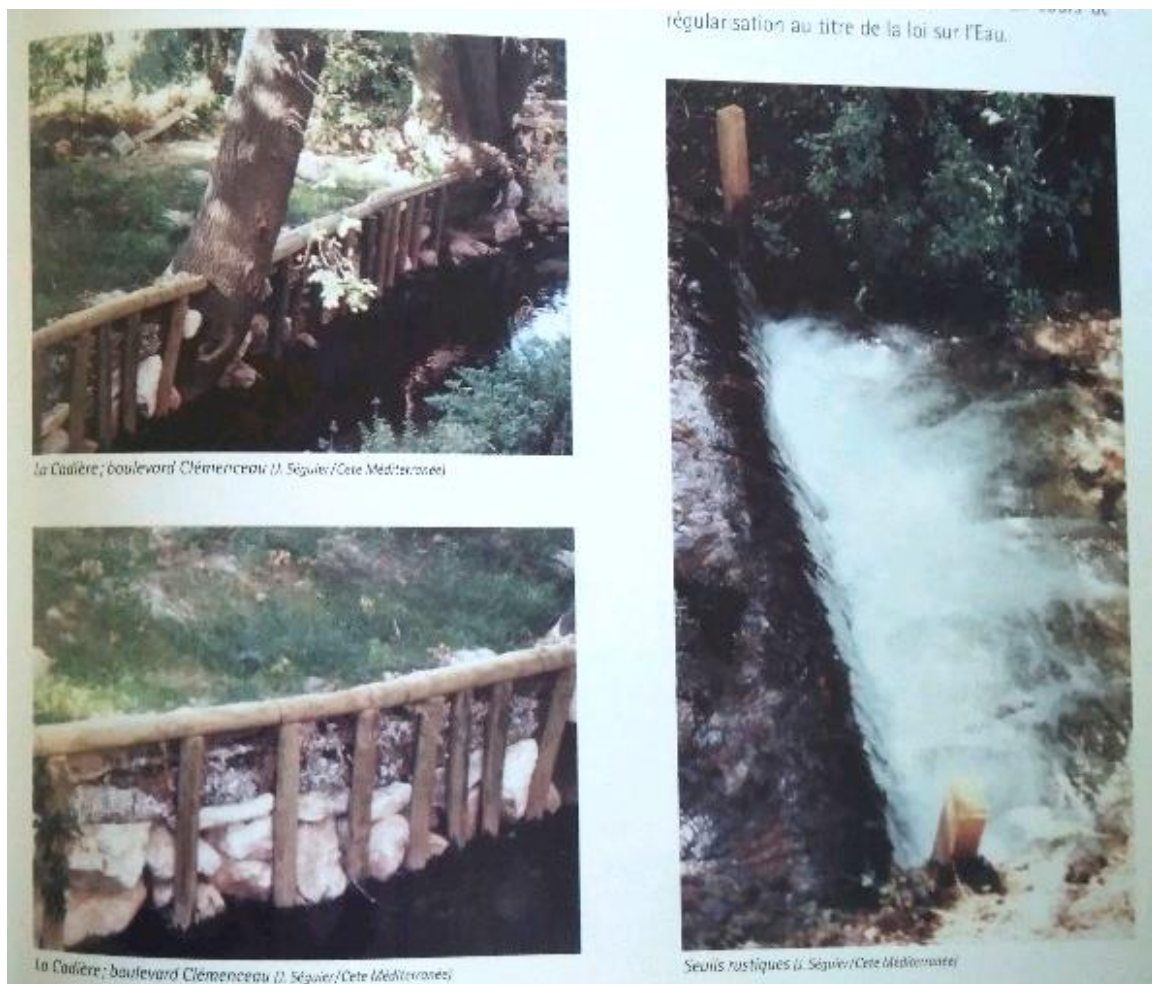


Figure 4 Réalisation de protection de berge en tunage à gauche et d'un seuil à droite sur la Caudière et Raumartin (CERTU *et al.*, 2002 : 138)



Photo 6 - Bassin de rétention en bordure du plateau



Photo 7 - Pavage du fond et berges de ravin limitant l'érosion (Cete Lyon)

Figures 5 Photographies d'aménagements pour la maîtrise du ruissellement sur la côte de Beynost, (CERTU, 2007b : 67)

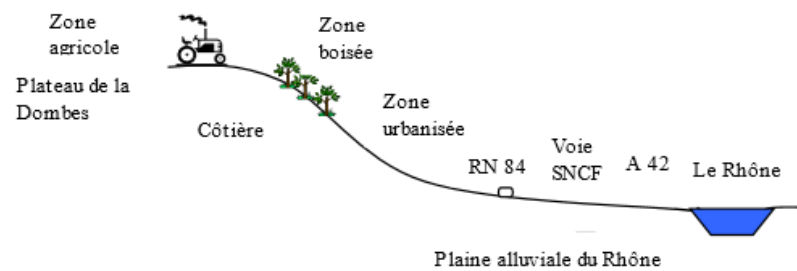


Fig. 2 - Coupe transversale de la côte de BEYNOST

Figure 6 Schéma en coupe de la situation topographique de la côte de Beynost (CERTU, 2007b : 58)

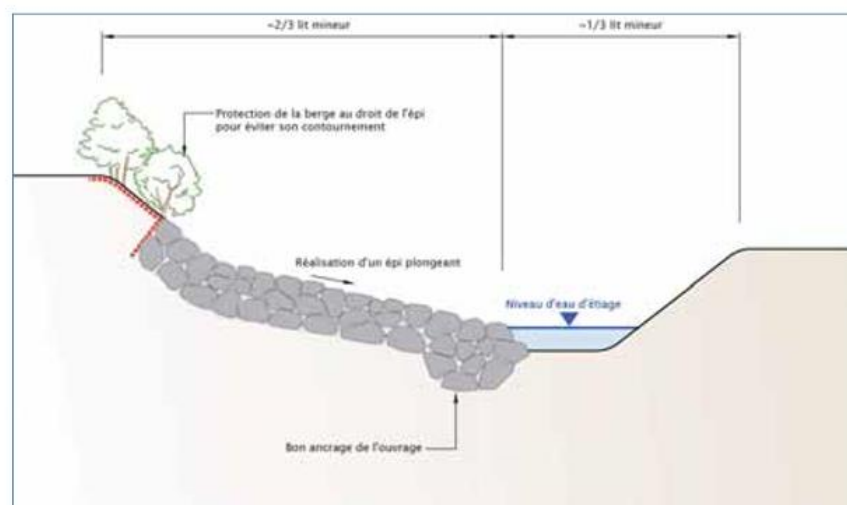


Figure 9 : Schéma « type » d'un épi plongant en blocs (figure Biotec). ≡

Figure 7 Schéma en coupe d'un épi « plongant en blocs » (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 13)



↑ **Figure 11** : Travaux de démontage des empierrements existants (30.08.01) puis de réutilisation des blocs dans le cadre de la mise en place d'épis déflecteurs (18.09.01). ≡

Figure 8 Photographies avant/après : démontage d'empierrements réutilisés pour la réalisation d'épis déflecteurs (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 15)



↑ **Figure 17** : Exemple de bancs alternés se développant naturellement sur l'Isère (38) rectifiée et endiguée [source : Géoportail, IGN]. ≡

Figure 9 Photographie aérienne de bancs alternés sur l'Isère (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007 : 20)



↑ **Figure 54** : Vue d'une partie du secteur restauré. **a)** Avant les travaux (photo Biotec). **b)** En 2007. **c)** et **d)** Suppression des protections en béton (photos SIVOA). ≍

Figure 10 Photographies avant travaux et pendant travaux de la suppression d'ouvrages latéraux sur un cours d'eau du territoire du Syndicat de la vallée de l'Orge (Biotec-Malavoï *et al.*, 2007 : 54)



↑ **Figure 57** : Vues du secteur restauré. **a)** Amont du secteur restauré. **b)** Esquisse du projet. **c)** Travaux de réouverture [2003] (noter la présence d'une partie du collecteur à droite) [source b) et c) : atelier Cepage]. **d)** Secteur restauré (2007) [source a) et d) : Malavoï]. ≍

Figure 11 Photographies avant/après de la remise à ciel ouvert de la Bièvre à Fresne (Biotec-Malavoï *et al.*, 2007 : 57)

“ Risques d’inondation et urbanisation, vers la création de nouveaux réservoirs de biodiversité et de nouveaux paysages ”

EN PRATIQUE

Pour préserver ces fonctionnalités, des initiatives fortes peuvent être engagées :

- Préserver durablement les milieux humides au travers du PPRI, ou des zonages de gestion des eaux pluviales
- Restaurer les fonctionnalités de milieux humides dégradés
- Aménager des milieux humides artificiels de stockage temporaire des eaux

À DOL-DE-BRETAGNE (35)

Avant le projet :

un cours d'eau endigué, des crues répétées, une perte d'identité et de visibilité du cours d'eau

Objectif :

Aménager des bassins de gestion des crues dans une optique paysagère

Après, parmi les milieux créés :

Le marais constitue une unité paysagère singulière : relief peu accidenté, sol noyé en permanence ou par intermittence.

Cette frayère prend la forme d'un réceptacle d'eau de 3 000 m².

La dynamique hydraulique du réseau de mares est liée à la fois à la nappe phréatique affleurante et à la proximité du cours d'eau.



marais



mare

À TARNOS (64)

Le projet de Tarnos présente une triple dimension :

- la maîtrise fondère ;
- la protection réglementaire via le PPRI et/ou le PLU ;
- la gestion des eaux via le zonage d'assainissement pluvial.

Ce projet met en exergue la prise de conscience communale de la forte valeur ajoutée de la mise en réseau de milieux humides.



La spécificité du projet repose sur la connexion des milieux humides échelonnés le long du ruisseau de l'Aygas et le bon fonctionnement de l'exutoire, Ici la zone humide du Métro.

“ L'intérêt premier de ces opérations est d'avoir dépassé la dimension purement technique de protection contre les inondations. ”

À LOCHES (37)

Entre les communes de Loches et de Beaulieu-Lès-Loches, la vallée de l'Indre forme une vaste zone inondable d'environ 240 ha composée de prairies humides à usage agricole et de boisements essentiellement privés. Afin de préserver le fonctionnement hydraulique du milieu tout en permettant d'autres usages, l'ENS des Prairies du Roy fait l'objet d'un plan de gestion. Sur la base d'un diagnostic initial biologique, paysager, économique et social, ce plan conjugue plusieurs avantages et atouts :

- Restauration du milieu et gestion hydraulique (niveaux d'eau, ouvrages)
- Usage du site (animations nature, aménagement de chemins, aménités)
- Suivi de la biodiversité du site et de son fonctionnement hydraulique

Contact : milieuxhumides.urbanisme@cerema.fr • Lien vers le catalogue : www.cerema.fr rubrique Nos éditions

Figure 12 Exemples projets de zones humides visant à protéger l'espace urbain des inondations (plaquette Favoriser la protection contre les inondations, CEREMA, 2015)

La gestion des eaux pluviales ou usées, des crues devient l'occasion de créer une mare, un étang, une frayère, etc. Cette conception, s'appuyant sur une mosaïque de milieux, fait évoluer l'espace vers un réservoir de biodiversité.

Il est alors nécessaire d'être vigilant sur l'évolution de la végétation et la localisation des différents espaces afin d'optimiser le fonctionnement écologique et paysager.

EN PRATIQUE

Pour préserver la biodiversité en ville, des initiatives fortes peuvent être engagées :

- Réhabiliter des milieux humides dégradés par les usagers
- Développer des continuités écologiques en restaurant ou en créant des réseaux de mares
- Mettre en place des animations en partenariat avec des associations pour sensibiliser les usagers à la richesse et la fragilité des écosystèmes
- Mettre en place une gestion conciliant fréquentation du milieu humide et protection des habitats

A MAZÈRES (09)

Sur un espace de 42 ha, l'ancienne gravière a été aménagée en une base de loisirs nature propice à la découverte de la faune et de la flore propres aux zones humides. L'opération s'accompagne aussi d'une mise en valeur du patrimoine local : verger, ferme-auberge... et d'un volet pédagogique.

Une stratégie a été développée autour de l'observation des oiseaux et des milieux. Elle s'est traduite par la mise en place d'un réseau de chemins, d'observatoires sur site, l'implantation de caméras permettant de voir les oiseaux sans les gêner, ainsi que par l'embauche d'animateurs naturalistes.

230 espèces d'oiseaux recensées, 15 000 personnes fréquentant le site chaque année : ces chiffres témoignent de la réussite du projet.



A CONDETTE (62)

L'abandon progressif du marais communal a entraîné sa dégradation et la fermeture progressive du milieu. Le marais de Condette n'avait plus alors de marais que le nom. Les mesures prises : nettoyage du site, curage du lac, extraction de sédiments, suppression de la peupleraie et fermeture d'une voie de circulation ont permis à la faune et à la flore de réinvestir le lieu à la satisfaction de tous.



Un effort particulier a été mis en œuvre pour permettre à tout type de public : malvoyants, handicapés... de découvrir la biodiversité.



Panneaux pédagogiques de découverte de la flore pour malvoyants.

AU MESNIL-LE-ROI (78)

Dans les années 1990, l'espace naturel du Bots du Clos de la Salle et des Prés du Marais est à l'abandon. Localisé dans une zone résidentielle, cet espace est victime de dégradations : déversement de gravats, dépôts de déchets, pratiques du rodéo, barbecues...

Lors d'un changement d'équipe municipale, un projet naît pour réhabiliter le milieu. La volonté de préserver l'image de ville verte mobilise alors les élus dans un projet alliant la préservation de cet espace via la réglementation (réserve naturelle volontaire), la réhabilitation du milieu et la diversification des usages.

Ce projet a permis d'augmenter la richesse de ce site. Les riverains peuvent accéder au milieu pour divers loisirs compatibles avec celui-ci : canoë-kayak, balades à vélos, jardins familiaux, rencontres sportives. En outre, ils sont impliqués dans des opérations annuelles de nettoyage.



Contact : milieuxhumides.urbanisme@cerema.fr • Lien vers le catalogue : www.cerema.fr rubrique Nos éditions

Figure 13 Exemples de réhabilitation de zones humides urbaines à destination de la faune (plaquette *Préserver la biodiversité des milieux humides*, CEREMA, 2015)

Commentaire de la planche 3.5

Les opérations et les aménagements ou plans analysés dans les guides sont fortement illustrés, notamment par des photographies qui détaillent leurs ouvrages. Les photographies avant/après sont très utilisées pour les restaurations de cours d'eau : la dimension paysagère et symbolique de l'aménagement des cours d'eau, analysée par Valérie Mahaut et Fanny Romain, est centrale, l'analyse visuelle prend une place importante.

Les premières photographies sont issues du guide *Aménager des rivières en ville* (CERTU, 2002). Les figures 1 et 2 sont des photographiques des aménagements du Ruisseau des Vosges et du Lez près de Montpellier. Ce sont des aménagements très paysagers, au sens d'esthétiques, ne visant pas la restauration proprement dite. Sur la photographie de gauche de la **figure 1** une promenade longe le cours d'eau, en haut de berges apparemment très abruptes et enrochées. Sur la photographie de droite, un seuil génère trois petites chutes d'eau régulière, avec une visée esthétique évidente, mais crée une discontinuité dans le lit du cours d'eau. Les berges du Lez sont également très minérales sur la **figure 2** : du gazon a été posé sur les quais mais les berges sont complètement bétonnées, aménagement typique de la valorisation paysagère mais non écologique qui domine avant les années 1990 voire 2000 en France (Morandi, 2014). Les techniques des figures 3 et 4 sont plus proches du génie végétal. La **figure 3**, est un schéma en coupe de la zone de lagunage des berges de la Deûle : en avant-berge, non représenté ici, un enrochement protège la berge des vagues du batillage. Les berges, dont la pente est très douce, sont précédées par une zone plane où des hélrophytes ont pour rôle d'épurer la lame d'eau qui y stagne. La **figure 4** montre des techniques rustiques de confortement de berges, en enrochement et pieux en bois, et un seuil rustique également, en enrochement, qui semble ne pas créer de discontinuité dans le lit du cours d'eau.

Les figures 5 et 6 sont extraites du fascicule 2 du *Manuel de recommandations* (CERTU, 2007). Les photographies des aménagements de la ? côtère de Beynost des **figures 5** font apparaître des modelages de terrain et confortement en pavés : les ouvrages mis en œuvre pour la gestion des ruissellements sont très intégrés à la topographie du site. Celle-ci est d'ailleurs schématisée en coupe par la **figure 6** : l'enchaînement des occupations des sols est mis en avant ; un plateau en agriculture intensive, le haut du coteau boisé, où la gestion du ruissellement est mise en grande partie en œuvre, et la zone urbanisée du coteau en amont de la plaine alluviale du Rhône.

Les figures suivantes sont extraites du guide de restauration hydromorphologique (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007). Les figures 7 et 8 illustrent les épis : la **figure 7** montre la coupe d'un épi plongeant en blocs, qui consiste en la mise en place d'un petit cordon d'enrochements en travers du lit mineur pour en diversifier les écoulements. La photographie de droite de la **figure 8** présente le cas d'une succession d'épis déflecteurs : ceux-ci recentrent le cours d'eau au centre de son lit mineur. Ils servent à protéger les berges et à dynamiser les petits cours d'eau. Les pierres utilisées ont été prélevées sur la rive opposée, afin de ne pas amener des matériaux exogènes (photographie de gauche). La **figure 9** illustre la régularité de la formation des bans alluviaux et risbermes : ici sur l'Isère.

Les figures 10 et 11 illustrent des restaurations de cours d'eau. Les photographies avant travaux et pendant travaux de la **figure 10** présentent la suppression de contraintes latérales sur un cours d'eau géré par le Syndicat de la vallée de l'Orge. Les photographies avant/après et la vue paysagère de la **figure 11** montrent la remise à ciel ouvert de la Bièvre, auparavant enfermée dans un dalot (première photographie de la série). On voit la reconstitution de berges en pente relativement douce, leur végétalisation, l'aménagement d'une promenade associée à l'ouverture du cours d'eau ; la dimension paysagère du projet est mise en avant.

Enfin les figures 12 et 13 sont des extraits des plaquettes sur les milieux humides en ville produites par le CEREMA en 2015. Le graphisme évoque la mise en page d'une revue, ou d'un article de journal, avec par exemple une citation entre guillemet en exergue, comme pour les interviews. Un encadré intitulé « en pratique » synthétise les aménagements à mener pour accomplir l'objectif de la plaquette. La **figure 12**

est la deuxième page de la plaquette sur la protection contre les inondations. Les trois opérations sont des aménagements zones d'expansion de crue pour protéger l'espace urbain. La **figure 13** est la deuxième page de la plaquette sur la préservation de la biodiversité : elle met en avant trois sites de zones humides réhabilités qui combinent aménagements pédagogiques, de loisirs et protection de la faune et de la flore.

Les aménagements et restauration de cours d'eau urbains oscillent entre des aménagements d'esthétique écologique et des aménagements plus classiques.

Les guides de la sous-période 2001-2015 présentent des ouvrages, opérations d'urbanisme et des systèmes combinés de gestion de la pluie et de l'hydrographie d'un territoire. Les techniques de gestion des petites pluies et des pollutions diffuses sont quasiment présentées à un niveau microscopique : les matériaux des ouvrages, les parties des dispositifs techniques, les déplacements des molécules font l'objet de recommandations. À l'inverse, les techniques alternatives pour la gestion des autres niveaux de pluie ne sont plus représentées individuellement, mais dans le site ou le territoire qu'elles équipent. Elles sont conçues en série, les unes se déversant dans les autres à mesure que la pluie forçit, et forment des petits systèmes de gestion en réseau à ciel ouvert, avec éventuellement des éléments de jonction enterrés. Les techniques intégrées sont par ailleurs assimilées à l'hydrographie des sites par les plaquettes du CEREMA, pour lesquelles elles deviennent des milieux humides à préserver pour leurs bienfaits urbains. La gestion de la pluie et des cours d'eau est parfois assemblée, sur le modèle des bassins de retenue des années 1980 ou 1990, dans le cours d'eau. Les cours d'eau urbains sont de plus aménagés en vue d'objectifs très variés ; leur rôle dans le développement économique et touristique, ou dans la constitution de liaison au sein d'une agglomération est très notable dans le guide sur l'aménagement des rivières urbaines (CERTU, 2002). Cette conception contrevient pourtant à l'impératif de restauration, concrétisé par des mesures de restauration de leur dynamique naturelle. Cette restauration se traduit, dès lors que le cours d'eau en question est contraint ou peut l'être, par un modelage du lit sur le modèle des lits naturel, qui en copie la composition, les matériaux, la géométrie.

Conclusion du chapitre 3

Si l'on en croit les guides étudiés, la doctrine de gestion des eaux de pluie et des cours d'eau en ville des années 2000 est à la fois dans la continuité et en rupture avec la période précédente : les grandes lignes des doctrines sont conservées, mais une vision écocentrée de l'aménagement des cours d'eau émerge, et, partant, de la gestion des eaux de pluie.

Le lectorat des guides est toujours un lectorat professionnel, il a cependant évolué : les services déconcentrés de l'État, qui encadrent les politiques locales en sont aussi les destinataires. Les services urbains des collectivités sont les principaux lecteurs désignés par les guides, et de manière marginale à la fin de la période, les particuliers apparaissent avec le thème de la réutilisation des eaux de pluie. Même quand le lectorat visé est identique, le registre est différent : les modélisations élaborées en hydrologie urbaine sont quelque peu distancées par des enseignements sur les études diagnostic et les évaluations de projets et de plans. La doctrine du développement durable et la gestion intégrée se traduisent donc concrètement par une croissance de l'étude au sein des projets. À une technicité scientifique et technique s'ajoute une technicité procédurale et juridique.

En lien avec ces éléments, mais aussi car les retours d'expérience sont désormais plus nombreux et exploitables, l'enseignement par l'exemple se développe dans les guides, qui sont donc fondés en pratique par l'analyse des plans et projets urbains. Le modèle des guides illustrés de la période précédente – notamment l'étude de l'IAURIF et le guide de Foncier Conseil – s'est généralisé, et certains guides présentent un corpus très riche d'exemples, mis en relation. Les deux échelles d'analyse de la sous-période précédente sont mobilisées : celle d'une vallée urbaine, souvent liée au ruissellement des plateaux exploités en agriculture intensive, et celle d'un projet urbain, souvent en expansion urbaine et peu densément bâti. Le renouvellement urbain et la ville dense font cependant leur apparition à la toute fin de la sous-période, dans

les guides traitant de la gestion des petites pluies et de l'introduction des milieux humides dans le tissu et les trames urbaines.

Ces deux thèmes, avec celui de la restauration des cours d'eau, constituent les principales évolutions de cette sous-période. Les petites pluies focalisent l'attention et font l'objet de préconisations spécifiques, parce qu'elles génèrent une pollution chronique dans les cours d'eau : leur gestion apparaît comme une opportunité de bonne politique de gestion, elles peuvent être gérées *in situ* sans infrastructures lourdes, et leur prise en charge entraîne un gain conséquent pour la qualité des cours d'eau. Les principes d'une gestion diffuse, à l'opposé de la concentration des eaux usées, sont donc élaborés : les eaux de pluies quotidiennes doivent ruisseler le moins possible et avoir un contact maximal avec les zones végétalisées et de pleine terre. Cette doctrine fait suite à une étude spécifique de la pluviométrie de la région parisienne, élément à lier avec la décentralisation de la production de la doctrine. La restauration des cours d'eau est en butte avec le milieu urbain, pour lequel sont proposées des aménagements de compromis, néanmoins elle introduit dans la doctrine une vision de l'eau fondée sur le fonctionnement des milieux aquatiques. Cette vision transparait dans les plaquettes sur les milieux humides, qui rassemblent la gestion des eaux de pluie et les annexes hydrauliques des cours d'eau et donc proposent une vision transversale des milieux aquatiques en ville. Les milieux humides sont valorisés comme élément de composition de l'urbain, selon une logique d'infrastructure écologique fine, en ligne avec les trames vertes et bleues et la tradition urbanistique du début du XXème siècle (Emelianoff, 2000 ; Cormier, 2010). Une visée de conservation apparaît également avec les milieux humides.

Finalement, l'étude des guides de cette deuxième sous-période met en évidence les influences des différentes écoles de l'ingénierie écologique : le mot d'ordre « faire avec et pour le vivant » (Doré *et al.*, 2014) est particulièrement illustré par la gestion urbaine de l'eau de pluie et des cours d'eau, même si la version utilitariste domine.

Conclusion de la partie I.

Un grand nombre d'interrogations motivait l'étude des guides techniques, interrogations portant sur l'existence éventuelle d'une transformation importante des principes techniques de gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau en ville depuis les années 1970, marquée par l'émergence d'une tournure écologique et climatique, parce la pollution des cours d'eau est alors devenue un sujet de société, et parce qu'aujourd'hui nous constatons la multiplication de politiques urbaines de renaturation et de réintroduction de milieux aquatiques en ville. Nous envisagions donc une sorte de tendance à l'écologie qui se serait accentuée depuis les années 1970 jusqu'à aujourd'hui, confortée par une législation européenne puissante. L'importance prise par le sujet du changement climatique dans les politiques urbaines nous semblait également devoir infléchir la gestion de l'eau. De manière moins spécifique, nous nous interrogeons sur les représentations de la ville et de sa gestion qui émergent de la littérature technique, et sur les relations entre les institutions et les profils professionnels qui s'en dégagent.

Très nettement, l'écologie prend sa place dans la gestion de l'eau depuis le début de la période étudiée. Schématiquement, trois tendances, qui se chevauchent dans le temps, peuvent être identifiées pour la gestion de la pluie. La **première tendance**, présente dans l'Instruction technique de 1977 mais plus nette à partir des années 1990, est celle de la création d'espaces en eau, alliant génie civil et paysage aquatique de « plein bord » pour reprendre les termes de Marie-Anne Germaine et Régis Barraud : les plans d'eau, sur le modèle des villes nouvelles sont valorisés. Dans le domaine des cours d'eau elle se traduit par la substitution du génie civil par le génie végétal, qui conserve le cours d'eau en l'état. La **deuxième tendance** est très majoritaire : c'est celle de la gestion diffuse, incarnée par les techniques alternatives qui se fondent dans le paysage urbain, puis par la gestion des petites pluies de manière spatialement diffuse. Cette tendance apparaît nettement à partir des années 1980, elle a une dimension technologique, c'est-à-dire qu'elle aborde avec beaucoup de précision, de mesures, d'outils, le comportement des polluants, des eaux dans les sols, et le vivant est mobilisé ici essentiellement pour la dépollution des pluies. Elle a également un versant urbanistique, car les techniques alternatives sont utilisées pour composer l'espace et les paysages urbains. Cette tendance permet la jonction entre urbanisme et gestion des eaux de pluie. Enfin, une **dernière tendance** est à la conservation, c'est l'approche qui peut être assimilée à une action pour le vivant, et donc pour le maintien de la biodiversité. Celle-ci apparaît dans les années 2000, elle donne des limites aux infrastructures et aux occupations des sols urbains, en vertu du respect de la vie et du bon état des entités naturelles qui la permettent – du moins telle qu'elle est aujourd'hui. Elle est cependant très contrainte par un principe de réalité, qui est qu'elle ne peut sortir de sa sphère – la gestion de l'eau. Elle se traduit par la restauration des cours d'eau urbains – qui nécessiterait de manière extrême de desserrer l'étreinte du lit majeur du cours d'eau par l'occupation urbaine – et par la création d'espaces sanctuarisés pour les espèces aquatiques. Enfin, les variations climatiques sont au cœur de l'Instruction technique de 1977, à travers la régionalisation de la modélisation des pluies, mais le changement climatique est absent pendant toute la période.

Les représentations de l'espace urbain qui se dégagent des guides sont multiples. La ville apparaît de manière négative comme un milieu producteur d'une gamme de polluants divers et variés, qui semblent plus nombreux à mesure que le temps passe, qui deviennent par ailleurs insaisissables car microscopiques, comme le remarque Mathilde Soyer (Soyer, 2014). La ville est aussi le milieu de la catastrophe, du ruissellement brutal et soudain, et c'est un milieu très artificiel, minéral. Des années 1970 aux années 1990, période de la tendance technologique, avec notamment un horizon idéal de gestion en temps réel des réseaux, elle a parfois des allures de gigantesque machine que les ingénieurs perfectionnent, en mettant en synergie surfaces urbaines et réseaux. À partir des années 1990 et ensuite, les paysages hydrologiques ressurgissent, et la ville idéale est en symbiose avec des logiques hydrologiques naturelles qui semblent parfois fantasmées.

Ingénieurs, services techniques des collectivités ou des gestionnaires, puis écologues, et plus marginalement urbanistes et paysagistes, forment le paysage professionnel de cette gestion. Les habitants et des espèces animales en sont singulièrement absents, sauf à quelques endroits, maintenus à distance de la citadelle technique de la gestion de l'eau, dont les formes évoluent. Ainsi la conception de la gestion urbaine de l'eau a muté, vers une ingénierie écologique, utilitariste essentiellement. Qu'en est-il des espaces urbains ?

Partie II

Les mutations des infrastructures de l'eau dans l'agglomération parisienne.

« Le problème c'est que tout ça va se faire sur le long terme, parce que le renouvellement c'est de l'ordre d'1 % chaque année, il faudrait avoir dès aujourd'hui des objectifs clairs de résilience [...]. Il faudrait aujourd'hui, qu'il y ait [un] cahiers des charges des projets d'aménagement, pour qu'on améliore la situation, et vous voyez il faudrait au moins un demi-siècle pour renouveler 50 % de l'existant, pour que ça s'améliore. » (responsable du service directive Inondation, établissement public territorial Seine Grands Lacs, 16/12/2015)

Introduction de la partie II

En miroir de l'évolution de la doctrine que nous venons d'analyser, cette partie entend aborder la transformation matérielle de la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau dans l'agglomération parisienne. Il s'agit de vérifier si la transformation du rapport entre eau et ville, si précisément et savamment élaborée par les guides, est effective. L'amplification de la production des guides et documents techniques entre 1970 et 2015 peut être interprétée comme le corollaire ou le moteur d'une production de plus en plus intense des opérations de gestion alternative des eaux de pluie et de restauration écologique des cours d'eau, ou alors comme un effort de plus en plus appuyé pour la susciter. La présence accrue d'exemples d'opération dans les guides à partir des années 2000 peut faire pencher la balance en faveur de la première hypothèse. Cependant les opérations et plans analysés sont relativement redondants et il pourrait s'agir d'isolats techniques, organisant au sein de quartiers spécifiques un rapport particulier à l'eau.

La gestion alternative des eaux de pluie et la renaturation des cours d'eau s'appuient sur des doctrines produites en partie au niveau national, tout en étant portées par des acteurs locaux. Dans l'agglomération parisienne, comme on l'a vu en introduction générale, la gestion des eaux de pluie est la compétence des intercommunalités et des départements, tandis que la gestion des cours d'eau est généralement assumée par des acteurs sectoriels et par des syndicats dédiés. Ces acteurs ont à leur disposition des outils de planification plus ou moins contraignants pour la fabrique urbaine : ce sont principalement les zonages pluviaux pour la gestion des eaux de pluie, les schémas (directeurs) d'aménagement et de gestion des eaux pour celle des cours d'eau. Ces outils permettent de produire des règles, mais ne mènent pas directement à la production des ouvrages. Or, les documents relatifs à la gestion de l'eau ne donnent pas de prérogatives en termes de maîtrise de l'occupation des sols (Hellier *et al.*, 2009 : 264), et les zonages pluviaux sont essentiellement relatifs aux réseaux d'évacuation des eaux de pluie, et non prescriptifs quant à la production de types de techniques alternatives. Les moyens aux mains des collectivités pour porter ces politiques semblent donc faibles, surtout si l'on considère par exemple la très récente officialisation de la compétence de gestion des eaux pluviales et son absence de financement dédié (cf. introduction générale). La situation peut sembler plus positive pour les cours d'eau ; cependant, les travaux de thèse de Bertrand Morandi indiquent que leur renaturation est faible au niveau national et concentrée sur les cours d'eau ruraux de taille moyenne (Morandi, 2014). Cette partie porte donc en premier lieu sur les politiques, moyens et stratégies mis en œuvre par les collectivités pour la gestion intégrée de l'eau en ville, qui, on l'a vu, leur permet d'alléger le poids de la gestion et du renouvellement des infrastructures en réseaux, qu'elles ne peuvent plus assumer.

La nature et le devenir des objets produits nous intéressent également. Les techniques alternatives sont de natures diverses, comme on l'a vu dans la première partie ; elles n'ont pas toutes les mêmes fonctions et n'engendrent pas des transformations équivalentes de l'hydrologie urbaine. Bien plus, certains ouvrages présentés comme relevant des techniques alternatives peuvent aussi s'avérer n'être que des appendices du grand réseau. Enfin, on a vu en introduction générale que les opérations de renaturation des cours d'eau sont souvent spectaculaires : cette mise en valeur amène à douter de leur vocation écologique, et à considérer qu'elles pourraient plutôt correspondre à un cahier des charges esthétique, faisant primer une image de la naturalité, telle que décrite par Régis Barraud, de rivière sauvage, sur la qualité écologique induite par les aménagements (Barraud, 2011). Il y a donc lieu de se demander de quelle nature sont les techniques qui émergent des politiques de limitation des rejets aux réseaux et de renaturation des cours d'eau, et si elles transforment effectivement la relation entre ville et eau, en donnant une autre forme à l'hydrologie de l'agglomération parisienne. Enfin, afin d'envisager le devenir de ces objets, nous nous interrogeons sur la mise en patrimoine de ces ouvrages : si les collectivités locales semblent perdre avec les techniques alternatives la qualité de maître d'ouvrage qui les caractérisait dans la ville des réseaux, conservent-elles leur rôle de garantes du bon fonctionnement des infrastructures techniques de gestion de l'environnement aquatique en ville ? Conservent-elles la main sur ces ouvrages, par leur mise en patrimoine ?

Cette partie porte ainsi d'une part sur la production et la mise en patrimoine des techniques intégrées et de renaturation par les collectivités territoriales, et, d'autre part, sur les ouvrages et aménagements qui en résultent que l'on cherche à caractériser. Une enquête a été menée entre octobre 2015 et octobre 2018 au moyen d'entretiens réalisés auprès des gestionnaires, des agents des services déconcentrés chargés de la police de l'eau, financeurs, maîtres d'ouvrages, ainsi que de quelques maîtres d'œuvre et bureaux d'études de l'agglomération. Cette enquête a été l'occasion de rassembler leurs éléments de connaissance sur les techniques décentralisées et les opérations de renaturation. L'analyse porte donc sur les discours des acteurs territoriaux, et sur le patrimoine technique dont la caractérisation repose sur la connaissance qu'ils en ont.

Cette partie se décompose en deux chapitres : le chapitre quatre présente les mécanismes de la production des techniques intégrées des eaux de pluie et des cours d'eau selon le discours des acteurs en charge de ces politiques dans les collectivités territoriales. Le chapitre cinq traite de la constitution et l'analyse d'une base de données dénommée Eaubaine, rassemblant les techniques intégrées de gestion des eaux de pluie et les renaturations des cours d'eau recensées au cours de notre enquête. Cette base de données a été en partie réalisée et analysée avec Manuel Pruvost-Bouvattier et Cécile Mauclair à l'IAU.

Chapitre 4. Mécanismes territoriaux de la production d'un patrimoine de techniques décentralisées

L'étude des guides et documents techniques, ainsi que les grandes lignes de la gestion urbaine de l'eau qui ont été tracées en introduction générale font apparaître une pluralité d'acteurs investis à divers titres dans la gestion intégrée de l'eau en ville. Dans ce chapitre sont examinés les récits des acteurs de la mise en œuvre de cette gestion dans l'agglomération parisienne. Quelles stratégies développent-ils, avec les outils qui leur sont propres, pour la mise en œuvre de cette gestion intégrée ? Ensuite, quelle sont les relations qui sont nouées entre les différents acteurs de la gestion de l'eau et éventuellement de l'aménagement urbain dans le cadre de la production des techniques alternatives et de la renaturation des cours d'eau dans l'agglomération parisienne ? Relations de hiérarchie, collaborations, financement, contrôle... une gamme assez vaste de rapports est en effet susceptible d'être produite par le caractère collectif de la gestion de l'eau.

Afin de comprendre les stratégies et relations engagées par la production de ces techniques, une approche par l'interprétation et le récit des acteurs a été choisie. La méthode d'enquête, fondée sur des entretiens semi-directifs, est d'abord présentée. L'analyse des stratégies mises en place par les acteurs est exposée dans la deuxième section. Enfin, les éléments moins formels de cette production sont présentés, en particulier les tensions générées par les relations entre les collectivités autour de cette production, et le rôle de persuasion, de ralliement joué par certains acteurs.

1. Méthode d'enquête : phase exploratoire et recensement

L'enquête réalisée se déroule en deux temps ; d'abord une phase exploratoire permet de cadrer le travail, puis, des entretiens ciblés sont menés, dédiés à la constitution d'une base de données rassemblant les techniques alternatives et de renaturation de l'agglomération parisienne.

1.1. La phase exploratoire : tracer le paysage de la gestion de l'eau dans l'agglomération parisienne

Dix-sept entretiens exploratoires ont été menés entre mars et décembre 2015, ils ont permis de nous initier aux enjeux et débats liés à la gestion de l'eau dans l'agglomération parisienne. Les interlocuteurs choisis sont des personnalités reconnues pour avoir une position forte dans les débats professionnels ou scientifiques, des professionnels d'institutions porteuses de la gestion intégrée de l'eau, enfin des acteurs susceptibles de financer notre thèse. Nous avons ainsi rencontré des chercheurs en écologie et en sciences sociales, des acteurs régionaux et nationaux - gestionnaires de grandes infrastructures ou porteurs de politiques régionales -, des collectivités locales plus ou moins précurseurs, et des acteurs associatifs ou de la société civile, qui sont présentés dans le tableau qui suit (cf. tableau 4.1).

Tableau 4.1 Acteurs rencontrés lors de la phase exploratoire, mars 2015 – décembre 2015

Catégorie d'acteurs	Ordre	Institution / Organisme	Fonction	Date	Lieu
Acteurs non administratifs	3	Association Recherche Collectivités dans le domaine de l'EAU (ARCEAU) pour les échanges entre chercheurs et opérationnels autour de la gestion de l'eau en ville	Présidente	23/04/2015	Locaux enquêté
	14	Agence Thierry Maytraud (ATM) Agence d'urbanisme, de paysage et d'hydrologie	Directeur	28/07/2015	Locaux enquêté
	15	Association Espaces (78, 92, 95)	Directeur général	18/09/2015	Téléphone
	16	Laboratoire des Baignades Urbaines Expérimentales (LBUE) Collectif pour la baignade en ville	Membre fondateur	19/09/2015	Autre : café
Chercheurs	4	Institut d'Écologie et des Sciences de l'Environnement de Paris	Professeur des Universités	24/04/2015	Téléphone
	7	École des Ponts ParisTech Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains (LEESU)	Chargé de recherche	20/05/2015	Autre : café
Collectivités territoriales et établissements	1	Établissement Public Territorial Plaine Commune (93) Direction de l'assainissement et de l'eau	Directrice	23/03/2015	Locaux enquêté
	5	Établissement Public Territorial Plaine Commune (93) Délégation générale de l'écologie urbaine	Chargée de mission	24/04/2015	Téléphone
	8	Établissement Public Territorial Est Ensemble (93) Direction de l'Eau et de l'Assainissement	Responsable du pôle Hydrologie urbaine et Qualité des rejets	20/05/2015	Locaux enquêté
	10	Syndicat d'étude Marne Vive (94)	Animatrice du Contrat de Bassin Marne Confluence	29/05/2015	Locaux enquêté
	13	Syndicat intercommunal pour l'Aménagement hydraulique des vallées du Croult et du Petit Rosne (SIAH) (95)	Directeur général	21/07/2015	Locaux enquêté
	2	Département du Val de Marne Direction des services de l'Eau et de l'Assainissement	Directrice adjointe chargée de la Prospective et de la Coordination (DAPEC), Études générales d'assainissement et du milieu aquatique - Politique de	25/03/2015	Locaux enquêté

			l'Eau - Coordination des travaux DSEA pour le Grand Paris Express ¹⁷¹		
	6	Département des Hauts-de-Seine Direction de l'Eau, Service Études et Contrôle de la Délégation (SECD)	Adjoint au chef, responsable du pôle cadre de vie et aménagement urbain	12/05/2015	Locaux enquêté
	11	Département de Seine-Saint-Denis Direction de l'Eau et de l'Assainissement	Responsable du bureau de liaison avec l'Aménagement et l'Urbanisme	17/07/2015	Locaux enquêté
Acteurs régionaux et nationaux	9	Agence régionale NatureParif	Chargé de mission/projet	27/05/2015	Locaux enquêté
	12	Établissement public administratif Voies navigables de France (VNF)	Responsable de la division Qualité Sécurité Eau et Environnement	22/07/2015	Téléphone
	17	Établissement public territorial de Bassin Seine Grands Lacs Direction de l'appui aux territoires	Responsable du service directive Inondation	16/12/2015	Locaux enquêté

N.B. Les nombres de la colonne correspondent à la chronologie des entretiens. Ils servent également par la suite à identifier les extraits d'entretien. Ceux-ci sont codés par deux lettres : la lettre T qui fait référence au numéro du tableau et la lettre E à celui de l'entretien (le tableau un -T1- est le tableau des entretiens exploratoire, le tableau deux -T2 - des entretiens dédiés au recensement).

¹⁷¹ Le grand Paris express est le projet de transport de la métropole du grand Paris : un métro doit relier les communes de la petite couronne parisienne pour permettre aux habitants des déplacements plus aisés de banlieue à banlieue. Le Val-de-Marne est un des premiers bénéficiaires de cet équipement avec la ligne 15 Sud qui relie la station Pont-de-Sèvres (à Sèvres dans les Hauts-de-Seine) à la station Noisy-Champs (à Champs-sur-Marne en Seine-et-Marne). Source : <https://www.valdemarne.fr/le-conseil-departemental/grands-projets/grand-paris-express> consulté le 02/05/2019.

Un panel d'acteurs diversifiés a ainsi été rencontré, permettant d'aborder le rôle de différentes institutions dans la gestion de l'eau de pluie de l'agglomération parisienne. Dans les établissements publics territoriaux rencontrés, les politiques de gestion des eaux de pluie font en effet l'objet d'un investissement important : des équipes spécifiques sont notamment investies de ce sujet, mais également par la reprise de ces politiques sectorielles dans des politiques plus transversales. Ainsi à Est Ensemble, le responsable du pôle Hydrologie urbaine et Qualité des rejets est composé de trois personnes, chacune s'occupant d'un secteur de l'évolution du territoire : l'une suit les permis de construire, l'autre les opérations de rénovation urbaine, et la dernière les projets urbains. À Plaine Commune, la délégation à l'écologie, rattachée à la Direction générale de l'intercommunalité¹⁷², utilise les préconisations techniques de gestion de l'eau de pluie pour la création du *Référentiel d'aménagement soutenable du territoire de Plaine Commune* (Plaine Commune Grand Paris, 2013) transversal aux différents services : la politique de gestion des eaux de pluie trouve alors sa place dans des politiques d'aménagement urbain.

Par ailleurs, le rôle joué par les départements de petite couronne dans la gestion de l'eau de pluie, déjà identifié par la littérature pour la Seine-Saint-Denis (Dupuy, Knaebel, 1982 ; Soyer, 2014 ; Carré, Deutsch, 2015), a été confirmé et étendu aux Hauts-de-Seine, et dans une moindre mesure au Val-de-Marne. Comme on l'a évoqué en introduction générale, les départements de petite couronne sont détenteurs d'un patrimoine de réseaux collectant les eaux usées et pluviales des réseaux de desserte des intercommunalités, et sont les relais des politiques du syndicat interdépartemental d'Assainissement de l'Agglomération parisienne (SIAAP). Ils sont auteurs d'un règlement d'assainissement et ont développé une expertise pointue, notamment parce qu'ils ont suffisamment de moyens humains et sont investis sur ces sujets depuis les années 1970 pour la Seine-Saint-Denis et les années 2000 pour les Hauts-de-Seine (T1 E1, directrice de l'Assainissement et de l'Eau, Plaine Commune, 23/03/2015, et T1 E11, responsable du bureau de liaison avec l'Aménagement et l'Urbanisme, Seine-Saint-Denis, 17/07/2015). Ils sont donc moteurs pour les politiques de gestion des eaux de pluie en petite couronne de l'agglomération, suivis par les collectivités volontaires. Les services dédiés à la gestion de la pluie des intercommunalités sont d'ailleurs fondés sur le modèle du bureau de liaison avec l'Aménagement et l'Urbanisme, fondé dans les années 1990 par la Seine-Saint-Denis (T1 E14, directeur, ATM, 28/07/2015).

Les rencontres avec les professionnels des syndicats de rivière nous ont donné un aperçu de la diversité de ces structures et de leurs missions ; cette diversité est notamment liée à leur passé. Certains syndicats sont historiques, ce sont soit d'anciennes associations de meuniers ou d'agriculteurs, ou des syndicats hydrauliques créés dans les années 1950 dans le contexte de l'expansion urbaine ; soit des syndicats très récents créés dans le cadre de la territorialisation des politiques de l'eau. Les syndicats de rivière et d'assainissement sont les chefs de file de la gestion de l'eau en grande couronne de l'agglomération parisienne.

Les entretiens menés avec les responsables des institutions des grandes politiques sectorielles (Seine grands Lacs et Voies navigables de France) nous ont dissuadée d'enquêter auprès de ces acteurs, car ceux-ci travaillent sur les linéaires de cours d'eau à une échelle macroscopique, et leur action est polarisée par la gestion de grands ouvrages tels que des barrages, par la gestion du risque inondation et par la navigation, assez loin donc de nos préoccupations. La renaturation des cours d'eau n'est pas envisagée à cette échelle, et les techniques de génie végétal ont semblé vraiment marginales dans les politiques de VNF.

Dans un autre registre, un autre résultat de cette phase exploratoire est la confirmation de la dimension militante ou engagée des discours des acteurs des associations et collectifs, mais également des bureaux d'études, observatoires ou agences d'urbanisme rencontrés. Deux thèmes sous-tendent les engagements des

¹⁷² Créée en 2006, la délégation à l'écologie urbaine fait d'abord partie de la direction de l'aménagement, puis est directement rattachée et donc à son président, symbole de l'importance donnée par Plaine Commune à cette thématique.

acteurs : la valorisation de l'eau en ville et l'écologie. Le directeur général de l'association Espaces - association loi 1901 et d'intérêt général¹⁷³ de réinsertion par l'écologie urbaine – porte par exemple le savoir-faire en génie écologique de ses employés, et la nécessité de restaurer les berges de Seine, cours d'eau pourtant extrêmement contraint et peu propice à la restauration. L'association s'est imposée dans l'ouest de l'agglomération où elle joue un rôle de maître d'ouvrage, de maître d'œuvre mais également d'animateur de documents de planification pour la gestion de l'eau¹⁷⁴ : elle tient une place importante dans la gestion territoriale de l'eau. La transformation du milieu urbain en vertu de l'écologie est aussi portée par l'agence régionale NatureParif, aujourd'hui agence régionale de la Biodiversité (ARB), intégrée à l'IAU : il s'agit d'un observatoire régional de la biodiversité, avec des missions relatives à l'étude et à l'animation d'un réseau d'observateurs et de professionnels, ainsi que de vulgarisation et de communication. Il permet de souligner le rôle important des structures d'animation territoriales dans la mise en œuvre et la diffusion des politiques publiques, également joué par l'association régionale ARCEAU. Enfin, cet engagement en faveur de l'intégration de l'écologie aux politiques urbaines est également sensible dans le discours de Luc Abbadie professeur en écologie urbaine de l'institut d'Écologie et des Sciences de l'environnement de Paris, impliqué dans les enjeux opérationnels¹⁷⁵, notamment la constitution du champ de l'ingénierie écologique.

L'engagement relatif à la valorisation de l'eau en ville est porté par certains professionnels des services des collectivités, mais aussi par le directeur de l'agence d'urbanisme, de paysage et d'hydrologie urbaine ATM et le membre du collectif libertaire pour la baignade urbaine. Le directeur de l'agence porte une vision ambitieuse de la gestion de l'eau de pluie en milieu urbain ; il est d'ailleurs reconnu pour son début de carrière au bureau de liaison avec l'Aménagement et l'Urbanisme du département de la Seine-Saint-Denis, et pour les réalisations de son bureau d'études aujourd'hui¹⁷⁶. L'agence réalise des études sur la gestion urbaine de l'eau – pluie et cours d'eau –, mais joue également le rôle d'assistance à maîtrise d'ouvrage auprès des collectivités et de maître d'œuvre dans des opérations urbaines, dans différentes régions françaises. Son expertise exerce une influence notable sur les politiques locales.

Les entretiens exploratoires ont ainsi permis de tracer les contours du paysage de la gestion de l'eau dans l'agglomération parisienne : les acteurs clés dans la production des techniques alternatives et des opérations des cours d'eau sont identifiés. Cette approche large nous a permis de réaliser le rôle important joué par certains acteurs non institutionnels et de l'engagement professionnel sur nos thèmes, ainsi que d'écartier certains acteurs sectoriels régionaux, trop éloignés de l'aménagement urbain. Ce paysage est cependant lacunaire à ce stade, certains acteurs centraux comme l'agence de l'eau Seine Normandie ou le syndicat interdépartemental de l'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP) n'ont pas encore été rencontrés ; non plus l'échelon communal, et les intercommunalités de Seine-Saint-Denis ont été privilégiées. Notre panel d'interlocuteurs a été à la fois ciblé et complété au cours de la deuxième phase d'enquête.

¹⁷³ Statut « qui lui permet de recevoir des dons », source : <http://www.association-espaces.org/association/projet/statuts-chartes-et-agrements/>, consulté le 17/08/2019.

¹⁷⁴ Ses locaux sont situés à Chaville (92), et son territoire originel d'action est, pour ce qui concerne l'aménagement des cours d'eau, les boucles de Seine à l'aval de Paris.

¹⁷⁵ Il a été identifié par son implication au sein d'une association de promotion de l'ingénierie écologique, le Groupe des Acteurs de l'Ingénierie Écologique (<http://groupeacteursingenierieecologique.e-monsite.com/>).

¹⁷⁶ L'agence a notamment reçu trois récompenses, octroyée par les votes du public ou par un panel d'experts, lors de la conférence internationale sur les techniques alternatives et la gestion intégrée de l'eau pluviale Novatech tenue à Lyon en juillet 2019.

1.2. La phase de recensement : comprendre la production du patrimoine de techniques et l'inventorier

La deuxième phase d'enquête est menée avec l'IAU : elle est dédiée à la création d'une base de données sur les techniques alternatives de gestion de l'eau de pluie et de renaturation des cours d'eau de l'agglomération, mais également à la compréhension du rôle des enquêtés dans la production de ces techniques et leur constitution en patrimoine.

Nous nous sommes présentée à la fois comme doctorante en urbanisme au laboratoire Géographie-cités et comme en charge de la création de cette base de données, nommée Eaubaine, au sein de l'IAU – six entretiens ont d'ailleurs été menés en collaboration avec notre tuteur à l'IAU, Manuel Pruvost-Bouvattier (cf. colonne « locaux » du tableau 4.2). La grille d'entretien utilisée portait sur le patrimoine infrastructurel, la connaissance des techniques produites sur le territoire¹⁷⁷, les missions de la structure de l'enquête, ses politiques, ses relations avec d'autres instances territoriales ; le rôle de l'interlocuteur relativement à la gestion intégrée, la définition des techniques par l'interlocuteur, leur place au sein du territoire¹⁷⁸. La combinaison d'une enquête qualitative et du recensement réalisé au nom de l'IAU nécessitait quelques précautions : la démarche d'inventaire menée à l'échelle de l'agglomération parisienne pouvait être assimilée à une évaluation des politiques publiques, ou des performances de gestion des territoires, qui plus est comparative. Or, la posture évaluatrice nous semblait contre-productive pour la phase qualitative de l'enquête. Nous voulions avoir l'opportunité d'entrer dans la conception du territoire et de son aménagement et de saisir les représentations que nos interlocuteurs ont des politiques et des techniques de gestion intégrée, leur « matrice technique » d'aménagement, pour reprendre l'expression que nous avons employée dans les chapitres 2 et 3. La compréhension des enquêtés repose, selon Pierre Bourdieu, sur l'abandon de toute attitude normative, attitude imposant par les questions à l'interlocuteur un cadre axiomatique qui lui est étranger, plutôt qu'elle ne s'attache à entrer dans sa propre logique, dans son vécu (Bourdieu, 1993). Adopter cette démarche compréhensive induisait donc de contrebalancer la demande de données, de résultats territoriaux en quelque sorte, par un cadre d'entretien ouvert, susceptible de laisser à l'interlocuteur l'opportunité de développer sa propre conception de ces politiques et de ce patrimoine, du jeu d'acteurs de la gestion de l'eau dans l'agglomération parisienne.

Les interlocuteurs ont été choisis en fonction de leur capacité supposée à délivrer des données sur le patrimoine de techniques de gestion intégrée de la pluie et de renaturation des cours d'eau dans l'agglomération parisienne¹⁷⁹. Les acteurs territoriaux ayant un lien direct avec ces techniques ont donc été choisis : possesseurs d'un patrimoine de réseaux, financeurs de ces techniques, auteurs de politiques de gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau. Les acteurs identifiés comme chefs de file de la gestion locale de l'eau au cours de la phase exploratoire ont principalement été rencontrés : les départements en petite couronne et les syndicats mixtes de rivière et/ou d'assainissement, ainsi que les associations et bureaux d'études reconnus.

En synthèse, sur les trente-six entretiens dédiés au recensement, trois ont été menés avec des communes et quatre avec des intercommunalités. Les six départements de la petite et de la grande couronne ont été (re)sollicités et quatorze entretiens ont été menés avec des syndicats d'assainissement et/ou de rivière. Ces acteurs, en charge de politiques concernant la gestion des eaux de pluie et des cours d'eau, également maîtres d'ouvrage, ont été les interlocuteurs cibles de la phase de recensement. Deux entretiens ont été menés avec des chargés de projets et techniciens l'association Espaces, donc le directeur général avait été sollicitée en

¹⁷⁷ Les résultats concernant ces deux premières lignes directrices sont présentés dans le chapitre 5.

¹⁷⁸ Ces deux derniers points sont traités dans le chapitre six de ce mémoire.

¹⁷⁹ Les hypothèses sur la connaissance du patrimoine des collectivités sont fondées à partir de la connaissance des règles de la gestion de l'eau, issue de la littérature scientifique, mais aussi de la phase exploratoire d'entretiens, et de la proximité avec les acteurs liée à la thèse CIFRe.

phase exploratoire (T2 E2 et E32, 10/11/2015 et 26/04/2017). Un entretien a été mené avec un bureau d'études techniques spécialisé en hydrologie urbaine (T2 E36, 11/12/2017). Quatre entretiens ont été menés avec des organismes liés à l'État : deux avec l'agence de l'eau Seine Normandie en tant que financeur de la gestion des petites pluies et auteur des politiques de gestion de l'eau (T2 E9 et E21, 16/03/2016 et 20/10/2016), un avec le CEREMA (T2 E25, 08/11/2016) et un avec la Direction départementale des territoires (DDT) de l'Essonne (T2 E6, 12/02/2016). Une réunion de travail a été réalisée avec un chargé d'étude de l'agence de l'eau Seine Normandie, portant plus spécifiquement sur des données fournies par l'agence. L'entretien avec la DDT n'a pas été très fructueux en termes de données, nous avons donc arrêté là la sollicitation de ce type d'acteurs. Celui avec le CEREMA relevait plutôt d'une réunion de travail entre instituts d'études et de recherche, il a d'ailleurs été mené avec notre tuteur de l'IAU. Ces trois rencontres n'ont pas été analysées comme les autres entretiens, et nous n'avons gardé des entretiens transcrits avec des institutions étatiques que celui réalisé avec la chargée d'opération de l'agence de l'eau Seine Normandie.

Pour des raisons de faisabilité du recensement, les communes et intercommunalités, trop nombreuses, n'ont pas été interrogées de manière exhaustive, bien qu'il soit plausible qu'elles aient une connaissance fine du patrimoine technique de leur territoire. De plus, au moment de notre enquête les intercommunalités de l'agglomération intégrées au grand Paris devenaient des établissements publics territoriaux, certaines étaient fusionnées, d'autres scindées, les services étaient peu formés et difficilement à même de répondre à nos questions. Nous avons cependant de nouveau rencontré Plaine Commune et Est Ensemble, dont le périmètre était stable et les politiques de gestion de l'eau établies, ainsi que des intercommunalités de grande couronne peu touchées par la réforme (T2 E16, E29, E30, E33, 06/07/2016, 22/02/2017 et 03/04/2017, 04/05/2017). Les professionnels et élus de trois communes ont également été rencontrés : les Mureaux, Paris et Montreuil. Les Mureaux car une politique très ambitieuse de gestion de l'eau de pluie, portée par un élu, y était menée depuis 2002 (Limousin *et al.*, 2016) (T2 E4 et 28, 11/02/2016 et 17/02/2017) ; Paris en tant que ville centre de l'agglomération, forte de plus de deux millions d'habitants ; et Montreuil car un certain nombre d'opérations mettant en œuvre la gestion intégrée de la pluie étaient réalisées sur son territoire nous étaient connues.

Tableau 4.2 Entretiens menés au titre de l'inventaire des techniques, octobre 2015-septembre 2017

	Ordre	Institution	Fonction	Date	Locaux
Acteurs non administratifs	2	Association Espaces	Technicienne rivière, Chargé de mission/projet.	10/11/2015	Locaux enquêtés
	32	Association Espaces	Chef de chantier, Chargé de l'animation du SAGE.	26/04/2017	Locaux enquêtés
	36	Bureaux d'études en hydrologie urbaine INFRAservices	Cheffe de projet Recherche et Développement	11/12/2017	Locaux enquêtés
Collectivités territoriales et établissements	4	Mairie de Paris Service technique de l'Eau et de l'Assainissement Direction de la Propreté et de l'Eau, division Études et Ingénierie	Chargé de mission/projet	11/02/2016	Locaux enquêtés, tuteur
	28	Commune des Mureaux (78)	Élu adjoint au maire, Directrice des services techniques	17/02/2017	Locaux enquêtés
	35	Commune de Montreuil (93) Direction Espace public et Mobilité Service de l'Aménagement et de la Mobilité durable	Directeur	20/07/2017	Locaux enquêtés
	16	Communauté d'agglomération de Saint-Quentin en Yvelines (78) Direction du Patrimoine	Directeur	06/07/2016	Locaux enquêtés
	33	Communauté d'agglomération Marne et Gondoire (77) Direction de l'Environnement Service Nature, Agriculture et Cadre de vie	Chargée de mission milieux aquatiques	04/05/2017	Locaux enquêtés
	29	Communauté d'agglomération Val d'Europe (77)	Responsable du pôle Infrastructures, Responsable du pôle Environnement.	22/02/2017	Locaux enquêtés
	30	Communauté d'agglomération Paris Vallée de la Marne (77) Direction Infrastructure VRD	Directeur	03/04/2017	Locaux enquêtés
	1	Établissement Public Territorial Plaine Commune (93) Direction de l'Assainissement et de l'Eau	Chargée de mission hydraulique urbaine et aménagement	19/10/2015	Locaux enquêtés
	3	Département de Seine-Saint-Denis Direction de l'Eau et de l'Assainissement Bureau de liaison avec l'Aménagement et l'Urbanisme	Responsable	25/01/2016	Locaux enquêtés
	5	Département des Hauts-de-Seine Direction de l'Eau Service Études et Contrôle de la Délégation	Adjoint au chef, responsable du pôle cadre de vie et aménagement urbain, Technicienne territoriale (spécialisé eaux pluviales), Chargée du SIG.	19/02/2016	Locaux enquêtés, tuteur
	7	Département des Yvelines	Chargée Mission Eau	23/02/2016	Locaux enquêtés

	Direction de l'Environnement Service de l'Eau et de l'Assainissement				
8	Département de l'Essonne Direction de l'Environnement Service de l'Eau	Technicienne rivière et cartographie, Responsable.	16/03/2016	Locaux enquêtés	
13	Département du Val d'Oise Direction de l'Environnement et du Développement Durable Service Eau et Assainissement	Responsable	24/05/2016	Locaux enquêtés, tuteur	
17	Département du Val-de-Marne Section Politique de l'Eau	Chargée de mission Plan bleu	12/07/2016	Locaux enquêtés	
34	Département du Val-de-Marne Service Études Générales d'Assainissement et Milieux Aquatiques	Direction service, Chargé de mission/projet, Technicien.	11/07/2017	Locaux enquêtés	
Syndicats	18	Syndicat mixte ¹⁸⁰ pour l'Aménagement du Morbras (SMAM) (77)	Responsable de service	19/07/2016	Locaux enquêtés
	10	Syndicat mixte pour l'Assainissement et la Gestion des eaux du bassin versant de l'Yerres (SyAGE) (94, 77) Pôle Rivière	Responsable	27/04/2016	Locaux enquêtés
	19	SyAGE (94, 77) Pôle Assainissement	Responsable	31/08/2016	Téléphone
	14	Syndicat intercommunal pour l'Aménagement Hydraulique de la Vallée de l'Yvette (SIAHVY) (78, 91) Service milieux naturels	Chef	24/05/2016	Locaux enquêtés
	15	Syndicat mixte de la Vallée de l'Orge aval (SIVOA) (91) Service Prospectives/Études/milieux	Responsable	05/07/2016	Locaux enquêtés
	31	SIVOA (91) Service d'aide aux collectivités	Référent territorial	07/04/2017	Locaux enquêtés
	24	Syndicat intercommunal d'Aménagement, de Réseaux et de Cours d'Eau (SIARCE) (91) Direction des rivières et du milieu naturel – pôle études et aménagement	Responsable « Restauration de cours d'eau » Responsable travaux d'aménagement, Ingénieur « études et travaux ».	27/10/2016	Locaux enquêtés
	24	SIARCE Direction de l'assainissement	Technicien	27/10/2016	Locaux enquêtés
	24	SIARCE Direction des rivières et du milieu naturel Programme rivières et plan de gestion des zones humides	Chef de service	27/10/2016	Locaux enquêtés

¹⁸⁰ Mixte : pouvant associer différents types de collectivités.

	22	Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Région d'Enghien-les-Bains (SIARE) (95)	Technicien études et travaux	21/10/2016	Locaux enquêté
	27	SIARE (95) Pôle exploitation et communes	Cheffe de service, technicien études et travaux	13/01/2017	Locaux enquêté
	12	SIAH (95)	Directeur général	18/05/2016	Locaux enquêté
	23	Syndicat Mixte des Berges de l'Oise (SMBO) (95) Direction de l'environnement et du développement durable Pôle rivière et zones humides	Responsable	26/10/2016	Locaux enquêté
	26	Syndicat mixte d'aménagement, de gestion et d'entretien des berges de la Seine et de l'Oise (SMSO) (78, 95) Cellule technique	Directeur, Contrôleur des travaux, Ingénieur risque inondation.	10/01/2017	Locaux enquêtés, tuteur
	26	Comité du bassin hydrographique de la Mauldre et de ses affluents (COBAHMA) (78)	Ingénieur-animateur SAGE de la Mauldre	10/01/2017	Locaux enquêtés, tuteur
	11	Syndicat Intercommunal pour l'Assainissement de la Vallée de la Bièvre (SIAVB) (78, 92, 91) Services techniques	Directeur	11/05/2016	Locaux enquêté
	20	Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Bièvre (SMBVB) (75, 78, 91, 94)	Directeur général, Chargée de mission SAGE du Bassin Versant de la Bièvre et Contrat Bièvre aval.	18/10/2016	Locaux enquêté, tuteur
Institutions étatiques	6	Direction Départementale Territoriale de l'Essonne Bureau de l'eau	(Chef de bureau) - DDT 91/SE/BE	19/02/2016	Téléphone
	21	Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) Service Investissement des collectivités 77-95	Chargée d'opérations	20/10/2016	Locaux enquêté
	9	Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) Direction de la Connaissance et Appui Technique Service Assainissement et Milieu Urbain	Chargé d'études	16/03/2016	Téléphone
	25	CEREMA Département Ville Durable	Chef du département hydrologie, gestion des eaux de pluie, Chargé d'étude et de recherche sur l'eau en milieu urbain, Responsable Unité Nature et Biodiversité.	08/11/2016	Locaux enquêtés, tuteur

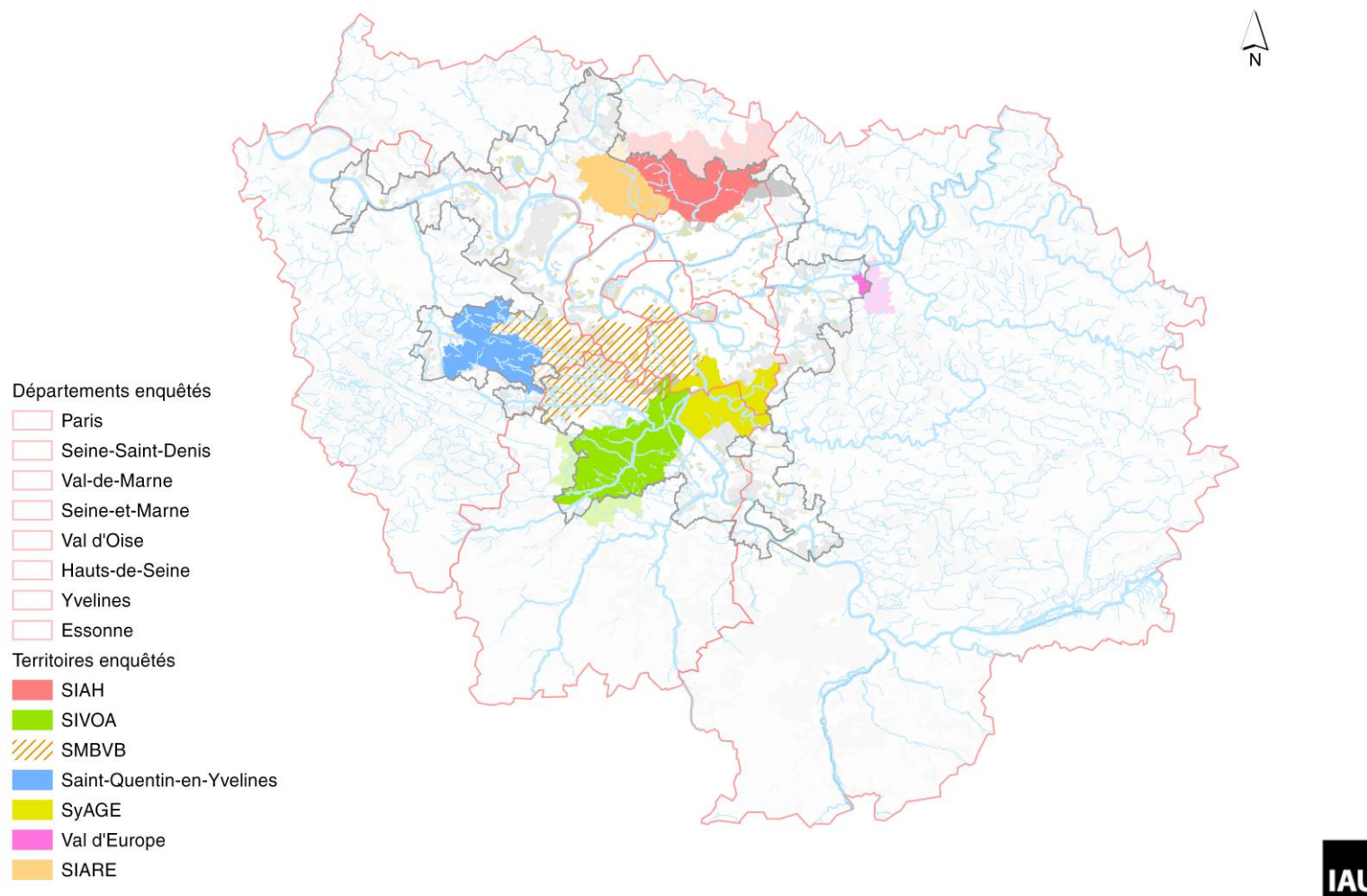
La somme de ces entretiens nous a permis de couvrir le territoire de l'agglomération parisienne, notre territoire d'étude, comme on peut le voir sur la figure 4.1 : deux cartes sont présentées, la première rassemble les syndicats, intercommunalités et départements enquêtés au titre de la gestion des eaux de pluie, la seconde de la renaturation des cours d'eau.

Sur la première carte il est visible que les territoires enquêtés au titre de la gestion de l'eau de pluie sont essentiellement situés dans le nord et le sud de l'agglomération. Les pôles secondaires – Évry, Cergy et Mantes-la-Jolie – ont été peu investigués par les territoires locaux, mais principalement par les départements des Yvelines, du Val-d'Oise et de la Seine-et-Marne.

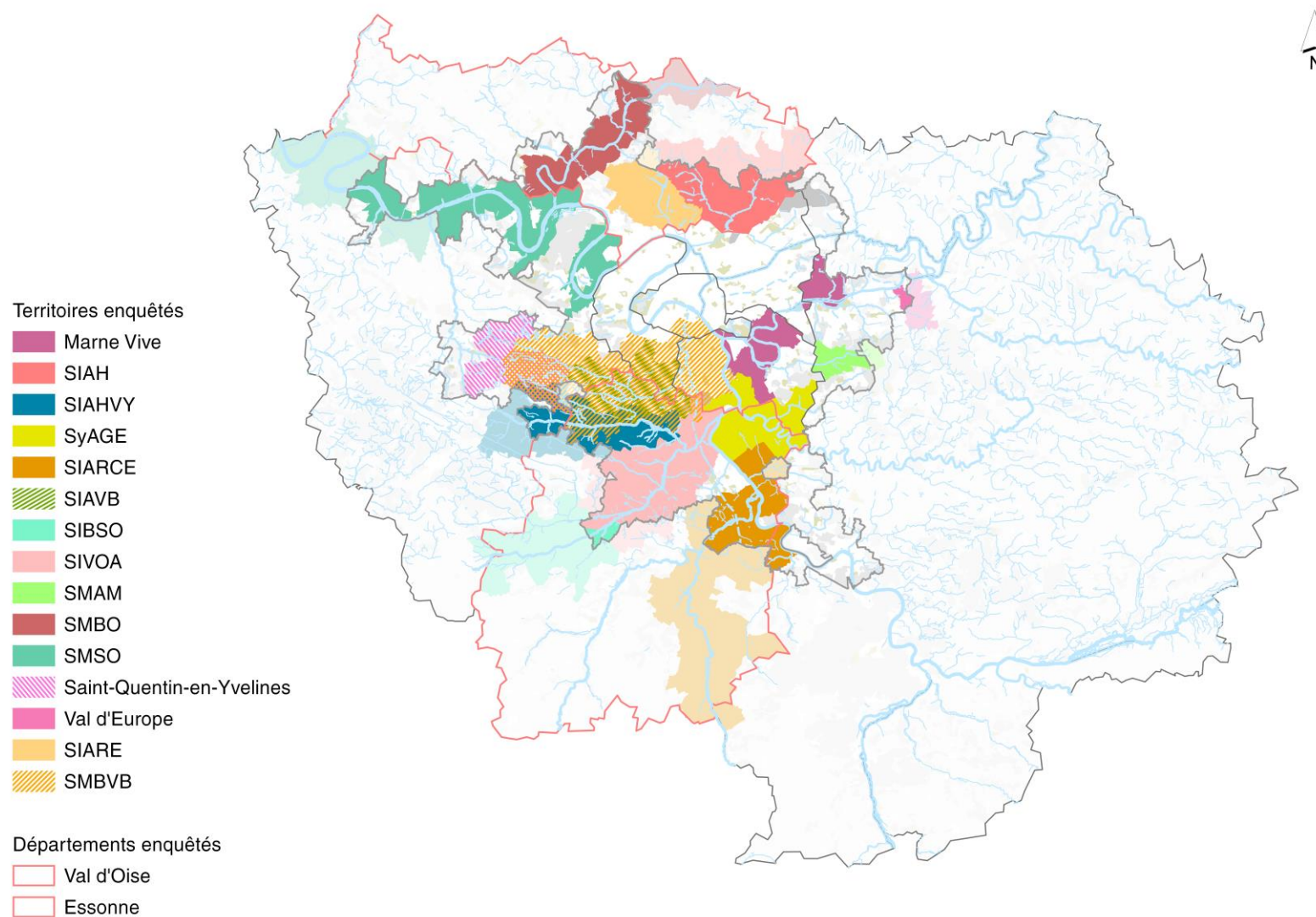
Les territoires enquêtés au titre de la renaturation des cours d'eau, représentés sur la seconde carte, sont essentiellement des syndicats, et les villes nouvelles qui allient gestion des eaux de pluie et du réseau hydrographique. Les territoires interrogés sur ce thème sont plus nombreux que ceux interrogés sur la gestion alternative de l'eau de pluie et dépassent souvent les limites de l'agglomération parisienne. Ils sont cependant peu représentés en Seine-Saint-Denis et dans les Hauts-de-Seine, où l'hydrographie est faible et où les départements ont la mainmise sur la gestion de l'eau. Plus complet en termes de couverture du territoire, ce pan de l'enquête n'est cependant pas exhaustif non plus.

Figure 4.1 Cartes des territoires enquêtés, agglomération parisienne, entre octobre 2015 et décembre 2017

Les territoires enquêtés au sujet de la gestion des eaux de pluie



Les territoires enquêtés au sujet de la renaturation des cours d'eau



Les acteurs interrogés forment donc un panel non exhaustif mais représentatif de la gestion de l'eau dans l'agglomération parisienne : les collectivités territoriales et leurs établissements – intercommunalités, syndicats et départements – forment le gros des enquêtés, les acteurs étatiques – services déconcentrés de l'État, acteurs des grandes politiques sectorielles, agence de l'eau – ont également été rencontrés, ainsi que quelques acteurs non administratifs. Si l'on cumule ces différents acteurs, l'enquête couvre presque l'intégralité du territoire de l'agglomération parisienne, d'autant plus que certains acteurs qui n'ont pas de périmètres administratifs comme ATM ou Espaces ne peuvent être cartographiés. L'enquête pourrait être complétée notamment par la consultation des services déconcentrés de l'État, de la région Île-de-France, ainsi que par l'échelon intercommunal et communal, et enfin des aménageurs publics et parapublics (dont les sociétés d'économie mixte, les bailleurs sociaux, les établissements publics d'aménagement, les sociétés publiques locales, la SNCF, les Ports de Paris...). Un petit nombre de ces acteurs a été mobilisé à l'occasion d'études de cas développées dans le chapitre sept de ce manuscrit. Les entretiens sont analysés dans les deux sections qui suivent. Dans la deuxième section de ce chapitre, sont développés les outils de production des techniques décentralisées des acteurs territoriaux. Puis dans la troisième section sont présentées, les relations entre acteurs et évolution des territoires de gestion.

2. Rouages de la production des techniques alternatives et des opérations de renaturation

La production des techniques alternatives et de renaturation des cours d'eau repose d'un côté sur la production de documents réglementaires : le contrôle par la police de l'Environnement des installations, ouvrages, travaux, aménagements définis dans l'article Article R214-1 du code de l'Environnement, et les règlements d'assainissement et zonage pluviaux réalisés par les collectivités locales et intégrés aux plans locaux d'urbanisme. De l'autre, elle est liée à la planification de l'eau, et donc à la programmation d'opérations et à un système de subventions. Comment les différents acteurs présentent-ils l'utilisation de ces outils ? Quelles relations entre les différents acteurs se dessinent dans les récits ?

Dans un premier temps, est présentée l'influence des politiques directrices, des financements et de la réglementation sur la production des techniques intégrées et de renaturation. L'action spécifique des gestionnaires de réseaux relativement à la gestion des eaux de pluie est ensuite analysée, puis les moyens de l'action des gestionnaires de cours d'eau en faveur de la renaturation.

2.1. Aux mains des acteurs étatiques : la planification à l'échelle régionale et la réglementation

Les acteurs définis comme étatiques, l'agence de l'eau Seine Normandie et les DDT et DRIEE agissent par la planification à l'échelle régionale pour la première, et par le contrôle des aménagements modifiant les milieux aquatiques pour les seconds, contrôle qui conditionne la légalité des aménagements en question. Quels rôles jouent-ils dans la production de dispositifs techniques alternatifs ou de renaturation des cours d'eau ? Dans un premier temps, les outils déployés par l'agence de l'eau Seine Normandie pour la production de dispositifs décentralisés sont présentés. Ensuite, les termes du contrôle par les services déconcentrés de l'État sur les acteurs territoriaux sont précisés.

L'agence de l'eau Seine Normandie programme dans son schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) des mesures relatives à la renaturation des cours d'eau et à la gestion des eaux de pluie à la parcelle¹⁸¹. En plus de s'imposer aux schémas d'aménagement et de gestion des eaux, cette politique est

¹⁸¹ Les agences de l'eau sont en fait auteures de deux documents de programmation : les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), contiennent des programmes de mesures, outil prescrit par la

associée à un programme pluriannuel de recette et d'aides, qui définit les études et opérations financées par l'agence, et les montants alloués. Les montants des subventions accordées peuvent aller jusqu'à 80 %¹⁸² des travaux ou des études, elles sont très recherchées par les collectivités et les syndicats (T2 E7, chargée de mission eau, Yvelines, 23/02/2016 et E18, responsable de service, syndicat du Morbras, 19/07/2016). Elles sont cependant tributaires de la conformité des travaux à la doctrine de l'agence de l'eau : ainsi, le dixième programme de financement de l'agence de l'eau Seine Normandie (AESN, 2012) prévoit que seuls les ouvrages situés dans les zones urbaines (U) des plans locaux d'urbanisme, à ciel ouvert, gérant les petites pluies de manière diffuse sont subventionnés au titre de la gestion des eaux de pluie, conformément à la doctrine nationale présentée dans le chapitre 3. L'assiette de subvention est ensuite déterminée en fonction du taux de désimperméabilisation par rapport à la situation avant travaux :

« on insiste sur le fait qu'on veut une réduction des volumes qui ruissellent vers le réseau d'eau public, on ne va prendre en compte que les ouvrages à ciel ouvert. [...] [O]n va voir situation avant et après travaux, et on va regarder en fait tout l'espace désimperméabilisé. Si l'espace désimperméabilisé est supérieur à 10 % entre l'avant et l'après, on va octroyer une assiette de 30 euros par m² de surface aménagée, dans les autres cas c'est 18 euros de par m² de surface aménagée. [...] [M]ême si les pluies courantes sont infiltrées, si ce ne sont pas des ouvrages à ciel ouvert on ne le prend pas en compte. Donc une fois qu'on a cette assiette là, sur le taux de désimperméabilisation, on va octroyer des aides de l'ordre de subventions à 70 %. Donc c'est quand même incitatif. » (T2 E21, chargée d'opérations, AESN, 20/10/2016)

La doctrine de financement de l'agence de l'eau privilégie donc une amélioration de l'existant, avec la même logique avant/après que celle identifiée dans la doctrine de renaturation des cours d'eau dans la première partie : il s'agit ici de restaurer non pas l'hydromorphologie du cours d'eau mais la perméabilité des sols. De plus l'expansion urbaine n'est pas subventionnée, elle est donc d'une certaine manière désapprouvée par l'agence de l'eau, en ligne avec les politiques de la région Île-de-France. Les responsables de service des syndicats connaissent ces règles et essaient de se conformer à la doctrine pour obtenir les subventions :

« Sachant que l'agence de l'eau nous accompagne en fait aussi, nous incite à faire ça, puisqu'elle ne nous subventionne que le traitement et les volumes liés à des pluies, on va dire mensuelles ou bimensuelles, vraiment la dépollution à la source. Elle ne subventionne plus du tout ce qui est lutte contre les inondations avec [...] comme critère central la pluie décennale. » (T2 E19, responsable du pôle assainissement, Syndicat de l'Yerres, 31/08/2016)

Le responsable de service exagère le critère de subvention de l'agence : il se réfère à des pluies mensuelles ou bimensuelles alors que le critère de l'agence de l'eau concerne les pluies d'occurrence six mois à un an, soient les pluies formant une lame d'eau de huit à dix millimètre. Cette exagération est significative de la réputation drastique qu'ont les critères de l'agence de l'eau auprès des collectivités et des aménageurs (notamment : T2 E17, chargé de mission Plan bleu, Val-de-Marne, 12/07/2016, E29, responsables des pôles

directive cadre européenne sur l'eau de 2000, pour parvenir au bon état écologique des cours d'eau d'ici à 2021 ou 2027 ; les agences de l'eau élaborent par ailleurs un programme de financements, qui définit les recettes et aides de l'agence, permettent de mettre en œuvre le programme de mesures (AESN, 2012 : 5). Ce dernier vise un objectif de 62 % de masses d'eau superficielles et 25 % de masses d'eau souterraines en bon état écologique d'ici à 2021 (AESN, 2015a : 4).

¹⁸² Conformément à la réglementation des subventions des collectivités territoriales : le maître d'ouvrage bénéficiaire d'une subvention doit assurer une participation minimale de 20 % du montant des travaux : « toute collectivité territoriale ou tout groupement de collectivités territoriales, maître d'ouvrage d'une opération d'investissement, assure une participation minimale au financement de ce projet. « Sans préjudice de l'application de l'article 9 de la loi n° 2003-710 du 1er août 2003 d'orientation et de programmation pour la ville et la rénovation urbaine, cette participation minimale du maître d'ouvrage est de 20 % du montant total des financements apportés par des personnes publiques à ce projet. » article 1111-10, III du CGCT.

Infrastructures et Environnement Val d'Europe, 22/02/2017 et E35, directeur du service Espace public et Mobilité, Montreuil, 20/07/2017). L'agence finance également la restauration des milieux aquatiques et l'acquisition de zones humides. Ces subventions sont cependant peu sollicitées, selon le directeur général de l'association Espaces, pour la renaturation des cours d'eau :

« Aujourd'hui ce qu'il faut voir, c'est que l'agence de l'eau, alors de mémoire, consacre, prévoit à peu près par an quarante millions d'euros de budget pour des actions en génie écologique. Ce qui n'est rien du tout par rapport au budget de l'agence de l'eau : ça doit être quelques pourcents, autour de 5 % et encore, du budget annuel. [...] Il y a quelques années elle en dépensait moins de 20 %, et aujourd'hui elle arrive péniblement à 75 % - et encore, en mettant dedans des choses un peu, bon, voilà, en finançant assez largement certaines choses, par manque de projets. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de projets. » (T1 E15, 18/09/2015)

Les subventions de l'agence de l'eau sont ainsi perçues par le trop plein ou par le manque : d'un côté, recherchées dans le domaine de la gestion des eaux pluviales à la parcelle mais elles sont difficiles à obtenir car le cahier des charges est exigeant ; de l'autre, elles visent un secteur de peu développement - le génie écologique - et ne trouvent pas de demandeurs. La présentation du programme de mesures de 2016-2021 indique de fait la faiblesse des actions engagées pour la restauration des milieux aquatiques pendant le programme précédent (AESN, 2015 : 4). L'agence de l'eau est parfois présentée comme un acteur riche qui ne dispense cependant ses subventions qu'avec parcimonie, alors que les collectivités souffrent de restriction budgétaire (T1 E2, directrice adjointe de l'eau et de l'assainissement, Val-de-Marne, 25/03/2015), ou les dépensant à mauvais escient, faute de projet.

Les politiques territoriales doivent, comme on l'a vu en introduction générale (cf. figure 6) être compatibles avec les SAGE et les SDAGE. Cependant, le principe de cohérence des politiques publiques est plus fort que la seule relation de compatibilité puisque les politiques de subventions de l'agence de l'eau sont suivies par les politiques des départements et région :

« On est beaucoup en accord avec l'agence de l'Eau, d'ailleurs y a trois financeurs institutionnels : la région, l'agence, et nous. Sachant que pour le département ça n'est pas une compétence obligatoire [la compétence eau]. C'est un choix politique des élus [...]. Mais, avec l'agence on est en complément : nous on est à 20 %, eux sont aussi entre 30 et 40. Donc c'est vrai que pour les collectivités... alors il y a des plafonds¹⁸³, bien sûr, qui sont quand même calculés en fonction du marché. Et donc on essaie malgré tout d'être bien en complément : pour les rivières l'agence subventionne entre 30 et 40 %, nous à 20 %, donc voilà, pour un syndicat qui récupérerait la [Taxe sur la Valeur Ajoutée]¹⁸⁴, à ce moment-là ça lui fait quand même moins lourd. » (T2 E7, chargée de mission eau, Yvelines 23/02/2016)

Des stratégies de coordination des subventions, qui peuvent permettre à l'agence de l'eau de démultiplier l'incidence de ses subventions, sont mises en œuvre. Ce mécanisme de financement conjoint est cependant parfois présenté comme fragilisé par la suppression de la clause de compétence générale des départements

¹⁸³ Les subventions des travaux dédiés à la gestion des eaux dans les Yvelines font l'objet d'un « contrat eau », les montants subventionnés sont limités « à 15 M€HT par collectivité et pour une période de 5 ans ». Les plafonds dépendent aussi des types de travaux. Si le prix plafond est majoré de plus de 25 % les travaux sont inéligibles sauf si motif acceptable (article 5). Source : https://www.yvelines.fr/wp-content/uploads/2013/144_d1366274974924.pdf consulté le 02/05/2019.

¹⁸⁴ L'interlocutrice fait référence au « fonds de compensation pour la TVA (FCTVA) » : il s'agit d'« une dotation destinée à compenser la TVA ayant grevé les dépenses d'investissement réalisées par un bénéficiaire du fonds sur son patrimoine. Le deuxième alinéa de l'article L. 1615-2 du code général des collectivités territoriales (CGCT) dispose que les établissements publics de coopération intercommunale bénéficient du FCTVA en lieu et place des membres propriétaires pour les dépenses exposées dans l'exercice de leurs compétences. » Source : <http://questions.assemblee-nationale.fr/q14/14-12982QE.htm> consulté le 02/05/2019.

et des régions. La loi NOTRe précise et limite en effet leurs compétences (n° 2015-991), en conséquence, le département et la région ne peuvent plus intervenir au nom de l'intérêt général et financer des actions qui ne relèvent pas de leurs compétences propres. Cependant, les compétences de protection de la biodiversité de la région et d'aménagement durable (qui comprend notamment la gestion de l'eau) des départements, permettent le maintien des financements dans ces domaines.

Les politiques de l'agence de l'eau, suivie par la région et les départements, s'imposent également aux schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) et aux contrats de bassin, de rivière ou de nappe. Ces contrats sont des documents de planification antérieurs aux SAGE et SDAGE ; non réglementaires, ils servent essentiellement à la programmation financière des travaux (Hellier *et al.*, 2009 : 260). Ces documents locaux de planification des milieux aquatiques ouvrent notamment le droit aux subventions ou permettent d'être prioritaires dans les financements de l'agence de l'eau et de la région, comme l'explique une technicienne de rivière de l'association Espaces, porteuse du contrat de bassin des Plaines et coteaux de la Seine centrale urbaine¹⁸⁵ : « toutes les actions qui sont inscrites au contrat de bassin ont l'avantage en fait de bénéficier d'un suivi technique par la cellule d'animation du contrat de bassin, et d'une priorité de financement de la part de l'agence de l'eau et de la région Île-de-France. » (T2 E2, 10/11/2015). L'appui technique est de plus souvent précieux pour les collectivités territoriales, dont l'expertise n'est pas toujours adéquate aux exigences des politiques sectorielles. L'agence de l'eau Seine Normandie a également un rôle d'appui technique aux territoires, en partie lié aux subventions : sa chargée de missions des aides aux collectivités territoriales indique que celles-ci doivent la saisir, et ses collègues, très en amont dans les projets pour qu'ils puissent les faire correspondre au cahier des charges de subventions (T2 E21, 20/10/2016). Les chargés d'opération de l'agence de l'eau jouent aussi un rôle auprès des gestionnaires de cours d'eau, comme l'expose l'animatrice du contrat de bassin Marne Confluence¹⁸⁶ du syndicat Marne Vive :

« Enquêtée : [C]'est simple en fait, Agence de l'eau et région ils aident à 80 %, études et travaux, de restauration écologique de berges, donc là, pour nous c'est des soutiens...

« Enquêtrice : Mais c'est surtout économique, il n'y a pas tellement de soutien...

« Enquêtée : Il y a un peu de technique aussi, quand même. [...] À force de rencontrer différents types de projets, ils arrivent à avoir un éclairage intéressant aussi. Donc je compte beaucoup sur eux. » (T1 E10, 29/05/2015)

Les agents de l'AESN et ceux de la région, non pas dédiés à l'exploitation d'un service ou à la gestion d'un territoire local, mais porteurs de politiques sur de vastes territoires, sont considérés comme détenteurs d'une expertise supérieure, accompagnant les subventions, qui peut être une aide pour les collectivités, les intercommunalités et les syndicats.

Ainsi, les politiques de l'agence de l'eau s'imposent en droit à tous les acteurs territoriaux : la région, les départements, les collectivités dans le cadre des SAGE et des contrats de bassin. Dans les faits, les subventions de l'Agence entraînent les subventions de la région et des départements, et les différentes institutions s'accordent pour financer ensemble une opération, dont elles se répartissent les taux. Les

¹⁸⁵ Ce contrat de bassin concernait la période 2014-2018, il était établi sur un territoire non couvert par un SAGE, comprenant Paris, le département des Hauts-de-Seine, les communes riveraines de la Seine jusqu'à Achères et les communes riveraines du ru de Buzot : « Il se compose de trois masses d'eau superficielles et se situe aussi à la jonction de deux nappes d'eau souterraines. Le réseau hydrographique du territoire est donc principalement constitué du fleuve Seine et du ru de Buzot. Il couvre le bassin versant de la Seine, de sa confluence avec la Marne à sa confluence avec l'Oise. Il évolue entre plaines et coteaux qui bordent les deux boucles réalisées par le fleuve à son passage par Paris, les Hauts-de-Seine puis les Yvelines, et une petite partie de la Seine-Saint-Denis et du Val d'Oise. » Source : <http://www.seine-centrale-urbaine.org/seine-centrale-urbaine/>, consulté le 19/07/2019.

¹⁸⁶ Il est remplacé par un SAGE depuis le 2 janvier 2018. Source : <http://www.sage-marne-confluence.fr/Le-SAGE-approuve>, consulté le 19/07/2019.

documents de planification locale, conformes aux SDAGE, ouvrent la priorité pour les subventions de l'agence, ce qui incite les acteurs territoriaux à les produire ; et donc à décliner localement la politique de l'agence. Les chargés de projets de l'agence de l'eau sont également considérés comme détenteurs d'une expertise, de fait de la variété d'opérations et de territoires connus : ce sont des vecteurs de connaissance pour les acteurs territoriaux.

Les services déconcentrés de l'État influencent également la production d'ouvrages dédiés à la gestion de la pluie ou des cours d'eau, par le contrôle de conformité, effectué au titre de la loi sur l'eau : les aménageurs doivent déposer un dossier d'autorisation ou de déclaration au titre de la loi sur l'eau pour la réalisation de toute installation, ouvrage, travaux, aménagement susceptible de modifier le milieu aquatique¹⁸⁷. En Île-de-France, la Direction régionale interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie (DRIEE) est chargée d'instruire les dossiers loi sur l'eau en petite couronne, et en grande couronne, ce sont les Directions départementales des Territoires qui assurent cette mission (DDT). Le préfet de département sanctionne l'instruction du dossier : si la sanction est négative, il rejette la demande d'autorisation ou s'oppose à la déclaration ; si elle est positive, il autorise l'opération par arrêté préfectoral ou ne s'oppose pas à la déclaration¹⁸⁸. Le directeur du syndicat intercommunal pour l'Aménagement hydraulique des vallées du Couvrot et du Petit Rosne (SIAH) décrit ainsi ses rapports avec la Direction départementale des territoires du Val-d'Oise (DDT 95) :

« [I]l y a un rapport régalien dans le sens où c'est eux qui instruisent les dossiers d'autorisation qu'on dépose lorsqu'on fait des opérations d'aménagement [...] hydrologique. Ça c'est leur vocation première. Et puis, d'autre part, on a des relations [...] de proximité, de conseil, d'information, même dans les deux sens. On est vraiment dans une logique de partenariat, en dehors de l'aspect instruction des dossiers. Parfois [...], on leur demande un avis sur les permis de construire sur lesquels on ne sait pas trop quoi répondre, il nous arrive de les solliciter pour avoir un avis extérieur. Et eux de la même manière, il leur arrive de nous demander des avis sur des choses diverses et variées. Il y a une vraie relation de partenariat qui s'est instaurée au fil des années, relation qu'on chérit parce qu'elle est extrêmement importante pour nous ; parce que ça permet aussi d'intégrer dans nos projets les contraintes administratives, le plus tôt possible. Donc, on limite de fait la portée de l'impact de ces contraintes-là [...]. » (T1 E13, 21/07/2015)

L'interlocuteur met ainsi en avant la dimension stratégique de la relation avec les services déconcentrés de l'État chargés de l'instruction des dossiers réglementaires : la bonne entente avec ces services permet de passer les contrôles avec succès, et de ne pas subir de retard dans la réalisation des aménagements et projets. La relation est également décrite comme symétrique pour ce qui est du domaine technique : syndicat et services déconcentrés échangent leurs expertises. La relation hiérarchique semble cependant dominer puisque le même interlocuteur décrit l'obligation de se conformer aux doctrines des services déconcentrés et des financeurs :

« [I]l y a aussi une pression hors de la conviction technique que l'on a de l'importance de ces projets : on a aussi une pression [...] au niveau administratif, par les services de l'État, par les financeurs.

¹⁸⁷ Plus précisément « réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée, et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux, la destruction de frayères, de zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants. » (article L214-1 du code de l'Environnement). Ils sont définis de manière extensive, ainsi que le régime de déclaration dont ils relèvent, dans l'article R214-1 du même code. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000033941019&cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20170301>, consulté le 25/07/2019.

¹⁸⁸ Source : <http://www.drice.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/qu-est-ce-qu-un-dossier-loi-sur-l-eau-a90.html> consulté le 02/05/2019.

Aujourd'hui, les projets tels qu'ils pouvaient être menés il y a vingt ans, avec du béton partout, ne seraient plus du tout acceptés. Y compris - par les financeurs d'une part, et même au niveau des dossiers d'autorisation, puisqu'on est vraiment dans une logique de recréation de la morphologie d'une rivière... » (T1 E13, 21/07/2015)

Les acteurs sectoriels et les services de l'État jouent donc un rôle important de définition de la doctrine d'aménagement, qui est imposée aux acteurs locaux par la contrainte réglementaire et financière.

Le rôle de soutien de ces acteurs aux politiques locales en ligne avec leurs doctrines ne doit cependant pas être négligé : les procédures réglementaires des dossiers loi sur l'eau permettent notamment de créer, vis-à-vis des aménageurs et des promoteurs, une obligation légale. La ville des Mureaux en a notamment fait l'usage : elle a imposé une politique de zéro rejet aux aménageurs d'une opération de rénovation urbaine de soixante-dix hectares grâce au décret préfectoral induit par une autorisation au titre de la loi sur l'eau. La commune a déposé une demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau auprès de la DDT du Val d'Oise ; cette demande concernait la mise en œuvre d'une gestion hors réseau à l'échelle de l'opération entière. Elle a été reçue favorablement, et le décret préfectoral induit par la décision a ensuite été utilisé par la ville dans la négociation avec les promoteurs et bailleurs : ceux-ci ont dû mettre en place sur leurs lots des dispositifs de gestion des eaux de pluie à la parcelle. La négociation avec les bailleurs a été menée pour la ville par un bureau d'études spécialisé, INFRAservices, qui avait notamment pour mission de contrer les objections d'ordre technique à la gestion à la parcelle et à ciel ouvert des bailleurs et promoteurs (T1 E35, directrice services techniques, commune des Mureaux, 17/02/2017). Suivant la même logique, le syndicat de la Vallée de l'Orge aval (SIVOA) s'appuie sur la DDT de l'Essonne pour lancer des opérations expérimentales de suppression d'ouvrages hydrauliques dans une perspective de restauration des cours d'eau, auxquelles les communes ne sont pas favorables :

« Notre Breuil, le Breuil¹⁸⁹ c'est tout à fait - enfin c'est récent - ce travail de recréation de lit, naturellement. C'est 2013. C'est postérieur au fait qu'on ait enlevé le clapet de Vauchuse juste en amont, qui est une belle réussite d'ailleurs. Et juste après la DDT nous a dit : "dans la continuité logique, pourquoi vous n'enlèveriez pas le Breuil ?" Le Breuil c'était plus compliqué parce qu'il y avait le bassin. Mais effectivement nous, on avait cette idée déjà. Donc on s'est dit : on va se servir de la DDT pour appuyer le projet. Ça va nous donner une certaine légitimité. On dira : "ce n'est pas nous, c'est eux" [rires]. On surfe sur tout ce qu'on peut : on surfe sur la [directive cadre européenne], sur la DDT... à un moment donné on a besoin d'accompagnement. » (T2 E15, responsable service prospective/études/milieu, 05/07/2016)

Ainsi les services déconcentrés de l'État sont parfois utilisés pour surmonter une négociation ardue avec les acteurs locaux : pour ce syndicat, la légitimité fournie par l'appui de ces services permet d'aller à l'encontre de l'avis des communes et de mener des politiques expérimentales conformes, ou adéquates, aux politiques nationales.

Les politiques de l'agence de l'eau et la réglementation des aménagements se font donc le relais des politiques nationales auprès des territoires : celle de la restauration du bon état écologique des cours d'eau, reposant notamment sur la gestion locale des petites pluies. Le relais est assuré par le levier réglementaire de l'agence de l'eau, auquel les départements et région contribuent : celui-ci doit permettre de soutenir les opérations et actions concrétisant les politiques de l'agence. Cet outil est présenté comme puissant, mais présente certaines limites : il peine à générer certaines initiatives locales, notamment dans le domaine de la restauration des milieux aquatiques, et ce peut-être en lien avec les critères très exigeants qui les

¹⁸⁹ Le Breuil est un clapet localisé à Épinay-sur-Orge qui permettait de remonter la ligne d'eau pour un moulin sur l'Orge. Il est supprimé afin de rétablir la continuité écologique, ce qui permet aux espèces aquatiques et aux sédiments de circuler de nouveau.

conditionnent. Par ailleurs, les services déconcentrés de l'État disposent du levier réglementaire, parfois perçu comme une contrainte, parfois utilisé par les acteurs locaux pour soutenir une action localement controversée. Les agents des services déconcentrés et de l'agence de l'eau sont enfin perçus comme des experts, selon les missions traditionnelles des services de l'État, experts de l'octroi des subventions et du passage réussi des procédures réglementaires, mais également experts techniques de pointe, bénéficiant de la connaissance d'un vaste territoire.

2.2. La limitation et le contrôle des réseaux comme levier de la gestion *in situ* des eaux de pluie pour les intercommunalités et leurs établissements

La compétence pluviale est liée à la compétence assainissement : les responsables des services d'assainissement ont donc la main sur la réglementation de la gestion des eaux de pluie de leur territoire. Comme on l'a vu en introduction générale de ce mémoire, la spécificité de l'agglomération parisienne réside dans un triple niveau du service d'assainissement : schématiquement les intercommunalités gèrent un réseau de desserte, qui est connecté à des collecteurs départementaux, se rejetant eux-mêmes dans les émissaires du syndicat interdépartemental d'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP) assurant le transport des eaux usées jusqu'à ses stations d'épuration (cf. introduction générale, pages 30 à 35). Ces trois niveaux ont chacun la compétence de gestion des eaux usées et pluviale ; les intercommunalités ont, en plus de la gestion de l'assainissement, la main sur les documents d'urbanisme de leur territoire. Comment s'élabore dans ce cadre la politique de gestion des eaux de pluie de l'agglomération parisienne ? Celle-ci permet-elle d'imposer la production de techniques de gestion intégrée des eaux de pluie ? L'action des collectivités est présentée en partant de l'aval du réseau d'évacuation et en remontant vers l'amont, le sol urbain : les prérogatives attribuées au SIAAP par les acteurs rencontrés, puis celles des départements, des syndicats, des intercommunalités et enfin des communes sont examinées.

Le périmètre administratif du SIAAP comprend les quatre départements de la petite couronne de l'agglomération parisienne. Ses limites recoupent cependant presque celles de l'agglomération : il traite également les eaux usées d'une partie des syndicats de la grande couronne, par conventions comme on l'a vu en introduction générale (cf. figure 6). La réglementation du SIAAP s'impose donc à ce territoire dont il a la gestion. Un des aspects de la politique de gestion des eaux de pluie du SIAAP est la limitation des zones de réseaux unitaires. Le SIAAP préconise les réseaux séparatifs pour les nouvelles zones urbanisées, mais aussi des mises en séparatif de zones anciennement unitaires, qui sont donc amenées à muter :

« le SIAAP [...] configure, dimensionne, la station d'épuration d'Achères dont on dépend, par rapport à une mise en séparatif idéale, donc en définissant certains bassins versants. Et donc du coup le SIAAP a, dans ses documents, défini la partie zone séparative de la partie unitaire. Donc nous [...] on doit tendre à ça... Donc depuis 2003 [date du transfert de la compétence assainissement des communes vers la communauté d'agglomération Plaine Commune] on réalise des travaux de mise en séparatif, qui avaient d'ores et déjà été identifiés dans des études qu'on appelle des "études diagnostic" réalisées au sein des villes. Donc on a dû mettre en œuvre ces orientations. » (T1 E1, directrice de l'assainissement et de l'eau, Plaine Commune, 23/03/2015)

Les politiques du SIAAP influent d'abord sur la gestion de l'eau de pluie par l'imposition de la mise en séparatif de certains territoires et le refus des branchements pluviaux sur ses réseaux (sauf dérogation). Cette politique est cependant conforme aux politiques d'assainissement telles qu'elles sont émises au niveau national depuis les années 1950 (cf. introduction partie I). Le règlement du service d'assainissement du SIAAP encourage par ailleurs la gestion hors réseau des eaux de pluie :

« Les eaux pluviales devant être gérées au plus près de leur production, les principales mesures à mettre en place sont l'infiltration des eaux dans le sol, l'absorption et l'évapo-transpiration par la végétation. Le choix des dispositifs techniques, les études qui y sont liées et leur mise en place sont de la responsabilité du pétitionnaire du permis de construire ou d'aménager ou du demandeur. Le stockage des eaux suivi

de leur restitution différée au réseau public d'assainissement ne doit être envisagé que si les autres solutions techniques s'avèrent insuffisantes ou techniquement irréalisables. » (SIAAP, 2014 : 29)

Dans le cas où le rejet des eaux de pluie au réseau du SIAAP est indispensable, il est limité à 1 L/s/ha¹⁹⁰ lorsqu'il n'y a pas de règlement local (SIAAP, 2014 : 30). Cette règle fait explicitement référence à la disposition 145 du défi 8 du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2010-2015 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands, qui prescrit une limitation à 1 L/s/ha pour une pluie décennale en l'absence de réglementation locale (SIAAP, 2014 : 30). Il n'est donc pas préconisé de mettre en place deux systèmes d'évacuation en parallèle : un pour les eaux usées et l'autre pour les eaux pluviales, mais plutôt une évacuation des eaux usées et la gestion des eaux de pluie à la parcelle. Le réseau séparatif est par ailleurs qualifié de « mythe », ou d'inexistant par les enquêtés : les eaux usées et pluviales ne sont jamais véritablement séparées, les mauvais branchements¹⁹¹ sont nombreux et vecteurs d'une forte dégradation des cours d'eau (T2 E12, directeur général, syndicat du Croult et du Petit Rosne, 18/05/2016 et T1 E 11, responsable du bureau de liaison avec l'aménagement et l'urbanisme, Seine-Saint-Denis, 17/07/2015). De plus les eaux de pluie sont décrites par le SIAAP comme polluées par le lessivage des sols et les polluants atmosphériques¹⁹² : les restituer directement au cours d'eau n'est donc pas préconisé. Les politiques du SIAAP portent donc le principe de gestion des eaux de pluie à la parcelle.

Les responsabilités du SIAAP en matière d'épuration des eaux usées et de qualité de la ressource en eau, sont enfin récemment redoublées par deux éléments. D'une part, en 2015, lors de la candidature de la ville pour les Jeux olympiques et paralympiques de 2024, la maire de Paris a promis de rendre la Seine baignable : des compétitions de nage en eau libre doivent se dérouler dans le fleuve. La ville ayant remporté l'organisation des Jeux, cette promesse doit maintenant être tenue par les chargés de l'assainissement de l'agglomération dont la tête de file est le SIAAP. D'autre part, le changement climatique devrait induire une baisse du niveau d'étiage de la Seine. Couplée à l'augmentation prévue de l'imperméabilisation des sols de 10 % d'ici à 2021, et donc à l'augmentation corrélée des débordements de réseaux polluants, le SIAAP n'atteindra pas les objectifs de qualité imposés par la directive cadre européenne sur l'eau selon lesquels la Seine et la Marne devraient être à 90 % du temps dans une situation de bon état écologique¹⁹³ (SIAAP, 2018 : 9). Un contrat eau et climat doit être passé entre l'agence de l'eau Seine Normandie et le SIAAP dans le cadre du onzième programme de l'Agence de l'eau : ce contrat doit notamment permettre de dégager des fonds pour adapter l'outil lyonnais Parapluie (conçu par B. Chocat) à la métropole parisienne (SIAAP, 2018 : 11). Ainsi, le SIAAP développe, afin de parvenir aux objectifs de bon état de la directive cadre européenne sur l'eau en 2021 et de rendre la Seine baignable pour les Jeux olympiques de 2024, des stratégies et outils de planification et de promotion de la gestion intégrée des eaux de pluie.

Les départements de petite couronne, propriétaires du réseau d'évacuation des eaux usées et pluviales vers les réseaux du SIAAP, ont également le pouvoir d'émettre un règlement de service d'assainissement sur leur territoire. Ils peuvent imposer aux collectivités et aux particuliers des normes de rejets vers leurs réseaux. Les départements sont détenteurs d'une expertise dans le domaine auprès des collectivités depuis la décentralisation des compétences dans les années 1980 : celles-ci ont d'abord suivi la règle départementale.

¹⁹⁰ La limitation en litre/seconde/hectare des rejets aux réseaux correspond à une contrainte de débit relative à la taille de la parcelle uniquement. Les ouvrages ne sont plus calibrés en fonction de la pluviométrie (cf. chapitre 3, section 2).

¹⁹¹ Branchement d'eaux usées sur un réseau d'eaux pluviales auquel cas ces eaux sont déversées sans traitement, ou branchement d'eaux pluviales sur un réseau d'eaux usées : les eaux de pluie font alors déborder les réseaux et stations d'épuration, non calibrés pour ces apports supplémentaires et aléatoires, avec le même résultat de rejet direct en cours d'eau.

¹⁹² Cette définition est donnée dans le glossaire du SIAAP. Source : <https://www.siaap.fr/glossaire/lexique/E/#c43> consulté le 29/04/2019.

¹⁹³ Selon les prévisions du SIAAP, les performances aujourd'hui atteintes tomberont à 87 % en 2021.

Dans les années 1990, la Seine-Saint-Denis est précurseur dans la modélisation des réseaux et dans la formulation d'une contrainte de rejet adaptée à la capacité des collecteurs départementaux :

« Je pense que c'est effectivement dans les années 90, je pense que c'est le schéma directeur 95-96, parce qu'en fait c'est ce schéma directeur qui a amené le département à préconiser du 15 L/s/ha, avant ça y avait pas d'objectifs de régulation des eaux pluviales. C'est à cette date-là que cette réflexion a eu lieu [...]. Qui s'est transformé ensuite en 10 L/s/ha, au niveau du département [...]. Et puis le département dans son dernier [...] schéma d'assainissement départemental qui s'appelle AUDACE, ils ont du coup deux débits en fonction des zones : 10 L/s/ha et 7 L/s/ha. » (T1 E1, directrice de l'assainissement et de l'eau, Plaine Commune, 23/03/2015)

Cette enquêtée, en charge de l'assainissement dans la commune de Saint-Denis avant d'être directrice de l'assainissement et de l'eau dans la communauté d'agglomération Plaine Commune, connaît parfaitement les évolutions des schémas d'assainissement du département : elle expose plus loin que dans les années 1990, les communes, dont les petites équipes étaient essentiellement dédiées à l'exploitation des réseaux, n'avaient pas les moyens de mener des études, et se conformaient donc strictement au règlement départemental. De plus, le département s'est doté dès les années 1990 d'une équipe chapeauté par un urbaniste qui avait pour rôle d'intégrer le règlement à la planification urbaine, et de le faire appliquer par les acteurs territoriaux :

« ils se disaient en prenant un urbaniste, "il va travailler sur la notion de planification urbaine, sur la notion de réglementation etc.". [...] Mais déjà c'était vachement intéressant parce qu'à cette époque-là ils se disaient : "le problème n'est pas qu'un problème d'hydrologie et d'hydraulique", mais ça il n'y en a pas des tonnes aujourd'hui qui disent encore ça aujourd'hui, qui ont cette réflexion-là [...]. » (T1 E14, directeur d'agence, ATM, 28/07/2015)

Dès les années 1990 le département de Seine-Saint-Denis tente d'influer sur les documents d'urbanisme, conformément à la doctrine technique de l'époque (cf. chapitre 2, section 2.3). La stratégie est devenue tradition : aujourd'hui, le bureau de liaison avec l'Urbanisme et l'Aménagement de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement de Seine-Saint-Denis, joue un rôle de service d'études, examine les demandes de branchements sur le réseau départemental, mais est également mobilisé par les services d'urbanisme du département, des intercommunalités et éventuellement des communes pour examiner les permis de construire et les documents d'urbanisme. Le service est ainsi expert dans le domaine de l'hydrologie urbaine reconnu par les acteurs de l'urbanisme :

« Il y a un cas de figure où on va être [...] reconnus comme experts. C'est-à-dire, les PLU par exemple pour les communes. En gros, les trois quarts des communes ont des services d'assainissement qui sont peu structurés ou, très peu étoffés. Donc voilà, [...] c'est presque nous qui faisons les choses. [...] Si on va plus en hauteur, par exemple [...] là on travaille sur le SAGE Croult-Enghien-Vieille Mer qui est à cheval sur le Val-d'Oise et la Seine-Saint-Denis, bon là, pareil. [...] Sur notre territoire, on fait figure un peu d'autorité, d'expertise. Les bureaux d'études ils viennent nous voir, ils écoutent, ils ouvrent bien grand leurs oreilles ils disent : "tiens, comment on fait la gestion - la Seine-Saint-Denis - fait la gestion des eaux pluviales ? Ah ok, on note et c'est comme ça qu'il faut faire." Et donc on va clairement intégrer dans les préconisations, ce que propose la [Direction de l'Eau et de l'Assainissement]. Parce que, voilà, on est les référents techniques sur une partie du territoire. » (T1 E 11, 17/07/2015)

Le département a une influence sur les collectivités locales et sur les bureaux d'études, en vertu de sa réputation et de son expertise technique. Celle-ci est éventuellement propagée hors de son territoire par les bureaux d'études techniques qui prennent ses politiques ou aménagements comme modèles. La politique de régulation des rejets d'eaux pluviales du département s'accompagne d'un inventaire des techniques permettant la régulation et la rétention à la parcelle ; ces techniques ont été recensées dès 1992. Cet inventaire a pour but de garder la mémoire et de contrôler l'entretien de ces dispositifs, même si la doctrine générale de la Seine-Saint-Denis repose sur la multifonctionnalité des ouvrages, comme meilleure garantie de leur entretien (T1 E14, directeur d'agence, ATM, 28/07/2015 et E11, responsable du bureau de liaison avec

l'urbanisme et l'aménagement, Seine-Saint-Denis, 17/07/2015). Le département de Seine-Saint-Denis s'impose donc comme expert, capable de mener des études permettant de produire une régulation des rejets d'eaux pluviales adéquate à la capacité des réseaux, et de rassembler les techniques de régulation en un patrimoine par leur inventaire.

Les autres départements de petite couronne, Hauts-de-Seine et Val-de-Marne, ont pris le pas dans les années 2000 de la régulation des rejets en produisant leurs propres règlements d'assainissement et zonages pluviaux limitant les rejets au réseaux départementaux (cf. introduction générale, figure 7). Dans les Hauts-de-Seine, les dispositifs de gestion liés à une autorisation de branchement sur le réseau départemental sont contrôlés par un prestataire, la SEVESC¹⁹⁴, qui vérifie notamment les volumes et régulateurs des installations de stockage mises en place. La Direction de l'eau des Hauts-de-Seine subventionne également des opérations au titre de la gestion des eaux de pluie. Les subventions sont conditionnées à leur portage par une maîtrise d'ouvrage publique et par leur correspondance avec les politiques du financeur. La Direction de l'eau des Hauts-de-Seine a entrepris de rassembler en un inventaire géoréférencé les dispositifs techniques contrôlés par la SEVESC et les opérations subventionnées : qualifié par ses auteurs de « travail de fourmi », cet inventaire induit en effet un recensement précis et laborieux des parcelles et branchements régulés :

« Donc petit à petit ça s'améliore, sur les nouveaux dossiers, par contre donc, nous on entre le branchement, le numéro du branchement, l'adresse et la surface qui est notée dans le tableau Excel¹⁹⁵, on a fait un premier repérage parcellaire, et pour le valider on l'envoie à la SEVESC, pour qu'ils aillent sur le terrain, au fur et à mesure de leurs visites de contrôle de conformité, quand ils ont notre première estimation de surface, ils corrigent et ils ajustent. » (T2 E5, Direction de l'eau département des Hauts-de-Seine, 19/02/2016)

Les politiques de gestion des eaux de pluie reposent sur le passage de la gestion du réseau et du branchement, au contrôle à la parcelle, qui repose notamment sur l'emploi du cadastre.

Les zonages pluviaux des trois départements de petite couronne et de Paris reposent sur des cartes de l'infiltrabilité des sols : c'est une sorte de négatif de l'imperméabilisation des sols, elle permet de connaître le potentiel d'infiltration dans les sols. Elle prend en compte la perméabilité des sols et les risques géotechniques associés à l'infiltration. La limitation des rejets est relative à cette infiltrabilité, et donc à la possibilité de mettre en œuvre des techniques d'infiltration. Le principe est le suivant : dans les zones où l'infiltrabilité est mauvaise, les débits des rejets de fuite autorisés sont importants, dans celles où elle est bonne, ils sont faibles ; les dérogations pour une augmentation des rejets acceptés doivent être justifiées par une étude des sols du site. Cet outil est parfois critique le responsable du service études/prospectives/milieu du Syndicat de l'Orge estime par exemple impossible d'apprécier la qualité des sols d'une parcelle à l'échelle de son territoire ; la carte d'infiltrabilité a selon lui pour principal effet de justifier les raccordements et modes de gestion peu ambitieux (T2 E15, 05/07/2016).

¹⁹⁴ La SEVESC est la Société des Eaux de Versailles et de Saint-Cloud : elle « se charge de l'assainissement depuis 1983 et exerce actuellement son activité pour huit collectivités (CG92, SMAROV, SIAVRM, CASQY, la Celle-Saint-Cloud, Louveciennes, Bailly, Saint-Cloud). [Se]s missions regroupent : L'exploitation et la surveillance des réseaux, postes de relèvement, stations d'épuration et ouvrages annexes ; La maintenance des équipements ; La maîtrise d'ouvrage et/ou la maîtrise d'œuvre des travaux (réhabilitation, renouvellement, branchements sur réseau...). » Source : <https://www.sevesc.fr/fiche/37966/qui-sommes-nous>, consulté le 01/05/2019.

¹⁹⁵ Tableau Excel transmis par la SEVESC qui rassemble les observations liées au contrôle des ouvrages.

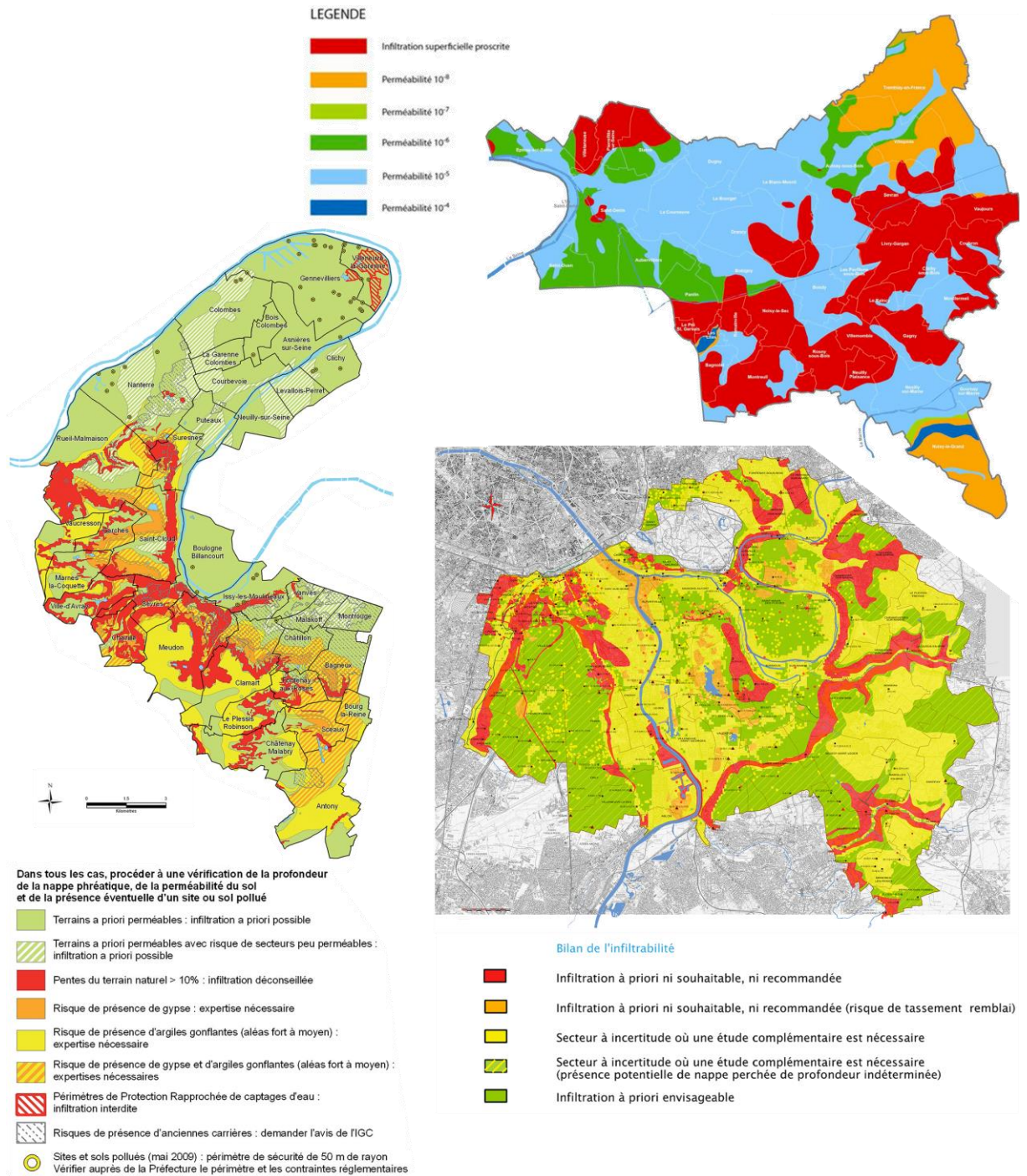


Figure 4.2 Une cartographie de l'infiltrabilité des sols en petite couronne de l'agglomération parisienne

Compilation des cartes d'infiltrabilité des trois départements de petite couronne, extraction d'une partie de la légende : auteure. Sources : (Département des Hauts-de-Seine, 2011 : 37 ; Département du Val-de-Marne, 2014 ; Seine-Saint-Denis, 2014 : 51)

Les trois zonages d'infiltrabilité des départements de la petite couronne parisienne indiquent les zones où l'infiltration est facile et souhaitable : les critères discriminants sont, comme on le voit dans la légende de la carte des Hauts-de-Seine (mais c'est vrai pour les deux autres départements) : la perméabilité et la pente des sols, c'est-à-dire leur capacité à infiltrer les eaux (si les pentes sont trop forte l'eau ruisselle plutôt qu'elle ne

s'infiltrer) ; la présence de gypse et d'argiles, qui rendent l'infiltration risquée à cause de leur dissolution ou gonflement au contact de l'eau, ainsi que la présence d'anciennes carrières pour les mêmes raisons ; la pollution des sols, ou la présence d'un site de captage pour l'eau potable. Les zonages pluviaux, prescriptifs en termes de niveau de régulation, sont conçus notamment à partir des cartes d'infiltrabilité dans les départements.

Les départements de petite couronne influent donc sur la production des techniques décentralisées, d'abord par la réglementation des rejets dans leurs réseaux, qui repose sur la modélisation de ceux-ci, mais aussi par l'accompagnement de l'intégration de la règle dans les documents de planification locaux, par le contrôle des dispositifs mis en place au niveau des parcelles. L'inventaire des techniques permet de les constituer en patrimoine départemental. La réglementation repose aussi, élément nouveau, sur l'évaluation de l'infiltrabilité des sols : la possibilité d'infiltrer les eaux sans risques et de manière efficace entre en ligne de compte dans la production de la règle ; le vocabulaire traduit un renversement significatif, de la caractérisation de l'imperméabilisation à celle de l'infiltrabilité.

En grande couronne, certains syndicats ont leur propre station d'épuration, comme le syndicat intercommunal hydraulique des Vallées du Croult et du Petit Rosne (SIAH) ou le syndicat mixte du Bassin supérieur de l'Orge ; d'autres sont comme on l'a vu liés par convention avec le SIAAP et amènent leurs eaux usées à ses stations. Les syndicats d'assainissement exercent des fonctions similaires à celles des départements et des intercommunalités de petite couronne : édicter une règle de régulation des débits de rejets aux réseaux et accompagner les aménageurs au titre de l'instruction du permis de construire. Le suivi des ouvrages dans le temps n'est cependant presque jamais évoqué. Les schémas d'assainissement des syndicats de grande couronne s'imposent aux communes car les syndicats bénéficient du transfert de la compétence assainissement, qui peut être partielle ou globale, comme l'explique le responsable du pôle Assainissement du SyAGE :

« on gère l'assainissement, donc on est en train de mettre à jour le zonage d'eau pluviale et d'assainissement d'eaux usées, et dans le cadre du règlement qui en découle, d'assainissement, pour toute construction nouvelle. On impose, puisqu'on a la compétence assainissement, pour les communes, donc on est en droit d'imposer [...] pour les particuliers, et les constructions neuves, de gérer à la parcelle les eaux pluviales. Donc le tuyau d'eaux pluviales qui passe devant chez eux, ils n'ont pas à se raccorder dessus. Ça vaut pour toutes les constructions neuves, donc les mairies quand elles reçoivent un permis de construire, il nous est adressé pour la partie eaux pluviales et assainissement. Et donc nous, on instruit le permis, on assiste les pétitionnaires sur leur projet, que ce soit un particulier sur un pavillon ou bien un aménageur sur un bâtiment collectif par exemple, on leur soumet les conditions, les règles : donc zéro rejet, imposition de stockage, d'infiltration [...]. » (T2 E19, 31/08/2016)

Les syndicats instruisent les permis de construire, à la différence des départements qui sont seulement consultés pour avis. Ils interagissent donc directement avec les pétitionnaires des permis de construire du territoire, qu'ils accompagnent. La plupart des politiques syndicales prônent le « zéro rejet », c'est-à-dire la gestion hors réseau (T1 E11 ; T2 E10, E15, E26). Certains syndicats produisent des guides techniques (cf. figure 4.3) à destination des communes, aménageurs, promoteurs et privés, présentant les dispositifs de gestion à ciel ouvert à mettre en place :

« Nous on a fait un petit guide, c'est comme ça qu'on explique aussi ce qu'on peut faire. On essaie de promouvoir les tranchées drainantes ou les noues en fond de jardins, etc. Nous en fait on les accompagne vraiment, c'est-à-dire que, au stade du permis on leur dit ce qu'il faut faire ; après on leur dit de nous soumettre leurs projets techniques, une fois qu'ils ont avancé dans les travaux. Donc ils nous soumettent le projet, on l'instruit, et après [...] on leur confirme que leur projet est conforme ou qu'il faut le modifier par rapport au règlement. C'est vraiment un suivi très pointu et avec beaucoup d'allers-retours de mails, assez personnalisés. Donc là on a deux agents qui sont dédiés : un agent plutôt dédié pour les pavillons, où c'est standardisé, et un agent qui est plutôt avec les aménageurs sur les gros projets

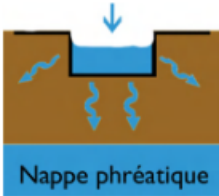
de construction [...]. Et ensuite, on n'arrête pas là, une fois que le chantier a commencé, on effectue des contrôles *legale*, c'est-à-dire qu'on va contrôler [...], à la fin du chantier, la conformité des ouvrages par rapport à l'accord de principe qu'on a avait émis. » (T2 E19, responsable du pôle Assainissement, syndicat de l'Yerres, 31/08/2016)

Le suivi des pétitionnaires des permis de construire se fait en amont de la décision rendue : les syndicats n'ont donc pas seulement un rôle de contrôle de conformité des projets à leurs politiques d'assainissement, mais aussi celui de conseiller, d'experts auprès des privés et des particuliers. L'accompagnement des projets au titre de l'instruction des permis de construire est un moment clé pour la promotion des techniques de gestion intégrée.

UNE GESTION MULTIPLE ET VARIÉE


TROIS MANIÈRES D'ÉVACUER L'EAU

1. Par infiltration dans le sol



Infiltrer permet de recharger les nappes phréatiques qui nous alimentent en eau potable. On peut mesurer la capacité d'infiltration d'un sol à l'aide de tests de perméabilité réalisés sur le site d'implantation du dispositif ainsi qu'à la profondeur souhaitée pour infiltrer l'eau. Pour connaître le test adapté à votre terrain, n'hésitez pas à nous contacter.


2. Par évapotranspiration



Le rôle du végétal dans l'évacuation de l'eau par évapotranspiration est difficile à quantifier mais celui-ci offre de réels avantages :

- Limite l'infiltration des eaux pluviales si le dispositif est trop près des fondations
- Rafraîchit l'atmosphère
- Favorise la biodiversité
- Agrémente l'espace vert

3. Raccordement au domaine public
(Réseau d'eaux pluviales, fossé, caniveau...)



Cette solution implique des travaux et des coûts supplémentaires. De plus, il est soumis à autorisation écrite du SyAGE. Pour plus d'information, veuillez-vous référer au règlement d'eaux pluviales disponible sur le site internet du SyAGE.

Guide pratique de bonne gestion des eaux pluviales - p.10

Figure 4.3 Les guides de bonnes pratiques des syndicats comme outils d'accompagnement des particuliers et des aménageurs.

Source : (SyAGE, 2015 : 10)

L'extrait du *Guide pratique de bonne gestion des eaux pluviales* du syndicat de l'Yerres présenté en figure 4.3 indique ainsi que le raccordement au domaine public est la troisième et dernière option pour la gestion des eaux de

pluie, derrière l'infiltration et l'évapotranspiration. Elle est présentée de manière négative, comme coûteuse et soumise à autorisation, de plus la référence au règlement d'eaux pluviales peut être dissuasive.

Enfin, la vente de biens immobiliers est également une occasion d'un contrôle et d'une remise en conformité avec les règlements actuels pour les syndicats d'assainissement. Les branchements sont vérifiés dans le cas des réseaux séparatifs et un certificat de conformité peut être requis pour la mise en vente. Si le bien est dans une situation de mauvais branchement, le règlement de gestion des eaux pluviales s'applique aux nouveaux dispositifs mis en place :

« [L]à où c'est un peu plus compliqué c'est qu'on a aussi, une contrainte forte dans le règlement : [...] le zéro rejet est obligatoire suite à des non-conformités. Alors, je m'explique : si un riverain, lors d'un contrôle, lors d'une vente, [...] - à chaque vente les notaires demandent d'avoir un certificat de conformité de l'assainissement par rapport à la séparativité des deux réseaux, eaux usées et eaux pluviales -, et là on est sollicités pour faire ces contrôles-là. Si à l'occasion de ces contrôles-là, s'il s'avère qu'on a une inversion de branchement [...] le pétitionnaire doit remettre les eaux usées avec les eaux usées, et il n'a pas le droit de remettre les eaux pluviales avec les eaux pluviales. Il doit infiltrer les eaux pluviales à la parcelle. Parce que les nouveaux rejets sont interdits. » (T2 E19, responsable du pôle Assainissement, syndicat de l'Yerres, 31/08/2016)

Ainsi les procédures spécifiques aux biens immobiliers constituent également des leviers pour la déconnexion des eaux de pluie : la remise en conformité des branchements est ainsi l'occasion de faire muter les installations existantes, au nom du non accroissement des volumes rejets aux réseaux.

Les intercommunalités, aujourd'hui compétentes pour l'assainissement et donc pour la gestion des eaux de pluie sont également impliquées dans la gestion intégrée. Les services des collectivités locales ont été décrits comme peu à même, du fait de la petite taille de leur service notamment, de se forger leur propre expertise en matière de régulation des eaux de pluie. Néanmoins, la directrice du service d'Eau et d'Assainissement de l'établissement public territorial Plaine Commune revendique une autonomie des intercommunalités, malgré la compatibilité aux documents de l'échelon territorial supérieur :

« On essaie, au niveau des trois collectivités d'avoir des politiques qui soient cohérentes. Si, au niveau de la hiérarchisation, c'est vrai que c'est le système des poupées russes : à savoir que les politiques définies à l'échelle de la région, enfin du SIAAP sont ensuite déclinées dans les politiques départementales et intercommunales. Donc elles s'imposent [...] néanmoins on a quand même quelques marges de manœuvre. Et on peut avoir des visions qui diffèrent en termes de priorisation. » (T1 E1, 23/03/2015)

Le transfert de la compétence assainissement à l'intercommunalité lors de sa création au début des années 2000 a permis de constituer une expertise locale. Le responsable du bureau de liaison avec l'Aménagement et l'Urbanisme de la Direction de l'Assainissement de Seine-Saint-Denis, expose également cette prise d'autonomie des intercommunalités, en matière de production de normes d'assainissement, par rapport aux communes :

« Ensuite il y a les communautés d'agglomération qui sont aussi montées en compétence là-dessus alors qu'à une époque, ils avaient peut-être... ils s'appuyaient beaucoup plus sur le département. Maintenant, Plaine Commune, Est Ensemble par exemple, ils ont leur manière de faire, qui peut être différente de celle du département, mais ils ont des gens compétents dans leur service qui, enfin, on dirait qu'ils peuvent presque se passer de nous. Alors je dis "presque" parce que forcément on a l'antériorité, on a plus, entre guillemets, d'expérience. Pas moi à titre personnel mais le service : on a une base de données un peu costaud, on a une connaissance du territoire qui est peut-être un peu plus approfondie. Mais bon globalement ils savent faire [...]. » (T1 E11, 17/07/2015)

Les intercommunalités ont un rapport différent de celui des communes aux politiques locales : elles sont décrites comme plus à même de fonder leur propre expertise et de s'autonomiser. La relation avec le département en est transformée : ce dernier se substituait presque aux services des communes pour la

production des règlements d'assainissement, alors que les intercommunalités sont à même de produire leurs règles et sont plutôt présentées comme des partenaires des politiques départementales.

Les intercommunalités de petite couronne ont à la fois la main sur l'urbanisme et sur l'assainissement : le service de l'eau et de l'assainissement peut donc collaborer en interne avec le service de l'urbanisme (ou la « Direction de l'aménagement » dans la citation qui suit) pour le suivi des opérations dont l'intercommunalité est maîtresse d'ouvrage, particulièrement quand les services communiquent bien. C'est le cas pour le responsable du pôle hydrologie urbaine et qualité des rejets de la communauté d'agglomération, aujourd'hui établissement public territorial, Est Ensemble :

« Alors c'est très simple : [...] les ZAC elles sont portées par l'agglomération [communauté d'agglomération Est Ensemble], c'est des ZAC communautaires. En fait elles sont portées par la Direction de l'aménagement, qui fait partie de l'agglomération qui est deux étages au-dessus, avec qui on a des contacts très faciles sur les projets, pour qui on est maître d'ouvrage. Donc c'est beaucoup plus facile d'influer sur le projet que, par exemple, un projet de lotisseur [...] privé qui est acheteur du foncier, qui aménage... On a beaucoup moins pour l'instant, d'impact. » (T1 E8, 20/05/2015)

Le fait d'appartenir à la même institution facilite la collaboration entre les deux services, notamment illustrée par leur proximité géographique, *a contrario* des analyses de la forte sectorisation et de la distance professionnelle entre les gestionnaires de l'assainissement et de l'urbanisme faites dans la littérature scientifique (Narcy, 2004 *in* Carré, Deutsch, 2015). L'intercommunalité apparaît comme l'échelon territorial synthétisant technicité et transversalité des politiques.

Enfin, la commune de Paris est un peu à part dans ce système dans la mesure où elle n'a pas transféré sa compétence assainissement à une intercommunalité (même si les débats sur le transfert à la métropole du Grand Paris vont bon train), et ne transmet pas ses eaux usées à un réseau départemental qui lui imposerait son règlement d'assainissement : elle est en lien direct avec le SIAAP. La commune a ses politiques propres, menées par une communauté d'ingénieurs héritiers d'une longue tradition de gestion des égouts municipaux largement dimensionnés et conditionnés par le caractère artificiel des sols et l'occupation de son sous-sol. La ville a mené des études spécifiques au fonctionnement de ses bassins versants¹⁹⁶ et de ses réseaux afin de gérer leurs débordements dans l'espace public et dans la Seine. Elle a voté en mars 2018 son zonage pluvial, ParisPluie, qui impose un abattement des petites pluies¹⁹⁷ dans les secteurs où l'infiltration est possible et une régulation des rejets, donc un stockage, là où l'infiltration pose problème¹⁹⁸ (mairie de Paris, 2018 : 14-15). Ici encore, la règle repose sur une étude des capacités d'infiltration des sols (cf. figure 4.4).

¹⁹⁶ Bassins versants des égouts de Paris, dessiné par l'ingénieur Pierre-Simon Girard au début du XIX^e siècle et unifiés par Eugène Belgrand pendant la période haussmannienne afin de diriger les eaux usées vers l'aval de Paris.

¹⁹⁷ Il s'agit d'une soustraction de volumes de d'eau au réseau.

¹⁹⁸ Principalement à cause des risques géotechniques induits par la dissolution du gypse ou le gonflement/retrait des argiles et par les risques d'infiltration pour les infrastructures souterraines comme le métropolitain.

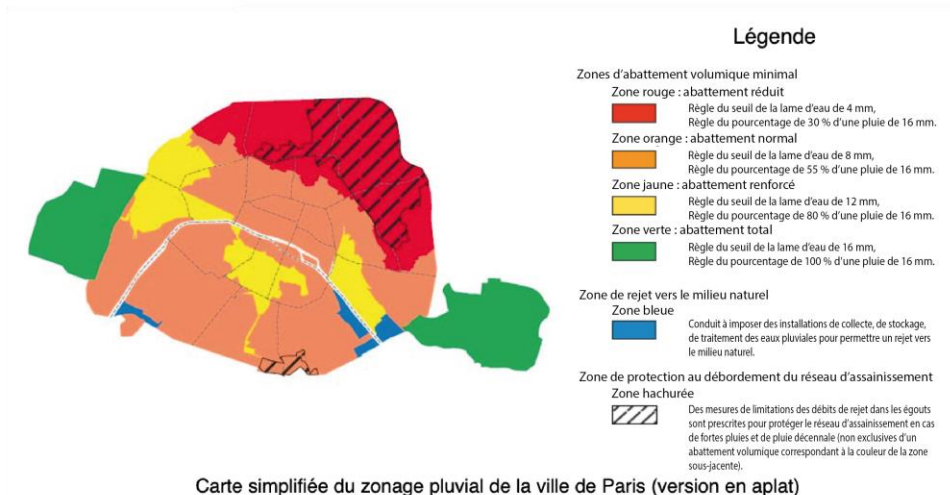
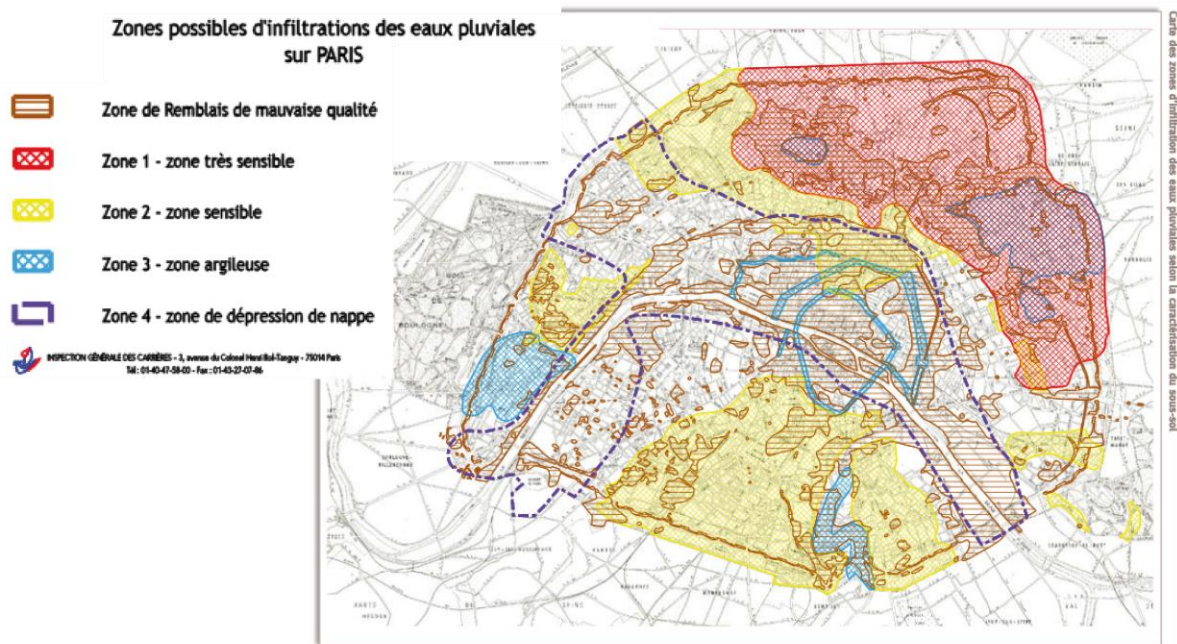


Figure 4.4 Le Plan ParisPluie : zonage d'infiltration et règle d'abattement des petites pluies

Sources : en haut (mairie de Paris, 2018 : 98), en bas (mairie de Paris, 2016 : 36).

Le zonage pluvial parisien est ainsi fondé sur l'évaluation des risques et sur les capacités d'infiltration des sols de la même manière que dans les départements de petite couronne (cf. figure 4.2) : dans les zones considérées comme peu enclines à l'infiltration, argileuses, remblayées, et que la présence de carrières ou de gypse rendent « sensibles », est imposée une réglementation moins forte que dans les zones considérées comme aptes. Cependant, la règle proposée diffère puisqu'est imposé l'abattement des petites pluies pour toutes les zones, sauf la bleue, pour laquelle un rejet vers le milieu naturel est préconisé.

Cet abattement des petites pluies est décrit comme une mesure audacieuse par les acteurs de l'agglomération lors d'une réunion avec des agents du SIAAP¹⁹⁹ : il ne s'agit pas d'une simple régulation du débit de fuite, mais d'une exigence de soustraction d'un volume de pluie par infiltration ou évaporation, sans

¹⁹⁹ Elle s'est tenue le 13 septembre 2018.

néanmoins passer par une mesure de zéro rejet. En fait, hormis la mesure « zéro rejet » aucun débit de fuite n'impose un abattement volumique, car tant qu'un débit de fuite est autorisé il est toujours possible de stocker l'eau et de la restituer en différé, même si la contrainte est forte. La cohérence est ici maximale entre l'assainissement et l'urbanisme puisque la commune a pleinement les deux compétences.

Le cœur des politiques de gestion des eaux pluviales est la limitation des rejets aux réseaux, pour la garantie de leur bon fonctionnement : ainsi procèdent les gestionnaires de réseaux que sont le SIAAP, les départements de petite couronne, les syndicats d'assainissement de grande couronne et les intercommunalités. Autour de cette limite, toute une série de mesures d'accompagnement des pétitionnaires des permis de construire sont mises en place, menées notamment par des équipes spécialisées en hydrologie urbaine au sein de ces institutions : celles-ci précisent la règle qui s'applique à la parcelle aménagée, épaulent le pétitionnaire dans le choix des techniques de gestion des eaux de pluie, mais aussi le contrôlent au moyen de l'avis émis dans le permis de construire. Les collectivités les plus à la pointe recensent les ouvrages mis en œuvre et en font un contrôle régulier, selon une logique de mise en patrimoine. Cependant, les gestionnaires de réseaux ne peuvent imposer qu'une règle de rejet aux réseaux et non la forme prise par la technique de régulation, même si tout est fait pour l'influencer. L'élaboration des zonages pluviaux à partir de l'infiltrabilité des sols, la règle de zéro rejet ou celle de l'abattement volumique permettent cependant la production d'ouvrages à ciel ouvert : si l'eau ne peut être évacuée par les réseaux, elle doit bien être infiltrée ou évapotranspirée, et la connaissance de l'infiltration des sols fonde cette vision de la gestion de l'eau. Les relations entre les collectivités sont marquées par une hiérarchie des expertises : les collectivités aux territoires plus vastes et plus anciennes, aux moyens humains plus conséquents et détentrices d'une tradition de gestion des eaux de pluie, sont plus expertes que les collectivités locales, auxquelles est donc imposée une règle technique parfois mal comprise. Enfin, l'intercommunalité semble la collectivité la plus efficace pour la mise en œuvre de la gestion intégrée de l'eau de pluie (cf. chapitre 3) puisqu'elle concentre les services d'assainissement et d'urbanisme, et a des moyens humains suffisants pour constituer sa propre expertise.

2.3. La conquête du foncier de fond de vallée et l'utilisation des outils de protection du patrimoine par les gestionnaires des cours d'eau

La renaturation des cours d'eau est portée localement par les gestionnaires de cours d'eau, essentiellement les syndicats de rivière sur les cours d'eau non domaniaux, auparavant plutôt dédiés à la gestion hydraulique du réseau hydrographique. En milieu urbain, l'action des syndicats est fortement contrainte par l'occupation des sols. Comme dans le domaine de l'assainissement, prérogatives des acteurs de l'eau et prérogatives en aménagement urbain ne sont pas directement liées. De plus les acteurs de l'aménagement des rivières procèdent d'une géographie spécifique (cf. introduction générale, pages 37-38). En outre, on l'a vu en première section de ce chapitre, des acteurs non administratifs sont investis dans la renaturation des cours d'eau en zone dense de l'agglomération, où aucun SAGE n'est ce jour présent (cf. introduction générale, figure 8). Par quels acteurs sont portées les opérations de renaturation des cours d'eau ? Quels sont les outils de ce portage ?

Sont d'abord examinés les jeux d'acteurs autour des opérations de renaturation sur les cours d'eau navigués, essentiellement la Seine et la Marne et partiellement l'Oise. Ensuite, le rôle des syndicats de rivière est analysé ainsi que leurs outils d'action. Enfin, l'étude de l'évolution de la géographie de la gouvernance de l'eau dans l'agglomération, en lien avec ces opérations de renaturation, clôt la sous-section.

L'EPA de l'État Voies Navigables de France (VNF) s'occupe de la maintenance et du développement des chenaux de navigation (cf. figure 4.5). Considérant ses missions, il semble assez logique que ce ne soit pas un acteur très porteur de la renaturation des cours d'eau.

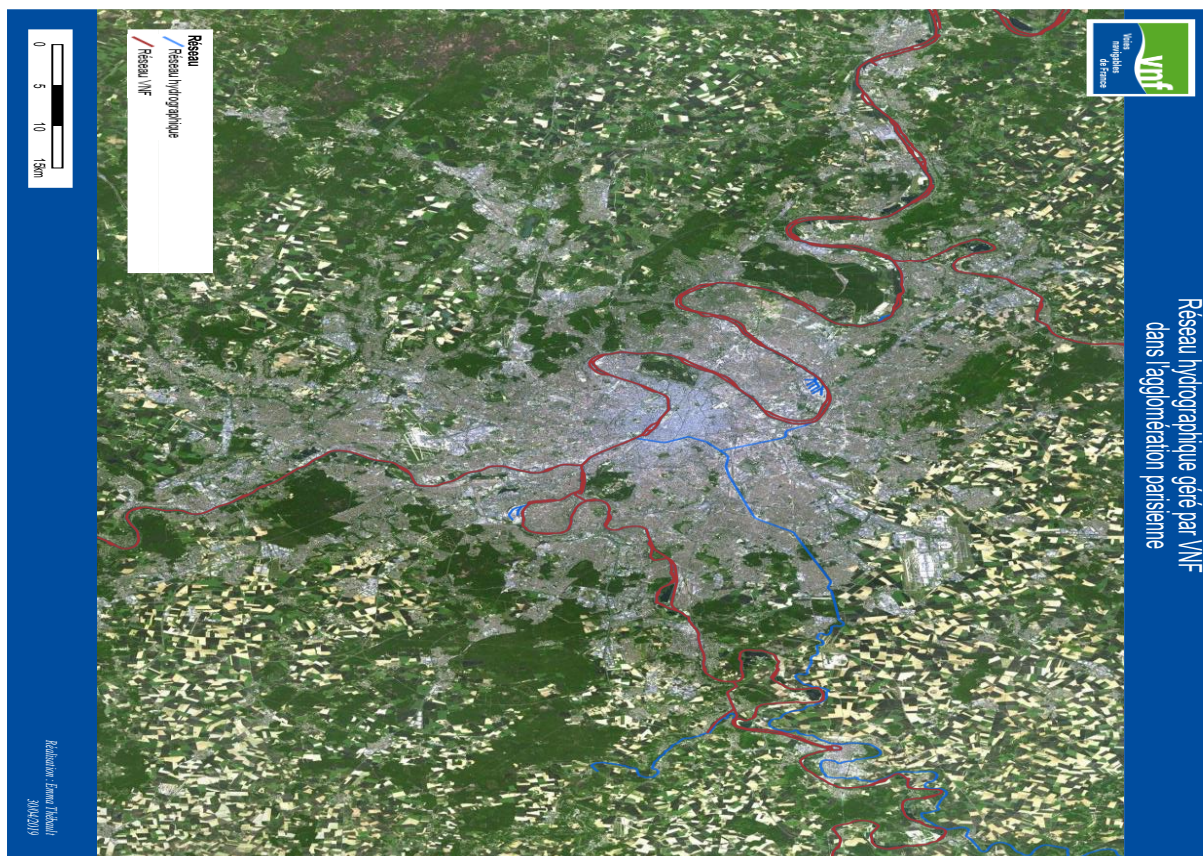


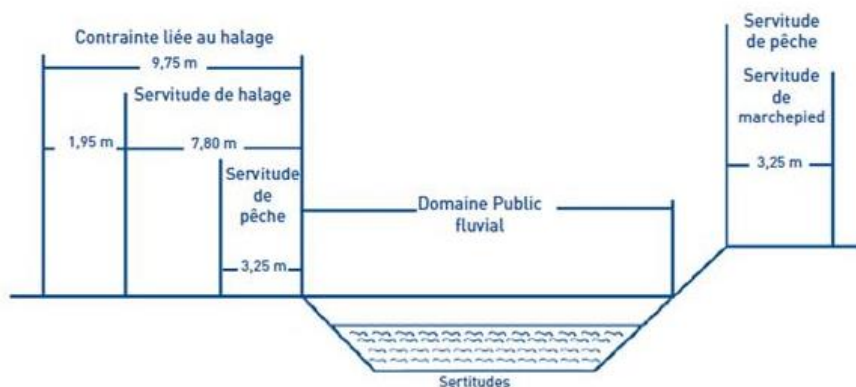
Figure 4.5 VNF, gestionnaire de la Seine, de la Marne et de l’Oise dans l’agglomération parisienne

Source : <https://www.vnf.fr/sigfed/carto/>, consulté le 29/04/2019.

VNF est décrit par nos interlocuteurs comme une structure relativement indifférente au génie végétal et à la restauration des berges : elle n’y est pas hostile mais n’est pas proactive en la matière. Il est parfois dit que VNF s’intéresse essentiellement au chenal, et peu aux berges, tant que leur état ne gêne pas la navigation, par exemple avec des arbres couchés créant des embâcles. La responsable de la division Qualité, Sécurité, Eau et Environnement de VNF est cependant familière avec le génie végétal, et fait valoir un accord-cadre avec l’agence de l’Eau pour la protection des milieux, la mise en place de passes à poissons, et établit des conventions avec les gestionnaires de berges pour la restauration de milieux. Elle évoque notamment le développement d’une expertise en génie végétal dans la Direction de VNF du Nord (T1 E12, 22/07/2015), ce qui est notamment cohérent avec l’opération de protection des berges de la Deûle en lagunage et techniques végétales présentée par les guides techniques (cf. chapitre 3, section 3.3, Planche 10). Parmi les acteurs de la navigation fluviale, les ports autonomes, en charge d’un foncier spécifique, sont les plus actifs dans la renaturation des voies naviguées : le port de Bonneuil-sur-Marne est par exemple à l’origine d’une renaturation de berges, en partenariat avec le syndicat Marne Vive (T1 E10, animatrice du contrat de bassin, syndicat Marne Vive, 29/05/2015). La renaturation sur ces cours d’eau est donc relativement peu portée par VNF, gestionnaire de voies d’eau, mais plutôt par des acteurs territoriaux en charge d’un foncier comme les ports autonomes de Paris.

Les acteurs locaux se sont mobilisés sur les cours d’eau navigués et ont mis en place des structures *ad hoc* afin de pallier l’absence de réalisations : le syndicat mixte des Berges de l’Oise (SMBO) et le syndicat mixte des Berges de la Seine et de l’Oise (SMSO) ont été créés en 2003 et en 2007 afin de restaurer et valoriser les berges de l’Oise et de la Seine aval, significatifs de l’importance prise par l’érosion sur les grandes voies naviguées. Le SMBO a été créé sur demande du département du Val-d’Oise. Le SMSO résulte notamment d’une volonté conjointe communale et du département des Yvelines de s’approprier les berges

de Seine, et de faire du fleuve un atout territorial²⁰⁰. Le SMSO a pour mission, selon le directeur des services techniques du syndicat, de faire des opérations, alors que le SMBO est plutôt dédié à l'entretien des berges ; le SMSO doit par conséquent capter des financements, notamment en se conformant aux politiques de l'agence de l'eau (T2 E26, directeur de la cellule technique, SMSO, 10/01/2017). Ces deux structures agissent sur la portion des berges incluses dans le domaine public fluvial (DPF) aux titres des servitudes de halage, de contre-halage et de pêche (cf. figure 4.6).



Source: les dossiers de la seine en partage - edition 2006 - *Le Domaine public fluvial: Consistance, Utilisation, Responsabilité* - Seine en Partage -

Figure 4.6 Les différents périmètres et servitudes du domaine public fluvial

Source : capture d'écran du site internet du SMSO, <http://www.smso.fr/index.php/reglementation-sp-1792005878>, consulté le 14/01/2019.

La servitude de marchepied contraint les propriétaires riverains des cours d'eau et lacs domaniaux, qui ne peuvent ni « planter d'arbres ni se clore par haies ou autrement qu'à une distance de 3,25 mètres ». Quand il existe un chemin de halage ou d'exploitation, la servitude de halage prévaut et les propriétaires doivent laisser « un espace de 7,80 mètres de largeur », de plus, « [i]ls ne peuvent planter d'arbres ni se clore par haies ou autrement qu'à une distance de 9,75 mètres sur les bords. » Enfin, les piétons et les pêcheurs peuvent circuler dans les espaces faisant l'objet d'une servitude de marchepied, ainsi qu'« user du chemin de halage et de la portion de berge faisant partie du domaine public », et la continuité de la servitude de marchepied le long des cours d'eau domaniaux doit être assurée (articles L2131-2 du code général de la Propriété des personnes publiques).

Le syndicat Marne Vive, syndicat d'étude et d'animation, a été créé en 1993 sur les boucles de Marne jusqu'à la confluence avec la Seine, avec pour mission symbolique de rendre la Marne baignable : le syndicat, porté notamment par la commune de Saint-Maur, est précurseur dans les politiques de restauration des cours d'eau urbains. Il a également une mission de restauration de l'écologie de la rivière, qui induit la renaturation des berges. La création de syndicats dédiés à des actions de restauration des berges et à la qualité des cours d'eau navigables dans les années 1990 et 2000 est une des premières conséquences tangibles de l'évolution de la doctrine de gestion des cours d'eau en milieu urbain.

D'autres acteurs sont investis sur les cours d'eau navigables de l'agglomération parisienne, notamment en petite couronne, où le milieu aquatique est très artificialisé. On trouve notamment des structures parapubliques, qui prennent en charge la restauration écologique des berges. Les associations de réinsertion

²⁰⁰ Cf. site internet du SMSO : <http://www.smso.fr/index.php/smso/historique-et-logo>, consulté le 14/01/2019.

par le génie végétal²⁰¹, Espaces pour Paris et la boucle de Seine aval et Au Fil de l'Eau pour la Marne et les îles classées en espaces naturels sensibles, réalisent des chantiers de renaturation et de confortement en génie végétal. Les associations profitent du soutien de l'agence de l'Eau et de la région, et de l'absence d'investissement de VNF pour monter leurs projets :

« Nous bien souvent on intervient [...] sur le domaine public fluvial, du coup on n'est pas sur le territoire de la commune, ni sur le territoire, de GPSO [Établissement public territorial Grand Paris Seine Ouest] ou du conseil général ou autre. Donc bien souvent ce qu'on fait c'est qu'on fait une demande d'autorisation à VNF, ou aux Ports de Paris, suivant les linéaires [...]. Pour les travaux qu'on a terminés ce printemps-là, à l'aval du pont de Billancourt, et typiquement ici, on est en territoire VNF donc on a fait une demande d'autorisation spécifique à VNF. On a informé la ville d'Issy-les-Moulineaux, on a informé GPSO, qui a la compétence justement, enfin la gestion [...] des espaces verts sur l'île Saint Germain comme sur le reste du territoire. Et vu qu'il y avait le projet Vallée Rive Gauche²⁰² en cours et que par conséquent les péniches étaient en train d'être déplacées par le conseil général [des Hauts-de-Seine], on a informé également le conseil général [...]. Donc c'est un peu un ensemble, c'est un peu la spécificité d'Espaces : c'est qu'on arrive justement, à mettre un petit peu tout le monde autour d'un même projet sans que les gens aient à porter quoi que ce soit... Et puis à chaque fois, c'est pour ça que ça ne se passe pas trop mal et qu'on arrive à faire pas mal de petites choses, c'est que, nous on vient toquer aux portes, et on a déjà le projet de finalisé, on a déjà le financement derrière, et donc voilà, VNF ne nous a, pour le moment, jamais refusé un seul aménagement, et Ports de Paris non plus. Les communes ne nous ont jamais dit : "on n'est pas d'accord" parce qu'on arrive avec notre projet, qui répond aux objectifs de bon état de l'eau, de bon état des milieux, derrière on a le financement, parce qu'on a l'agence de l'eau, on a la région qui nous suivent. » (T2 E2 technicienne de rivière, Espaces, 10/11/2015)

L'association Espaces porte les projets à la place des communes et intercommunalités, gèrent les différents acteurs des cours d'eau : ici GPSO, les Hauts-de-Seine, Ports de Paris. Elle assure à la fois le portage financier et technique et le suivi de ces opérations de renaturation, pour lesquelles elle se substitue aux collectivités. Les associations se font donc force de proposition auprès des propriétaires fonciers et maîtres d'ouvrage des cours d'eau et des berges. Elles parviennent à monter des projets complexes à partir de subventions pour la renaturation de la part de l'agence de l'eau Seine Normandie, et pour l'emploi de personnes en insertion professionnelle, de la part de l'État. Le portage des opérations repose sur des conventions d'occupation du sol passées avec VNF et les propriétaires publics ou privés du foncier des berges : les associations et les syndicats investis dans la restauration des milieux sur le domaine public fluvial travaillent en effet en maîtrise d'ouvrage, grâce à des conventions d'occupation temporaire de travaux et de gestion permanente (T1 E15, directeur général, Espaces, 18/09/2015).

Les départements et les communes, membres des syndicats de berges ou signataires de conventions avec les associations, sont donc investis dans la gestion des berges des cours d'eau domaniaux. Sur les cours d'eau non domaniaux, les départements financent éventuellement des opérations de renaturation, c'est le cas de l'Essonne par exemple. Les Yvelines financent selon la chargée de mission rencontrée la gestion de la végétation rivulaire au titre de la prévention de formation d'embâcles (T2 E7, chargée mission eau, Yvelines, 23/02/2016). La gestion départementale des cours d'eau repose également sur le classement en

²⁰¹ Cf. présentation de ce type d'association section 1. 1.. Elles sont nommées parapubliques dans la mesure où elles prennent en charge des missions d'intérêt public pour le compte des acteurs publics, pour lesquelles elles obtiennent des subventions : l'insertion professionnelle de personnes en difficulté et la renaturation des cours d'eau.

²⁰² Le projet Vallée Rive Gauche est un projet de réhabilitation de la route départementale 7, porté par le département des Hauts-de-Seine. Il englobe le réaménagement de 2,4 km de berges de Seine entre les communes d'Issy-les-Moulineaux et de Sèvres. Le projet totalise 20 ha d'espaces verts sur les berges et – ha de voirie, il a coûté 200 millions d'euros (Bordes-Pagès, Pruvost-Bouvattier, 2017).

espaces naturels sensibles (ENS) de portions de cours d'eau, par exemple les îles sur la Marne ou de nombreux espaces de marais dans l'Essonne (cf. figure 4.7).

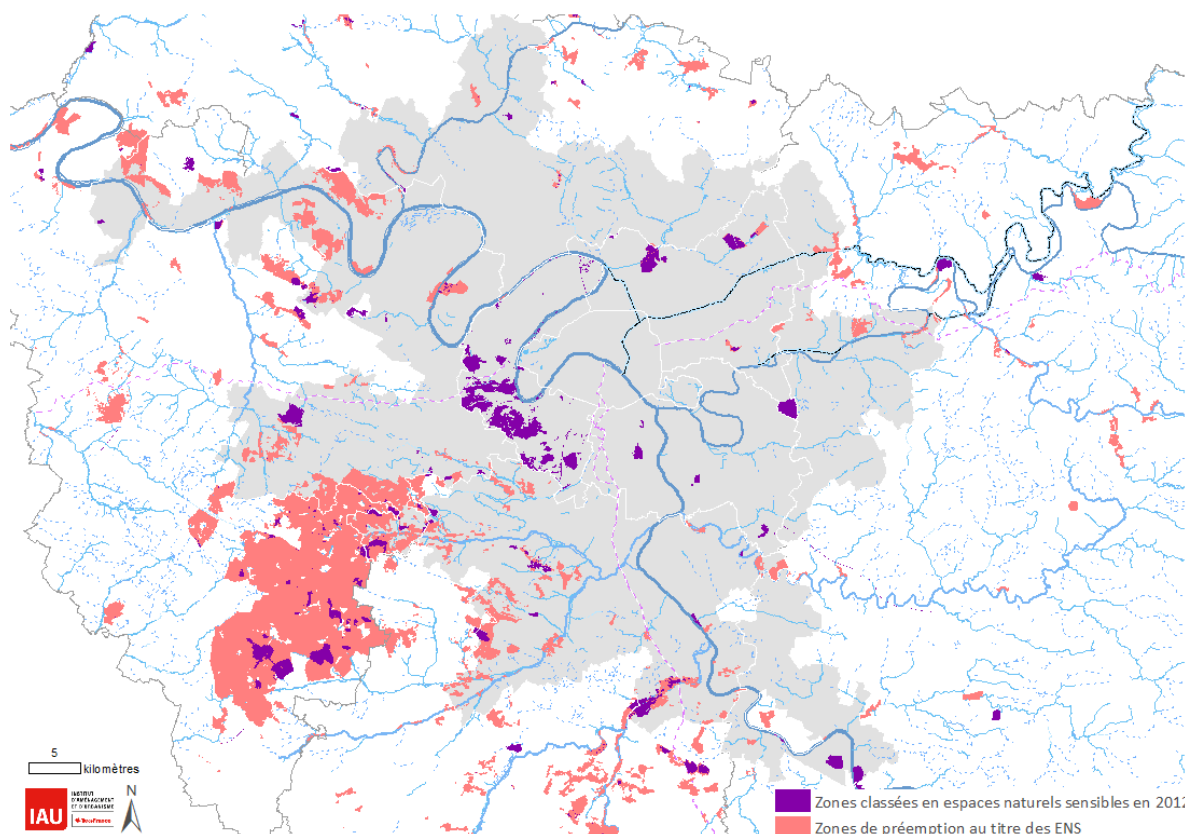


Figure 4.7 Les espaces naturels sensibles et leurs zones de préemption dans l'agglomération parisienne

Données : IAU 2018.

Les espaces naturels sensibles sont très présents dans le département des Hauts-de-Seine en petite couronne parisienne, ils sont investis différemment par les collectivités. Est par exemple notable la forte concentration de ces espaces le long de l'Essonne. Les cours d'eau navigués sont donc investis par les acteurs territoriaux, pour lesquels ils constituent un patrimoine local à valoriser : le foncier des berges fait l'objet d'un investissement par les syndicats et les associations, qui promeuvent notamment leur réaménagement en génie végétal.

Les syndicats des cours d'eau non domaniaux ont des origines et des missions assez diverses : certains sont des syndicats historiques, issus d'associations de meuniers et autres métiers artisanaux de bord de cours d'eau, comme le syndicat intercommunal pour l'aménagement hydraulique de la Vallée de l'Yvette (SIAHVY). D'autres sont des émanations des anciennes Directions départementales de l'Équipement (DDE), administration déconcentrée du ministère de l'Équipement, et se sont transformées en structures territoriales dans les années 1990. C'est notamment le cas du syndicat intercommunal pour l'aménagement hydraulique du Croult et du Petit Rosne (SIAH) :

« le SIAH, historiquement, était plutôt une émanation de la DDE, en termes de personnel, c'était plutôt du personnel de la DDE qui était mis à disposition du SIAH, [...] le SIAH n'a du personnel territorial que depuis la création de la station [d'épuration]. Finalement par rapport à son histoire, c'est assez récent, puisque ça date de 95. Donc ça fait vingt ans qu'il y a du personnel. Moi il y a douze ans quand je suis arrivé on était une toute petite vingtaine, donc on a déjà quasiment doublé en dix ans. Il est fort possible

qu'on doit redoubler dans les cinq ou dix années prochaines mais, voilà, il faut qu'on étudie précisément dans quelles conditions ça va se faire. » (T1 E13, directeur général, SIAH, 21/07/2015)

Le syndicat s'autonomise donc grâce à la création d'une station d'épuration qui induit une gestion en propre de l'assainissement du territoire, en lien avec l'urbanisation de ce dernier. Les missions dévolues aux syndicats ont peu à peu évolué : les missions historiques concernant essentiellement la gestion des inondations, puis l'assainissement, ont été complétées par celle de l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau, notamment par leur renaturation, conformément à l'évolution plus générale de la gestion des cours d'eau. L'action des syndicats quant à ces nouvelles missions se formalise généralement en un plan de gestion « raisonnée » ou « différenciée » de la végétation de berge et un plan d'investissement programmant notamment des opérations spécifiques de restauration hydromorphologique. La restauration des cours d'eau se traduit souvent par la suppression des obstacles dans le lit mineur des cours d'eau, l'une des opérations de renaturation possibles sur les cours d'eau non navigués urbains. Les bassins de retenue de l'agglomération parisienne, souvent créés par les Directions départementales de l'Équipement, mais également plus anciens, font l'objet de mesures spécifiques. Ce sont des sortes de petits lacs réservoirs permettant de réguler le débit des cours d'eau, et de gérer les apports en eaux pluviales du bassin versant urbain. Certains syndicats, particulièrement le SIAVB (Bièvre), le SIVOA (Orge aval), ou le SIAHVY (Yvette) ouvrent les vannes de ces bassins, voire les suppriment, afin de rétablir la continuité du cours d'eau sur lequel ils sont généralement situés. Le bassin est ainsi transformé en zone d'expansion de crue : c'est-à-dire en espace laissé libre de construction, végétalisé, dans lequel le cours d'eau déborde en période de hautes eaux, conformément aux préconisations du *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007) (cf. chapitre 3, section 3.3). Les zones d'expansion de crue remplissent le rôle de gestion des inondations que jouaient les bassins de retenue, mais également, selon les responsables de service rencontrés, un rôle écologique important (elles permettent de rétablir la continuité des cours d'eau pour les espèces aquatiques et les sédiments, et de recréer des milieux annexes au cours d'eau dans le lit majeur). Les cours d'eau sont de plus fractionnés par des seuils et biefs des moulins²⁰³, dont les syndicats entreprennent aussi l'effacement ou la suppression. Le SIVOA est précurseur dans la recréation des continuités écologiques : les abaissements de seuils, d'abord expérimentés comme on l'a vu avec le seuil du Breuil (cf. section 2.1.), ont permis la restauration de la continuité écologique entre Saint-Germain-Lès-Arpajon (91) et la confluence de l'Orge et de la Seine.

Sur les cours d'eau non domaniaux, le foncier est morcelé entre les différents propriétaires des terrains. Comme les associations sur les cours d'eau domaniaux, les syndicats de rivière établissent des conventions de gestion avec ceux-ci pour mener à bien leurs politiques. La maîtrise du foncier est un sujet très important pour les syndicats de rivières, *condition sine qua non* de l'action. Malgré les plans de protection contre le risque inondation²⁰⁴, la très forte pression foncière francilienne menace les berges et leurs cours d'eau : ces espaces sont convoités par certains acteurs privés et communes (T1 E17, chef du service Directive Inondation, EPTB Seine Grands Lacs, 16/12/2015). Les professionnels interrogés dans les syndicats de rivière se présentent souvent comme des « garde-fous » contre l'urbanisation de leur territoire, qui touche les milieux

²⁰³ Ceux-ci sont utilisés jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, voire le début du XX^{ème} siècle.

²⁰⁴ Les plans de préventions des Risques d'inondation font partie des plans de préventions des Risques naturels, dont l'élaboration et l'application reviennent à l'État. Ils consistent notamment en un zonage du risque et des règles afférant (article L562-1 du code de l'Environnement). Ils doivent être compatibles aux plans de gestion des Risques d'inondation, établis à l'échelle des territoires des agences de l'eau, définis au chapitre IV de la directive inondation (2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation) qui les crée. La directive est transcrite dans le droit français par la loi Grenelle II et par le décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation. Source : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2011/3/2/DEVP1027257D/jo/texte>, consulté le 25/07/2019.

aquatiques (T1 E13, directeur général, SIAH, 21/07/2015 et T2 E24, Responsable Restauration de cours d'eau, pôle études et aménagement, SIARCE, 27/10/2016). Certains syndicats ont donc développé une stratégie d'acquisition foncière afin d'avoir la main sur l'aménagement du cours d'eau, en partenariat avec les collectivités, notamment les départements auxquels le classement des vallées en espaces naturels sensibles ouvre un droit à la préemption²⁰⁵ (cf. figure 4.7). Le responsable du service prospective/études/milieu du syndicat de l'Orge aval explique par exemple que la stratégie d'acquisition foncière du syndicat repose sur les espaces naturels sensibles :

« [O]n a une personne qui s'occupe du foncier, de l'urbanisme, et en fait comme on a une grande partie de la vallée qui est en ENS, [...] la règle c'est que la commune soit saisie, en premier lieu, à chaque fois qu'une parcelle se libère. Et en fait, notre règle c'est que la commune se propose de racheter, et comme ça, depuis trente ans, grâce à notre ancien président qui avait cette vision des choses, qu'il fallait racheter tout ce qui était autour de la rivière, eh bien nous avons acquis... aujourd'hui on est à 280 hectares de vallée. Alors certes, qu'on gère, mais dont on est propriétaires, ce qui nous facilite bien la tâche quand on fait des travaux [...]. Et ce qui fait qu'on est sûrs qu'il n'y aura pas ici de construction immobilière. Malheureusement nous n'avons pas tout le lit majeur, on travaille parcelle par parcelle. Donc, on acquiert des parcelles, chaque année, on a un budget pour ça. » (T2 E15, 05/07/2016)

Les terrains sont donc rachetés d'abord par les communes, qui les revendent ensuite au syndicat pour des sommes très modestes, en échange de la gestion. Une foncière porte l'achat des terrains le long des cours d'eau et des zones humides de manière plus générale. L'agence de l'eau et la région aident financièrement ce rachat, et les départements via la préemption des espaces naturels sensibles (dans la citation ceux-ci sont attribués aux communes mais il s'agit manifestement d'une erreur). Enfin, le syndicat peut user du droit d'expropriation lié à la déclaration d'utilité publique, même si cette pratique n'est utilisée qu'en extrême instance²⁰⁶. L'appropriation du foncier de fond de vallée permet aux syndicats de gérer et d'aménager les cours d'eau et leurs abords sans difficultés administratives ou litiges avec les riverains. Mais tous les syndicats n'ont pas les moyens ou la volonté politique d'acquérir les terrains : le syndicat de l'Yerres (SyAGE) gère par exemple 700 conventions de gestion avec les riverains, sans politique d'acquisition foncière. Certains syndicats font passer leur programme d'action sous le régime de la déclaration d'intérêt général, rendu possible par la deuxième loi sur l'eau de 1992 par décret de la préfecture²⁰⁷. La déclaration d'intérêt général permet d'agir en lieu et place des riverains sur leurs parcelles sans passer par des conventions individuelles,

²⁰⁵ Les espaces naturels sensibles désignent une politique départementale de « protection, de gestion et d'ouverture au public des espaces naturels sensibles, boisés ou non, destinée à préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et des champs naturels d'expansion des crues et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels [...] » (article L113-8 du code de l'Urbanisme). Les acquisitions à l'amiable, par préemption ou par expropriation qui peuvent être réalisées pour la mise en œuvre de cette politique sont financées par la part départementale de la taxe d'aménagement (article L331-3 du code de l'Urbanisme). Source : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074075&idArticle=LEGIARTI000006815594&dateTexte=&categorieLien=cid>, consulté le 02/05/2019.

²⁰⁶ Source : <http://www.syndicatdelorge.fr/le-patrimoine.html> consulté le 29/04/2019.

²⁰⁷ La deuxième loi sur l'eau (n° 92-3 du 3 janvier 1992) ouvre le droit pour les collectivités territoriales et leurs groupements ainsi que pour les syndicats mixtes, d'effectuer une déclaration d'intérêt général « qui permet à un maître d'ouvrage d'entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages et installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, visant l'aménagement et la gestion de l'eau (art. L. 211-7 du C. envir.). Le recours à cette procédure permet notamment : d'accéder aux propriétés privées riveraines des cours d'eau ; de faire participer financièrement aux opérations les personnes qui ont rendu les travaux nécessaires ou qui y trouvent intérêt ; de légitimer l'intervention des collectivités publiques sur des propriétés privées avec des fonds publics ; de simplifier les démarches administratives [...] ». Elle est liée à la reconnaissance d'intérêt général ou d'urgence et est prononcée par décret préfectoral après enquête publique (fiche 2 « déclaration d'intérêt général », AESN, 2013 : 24).

et ouvre un droit à la préemption des terrains pour le syndicat (T2 E23, responsable du pôle Rivière et Zones humides, syndicat des berges de l'Oise, 26/10/2016). D'autres types de classements territoriaux induisent des régimes spécifiques de l'action publique et limitent l'aménagement, comme le classement au titre de la loi paysage de 1930 dans la vallée de l'Yerres : toute construction y est soumise à approbation du ministère de l'Environnement²⁰⁸ (T2 E10, responsable du pôle Rivière, syndicat de l'Yerres, 27/04/2016). Ainsi, l'objectif de restauration des cours d'eau induit une maîtrise plus forte de leur foncier, qui tend à faire des cours d'eau non domaniaux des espaces publics. L'appropriation du foncier repose notamment sur la collaboration entre syndicats de cours d'eau, agence de l'eau, services déconcentrés, la région, départements et communes : les différents outils des collectivités sont mis en commun et leurs actions soutenues financièrement et réglementairement par les acteurs de l'État.

Les stratégies de renaturation reposent donc d'une part sur l'investissement d'acteurs locaux sur les cours d'eau navigués, encore considérés par leur gestionnaire historique VNF comme des infrastructures de transport, et sur la mutation des missions et prérogatives des syndicats de rivières pour les cours d'eau périurbains. Sur les cours d'eau navigués, des syndicats sont créés par les acteurs locaux, mais également des structures associatives qui investissent le vide des initiatives en termes de restauration, remarqué plus largement à l'échelle du bassin fluvial. Ces structures agissent en établissant des conventions d'occupation des berges avec VNF, propriétaire du foncier qu'elles transforment. Les actions en faveur de la renaturation reposent en grande partie sur des outils de contractualisation interterritoriale, dans des contrats de bassins ou des SAGE, entre les acteurs du territoire. Les syndicats des cours d'eau non domaniaux élaborent pour leur part des stratégies de maîtrise du foncier vis-à-vis des propriétaires riverains, en partenariat avec les collectivités locales et territoriales, ainsi que les acteurs de l'État. Nombre d'enquêtés dans les syndicats estiment que la mutation du réseau hydrographique, dans le cadre de la restauration écologique, nécessite une appropriation du foncier des cours d'eau et de leurs abords, qui tendent ainsi à devenir publics. Enfin, nous n'avons pas évoqué dans ce paragraphe l'incidence de la compétence GEMAPI sur la géographie institutionnelle ; on a pourtant des raisons de croire qu'elle sera forte, puisqu'elle introduit au niveau des syndicats l'exigence de cohérence territoriale, et qu'elle lie gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau. Elle n'était cependant pas assez engagée au moment de l'enquête pour que l'on puisse développer ce sujet.

La production des techniques alternatives à la gestion des eaux pluviales et la renaturation des cours d'eau relèvent donc d'ensembles d'acteurs et de stratégies assez différentes. La production des techniques alternatives de gestion des eaux de pluie est portée par les services spécialisés en hydrologie urbaine des collectivités territoriales détentrices de la compétence assainissement. Elle est également portée par les politiques de l'agence de l'eau, qui subventionne éventuellement ces ouvrages. Cependant la régulation des rejets aux réseaux des services urbains ne peut influencer sur le type d'ouvrage produit par les particuliers en amont de ceux-ci : la limitation des rejets peut cependant trouver une réponse dans la production de bassins

²⁰⁸ La loi paysage (Loi du 2 mai 1930 ayant pour objet de réorganiser la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque) « organise la protection des monuments naturels et des sites dont la conservation ou la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général.

Elle comprend deux niveaux de servitudes : les sites classés dont la valeur patrimoniale justifie une politique rigoureuse de préservation. Toute modification de leur aspect nécessite une autorisation préalable du Ministre de l'Écologie, ou du Préfet de Département après avis de la [direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement], de l'Architecte des Bâtiments de France et, le plus souvent de la Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites ; les sites inscrits dont le maintien de la qualité appelle une certaine surveillance. Les travaux y sont soumis à l'examen de l'Architecte des Bâtiments de France qui dispose d'un avis simple sauf pour les permis de démolir où l'avis est conforme. » Source : <http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/sites-classes-et-inscrits-au-titre-de-la-loi-du-2-r100.html> consulté le 02/05/2019.

enterrés dans les parcelles aménagées, et ne pas engendrer la production de techniques alternatives de gestion de l'eau à ciel ouvert. Les services pallient la limite de leurs prérogatives par un fort encadrement des pétitionnaires des permis de construire et par l'octroi de subventions. Certaines collectivités mettent en œuvre des politiques d'interdiction des rejets, plus ou moins précises, qui induisent *a minima* de mettre en place des dispositifs d'infiltration ; ces politiques reposant notamment sur une nouvelle vision des surfaces urbaines en fonction de leur capacité à infiltrer les eaux de pluie sans risque, sont effectivement mais indirectement contraignantes en termes de moyens techniques de gestion. Seuls les départements de Seine-Saint-Denis et des Hauts-de-Seine font, au moment de notre enquête, un inventaire des techniques de régulation ou alternatives à l'amont des réseaux et les constituent comme un patrimoine dont la gestion doit être assurée. Les opérations de renaturation des cours d'eau reposent sur la constitution d'un tissu d'acteurs locaux volontaires et sur la capacité des acteurs à maîtriser le foncier, souvent ardue en milieu urbain où les cours d'eau peuvent être enterrés. Comme dans le cas de la gestion de l'eau de pluie, une nouvelle considération pour les sols et le foncier urbains est donc notable. D'une manière générale, une forte tendance à la collaboration entre acteurs territoriaux, et avec les services déconcentrés de l'État est évoquée par les acteurs. Ceux-ci mettent en commun les différents outils dont ils disposent pour porter renaturation des cours d'eau et gestion à ciel ouvert à la parcelle des eaux de pluie. Les rapports entre collectivités et acteurs étatiques ne sont cependant pas si lisses, les seconds exerçant une pression sur les premiers pour la mise en œuvre des politiques de l'État, par les leviers réglementaires et financiers. De plus, des situations de concurrence entre les collectivités ou leurs établissements sont également présentes. Ces points méritent d'être investigués plus avant, c'est l'objet de la section qui suit.

3. Les relations entre acteurs : tensions et ralliements autour de la gestion intégrée de l'eau

La production de techniques de gestion intégrée d'eau pluviale et de renaturation des cours d'eau mobilise donc une série d'acteurs hétérogènes, qui entretiennent des relations de collaboration, de hiérarchie, de concurrence ; elle induit une action collective, qui ne va pas sans tensions et repose sur des formes d'engagement professionnel. Elle met également en jeu une doctrine d'aménagement du territoire spécifique : celle de l'écologie urbaine et de la renaturation des cours d'eau, à laquelle tous les acteurs territoriaux n'adhèrent pas. Cette dernière section porte donc sur les relations variables entre les acteurs, élargis aux acteurs de la fabrique urbaine, autour de la production des techniques décentralisées et de renaturation : quelles relations d'influence, de rejet, de veto, de collaboration, d'opposition animent les mécanismes de cette production ?

La conjonction entre les politiques contemporaines de restauration des milieux aquatiques et des politiques environnementales urbaines est d'abord présentée. L'important travail de conviction réalisé par les porteurs des dispositifs environnementaux – associations, syndicats, départements - auprès des élus et des services des communes est ensuite développé. Les tensions générées par l'architecture de la gouvernance de cette production et de ses aspects réglementaires et hiérarchiques sont enfin abordées.

3.1. Coïncidence entre la gestion intégrée et les politiques urbaines

Les politiques de gestion intégrée de l'eau de pluie et de renaturation des cours d'eau rencontrent des mots d'ordre urbains plus généraux, concrétisés par des politiques urbaines. Il s'agit d'abord de l'idée d'adaptation au changement climatique : la gestion des eaux de pluie en surface permet, par la végétalisation de l'espace public qu'elle induit, mais également par sa présence, de rafraîchir la ville, du moins de créer des zones de fraîcheur (cf. introduction générale). Elle entre également en correspondance, tout comme les politiques de renaturation des cours d'eau, avec les politiques de trames vertes et bleues urbaines. Enfin,

elles coïncident, comme on l'a vu dans le chapitre 3, avec la politique de restauration et préservation des milieux humides.

Les politiques régionales de trames vertes et bleues, inscrites dans le schéma régional des continuités écologiques (SRCE), sont notamment congruentes avec la restauration des cours d'eau. Le directeur général d'Espaces identifie la trame verte et bleue comme le cœur de métier de l'association :

« [N]ous c'est la trame de notre action permanente. C'est-à-dire qu'effectivement, c'est renforcer la trame verte et bleue, et donc là en l'occurrence la trame bleue ; verte, pour ce qui est de la ripisylve²⁰⁹, [...] participer à son renforcement. Alors nous [...] on est membre du comité de pilotage de la trame verte et bleue, du comité régional de la trame verte et bleue, on a participé à la création du SRCE. Et, là on a une réunion la semaine prochaine, une journée, du CR TVB [comité régional de la trame verte et bleue], d'ailleurs j'anime un atelier : voilà on est très impliqué là-dedans et c'est un de nos enjeux [...] majeurs. [...] [O]n a inventé le concept, qui est très français, de la trame verte et bleue, maintenant il faut le faire vivre. » (T1 E15, directeur général, 18/09/2015)

Le directeur fait une petite incise pour signaler que la « trame verte et bleue » est un concept français : elle peut faire référence au fait que dans les pays anglo-saxons seul le vert est évoqué, laissant l'eau de côté, « greenways » (Cormier, 2010), et donc qu'une spécificité culturelle française serait identifiable avec cet accent sur le bleu. Les politiques constituant les infrastructures écologiques sont donc une autre manière de donner du poids et d'incarner les politiques de restauration, elles renforcent l'action par les outils de gestion des cours d'eau. Les politiques de continuités écologiques permettent notamment de justifier l'intervention sur les parcelles privées le long des cours d'eau, la création de cheminements piétonniers, l'intervention des syndicats sur tout le linéaire des cours d'eau (T2 E10, directeur du pôle Rivière, syndicat de l'Yerres, 27/04/2017). Elles justifient également les travaux sur la réouverture des cours d'eau enterrés en milieu urbain (T2 E1, chargée de mission hydraulique urbaine et aménagement, Plaine Commune, 19/10/2015). La continuité aquatique correspond en fait à une continuité terrestre : la trame verte et bleue est un levier d'aménagement du territoire pour les acteurs, notamment pour les élus. La restauration des berges s'accompagne en effet de création de cheminements, la promenade bleue dans les Hauts-de-Seine par exemple, le long de l'Yerres, de l'Orge, de l'Yvette... Dans la communauté d'agglomération de Marne et Gondoire, elle est prisée par le président qui essaie de désenclaver les communes de Thorigny et Damart, notamment avec la création d'une passerelle piétonnière (T2 E33, chargée de mission milieux aquatiques, Marne et Gondoire, 04/05/2017). Elles donnent un sens paysager et d'aménagement urbain à la restauration des cours d'eau.

Pour ce qui est de la gestion des eaux de pluie, deux visions s'affrontent. L'utilité des trames écologiques pour la gestion de la pluie est récusée, pour l'animateur du SAGE de la Mauldre, l'idée de continuité est incompatible avec, voire contraire à, la gestion des eaux de pluie à la parcelle qui relève justement de la retenue (T2 E26, 10/01/2017). La continuité écologique est cependant associée à la gestion des eaux de pluie par de nombreux interlocuteurs, plutôt à l'échelle intercommunale ou communale, dans la mesure où les espaces végétalisés y prennent une grande part, comme on l'a vu avec le guide du CEREMA sur la restauration des zones humides en ville (2015) dans le chapitre 3. Les coefficients de biotope par surface²¹⁰ imposés par certaines communes peuvent justement servir à gérer l'eau de pluie, de même que, au niveau des quartiers, les espaces verts et parcs urbains.

²⁰⁹ « **Ripisylve** désigne les formations végétales qui croissent le long des cours d'eau. » (Silène-Biotec, 1994 : 115, lexique).

²¹⁰ Ces coefficients ont été introduit dans les PLU par la loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové (dite ALUR, n° 2014-366 du 24 mars 2014). C'est « un coefficient qui décrit la proportion des surfaces favorables à la biodiversité (surface écoaménageable) par rapport à la surface totale d'une parcelle. [...] Le règlement du PLU peut "imposer une part minimale de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables, éventuellement pondérées en fonction de leur nature, afin de contribuer au maintien de la biodiversité et de la nature en ville." » (ADEME, 2015 : 63).

La gestion intégrée de l'eau de pluie se combine également aux politiques climatiques urbaines. La présence de l'eau de pluie en surface de la ville est utilisée comme un moyen de modérer l'îlot de chaleur urbain :

« Et ça répond aussi à des critères d'adaptation au changement climatique : on a eu une étude là, qui a été menée [...] l'année dernière et cette année, qui s'appelle "Adaptation au changement climatique" [...]. En fait l'objectif de cette étude c'était de voir comment Plaine Commune allait être impactée par le changement climatique à l'horizon [...] 2050 [...]. En termes d'augmentation des températures, de modification de la pluviométrie, des débits des cours d'eau, des inondations ; enfin tous les risques liés au changement climatique, et comment on pouvait s'adapter, comment on pouvait créer une ville qui permette de mieux vivre ce changement climatique et de baisser la température, de créer des îlots de fraîcheur. Et ça, la gestion des eaux pluviales à ciel ouvert ça y participe aussi, ça permet de créer des espaces plus frais. » (T2 E1, chargée de mission hydraulique urbaine et aménagement, Plaine Commune, 19/10/2015)

Ainsi, si les guides techniques étudiés dans la première partie font peu de place à la fonction climatique des techniques de gestion intégrée, les ingénieurs des collectivités la mettent pour leur part en avant. Pour ceux-ci, les techniques à ciel ouvert et végétalisées sont des outils d'adaptation du territoire, principalement par leur faculté rafraîchissante. La gestion de l'eau de pluie à la parcelle intègre pleinement, dans le discours des acteurs, le référentiel urbain durable ou résilient, soit la conception contemporaine idéale de l'espace urbain.

Cette incarnation va de pair avec l'arrivée dans les services publics d'une génération de professionnels familiers avec ces thématiques et désireux de les mettre en œuvre. Elle motive le recrutement d'agents compétents sur le sujet de la gestion intégrée de l'eau, capables de manier des techniques urbaines non conventionnelles, selon le responsable du bureau de liaison avec l'aménagement de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement de Seine-Saint-Denis :

« Je pense que globalement, il y a une époque, je pense que ceux qui avaient un discours sur la question de l'eau dans la ville, des maîtrises du ruissellement, d'aménagement et tout, hormis le département il n'y avait personne. Hormis quelques, on va dire personnalités locales, mais enfin je veux dire il n'y avait pas de service en tant que tel qui avait ce discours-là. Après beaucoup plus, avec l'impulsion des agendas 21, développement durable, enfin tous ces grands termes un peu développement durable, des termes un peu valises et tout ça. Après il y a des communes qui ont intégré ça dans leurs agendas 21, dans leur PLU, qui ont intégré tout ça, qui ont commencé à en parler. Du coup, les services sont montés un peu en compétence aussi là-dessus, quelques fois ils ont recruté des gens qui avaient des compétences sur ce domaine. Ils ont cherché des profils de gens qui pouvaient en dire quelque chose. » (T1 E11, 17/07/2015)

De manière assez frappante, le référentiel de l'écologie urbaine est ici associé à des éléments de discours et non pas à un savoir-faire : cependant, comme le suggère Cyria Emelianof, le thème du développement durable dans les politiques territoriales (Emelianoff, 2000) entraîne une prise en considération des enjeux écologiques par les acteurs de l'urbain. Cependant Catherine Carré et Jean-Claude Deutsch remarquent la variabilité de la place de l'eau dans les agendas 21 des communes (Carré, Deutsch, 2015 : 248) : ce sont plutôt des vecteurs de sensibilisation aux thématiques environnementales que de véritables outils pour les politiques de l'eau. Dans le Val-de-Marne aussi, une inflexion des politiques de recrutement, ou des personnels recrutés, est notée par la directrice adjointe chargée de la prospective et de la coordination, de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement :

« La Direction de l'Aménagement, [...] les urbanistes de chez nous, ont été très ouverts sur ces questions-là. [...] Eux sont vraiment convaincus, ce qui est vraiment une chance. C'est peut-être aussi parce qu'ils sont dans une tranche d'âge générationnelle qui est ouverte à la question, je dirais moins de quarante-cinq ans pour faire de la ségrégation. Mais donc voilà, nos urbanistes et nos aménageurs réfléchissent vraiment avec cette notion-là d'espaces verts, d'aménagement urbain, paysager, et trame verte et bleue, avec même le SRCE. Donc c'est vrai que quand on est soutenus par la Direction qui

porte notamment les ZAC - et quand je dis soutenus c'est [...] qu'ils sont favorables à nos avis - on a tout gagné. Mais je pense qu'on a gagné [...] en compétence dans ce domaine-là. C'est-à-dire qu'avant on avait des ingénieurs au service d'aménagement du territoire, aujourd'hui on a des urbanistes. Ça fait vraiment une grande différence. » (T1 E2, 25/03/2015)

Les acteurs de l'hydrologie urbaine décrivent donc en quelque sorte une acculturation des urbanistes à leur spécialité, aidée par les politiques de développement durable et de trames vertes et bleues, qui donnent une place à l'ingénierie environnementale, voire à l'ingénierie écologique, dans la planification et le projet urbains. Cette familiarité est très utile puisqu'elle donne du poids à la Direction dans la fabrique urbaine. Le référentiel environnemental motive la recherche d'agents aux compétences nouvelles, plus souples, moins spécialisés, capables d'intégrer techniques de gestion et éléments paysagers et écologiques urbains. Les spécialistes de cette multifonctionnalité, contraire au fonctionnalisme porté par les ingénieurs, sont, pour ces deux enquêtés, les urbanistes.

Les techniques environnementales de gestion de l'eau, si elles ont précédé les politiques de durabilité et de résilience des communes et intercommunalités, bénéficient aujourd'hui de leur intégration au sein de ces politiques urbaines. Elles constituent une sorte d'aubaine pour les politiques urbaines transversales qui y trouvent une réponse concrète aux enjeux de l'adaptation des territoires urbains aux changements climatiques et à la protection de la biodiversité, avec laquelle elles peuvent composer. Les spécialistes de l'hydrologie urbaine voient dans l'émergence de ces politiques transversales environnementales une mise à niveau des services communaux, qui sont désormais capables d'articuler leurs propositions sectorielles à des politiques urbaines plus générales.

3.2. Convaincre les communes et les aménageurs, saisir l'opportunité

Les politiques impulsées par l'État, interprétées localement par les acteurs en charge de la gestion des cours d'eau ou de l'eau de pluie, reposent sur la capacité de ces acteurs à convaincre les services non spécialistes, les communes, les élus, les aménageurs et les habitants. Une large partie du travail de gestion de l'eau repose sur cette faculté de persuasion d'un agent, conforté ou non par la légitimité de sa structure et souvent pris dans les jeux politiques entre collectivités territoriales et syndicats ou établissements publics dédiés. Cette section s'attache à développer le récit qui est fait par les acteurs de leur mission de conviction des autres parties prenantes de l'aménagement urbain. L'importance primordiale du soutien des élus est d'abord présentée. Est ensuite exposé le travail de mise en cohérence des politiques au niveau de leur territoire par les départements. Enfin, est évoquée la force de l'usage dans l'adoption des règles d'aménagement.

Le soutien des élus des communes est primordial pour les opérations sur les berges des cours d'eau, qui peuvent former un espace symbolique des politiques municipales, de l'implication d'un maire sur le territoire de sa commune. La conviction d'un maire suppose souvent une bonne entente entre l' élu président du syndicat et ledit maire de la commune dans laquelle doit avoir lieu l'opération. Un projet peut cependant emporter l'adhésion sans cette entente s'il prend en compte et intègre les enjeux propres à l'aménagement de la commune, à la vision portée par le maire :

« mais ça suppose aussi, évidemment un travail à la base, d'emblée, et vraiment dès l'amont avec la commune. Pour bien identifier ce que la commune veut, comment ça peut s'inscrire avec la vision d'aménagement de la ville. Je reviens sur la notion [...] de persuasion du maire comme premier facteur de réussite d'un projet de ce type-là, y compris lorsque c'est fait, lorsque le projet est mené par le syndicat. Il y a vraiment... lorsqu'on a un maire qui est convaincu, derrière, en principe le projet déroule. » (T1 E13, directeur général, SIAH, 21/07/2015)

La restauration des cours d'eau peut également être à l'initiative des élus des communes, le portage par un élu influent est alors décisif pour la réussite de projets au niveau intercommunal : pour exemple, la création

du syndicat Marne Vive repose sur le soutien du maire de Saint-Maur qui a su emporter l'adhésion des communes alentour. La prise de position en faveur d'une politique patrimoniale de préservation des cours d'eau, abstraction faite de sa dimension écologique, s'inscrit dans les termes d'un débat politique plus large : avant les années 2000, la préservation des cours d'eau pouvait procéder de politiques communales s'opposant alors à une vision équipementière de l'État. Le directeur général de l'association Espaces raconte ainsi la naissance des missions de gestion de cours d'eau du syndicat de l'Orge aval (SIVOA). Selon lui le syndicat a acquis sa compétence de gestion de la rivière suite à un résultat électoral symbolique dans les années 1970 :

« [C]'est surtout qu'ils sont en pointe, c'est un des premiers syndicats d'assainissement, qui s'est transformé en syndicat de rivière dès les années 70. Donc en fait ils gèrent l'ensemble de la rivière, c'est-à-dire, l'ensemble du bassin versant, aussi bien [...] l'assainissement, donc, qu'ils ont dissocié de la rivière très vite, que l'ensemble du système hydraulique et hydrologique, de la vallée. Sur la partie aval de l'Orge, en fait il y a une histoire, c'est que dans les années 70 il y avait un projet d'autoroute qui passait sur la rivière, donc l'État avait racheté, déjà [...] toute une série de terrains autour, et le projet avait été abandonné suite aux élections municipales de 1974, où que des maires hostiles à ce projet d'autoroute ont été élus, et donc il y avait tout ce foncier disponible qui a permis de faire quelque chose de passionnant. Et depuis ils sont allés beaucoup plus loin, ils ont travaillé sur les affluents, mais, c'est ça l'histoire, le fait historique qui fait que ça a un peu facilité les choses par rapport à d'autres rivières très urbaines, je pense à la Bièvre, nous on a le ru de Marivel chez nous, ou d'autres. » (T1 E15, 18/09/2015)

On peut cependant nuancer ce récit en évoquant l'emprise de l'autoroute de rocade (A87) dans l'est de l'agglomération parisienne, jamais réalisée par l'État : l'acquisition de foncier pour la mise en œuvre d'une politique finalement obsolète génère des espaces de foncier préservé.

Cependant, là où la renaturation ne fait pas partie de la stratégie électorale des élus locaux ou de leurs convictions politiques, elle peut s'imposer par la comparaison induite par les territoires et programmes de gestion des masses d'eau ou bassins versants. Ce travail de persuasion profite en effet de l'intégration des communes et intercommunalités dans des territoires de gestion de l'eau plus vastes : chaque commune fait partie d'un SAGE, d'un syndicat de rivière ou d'un contrat de rivière ou de nappe. Les services techniques et élus des communes et intercommunalités se rencontrent, échangent et donc apprennent des projets des autres, mais font également partie d'un tout. Ils ne veulent pas être identifiés comme représentant un territoire au sein duquel il n'y a pas d'opération, qui néglige son cadre de vie, au sein du territoire de gestion. Les projets réussis sont les vitrines des communes, mis en avant par les syndicats ou les associations qui animent ces territoires de gestion :

« Mais du coup le contrat pour [convaincre les communes d'investir dans des opérations de renaturation sur leur territoire], et le SAGE en fait, ils servent pas mal, parce que [...] chaque année quand on fait le bilan, c'est des lieux où les services se rencontrent, où tous les élus se rencontrent. L'année dernière on a fait visiter les berges au Perreux justement et on compte là-dessus pour arriver à les convaincre. C'est, petit à petit. Il y a des élus qui se disent : "il ne faudrait peut-être pas que je sois le dernier à me lancer, quand même. Je ne veux pas être le point noir sur la carte." [...] Et puis il y a un effet de mode globale parce que, moi j'avais remarqué, suite au Grenelle de l'environnement, les équipes, les nouvelles équipes municipales qui étaient arrivées juste après le Grenelle, on avait des élus développement durable. Chose qui n'existait pas avant. Qui ne ressortait pas comme ça en fait. Oui ça... les quelques dernières années-là, on sent quand même qu'il y a [...] un petit peu plus de mode à ça. » (T1 E10, animatrice du contrat de bassin, Syndicat Marne Vive 29/05/2015)

La transformation de la conviction des élus, symétrique de celle des urbanistes, est essentiellement liée aux grandes doctrines politiques ; les élus s'acculturent dans les grands événements politiques tels que le Grenelle. Les opérations de renaturation des cours d'eau semblent donc entrer dans la culture des élus locaux, et s'imposer comme la marque d'une bonne gestion du territoire. Ceci est également souligné par le directeur général du syndicat du Croult et du Petit Rosne, qui y voit, comme les hydrologues urbains avec les politiques durables et de résilience, un vecteur de pérennisation de son action (T1 E13, 21/07/2015).

Le travail de persuasion est aussi effectif pour la gestion des eaux de pluie. Pour les gestionnaires de réseaux d'assainissement, la mise en œuvre de techniques alternatives repose sur des processus collaboratifs. D'une part, ils ne peuvent pas rendre leur réglementation généralement opposable : elle vaut seulement pour les branchements sur leurs réseaux. Seules les communes, en annexant le règlement d'assainissement ou le zonage pluvial au PLU, peuvent généraliser la règle à toutes les parcelles de leur territoire, quel que soit le branchement. Les départements de petite couronne ont donc mené un travail de persuasion auprès des communes afin de faire adopter leur régulation des rejets. Le travail auprès des services communaux est par exemple mené dans les Hauts-de-Seine par un travail de concertation. La Direction de l'Eau et de l'Assainissement du département a notamment mis en place des « conventions de gestion coordonnée de l'assainissement » avec les communes, qui impliquent une cohérence entre la règle communale et la règle départementale :

« [C]a c'est [...] un effet positif de notre démarche. C'est à dire qu'[...] à part deux ou trois communes là sur ru de Vaucresson, tout le reste, elles ont toutes adopté des limitations qui sont similaires aux nôtres. [...] [O]n a fait un gros travail, en fait en 2005 quand on a élaboré notre schéma départemental d'assainissement, on a fait toute une année de concertation avec les communes pour expliquer nos objectifs, et les faire adhérer à cette démarche-là. [...] [I]l y avait des limitations qui étaient assez disparates dans les Hauts-de-Seine et puis on a mis en place les conventions de gestion coordonnée de l'assainissement, où l'idée était justement d'être cohérents dans nos politiques de gestion de l'assainissement et des eaux pluviales. [...] Mais c'est sûr qu'on n'a pas du tout d'ascendant sur leurs pratiques et c'est selon leur bon vouloir, qu'elles ont mis en place les prescriptions relatives à la gestion des eaux pluviales à la parcelle. Outre le fait qu'il y avait quand même le SDAGE, il y a différents documents qui incitent quand même à mettre ça dans les documents d'urbanisme et les règlements d'assainissement. » (T2 E5, Direction de l'eau, Hauts-de-Seine, 19/02/2016)

Le département des Hauts-de-Seine met en avant la nécessité de coordination entre les politiques départementales et communales ; pour cet interlocuteur, les communes doivent prendre le pas de la règle départementale. Le Val-de-Marne s'appuie sur son rôle d'expertise auprès des communes et intercommunalités, et sur leur manque de compétence, pour promouvoir une gestion de l'eau cohérente à l'échelle de son territoire et de son réseau de transport :

« On a cette expérience de par notre cœur de métier qui est l'assainissement. [...] [Les] communes ou intercommunalités ont le réseau de collecte ; nous on a le réseau de transport et on va dans les STEP [stations d'épuration] qui sont du SIAAP. Nous on a toujours joué l'interface entre les communes et le SIAAP, avec une connaissance fine de notre territoire. Et donc après quand on a voulu marquer aussi, de manière plus importante une politique de l'eau globale, donc avec les différents enjeux, et bien on continue à jouer sur cette fédération d'acteurs, parce que finalement, pour l'habitant, son premier interlocuteur institutionnel c'est la commune. On s'est aperçu que les communes n'ont pas toujours le potentiel humain ou technique pour faire face aux différents enjeux dans le domaine de l'eau et donc, au lieu de s'imposer à eux, on préfère les conseiller, les monter en compétence et travailler avec eux, pour qu'on puisse faire des synergies au niveau du territoire. » (T1 E2, directrice adjointe, Direction de l'Eau et de l'Assainissement, 25/03/2015)

La cohérence entre politiques départementale et communales est donc également mise en avant, et, avec elle, la montée en compétences des services communaux. Enfin, pour certains syndicats de rivière, cette cohérence émerge de l'usage : la communication forte autour d'une politique particulière, alors qu'elle ne s'impose pas aux communes, peut la faire admettre comme règle et la faire adopter localement. Ainsi, avant l'adoption du plan de protection contre le risque inondation (PPRI), le syndicat de l'Orge aval, avait énoncé le respect d'une « zone de respiration de la rivière », pour protéger les berges de la construction :

« [N]ous on a défini une zone qu'on appelait une "zone de respiration de la rivière". Et à partir de là, on a fait du lobbying auprès des communes. On a fait la cartographie, on a envoyé aux communes, comme si c'était réglementaire sauf que ça ne l'était pas. Et on leur a dit : "ça, il faut pas dépasser ça [la zone de

respiration inconstructible]. [...]". Y avait rien de réglementaire là-dedans c'était du lobbying. Mais ça a permis d'asseoir et de patienter, d'avoir quelque chose quelque chose davantage réglementaire – qui était le PPRI – pour dire : "surtout, ne venez pas dans [...] ce périmètre-là, construire". Ça marche, plus ou moins, ça a marché plutôt bien, parce qu'à force de lire les gens pensaient que c'était réglementaire. Ils mettaient ça dans leur PLU etc..."zone de respiration de la rivière", ils ne savaient pas trop ce que c'était mais ils le mettaient. Mais vous savez, ça marche très très bien ça. On a fait la même chose pour le zéro rejet à une époque et ça fonctionne super bien, c'est-à-dire que nous, on l'a mis dans notre règlement d'assainissement, et à force de le dire, tout le monde s'y est mis, et c'est devenu une règle, d'ailleurs on ne savait pas d'où venait la règle, mais c'est devenu une règle. Le 1 L/s/ha ça c'était un truc qui a été repris par tous les syndicats autour. Alors qu'en fait, c'était un truc calculé de manière, avec des hypothèses, voilà ! comme ça sur un coin de table. Et c'est devenu une règle pour tous les syndicats de la région. Et c'est devenu la règle du SAGE, bon maintenant on est passé au zéro mais des fois le lobbying, ça sert. » (T2 E15, responsable service prospective/études/milieu, 05/07/2016)

Le caractère usuel, collectif de la règle, évoqué ici, plutôt que sa dimension juridique, fait apparaître la réglementation sous un jour irrationnel : la règle du zéro rejet par exemple, initialement liée à des calculs de capacité des réseaux, est diffusée dans les territoires alentour, sans études appropriées. L'utilisation symbolique de la régulation des rejets était aussi relatée par le responsable du bureau de liaison avec l'Aménagement et l'Urbanisme de la Seine-Saint-Denis : il évoquait pour sa part le choix d'une commune d'émettre des règles plus drastiques que le département, selon une logique de sobriété déconnectée de la capacité réelle des infrastructures (T1 E11, 17/07/2015). Ainsi, les territoires de gestion qui n'ont pas la compétence urbanisme utilisent des stratégies de persuasion et de ralliement à leurs politiques pour que celles-ci soient reprises par les communes, et deviennent réglementaires. Ces stratégies sont plus centrées sur les élus pour ce qui est de la restauration des cours d'eau : elles doivent intégrer un mandat politique, et la marque que l'élu veut imprimer au territoire, elles relèvent plutôt de la concertation et collaboration avec les services techniques communaux en ce qui concerne la gestion de l'eau de pluie. Le caractère irrationnel des règles d'aménagement du territoire est maintes fois souligné : celles-ci peuvent être adoptées par l'usage – elles sont alors déconnectées des éléments de calcul qui les fondent - ou par effet de mode, correspondant à la constitution d'une politique urbaine type à laquelle les élus souscrivent.

Les stratégies déployées auprès des aménageurs sont d'un autre ordre. La régulation des rejets ne permet pas, comme on l'a vu (cf. section 2.2.) d'imposer un dispositif de gestion à ciel ouvert : les moyens de la gestion sont à la discrétion de l'aménageur. Selon son ancien responsable, l'équipe de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement de Seine-Saint-Denis chargée de faire le lien avec l'aménagement et l'urbanisme engage dans les années 1990 un dialogue, parfois conflictuel, avec les acteurs de l'aménagement afin qu'ils produisent des techniques de gestion de l'eau intégrée à l'urbain :

« Mais très vite il est apparu, que, en fait la planification urbaine [...] elle ne permet pas tellement d'aborder la question de la qualité, d'aborder la question de quels moyens mettre en place pour faire une gestion alternative de l'eau de pluie en tout cas – à l'amont – et elle permet d'être quantitatif mais elle ne permet pas vraiment d'être qualitatif. [...] Et donc, en fait le service dont je me suis occupé, s'est beaucoup structuré [...] avec des chargés d'opération, secteur par secteur, [...] et qui ont eu comme objectif, de suivre tous les projets d'aménagement, sur leur secteur géographique, mais aussi de suivre les PLU, de suivre les dossiers loi sur l'eau, et même les permis de construire. Et, dans les premiers temps, dans les années 90, il y a eu des heurts parfois avec les aménageurs, parce qu'on n'était pas forcément d'accord, parce que des fois on faisait des contre-projets. Donc il y a eu si vous voulez [...] une énorme implication du service auprès des aménageurs. Même un rapport de force en fait. Et puis petit à petit, [...] ce rapport de force s'est un peu transformé, en assistance à maîtrise d'ouvrage en réalité [...] que faisait la puissance publique auprès des aménageurs pour justement, essayer de faire en sorte qu'il y ait des bonnes techniques qui se mettent en place. » (T1 E14, directeur d'agence, ATM, 28/07/2015)

Ce bras de fer avec les aménageurs repose sur l'utilisation du contre-projet : on retrouve ici l'usage de la contre-expertise, sur laquelle les Mureaux s'appuyaient également pour surmonter les freins techniques

pointés par les bailleurs dans la mise en œuvre de techniques à ciel ouvert (cf. section 2.1.). En Seine-Saint-Denis, l'argumentaire en faveur des techniques à ciel ouvert repose également sur l'inventaire des techniques de gestion de l'eau en amont des réseaux : celui-ci a montré que les ouvrages enterrés disparaissent de la mémoire collective. Par conséquent, les ouvrages non entretenus dysfonctionnent. Deux arguments prévalent donc : celui de la faisabilité des projets, qui est démontrée par les contre-projets, et celui relatif au patrimoine du gestionnaire de réseaux. La Direction de l'Eau et de l'Assainissement des Hauts-de-Seine est également en lien avec les aménageurs et travaille autour des techniques mises en place via les permis de construire :

« Et là depuis deux ans pour aller encore plus loin [que l'élaboration du schéma d'assainissement], c'est que quand on reçoit les permis de construire [...] on fait une partie eaux pluviales et en fait on les contacte ou on leur fait des courriers. Quand on voit que le permis de construire on n'a pas assez de données sur les eaux pluviales, ou s'il y a un bassin enterré, systématiquement on essaie de prendre contact avec les aménageurs. En fait maintenant on essaie vraiment d'agir le plus en amont possible [...]. On essaie d'avoir le plus d'éléments, pour ensuite les faire changer leurs techniques. Donc on arrive, enfin, ça porte un peu ses fruits parce qu'on arrive maintenant à avoir des projets intéressants dès le premier [la première version]. Ce qu'on leur dit, c'est que dès qu'il y a des espaces verts, d'essayer d'infiltrer au maximum et de limiter finalement le recours au bassin, voir s'il y a d'autres solutions. Donc on a fait des courriers, des appels, des mails... » (T2 E5, technicienne territoriale, 19/02/2016)

L'implication des équipes des départements dans l'instruction des permis de construire est donc une des pierres de touche de l'influence sur les techniques mises en place, par l'accompagnement des pétitionnaires. Elle permet au département des Hauts-de-Seine de mener, comme on l'a vu, un inventaire très fin des techniques amont aux réseaux. Ainsi, les permis de construire sont une des voies d'entrée privilégiée, avec l'influence sur les règles des plans locaux d'urbanisme, pour l'inflexion des réalisations.

Les hydrologues urbains des Directions de l'Eau et de l'Assainissement des collectivités trouvent aujourd'hui des interlocuteurs privilégiés auprès des Directions de l'Urbanisme ou autres Directions dédiées à la mise en œuvre des politiques urbaines environnementales, comme la délégation à l'écologie urbaine à Plaine Commune. Néanmoins, l'association au pilotage des projets, alors même que la collectivité en question est maîtresse d'ouvrage, n'est pas évidente. Elle nécessite d'abord une bonne entente avec les équipes de l'assainissement classique, qui sont systématiquement associées aux projets pour le contrôle des réseaux d'eaux usées. Le Plan Pluie parisien, par exemple, est élaboré dans ses grandes lignes depuis 2004 ou 2005 et a été appliqué par les services depuis lors, avant d'être voté par le conseil municipal en mars 2018. Une des difficultés liées par le service qui portait alors ce plan est la création du lien avec les services de l'Urbanisme de la ville de Paris en charge des permis de construire, mais également et surtout avec les autres équipes de la Direction de l'assainissement, qui examinent les demandes de branchement (T2 E4, Chargé de mission/projet, Service technique de l'Eau et de l'Assainissement, Mairie de Paris, 11/02/2016). De la bonne coopération dépend la qualité du suivi et le poids donné aux avis des équipes dédiées aux eaux de pluie dans les services de l'Eau et de l'Assainissement sur les permis de construire.

L'association au suivi des opérations menées par des maîtres d'ouvrage extérieurs est encore plus difficile selon nos interlocuteurs. La constitution récente des intercommunalités et la réforme des intercommunalités du Grand Paris ne facilitent pas l'intégration et la participation à la conception des projets urbains. Le territoire de la petite couronne évolue de plus rapidement, par renouvellement urbain ; le contrôle de son évolution, pris en cours de route, est ardu :

« C'est qu'il y a des projets qui démarrent maintenant mais la plupart des projets on les a pris en cours, voire ils se terminent, donc plus c'est tard, plus c'est difficile d'intégrer ce qu'on veut. En gros l'idée c'est qu'on est associés systématiquement à la définition des projets, qu'on est associés aux réunions. A chaque réunion de lancement on est associés, soit directement par l'aménageur, soit par nos collègues de l'aménagement ici, qui m'invitent. Et donc on défend dans toutes ces réunions ce qu'on a formalisé dans notre guide. Le guide c'est un support, - cahier des charges ou guide c'est la même chose -, c'est un support justement pour formaliser notre politique, pour mieux l'inscrire, même si ça ne correspond

pas à ce qu'on discute en réunion, ça permet d'avoir un cadre, de l'asseoir. » (T1 E8, responsable du pôle hydrologie urbaine et qualité des rejets, Est Ensemble, 20/05/2015)

Le guide est enfin un outil conçu à l'adresse des aménageurs : il permet de donner un cadre aux préconisations du pôle en question dans cet extrait, combiné à la régulation des rejets aux réseaux, il est utilisé par presque tous les territoires pour influencer sur les projets urbains. Il est notable que l'interlocuteur emploie ici le terme de « cahier des charges » comme synonyme : il s'agit d'un référentiel technique, considéré comme relativement contraignant par ses auteurs.

La propagation de la gestion intégrée de l'eau et de la restauration des cours d'eau repose sur des stratégies de persuasion des élus, des services techniques municipaux et des aménageurs. Les outils utilisés sont divers : un registre symbolique politique est utilisé sur les cours d'eau, dont l'aménagement peut être conçu comme élément vitrine d'un mandat, un registre plus technique est déployé pour la gestion intégrée de l'eau de pluie, comprenant contre-projet et référentiels techniques à l'attention des équipes de projets urbains, et accompagnement des communes et des particuliers. Les départements de petite couronne et les syndicats de rivière sont les chefs de file de ce travail de persuasion, conformément à leurs missions historiques de soutien des politiques locales pour les départements (Bouleau *et al.*, 2011 : 55).

3.3. Les politiques intégrées vectrices de tensions entre les acteurs

Cette dernière sous-section porte spécifiquement sur les éléments de tension apparus dans les discours de nos interlocuteurs. La gestion intégrée de l'eau de pluie et des cours d'eau repose sur des relations de hiérarchie ou d'influence et un idéal urbain, qui ne sont pas forcément acceptés par tous les acteurs. Elle relève d'une réforme de la place de l'eau dans la ville, et donc de la modification des modes de travail et des territoires. Quelles sont ces tensions ? Quels effets ont-elles sur la production de techniques ? Les tensions relatives à la gestion des ouvrages sont d'abord exposées, puis celles, déjà identifiées par la littérature, entre des visions divergentes du patrimoine hydrographique. Enfin, est évoqué le décalage entre les contraintes réglementaires et outils de projet, façonnés soit selon une logique hygiéniste, soit sur le modèle du projet urbain.

En interrogeant les services communaux, on perçoit des tensions entre les services des différentes collectivités dans le domaine des eaux pluviales : communes, intercommunalités, départements. Ces tensions sont liées selon le directeur des espaces publics de Montreuil à la difficulté dans la répartition des rôles et aux différents niveaux d'intervention dans les projets d'urbanisme :

« On a l'impression [d'un point de vue de la ville] que c'est les inspecteurs des travaux finis. Ils arrivent et disent "fallait pas faire ci, fallait pas faire ça". Mais il fallait venir avant. Ils arrivent et ils disent ce qu'il faut faire, à raison, parce qu'ils ont cheminé dans leur pensée et ils ont affiné leur réflexion, mais c'est vrai que des fois il y a des incompréhensions. Et c'est vrai que, nous on les crée, les réalise, et après eux les gèrent. Donc il faut qu'ils sachent exactement comment c'est fait. » (T2 E35, 20/07/2017)

Les intercommunalités ont la compétence eau et assainissement, elles ont donc à charge l'entretien des techniques alternatives, alors que les communes ont la gestion des espaces verts. La superposition de la gestion des ouvrages – qui relèvent des deux compétences dès lors qu'ils sont végétalisés - induit une collaboration parfois tendue entre chargés de mission des communes et des intercommunalités, les seconds faisant valoir une supériorité de leur expertise. Cette tension est cependant, selon cet interlocuteur, généralisée aux relations entre communes et intercommunalités. Les communes peuvent également être réfractaires aux politiques de gestion des eaux de pluie, car celles-ci induisent la production de nombreux espaces verts, qui nécessitent un entretien particulier, faiblement mécanisé, effectué donc par un personnel important :

« [E]n gros la difficulté c'est toujours la question de l'entretien courant. Elles [les communes] ont l'impression que la seule solution c'est des noues le long d'une voirie, et pour elles ça va être une charge d'entretien qu'elles ne pourront pas assumer. En gros c'est surtout lié à la présence d'espaces verts, parce qu'en ville sur les espaces publics on a assez peu d'espace vert et quand on amène une noue on amène un nouvel espace vert, ça s'entretient, de façon manuelle. Alors qu'une voirie en général on passe avec un camion et des moyens mécaniques. Donc ça s'entretient pas du tout de la même façon, ça ne demande pas la même charge en personnel. Sachant qu'on est dans des collectivités qui n'ont pas forcément des moyens énormes en fonctionnement et qu'on est plutôt sur une période où il y a de moins en moins de moyens. » (T1 E8, responsable du pôle hydrologie urbaine et qualité des rejets, Est Ensemble, 20/05/2015)

Le rejet d'une politique au niveau communal peut être d'ordre tout à fait pragmatique, ici liée à une limitation financière : la commune ne peut pas assumer la gestion des ouvrages produits dans le cadre de politiques syndicales ou intercommunales.

Enfin la restauration des cours d'eau repose sur une vision du patrimoine hydrologique qui n'est pas partagé par tous les acteurs territoriaux. Dans les petites vallées urbaines, les propriétaires et associations de propriétaires de moulins s'opposent à la modification de l'aménagement historique des cours d'eau, correspondant à leur vision idéalisée du patrimoine fluvial (Barraud, Germaine, 2017). L'abaissement des seuils, qui relevaient la ligne d'eau pour les moulins notamment, équivaut pour certains propriétaires à une grave atteinte à leur patrimoine car il peut fragiliser les moulins, et car il met à mal une esthétique de la rivière pleine et du plan d'eau (Barraud, 2011). Selon le responsable service prospective/études/milieu du syndicat de l'Orge aval, les associations de propriétaires de moulin pèsent dans les décisions réglementaires, principalement en s'opposant à l'effacement :

« On démantèle c'est-à-dire qu'on enlève tout [l'ouvrage technique : le seuil]. [...] On a eu quelques difficultés avec le dossier loi sur l'eau, avec les associations de moulins en l'occurrence et leur influence sur, certains élus. C'est à signaler parce que je pense que c'est quelque chose d'intéressant. Ils ont une puissance incroyable ces gens-là. [...] à mon avis ils ont des antennes partout, ils ont su quand même le résultat de notre dossier loi sur l'eau avant nous quand même, faut le faire ! Et ils l'avaient déjà publié sur leur site. Il s'appelle "OCE" : "observatoire de la continuité écologique", pour bien prêter à confusion, ce sont des propriétaires de moulins. Qui défendent la non continuité écologique. Ils sont, sur toute la France, ils sont informés, ils font du lobbying auprès des maires, des associations de maires de France etc. etc. [...] [E]t donc on a eu en l'occurrence un des élus de Saint-Germain[-lès-Arpajon, (91)] qui est nouveau et qui s'est laissé un peu influencé et qui nous a posé des très gros problèmes sur le dossier loi sur l'eau, avec [...] la commissaire-enquêteur, qui a mon avis en fait partie ; enfin, c'est pas possible autrement. Vus les arguments qu'elle nous a balancés, c'est exactement les mêmes qu'il y a sur l'OCE... Je ne sais pas trop. C'est très trouble tout ça, très trouble. C'est un peu bizarre mais ça ne va pas dans notre sens et pas dans le sens de la directive d'État, et d'Europe. C'est un aparté, mais qui fait partie des difficultés quotidiennes et des gestionnaires. » (T1 E15, 05/07/2016)

Deux visions du patrimoine entrent ainsi en conflit : l'une attachée à un patrimoine bâti et hydraulique ancien ; l'autre qui valorise l'état dit naturel des cours d'eau. Les communes qui ont un important patrimoine, avec des moulins datant parfois du XIII^{ème} siècle sont généralement plus craintives relativement à la restauration écologique, comme on l'observe dans la vallée de l'Yerres (T2 E10, responsable pôle Rivière, syndicat de l'Yerres, 27/04/2016). Le lobbying auprès d'une personne-clé, ici la commissaire-enquêteur, ailleurs le préfet (T2 E24, responsable Restauration de Cours d'eau, SIARCE, 27/10/2016) est dénoncé par les chargés de renaturation des cours d'eau.

L'idéal de renaturation s'oppose aussi à la production de logement, souhaitée par les maires, qui nécessite du foncier. La pression foncière est liée à la politique de densification portée par la région : les pôles de densification sont identifiés par le schéma directeur régional d'Île-de-France (SDRIF) selon une logique de densité d'infrastructures et de potentiel de densification (Région Île-de-France, 2013d : 23-34).

Ces pôles sont matérialisés par des pastilles sur les cartes de la région, parfois situées au bord des cours d'eau :

« Je reconnais qu'il faut qu'on ait des zones d'expansion de crue, qu'on n'a pas aujourd'hui. Mais je préfère qu'on se batte pour que les bords de Marne ne soient pas urbanisés, parce que ça, on a une pression urbaine tellement forte que, je veux dire le SDRIF, c'est des pastilles de densification : elles sont sur le bord de Marne comme au centre des territoires. Donc déjà faut qu'on se batte pour préserver la dizaine de mètres de berges, pour pas qu'elle soit construite. Il y a des secteurs comme à Neuilly-sur-Marne, ou à Vaires, [...] où on pense carrément là, aller sur la Marne pour pouvoir construire... Donc déjà je me dis que notre priorité elle est déjà de préserver l'existant. » (T1 E10, animatrice du contrat de bassin, Syndicat Marne Vive, 29/05/2015)

Les politiques de renaturation sont aussi opposées aux politiques urbaines, qui portent une rationalisation des équipements urbains et de l'occupation du territoire. Le chef du service directive inondation de l'établissement public territorial de bassin Seine Grands Lacs souligne le caractère contradictoire des injonctions politiques de production de logement et de zones inconstructibles au bord des cours d'eau, toutes portées par l'État :

« Mais il n'y a qu'un Parisien qui peut pondre un appel à projet comme ça : "Comment mieux bâtir en terrain inondable ?!" [...] Et alors surtout, c'est ça qui est drôle : "constructible". Complètement antinomique normalement de ce qui est dans les PP... dans les PPR [plans de protection contre les risques, notamment d'inondations (PPRI)]. [...] Oui mais le problème c'est que justement, l'État, l'État lui-même est schizophrène, parce qu'il a des priorités qui sont contradictoires [...]. En Île-de-France c'est quoi les priorités ? Il faut renouveler les infrastructures de transport qui sont à bout de souffle, il manque 400 000 logements, ça coûte trop cher de vivre en Île-de-France, on va construire des logements. Et puis on a une réglementation, normalement il ne faudrait pas construire en zone inondable. Qui est le plus fort ? » (T1 E17, 16/12/2015)

Ainsi cette contradiction, caractérisée par cet interlocuteur par une attitude schizophrène de l'État, se résout par un bras de fer entre les tenants des différentes dynamiques : il est sous-entendu ici que la construction est plus forte que la protection. Comme évoqué dans la sous-section précédente à propos de l'implication des élus locaux dans les politiques de restauration des cours d'eau, celle-ci est plus généralement contradictoire avec le développement urbain, et repose sur des équilibres politiques nationaux entre politique de développement urbain et de préservation du patrimoine hydrologique.

Enfin, la complexité du montage des opérations, avec les communes, avec les services de l'État, avec les différents gestionnaires et propriétaires du foncier est un sujet qui revient de manière récurrente dans les entretiens. L'occupation du foncier sur les cours d'eau par exemple, associée aux contraintes de dossiers réglementaires celle des conventions d'occupation des berges, pouvant être payantes :

« [L]a réglementation [...] est très lourde. C'est à dire que [...] dès qu'on va toucher à une berge sur plus de 200 mètres, ou alors moins de 200 mètres mais avec des techniques mixtes, c'est-à-dire qu'on ne fait pas que des techniques mixtes, on va devoir mettre des enrochements, parce que à un endroit, c'est un petit peu plus compliqué, là il faut qu'on fasse un dossier de déclaration, ou un dossier d'autorisation, et donc qui dit dossier d'autorisation ou de déclaration, dit des inventaires faune/flore, qui dépassent le cadre de la rivière. Donc on part dans des procédures qui peuvent prendre... enfin qui découragent en fait les maîtres d'ouvrage aujourd'hui. Et en plus de ça [...] on est sur une rivière qui est domaniale, qui appartient donc à l'État, depuis le pied de, enfin tout le lit de la rivière jusqu'en haut de berge, donc les limites de débordement. Sauf que l'État aujourd'hui n'a pas du tout envie de faire de la reconquête écologique des berges, puisqu'aujourd'hui la Marne pour eux ça n'est qu'un lieu de transport pour les bateaux. Donc eux, ils s'en fichent en fait si les berges se déstructurent, à la limite ils s'en fichent du moment que ça ne gêne pas le chenal de navigation. Donc c'est aux villes, si elles veulent faire ce travail là, de s'en charger. Donc ça suppose d'avoir des conventions [d'occupation domaniale] avec

l'État. Et puis on a des questions de foncier qui sont hyper compliquées à gérer. » » (T1 E10, animatrice du contrat de bassin, Syndicat Marne Vive 29/05/2015)

Les relations avec les services de l'État et ses gestionnaires sont ainsi vécues comme une forme de contrainte, de lourdeur administrative qui s'impose aux collectivités et aux initiatives locales. Par ailleurs, les procédures réglementaires aux mains des services déconcentrés de l'État sont parfois présentées comme non pertinentes relativement aux objectifs de gestion des eaux de pluie à la parcelle, voire injustes :

« Un truc tout bête, je vais vous dire : si on fait aujourd'hui, sur une opération d'aménagement, un assainissement enterré, avec des tuyaux, des bassins en béton, un régulateur de débit, un branchement au réseau, on n'est pas soumis à la loi sur l'eau. Si on fait, un système avec déconnexion des eaux pluviales qui vont dans les espaces verts, ruissellement, des noues végétalisées, un petit bassin en eau, des infiltrations, on est soumis à la loi sur l'eau. Alors pourquoi pas, sauf qu'aujourd'hui l'instruction des dossiers loi sur l'eau, est devenue incroyablement compliquée, lente, avec énormément d'allers-retours, c'est des dossiers lourds. Au bout du compte, on se retrouve avec un aménageur, qui décide de faire une approche intelligente de la gestion de l'eau, qui est complètement emmerdé, par tous les services de l'État ou je ne sais pas quoi d'autre, bref. Et puis, un autre aménageur [...] qui fait un aménagement des années 60, en gros, je caricature, disons 80-90, donc bassin enterré tout le tralala, et lui il est pas emmerdé du tout. On en arrive à des situations comme ça. Parce qu'en fait on ne sait pas gérer [...] les nouvelles données, qu'on a. On ne sait pas gérer, on ne sait pas gérer la complexité sociétale, dans l'aménagement quoi. Je ne sais pas comment dire ça. Mais, ces nouveaux champs qui s'ouvrent comme la biodiversité, comme la nature en ville, comme les trames vertes et bleues, comme le Grenelle de l'environnement, on ne sait pas tellement le réinterpréter, au niveau national, au niveau réglementaire, au niveau – on sait pas du tout le réinterpréter. » (T1 E14, directeur d'agence, ATM, 28/07/2015)

Les dossiers loi sur l'eau, qui s'imposent aux aménagements modifiant l'hydrologie d'un site, sanctionnent en fait des projets d'aménagement ambitieux sur le plan environnemental, avec des ouvrages de gestion à ciel ouvert ou des actions pour la restauration de cours d'eau. Pour cet interlocuteur, cet aspect est symptomatique d'un décalage entre la réglementation et les politiques de gestion intégrée et d'écologie urbaine : la valorisation de l'hydrologie, le rapport à l'environnement est sanctionné par le contrôle, envisagé de manière coercitive. Le rôle des services de l'État est donc fortement formaté par la tradition de contrôle de la relation urbaine à l'environnement orchestré par les services sanitaires urbains et les infrastructures en réseau (cf. introduction générale). Cette complexité se solde par l'utilisation du régime dérogatoire : par exemple, certains syndicats de berges agissent par toutes petites touches pour rester en dessous des seuils de déclaration :

« E1 : On est très limite [...], ces [petits aménagements] on les fait hors instruction loi sur l'eau, car on considère qu'on ne fait pas de mal, donc, et on le fait vite. L'autre aspect de ces trucs-là : les opérations d'investissement sont demandées par les communes. Si avec maîtrise d'œuvre, ça coûte le maître d'œuvre, les AVP [études avant-projet], DLE [dossier loi sur l'eau] ... Dans le meilleur des cas, quand tout se passe bien, entre le moment où on dit : "il serait bien de faire quelque chose" et le chantier, il se passe trois ans, si tout se passe bien. L'objectif avec les [petits aménagements] c'est la programmation annuelle, en un an, dix-huit mois on réalise quelque chose. Il est clair que sur certaines de ces opérations, si on avait demandé aux services de la DRIEE²¹¹, si on regarde la nomenclature et les seuils, on aurait au moins une déclaration [au titre de la loi sur l'eau] à faire. Peut-être pas d'autorisation²¹². [...] Et si on nous demande de cumuler les linéaires d'intervention sur le fleuve on est mort.

« E2 : On est en autorisation, direct.

« E1 : Et là on est tranquilles, on ne fait rien. » (T2 E26, directeur des services techniques (E1) et technicien de rivière (E2), syndicat des berges de la Seine et de l'Oise, 10/01/2017)

²¹¹ Cf. section 2.1. sur le rôle de la DRIEE dans l'instruction des dossiers loi sur l'eau.

²¹² Cf. section 2.1. sur la différence entre le régime des autorisations et le régime des déclarations.

L'inadaptation du contrôle réglementaire à la temporalité des aménagements entraîne donc des stratégies d'évitement, en scindant notamment les portions réaménagées pour rester en dessous des seuils de déclaration auprès des services de l'État. Les assistants à maître d'ouvrage souvent engagés dans les opérations d'urbanisme mettant en œuvre une gestion intégrée des eaux de pluie, ont parfois pour rôle de réussir à passer les déclarations et autorisations environnementales sans se conformer tout à fait à la règle, mais en prouvant qu'on se conforme bien à son esprit (chapitre 6, T1 E11, chargé de projet, Sequano, 16/03/2018). La forme même des marchés des opérations d'aménagement sur les cours d'eau, ou des projets urbains est parfois remise en question, en tant qu'elle ne correspond pas aux modalités d'action des maîtres d'ouvrage et d'œuvre investis dans la renaturation des cours d'eau ou la gestion intégrée de l'eau. Pour les cours d'eau particulièrement, le génie végétal, qui induit en fait un suivi dans le temps de l'évolution d'un milieu aquatique ou rivulaire recréé (cf. chapitre 3, section 2.1), excède les logiques budgétaires de subventions qui induisent une action ponctuelle, ciblée :

« Seulement le problème c'est que là on s'étale dans le temps. Et si on s'étale dans le temps on ne convient plus dans les marchés, puisqu'on est bornés : l'agence de l'eau c'est deux ans, entre la notification et machin. Et donc je pense que là, il y a matière à réfléchir avec les partenaires financiers. Parce que si on change de façon de travailler il faut aussi qu'on change, de façon de subventionner, il faut qu'on change nos marchés, etc. etc. Les bureaux d'études, je pense qu'ils s'en fichent, eux, de travailler sur plusieurs années, sur un projet etc. Ce n'est pas trop un problème de travailler différemment. Mais effectivement, ça pose la question de comment travailler et notamment des marchés. » (T2 E15, responsable service prospective/études/milieu, SIVOA, 05/07/2016)

Ainsi la logique de marché qui prévaut dans l'aménagement urbain ne convient pas à l'aménagement des cours d'eau, et particulièrement aux opérations de renaturation qui sont entre le chantier et le suivi, alors que les subventions de l'agence de l'eau par exemple, prennent comme repère temporel les dates de chantier, et que les marchés avec les entreprises sont relativement ponctuels.

La gestion intégrée de l'eau de pluie en ville et la renaturation des cours d'eau sont sujets de tensions entre les acteurs, la plupart du temps liées à des décalages. Le premier motif du décalage est celui qui touche les rapports entre conceptions d'un patrimoine de gestion intégrée et capacité de gestion des communes. Celles-ci, soumises aux coupes budgétaires de l'État envers les collectivités, ne peuvent pas forcément assumer l'exploitation des ouvrages spécifiques que sont les techniques alternatives végétalisées. La deuxième source de décalage est identifiée entre les différentes visions du patrimoine hydrographique : comme Marie-Anne Germaine et Régis Barraud l'ont montré, celui-ci est partagé entre la vision de la rivière comme produit d'une occupation historique des cours d'eau, souvent portée par les propriétaires de moulins, et une vision de la rivière comme infrastructure écosystémique ou espace de naturalité (ce sont les visions écocentrée et biocentrée des cours d'eau) (Barraud, Germaine, 2017). Enfin, le troisième motif de décalage est celui qui existe entre la mise en œuvre de la gestion intégrée de l'eau (pluie et cours d'eau) en milieu urbain, et le contrôle dont elle fait l'objet par la police de l'environnement : la temporalité des procédures administratives ne correspond pas à celle des projets urbains, et forment finalement un obstacle à sa mise en œuvre. Ainsi, selon les enquêtés, la gestion intégrée des cours d'eau en ville ne nécessite pas seulement la mise en œuvre de stratégie de planification et de gestion, mais éventuellement une réforme des modalités de contrôle des aménagements qui touchent à l'hydrologie, ainsi que des temporalités des projets urbains.

Des dynamiques favorables et défavorables à la mise en œuvre des opérations de renaturation des cours d'eau et de la gestion intégrée des eaux de pluie en ville ressortent donc des relations de tensions et des engagements des acteurs. D'une part, selon les enquêtés, les politiques urbaines et les porteurs de ces politiques, services techniques et élus, ont évolué selon une logique de convergence avec les politiques de gestion de l'eau. Ainsi les politiques dites durables ou écologiques peuvent désormais être des supports pour les politiques de gestion des eaux de pluie et de renaturation des cours d'eau. Les opérations en faveur de

L'environnement sont de plus dotées d'une symbolique positive qui favorise leur adoption par les élus. Les rapports entre acteurs de l'eau et de l'urbanisme sont cependant marqués par un effort de conviction et de persuasion des premiers vers les seconds et l'encadrement des aménageurs est cependant plus difficile : la rapidité des mutations urbaines, c'est-à-dire le suivi des projets à l'échelle départemental ou intercommunale est présentée comme périlleuse. Cette temporalité contrevient également aux processus de contrôle réglementaire imposés aux aménagements modifiant l'hydrographie urbaine, c'est-à-dire aux aménagements ambitieux. Par conséquent, ce contrôle peut s'avérer dissuasif pour les aménageurs, ou entraîner des stratégies de contournement par les porteurs des opérations. La synergie entre les acteurs publics semble cependant confirmée.

Conclusion du chapitre 4

Dans ce chapitre ont été présentés les récits que les acteurs – principalement publics - font de la mise en œuvre de la gestion intégrée des eaux de pluie et de la renaturation des cours d'eau dans l'agglomération parisienne. Le vaste panel d'acteurs territoriaux et des services de l'État rencontrés permet de donner du poids à la synthèse de ces récits. Ceux-ci sont cependant conditionnés par le double objectif des entretiens, qui visaient également à recueillir des données relatives aux techniques présentes sur les territoires des enquêtés : ils ont par conséquent peut-être forcé le trait des difficultés qu'ils rencontrent dans l'encadrement de cette production d'ouvrage quand ils n'avaient pas de données, ou fortement valorisé leur action lorsqu'ils en avaient.

Les acteurs mettent en œuvre différents niveaux de stratégie, qui sont cependant assez homogènes dans l'agglomération parisienne : cela peut être lié soit au caractère limité des modes d'action des territoires, soit à l'application de préconisations issues des guides étudiés dans la partie I de ce mémoire, soit à l'imitation d'acteurs avant-gardistes du territoire. En synthèse, le règlement d'assainissement est l'outil central de l'encouragement à la production des techniques alternatives par les collectivités territoriales en charge de l'assainissement. Celui-ci fonde la légitimité de ces acteurs à intervenir dans les projets d'urbanisme, encadrant les aménageurs, notamment au moyen de préconisations sur les réalisations techniques, mais également dans le suivi des permis de construire ; les avis émis au titre de la gestion des eaux pluviales dans ces documents donnent du poids aux préconisations des acteurs. Deux formes sont données aux zonages pluviaux. Certains limitent les rejets aux réseaux, et n'ont donc pas de prise sur les ouvrages produits en amont de ceux-ci, d'autres rendent obligatoire la gestion des petites pluies à la parcelle : ceux-ci obligent à la production de techniques de gestion des eaux de pluie hors réseaux, dites intégrées à la ville. La renaturation des cours d'eau s'appuie quant à elle sur les documents de planification de la gestion de l'eau et sur le levier financier qui y est associé. Des stratégies d'ordre organisationnel sont également mises en œuvre : depuis les années 1990 la Seine-Saint-Denis a une équipe dédiée à la relation avec les acteurs de la fabrique urbaine. Ce modèle a été repris par les intercommunalités de son territoire, laissant entrevoir une diffusion de la stratégie. Des équipes spécialisées en hydrologie urbaine sont également présentes à la ville de Paris et dans le Val-de-Marne.

Des stratégies d'alliance entre acteurs sont également mises en œuvre. Celles-ci peuvent être conclues entre les collectivités et les acteurs de l'État, détenteurs du volet réglementaire, de la planification, mais également chefs de file de l'octroi des subventions sont mises en œuvre. La relation entre département, intercommunalité ou syndicats, d'un côté, et, de l'autre, communes – services techniques et élus – est au centre de la mise en œuvre de la gestion de l'eau de pluie et de celle des cours d'eau. Dans le cas de la gestion des cours d'eau, le portage des élus, pour lesquels ces aménagements ont une dimension politique marquée, est central. Pour les deux thèmes, la coopération des équipes communales avec lesquelles les opérations sont réalisées et qui en ont ensuite la gestion au moins partielle est également centrale. L'intégration des politiques de gestion intégrée et de renaturation au niveau communal est donc centrale pour leur réalisation effective : ceci nous mène à appuyer les propos de Laure Cormier sur la nécessité de concevoir les politiques

environnementales à partir des documents d'urbanisme réglementaire, communaux ou intercommunaux dans le cas des plans locaux d'urbanisme intercommunaux, et des pratiques de gestion quotidienne de l'espace urbain (Cormier, 2010). Des synergies sont identifiées entre urbanisme et gestion de l'eau, en lien avec la création de politiques durables et de trames écologiques : les acteurs de l'eau relatent une convergence entre les visions des services urbains et aménageurs et leur vision de la gestion de l'eau en ville.

Enfin, les tensions identifiées autour de cette production sont également nombreuses : entre les communes et les intercommunalités ou établissements intercommunaux, ou encore département, car des relations de hiérarchie sont présentes entre les différentes institutions, mais également car la disjonction entre production des ouvrages et gestion entraînent un décalage entre les deux activités. Des visions diverses voire adverses du patrimoine hydrographique génèrent également de la conflictualité dans la mise en œuvre des politiques de renaturation, comme l'ont noté certains auteurs. Ainsi, les ouvrages de renaturation et de gestion intégrée des eaux de pluie semblent être essentiellement les infrastructures du niveau intercommunal des politiques publiques, agissant avec le soutien des services de l'État.

Chapitre 5. Eaubaine, un portrait du patrimoine de techniques alternatives et de renaturation

L'encadrement de la production des techniques alternatives et intégrées par divers outils de planification, de gestion, de suivi des projets urbains, par les subventions, a été identifié. Cependant, on ne connaît toujours pas l'effet de cet encadrement, qui semble par certains aspects délicat (les collectivités ne peuvent imposer de moyens de gestion aux aménageurs, par exemple). Quelle est l'ampleur du patrimoine de techniques alternatives et d'opérations de renaturation des cours d'eau de l'agglomération parisienne ? Et de quelle nature est ce patrimoine : a-t-on plutôt affaire à des techniques de gestion intégrée pour les eaux de pluie, c'est-à-dire des techniques gérant effectivement l'eau in situ, dans le tissu urbain, ou bien à des techniques de stockage enterrées, excroissances amont des réseaux ? Les techniques de renaturation sont-elles essentiellement paysagères – au sens d'esthétiques – ou sont-elles aussi ambitieuses d'un point de vue écologique, malgré les contraintes du milieu urbain ? En somme, quelles sont l'ampleur et la nature de la transformation de la place de l'eau de pluie et des cours d'eau dans l'agglomération parisienne ?

Dans le but de répondre à ces questions, une base de données nommée Eaubaine a été créée au sein de l'IAU. Elle a été élaborée et analysée en équipe avec Manuel Pruvost-Bouvattier, chef de projet d'Eaubaine au sein de l'IAU, et Cécile Mauclair, géomaticienne. Les travaux présentés dans ce chapitre sont en partie le fruit de ce travail collectif. Cette base de données est présentée dans la première section de ce chapitre, ainsi que le matériau ayant permis de la constituer. Dans la deuxième section, le contenu d'Eaubaine est étudié : la place et le rôle pris par les techniques alternatives et de renaturation dans l'agglomération parisienne y sont évalués. Enfin, dans la troisième section, le patrimoine de techniques de gestion des eaux de pluie est plus finement analysé, en particulier ses caractéristiques de dimensionnement et ses évolutions temporelles, en lien avec les celles de l'agglomération parisienne.

1. La base de données Eaubaine : sources et structure

Le recensement des données d'Eaubaine est le fruit d'un travail d'enquête par entretiens, présentés dans le chapitre 4 (cf. tableau 4.2). Cette enquête a permis de rassembler des données hétérogènes, qui ont ensuite été transcrites, et donc uniformisées, dans la base de données Eaubaine. Dans cette première section, les données recueillies sont d'abord présentées ; cette présentation est l'occasion de préciser le rapport des contributeurs de la base au patrimoine de techniques alternatives ou de renaturation, évalué par le type de données fourni. La structure de la base de données est ensuite explicitée : elle donne la mesure des analyses réalisables avec Eaubaine, et permet de comprendre les approches cartographiques et quantitatives des sections deux et trois. Les typologies élaborées pour analyser le patrimoine de techniques, combinant le type d'objet et certaines caractéristiques choisies, sont enfin présentées.

1.1 Les sources d'Eaubaine : un puzzle de données hétérogènes

Les données transmises au cours de la campagne d'entretiens menée pour la constitution d'Eaubaine sont synthétisées dans le tableau 5.1. Elles sont présentées par contributeurs, classés par catégories d'acteurs. Les dates auxquelles les données ont été délivrées sont précisées dans ce tableau : elles indiquent l'actualité de la donnée recueillie.

Plusieurs types de données ont été récoltés : des listes d'opération, des bilans d'activité, des documents de planification, des cartes de territoires de gestion et de localisation des opérations, des bases de données géographiques, des documents issus des opérations d'urbanisme, et enfin des revues et des guides techniques locaux. Cet inventaire, en plus de constituer le matériau d'Eaubaine, renseigne sur la manière dont les acteurs formalisent éventuellement leur connaissance des techniques : les documents fournis mettent en évidence

le caractère souvent indirect de la connaissance des techniques alternatives de gestion des eaux de pluie. Si, comme on l'a vu dans le chapitre 4, les départements de Seine-Saint-Denis et des Hauts-de-Seine réalisent un inventaire des techniques situées amont des réseaux sur leur territoire, c'est rarement le cas des autres acteurs : la connaissance de ces techniques est incidente, elle est liée par exemple à l'instruction des permis de construire, ou à des études menées sur le sujet, mais elle n'est pas systématiquement inventoriée. Par conséquent, les données récoltées sont hétérogènes, et ne sont pas toujours adéquates à la constitution d'une base de données décrivant ces techniques.

Plus précisément, association et bureaux d'étude travaillent à la mutation de sites, leur connaissance du patrimoine est donc associée à des opérations d'urbanisme. Les communes et intercommunalités possèdent trois types d'information : des données de suivi relatives aux permis de construire, aux opérations dont elles sont maîtres d'ouvrage, et des études concernant les infrastructures et ouvrages techniques de leur territoire. Les trois rôles endossés par ces acteurs vis-à-vis de ce patrimoine, présentés dans le chapitre 4, sont présents : porteur d'opération, contrôleur/régulateur des aménagements et des ouvrages techniques mis en place, et planificateur et gestionnaire des infrastructures techniques et du territoire.

Les départements enquêtés disposent de données relatives aux subventions (flux financiers ou cartes des opérations subventionnées), de bases de données géographiques des ouvrages de gestion des eaux de pluie en amont de leurs réseaux d'évacuation, et même, en Seine-Saint-Denis, d'informations relatives à un suivi plus général des permis de construire du territoire. Des cartes des périmètres des acteurs en charge de la gestion de l'eau sur leur territoire ainsi que des cartes de zonages de régulation des rejets dans les réseaux d'évacuation des eaux pluviales et des cartes d'infiltrabilité du territoire ont été transmises. Le changement d'échelle se traduit par un rôle de planificateur plus marqué ainsi que par une vision des techniques en termes de systèmes techniques et une capacité accrue de modélisation. Les Hauts-de-Seine recensent notamment les ouvrages des opérations qu'ils subventionnent, les Yvelines également, mais sous forme de flux financiers. Les départements interviennent directement sur leur patrimoine bâti : notamment les collèges : les collèges du Val-de-Marne sont dotés de toitures végétalisées, suivies par les services départementaux par exemple, et l'eau de pluie des voiries départementales est gérée au moyen de bassins de retenue. Dans les départements, la connaissance des opérations de renaturation sur les cours d'eau est essentiellement liée à la subvention des opérations de renaturation, notamment cartographiées en Essonne.

Enfin les institutions étatiques ont une connaissance du patrimoine et des territoires, liée aux contrôles des opérations d'urbanisme et des ouvrages ayant une incidence sur le milieu aquatique, ou bien liée aux subventions accordées au titre de politiques de gestion spécifique, comme c'est le cas pour la gestion des petites pluies par l'agence de l'eau Seine Normandie (cf. chapitre 4, 2.1.). Leur connaissance des opérations est également ponctuelle, conditionnée d'un côté par la procédure de déclaration ou d'autorisation environnementale, de l'autre par la conformité aux politiques de subventionnement.

Une partie des documents délivrés relève de la prescription : ce sont des documents sur les politiques à l'œuvre dans le territoire concerné, notamment les zonages réglementaires, ou des documents de préconisations comme les guides techniques. Certains documents synthétisent l'activité menée par les institutions ou dans le territoire : bilan d'activité, document de suivi des opérations et d'avis pour les permis de construire, comptabilisation des volumes de retenue en amont des réseaux et des subventions accordées au titre de la renaturation ou de la gestion des eaux de pluie. Enfin, une bonne partie des documents relève de la connaissance des territoires des contributeurs, au titre desquelles les inventaires des techniques sous forme de cartographie ou de base de données avec des coordonnées géographiques. Les données récoltées forment un puzzle d'informations quant à l'activité des différents acteurs et à l'évolution des territoires, pendant des périodes diverses, puzzle qui a été reconstitué.

Tableau 5.1 Les données recueillies en fonction des contributeurs, Eaubaine

N.B. Les données relatives aux rivières sont sans couleur, les données relatives à la pluie sont en jaune pâle et les données relatives à la pluie et aux cours d'eau sont en jaune orangé.

	n°	Auteur	Date	Données	Traitement
Acteurs associatifs, maîtres d'œuvre et autres	1	Agence Thierry Maytraud (ATM)	28/07/2015 et 10/01/2018	<ul style="list-style-type: none"> • liste des opérations en cours ou juste achevées • références du bureau d'études • photographies des opérations 	intégré quand informations techniques suffisantes.
	2	Association Espaces	10/11/2015, 26/04/2017 et 12/05/2017	<ul style="list-style-type: none"> • dossiers sur les opérations renaturation de berges, par commune • carte de localisation des chantiers • visite de site accompagnée 	non intégré.
	3	Agence régionale de la Biodiversité d'Ile-de-France	08/2018	liste de toitures végétalisées avec leurs caractéristiques techniques, issue d'une étude dans le cadre du projet GROOVES	quelques-unes intégrées seulement (avec substrat important).
Communes	4	Ville de Paris (75)	11/02/2016	<ul style="list-style-type: none"> • base de suivi des opérations d'urbanisme • étude statistique réalisée par le service technique de l'Eau et de l'Assainissement sur les ouvrages alternatifs utilisés dans les projets : 82 permis de construire d'opération analysés entre le 1er janvier 2012 et le 31 décembre 2013 	intégré
	5	Ville des Mureaux (95)	17/02/2017	<ul style="list-style-type: none"> • présentation du projet urbain en zéro rejet • plaquette pédagogique Balad'eaux Mureaux • terrain 	partiellement intégré : ouvrages indiqués par la plaquette Balad'eaux Mureaux, non exhaustif et sans informations techniques précises
Intercommunalités	6	Communauté d'agglomération Marne et Gondoire (77)	04/05/2017	dossier de consultation des Entreprises (plans des aménagement et dispositions générales) pour des travaux à Thorigny-sur-Marne et Dampart, comprenant des plans de masse et le cahier des profils types	Non intégré.

	7	Communauté d'agglomération Saint-Quentin-en-Yvelines (78)	06/07/2016	<ul style="list-style-type: none"> carte des bassins à ciel ouvert avec volumes carte représentant trois opérations avec techniques alternatives de gestion de eaux de pluie 	<ul style="list-style-type: none"> intégré : 32 bassins à ciel ouvert en eau ou sec. non intégrés : les trois périmètres de projets (aucune information précise).
	8	Communauté d'agglomération Val d'Europe (77)	22/02/2017	<ul style="list-style-type: none"> carte des bassins de retenue : localisation carnet de description technique des bassins rapport de suivi écologique du réseau hydrographique naturel et artificiel et de gestion technique, produit par un prestataire 	bassins localisés même hors agglomération et quelques données techniques entrées (emprise, volume, linéaire, roselière)
	9	Établissement public territorial (EPT) Plaine Commune (93)	23/03/2015, 24/04/2015 et 19/10/2015	<ul style="list-style-type: none"> bilan d'activité de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement, année 2014 rapport de stage sur les espaces de gestion des eaux pluviales à ciel ouvert référentiel d'aménagement soutenable de Plaine Commune 	non intégré
	10	EPT Est Ensemble (93)	20/05/2015 et terrains	<ul style="list-style-type: none"> liste d'opérations d'urbanisme avec techniques alternatives données de projet lors de visites de site ou réunions guide pour les aménageurs (Est Ensemble, 2016) 	<ul style="list-style-type: none"> localisation des opérations effectuée données précises terrain non intégrées
Syndicats de rivière et d'assainissement	11	Syndicat de l'Yerres (SyAGE) (77, 91, 94)	27/04/2016, 31/08/2016 et 13/03/2017	<p>Assainissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> données géographiques sur les ouvrages : bassins de retenue, fossés, chambres à sable périmètres des bassins versants de l'Yerres et d'assainissement (données géographiques) <p>Rivière :</p> <ul style="list-style-type: none"> étude générale de 2008 	<ul style="list-style-type: none"> assainissement : intégré rivière : non intégré

				<ul style="list-style-type: none"> suivis botaniques réalisés en 2012 dans le cadre du test de réhabilitation de la continuité de l'Yerres à Montgeron et à Crosne 	
	12	Syndicat Mixte pour l'Aménagement Hydraulique des vallées du Croult et du Petit Rosne (SIAH) (95)	21/07/2015, 18/05/2016 et 21/07/2017	<ul style="list-style-type: none"> dossiers loi sur l'eau sur les opérations concernées (Bouffémont Petit Rosne et écoquartier, Sarcelles Petit Rosne, zone humide de Gonesse, Louvres, Villeron, Vémars) étude de retour d'expérience de gestion des eaux pluviales à la parcelle schéma directeur du milieu naturel des rivières du Croult, Petit Rosne et de leurs affluents visite de site accompagnée 	<ul style="list-style-type: none"> dossiers intégrés, pour ce qui concerne la zone agglomérée données terrain et données du schéma directeur non intégrées
	13	Syndicat de la vallée de l'Orge Aval (SIVOA) (91, 94)	05/07/2016 et 07/04/2017	<p>Assainissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> note de service datée de décembre 2010 évaluant les surfaces actives régulées dans le cadre de la politique du « zéro rejet » accompagnée d'un document recensant les mesures des surfaces pour la période 2008-2011 (essentiellement des bassins) ; un document recensant les permis de construire et ouvrages de l'année 2017 <p>Rivière :</p> <ul style="list-style-type: none"> deux documents PDF de bilan des opérations réalisées (rapport d'expertise, 2005-2006) tableaux listant les projets (période 2011-2014) ; un tableau récapitulatif des aménagements de berges sur la période 1995-2013 réalisé par un stagiaire une géodatabase avec des données sur le territoire du syndicat deux bilans de berges en PDF : de 1996 à 2006, et de 2007 à 2017 la liste des opérations susceptibles de nous intéresser sur les deux sujets 	<ul style="list-style-type: none"> tableau récapitulatif des aménagements de berges intégré liste d'ouvrages et d'opérations intégrée quand possible bilan d'activité 1997-2007 et projet de l'organisme 2007-2017 intégrés tableau sur les PC 2017 et note sur les ouvrages et surfaces entre 2008 et 2011 non intégrés
	14	Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Région d'Enghien-les-Bains (SIARE) (95)	07/07/2017	données géographiques sur les bassins de retenue sur les rus	intégré

15	Département des Hauts-de-Seine, syndicat mixte du Bassin de l'Oise (SMBO) (95), syndicat mixte d'aménagement, de gestion et d'entretien des berges de la Seine et de l'Oise (SMSO) (78, 95)	26/10/2016, 10/01/2017	une storymap de l'IAU sur les berges fait figurer les données de renaturation de berges (à partir de données géolocalisées)	partiellement intégré
16	Syndicat mixte du Bassin Versant de la Bièvre (SMBVB) (75, 78, 91, 94)	18/10/2016	Tableau réalisé dans le cadre d'un stage, répertoriant les opérations avec gestion intégrée des eaux pluviales sur l'Établissement Public Territorial Grand Orly Seine Bièvre.	Intégré, mais peu de données techniques.
17	Syndicat intercommunal pour l'Assainissement de la Vallée de la Bièvre (SIABV) (78, 91, 92)	11/05/2016	<ul style="list-style-type: none"> étude d'avant-projet sommaire de renaturation de la Bièvre à Igny plaquette d'information sur la ZAC Vilgénis et bilan d'étude d'impact de cette ZAC dossier de déclaration vidange du bassin des Bas Prés carte papier 	non intégré
18	Syndicat intercommunal pour l'Aménagement Hydraulique de la Vallée de l'Yvette (SIAHVY) (78, 91)	24/05/2016	<ul style="list-style-type: none"> données géographiques des bassins versants Plans de récolement les opérations de restauration de la continuité écologique et lutte contre les inondations de Longjumeau et de la Mérantaise plaquettes d'information sur ces opérations 	données intégrées (renaturation de la Mérantaise et de Longjumeau)
19	Syndicat Marne Vive (94, 77)	29/05/2015 et téléphone	<ul style="list-style-type: none"> liste et description orale des opérations dossier sur les aménagements du port de Bonneuil-sur-Marne trois dossiers loi sur l'eau à Gournay, Neuilly-sur-Marne et Noisy-le-Grand rapport d'activité de 2015 bilan du contrat de bassin 2014 	<ul style="list-style-type: none"> Notes entretiens intégralement reprises dossiers réceptionnés non étudiés
20	Syndicat intercommunal d'Aménagement, de Réseaux et du Cycle de l'Eau (SIARCE, Essonne et Seine) (91)	27/10/2016	<ul style="list-style-type: none"> Photocopies situation des opérations ; Informations écrites sur les aménagements de berges à Mennecy et Corbeil-Essonnes photographies des aménagements sur les divers sites 	informations entrées à partir des indications du chargé d'opération et des photographies

	21	Syndicat mixte pour l'aménagement du Morbras (SMAM) (77)	19/07/2016	<ul style="list-style-type: none"> trois mémoires d'étudiants sur la gestion de la végétation et sur l'hydrodynamique dans la Vallée du Morbras dossiers d'images des ouvrages (pas toujours lisibles) rapports d'activités 2008-2012 et 2013-2015 une page de présentation sur l'Étang du Coq 	non intégré
Départements	22	Département des Yvelines (78)	23/02/2016	<ul style="list-style-type: none"> Base de données des subventions par commune réalisé en 2016 ; Cartes des syndicats de rivières et d'assainissement en 2013 ; Photographies du Parc du Peuple de l'Herbe. 	non intégré
	23	Département de l'Essonne (91)	16/03/2016	<ul style="list-style-type: none"> Données géographiques des opérations subventionnées pour la restauration des cours d'eau entre 2005 et 2015 ; cartes des limitations de rejet sur le territoire, de l'état d'avancement du rétablissement des continuités écologiques ; carte des collectivités en Essonne. 	intégré
	24	Département des Hauts-de-Seine (92)	12/05/2015 et 19/02/2016	Données géographiques des ouvrages de régulations des branchements au réseau du département et des opérations subventionnées au titre de la gestion des eaux de pluie.	intégré
	25	Département de la Seine-Saint-Denis (93)	17/07/2015 et 25/01/2016	<ul style="list-style-type: none"> Base de données de suivi des ouvrages du département ; données géographiques des délimitations des bassins versants hydrologiques. 	intégré
	26	Département du Val-de-Marne (94)	25/03/2015, 12/07/2016, 11/07/2017	<ul style="list-style-type: none"> cartes de l'infiltration dans le Val de Marne et dossier pédagogique associé mémoire de Master issu d'un stage sur la réutilisation des eaux de pluie dans le département document de suivi des zones d'aménagement concerté et d'activités économiques en 2005 (avis sur permis de construire) carte et carnet technique des toitures végétalisées sur les bâtiments des collèges du département données géographiques des ouvrages « réseaux » suivis par la DSEA 	<ul style="list-style-type: none"> fichier sur les ZAC/ZAE intégré données « réseaux » transcrites fichier sur les toitures intégré quand données techniques suffisantes mémoire non étudié

	27	Département du Val d'Oise (95)		aucune donnée obtenue	
	28	Région Île-de-France	Pas rencontré	bilan sur les opérations de berges 2001-2015.	non intégré
Institutions étatiques	29	Direction départementale des territoires de Seine-et-Marne (DDT 77)		<ul style="list-style-type: none"> un dossier de l'observatoire de l'eau concernant l'analyse de la morphologie des cours d'eau en Seine et Marne daté de 2014 lien vers des études d'ouvrages de gestion des eaux de pluie associés aux voiries départementales 	non intégré
	30	Direction régionale et interdépartementale de l'énergie et de l'environnement (DRIEE)	2016-2018	dossier lois sur l'eau extraits du site internet pour Paris Petite Couronne, par département.	<ul style="list-style-type: none"> données sur Pairs intégrées 94 : opération trouvée dans la « couche opération » de l'IAU entrées en « opération » dans Eaubaine, avec quelques données glanées
	31	Agence de l'eau Seine Normandie (AESN)	15/12/2016 et 06/09/2017	<ul style="list-style-type: none"> tableaux des opérations subventionnées dans l'agglomération (données relatives plutôt à l'imperméabilisation des sols qu'aux volumes) un document texte sur la note calcul des volumes stockés au titre des pluies courantes 	données intégrées
	32	Voies navigables de France (VNF)	07/2015	<ul style="list-style-type: none"> documents papiers promotionnels communiqués rapport d'activité 	données non exploitables
	33	Données de terrain	2015-2018	tableur avec opérations identifiées	intégrées

Les données recueillies concernent donc principalement l'échelle intercommunale. Certaines d'entre elles, par manque de temps ou parce qu'elles n'étaient pas exploitables, n'ont pas été intégrées à Eaubaine. Les données effectivement saisies sont essentiellement celles des contributeurs territoriaux de Paris et de la petite couronne pour ce qui est de la gestion des eaux de pluie : Seine-Saint-Denis et Hauts-de-Seine, dans une moindre mesure Val-de-Marne et Paris (tableau 5.1 n° 4, 24, 25, 26). Les données du syndicat de l'Yerres, à cheval entre le Val-de-Marne, la Seine-et-Marne et l'Essonne, ont également constitué une contribution importante (tableau 5.1 n° 11). Les opérations subventionnées par l'agence de l'eau Seine Normandie, ainsi que les opérations du bureau d'études ATM complètent ces données (tableau 5.1 n°1, 31). L'agence régionale pour la Biodiversité a pour sa part communiqué une liste de toitures végétalisées dont elle étudie les caractéristiques climatiques et biologiques (tableau 5.1 n° 3).

Des données relatives aux bassins de retenue des eaux de pluie, souvent à ciel ouvert, et faisant partie des réseaux d'évacuation selon la conception des années 1980-1990 (cf. chapitre 2), ont été fournies pour les territoires de la communauté d'agglomération Val d'Europe, du syndicat de la région d'Enghien-les-Bains et de la communauté d'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines (tableau 5.1 n° 8, 14 et 7).

Les opérations de renaturation des cours d'eau sont essentiellement issues des données fournies par le territoire du syndicat Marne Vive, situé dans les boucles de Marne à l'amont de sa confluence avec la Seine, sur le territoire de l'Orge, ainsi que sur le territoire du syndicat de l'Essonne (SIARCE), à la confluence entre l'Essonne et la Seine et sur celui du syndicat des vallées du Croult et du Petit Rosne (tableau 5.1 n° 19, 20, 12). Les données du syndicat de l'Yvette sur la transformation de deux étangs en zones humides, Longjumeau et la Mérantaise, ont été saisies (tableau 5.1, n° 18). Les opérations subventionnées par le département de l'Essonne au titre de la renaturation des cours d'eau ont également été intégrées (tableau 5.1 n° 23). Quelques opérations de renaturation situées sur la Seine aval et sur l'Oise, délivrées par le syndicat mixte du Bassin de l'Oise (SMBO) et le syndicat mixte d'aménagement, de gestion et d'entretien des berges de la Seine et de l'Oise (SMSO) ont été intégrées (tableau 5.1, n° 15). Les contributeurs dont les données ont été mobilisées forment donc presque deux cartes inversées : les informations relatives aux renaturations de cours d'eau sont essentiellement issues de territoires de grande couronne, celles sur la gestion des eaux de pluie aux territoires de petite couronne, sauf pour les villes nouvelles et deux syndicats d'assainissement.

Cette enquête contient un gisement de données non encore étudiées sur la renaturation des cours d'eau (la vallée de la Bièvre, celle du Morbras, les associations de renaturation des cours d'eau). Le manque d'informations sur les techniques alternatives de gestion des eaux de pluie de grande couronne, du Val-de-Marne et de la ville de Paris est également sensible et nécessiterait une deuxième phase d'investigation.

1.2 Cartographies du patrimoine d'Eaubaine

Les données recensées dans Eaubaine sont maintenant cartographiées, afin de donner une première image des techniques et d'identifier les territoires dont la base de données est la plus représentatives. Les techniques cartographiées sont mises en regard de la source de la donnée, à savoir les territoires auprès desquels le recensement a été mené : la contribution relative des différents interlocuteurs est ainsi analysée. Sont successivement présentées les techniques de renaturation des cours d'eau, puis les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales et enfin des techniques spécifiques rassemblant les deux thèmes.

Les cartes suivantes figurent l'ensemble des dispositifs techniques recensés, d'abord sur le thème de la renaturation des cours d'eau (un peu plus de 3 % des dispositifs), puis sur celui de la gestion des eaux de pluie *in situ* qui forme l'essentiel des données rassemblées (92 % des dispositifs), et enfin sont présentés les ouvrages participant à la fois à la gestion des eaux de pluie et à la renaturation des cours d'eau (environ 4 % des dispositifs). Les techniques sont présentées individuellement par des symboles, elles ne sont pas pondérées par un linéaire pour les cours d'eau ou par un volume ou une emprise au sol pour le cas des ouvrages de gestion de la pluie : toutes ne sont donc pas équivalentes, et ces cartes peuvent donc minimiser ou gonfler certains espaces de gestion. Les symboles sont localisés au centre du linéaire de berge quand il s'agit d'un tel ouvrage.

Conformément aux contributeurs d'Eaubaine sur le thème de la renaturation des cours d'eau, les techniques sont concentrées sur l'Orge et ses affluents dont l'Yvette, sur l'Yerres, sur la Marne, sur l'Essonne et la Seine au niveau de leur confluence, sur la Seine à l'aval de Paris, et enfin, au nord de Paris, sur le Croult et le Petit Rosne. Les interventions sont donc plus densément réparties sur les petits cours d'eau du sud de l'agglomération parisienne, même si elles sont également présentes sur les grands cours d'eau navigués, malgré les multiples contraintes qui s'imposent à ceux-ci. Elles sont lacunaires voire inexistantes pour l'Oise, la Bièvre, la Seine dans le Val-de-Marne, cependant, pour les deux premiers de ces cours d'eau, des données non intégrées à la base pourraient la compléter. Les techniques sont densément réparties dans le département de l'Essonne ; où le recensement des opérations de renaturation a été mené par le département. Le graphique en haut à droite de la carte de la figure 5.1 fait apparaître les principaux contributeurs en nombre de techniques recensées : sans surprise si l'on considère la carte, le syndicat de l'Orge aval, le département de l'Essonne ont fourni l'essentiel des techniques recensées. Les autres institutions ont contribué à niveau à peu près égal au recensement des techniques. Les données émanant des dossiers lois sur l'eau (attribués à la direction régionale interdépartementale de l'environnement et de l'énergie, DRIEE) concernent la Seine à Paris. Enfin, la contribution du département du Val-de-Marne se limite à une donnée, liée à une opération évoquée au cours d'un entretien (les Ardoines). La cartographie des techniques pourrait être complétée sur la Seine à l'aval de Paris par les opérations de l'association Espaces et par l'intégration totale des données des syndicats de la Seine aval et de l'Oise, qui renseigneraient également les opérations de renaturation menées sur l'Oise. Ce premier recensement donne cependant un bon aperçu du dynamisme des politiques de restauration sur les petits cours d'eau de l'agglomération parisienne, notamment sur l'Orge et sur l'Yerres, mais également et étonnamment sur les grands cours d'eau, principalement dans la boucle de Marne. La restauration écologique est donc un véritable sujet pour l'aménagement des cours d'eau de l'agglomération parisienne, des opérations sont menées dans des contextes variés : reste à savoir de quel type d'opération il s'agit.

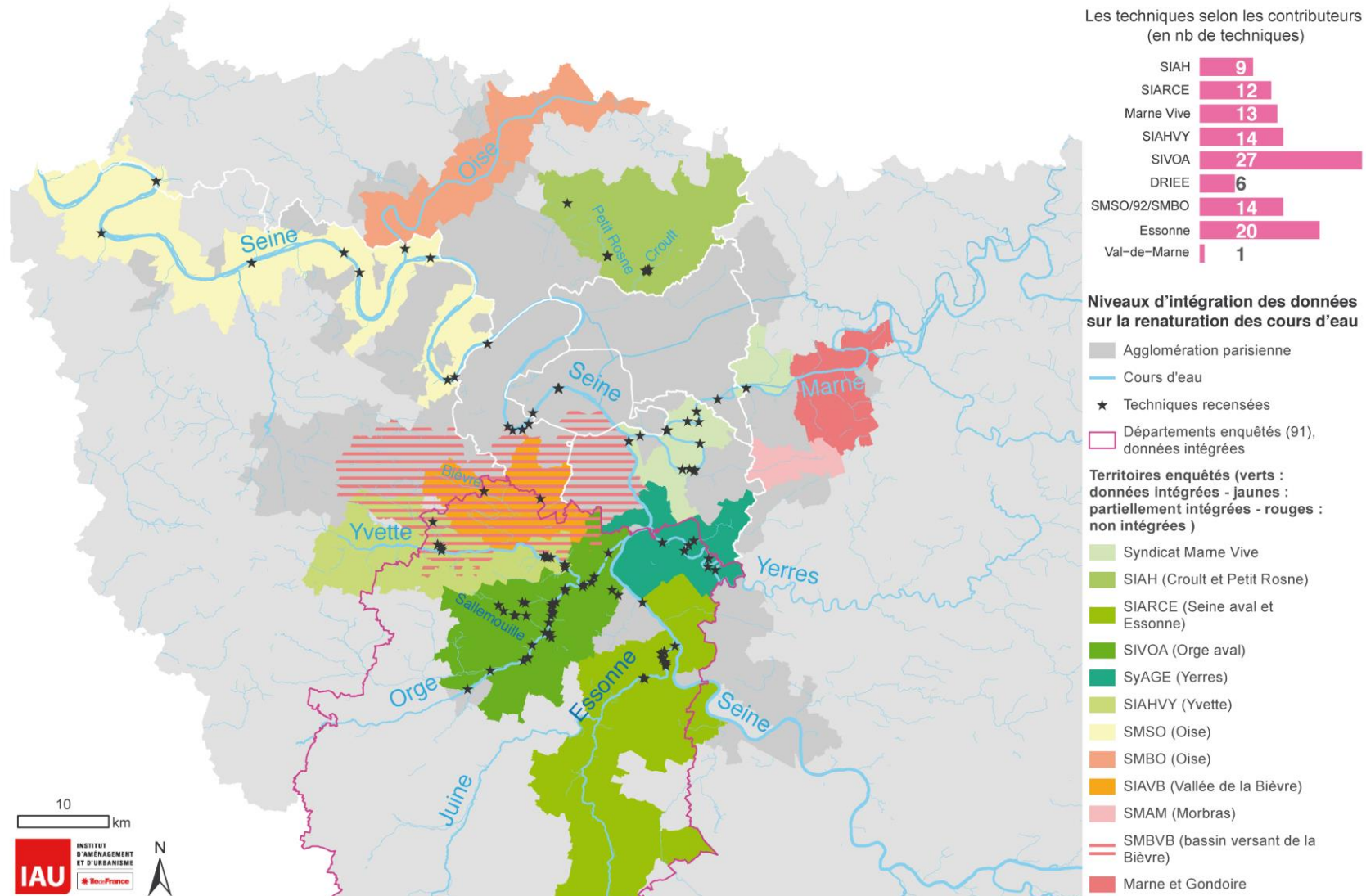


Figure 5.1 Les techniques de renaturation des cours d'eau en regard des territoires enquêtés

Pour l'inventaire des techniques de gestion des eaux de pluie, les efforts se sont concentrés sur la transcription des jeux de données les plus « fructueux » : ceux comprenant des informations fiables, au sein desquels les techniques étaient localisées, nombreuses et dont l'intégration à Eaubaine pouvait être systématisée. Cette méthode a permis de rassembler un patrimoine important de techniques de gestion des eaux de pluie présenté dans la figure 5.2.

Eaubaine est principalement représentative du patrimoine des Hauts-de-Seine et de Seine-Saint-Denis, et dans une moindre mesure du territoire du syndicat de l'Yerres, du Val-de-Marne et de Paris pour ce qui est des techniques de gestion des eaux de pluie (le département des Hauts-de-Seine n'a pas de réseau, ou très peu, dans huit communes à l'ouest de la première boucle de Seine à l'aval de Paris : sur ces communes très peu d'ouvrages sont recensés²¹³). Les données assemblées sont représentatives de la connaissance du patrimoine de techniques des acteurs de l'agglomération. Des données sont également présentes sur le territoire du Val-de-Marne, mais elles sont beaucoup moins denses que dans les deux autres départements de la petite couronne : deux sources de données ont pourtant été exploitées pour ce département (cf. tableau 5.1 n° 26). Contrairement aux départements de Seine-Saint-Denis et des Hauts-de-Seine, l'équipe spécialisée en hydrologie urbaine du Val-de-Marne ne suit pas les permis de construire, ni la réalisation effective des ouvrages déclarés ; le recensement est donc probablement lacunaire pour ce territoire. La densité de techniques sur le territoire de Paris laisse augurer d'une bonne représentativité du recensement. Cependant, les données issues du suivi des permis de construire étaient peu exploitables²¹⁴ et on a principalement intégré les données issues d'une note statistique, datée du 14 mars 2014, analysant quarante-deux projets soumis au zonage pluvial parisien (Ville de Paris, 2014) (cf. tableau 5.1, n°4). Elles sont complétées par l'étude des dossiers lois sur l'eau²¹⁵. On pourrait conclure à une relation de corrélation entre densité urbaine et densité de techniques, qui pourrait être logique considérant la plus grande nécessité de prise en charge des eaux de pluie dans le cœur imperméable du territoire. Cependant, la densité de techniques dans le territoire du syndicat de l'Yerres montre la possibilité de leur forte présence en grande couronne, où elles sont par ailleurs très peu nombreuses, du fait de la quasi absence de recensement par les acteurs locaux dans cette zone de l'agglomération.

Enfin, des techniques sont présentes dans des territoires où aucun contributeur n'est cartographié : ce sont soit des techniques issues de données communales et intercommunales, la commune des Mureaux et Est Ensemble (partiellement intégrées), soit des données de contributeurs difficiles à figurer sur la carte comme l'agence Thierry Maytraud (ATM), l'agence de l'eau Seine Normandie (AESN), les données des dossiers lois sur l'eau, et enfin celles glanées sur le terrain. Les données de ces contributeurs peuvent également être localisées dans les territoires d'autres contributeurs.

²¹³ Les communes de Sèvres, Saint-Cloud et Meudon sont partiellement raccordées, tandis que les communes de Ville-d'Avray, Marnes-la-Coquette, Chaville, Garches et Vaucresson ne sont pas raccordées (Lotfi *et al.*, 2016 : 21).

²¹⁴ Paris a mis en place en 2018 une politique officielle très volontariste (cf. chapitre 4, section 2.2.), mais elle est postérieure, sous cette forme, au recensement mené pour Eaubaine.

²¹⁵ Présents sur le site de la direction régionale interdépartementale de l'énergie et de l'environnement : <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/dossiers-loi-sur-l-eau-pour-paris-proche-couronne-r604.html>, consulté au cours des années 2016 et 2017 pour le recensement.

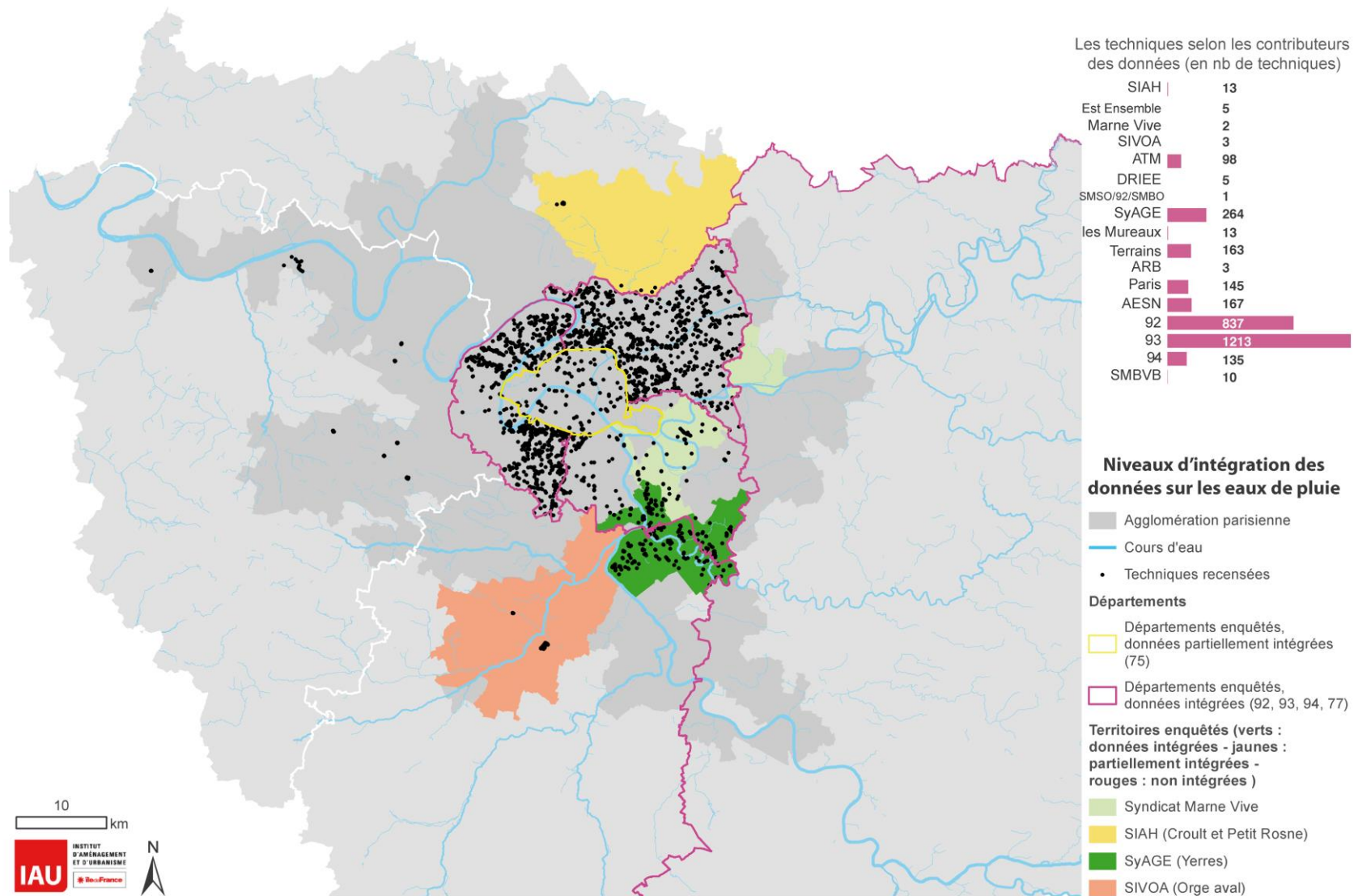


Figure 5.2 Cartes des techniques alternatives de gestion de l'eau de pluie recensées, en regard des territoires enquêtés

Le graphique représentant le nombre de techniques par contributeur en haut à droite de la figure 5.2 retranscrit ces éléments : les Hauts-de-Seine et la Seine-Saint-Denis cumulent les deux tiers des données, alors qu'en petite couronne, Paris et le Val-de-Marne concentrent chacun à peine 5 % de la donnée. Le syndicat de l'Yerres contribue à près de 9 % des techniques recensées, l'agence de l'eau Seine Normandie (AESN) à environ 5 %. Le glanage sur le terrain et l'Agence Thierry Maytraud constituent d'autres contributeurs substantiels. Les données du syndicat de l'Orge aval, de Marne Vive, du Syndicat de la vallée de la Bièvre, du Syndicat du Croult et du Petit Rosne, d'Est Ensemble et des Mureaux sont infimes, cependant ils figurent au nombre des contributeurs dont les données n'ont été que partiellement intégrées : les techniques de ces territoires pourraient constituer un complément significatif, notamment en grande couronne. La présence de puisards en fond de jardin dans le tissu pavillonnaire, qui semblent constituer un équipement standard, a notamment été mentionnée par un interlocuteur et ne fait l'objet d'aucun recensement (cf. chapitre 4, T2 E22). Le recensement à l'échelon départemental ou syndical s'avère donc pertinent au regard de la forte densité de techniques rassemblées sur certains de ces territoires : le rôle de ces structures dans la gestion intégrée de l'eau en milieu urbain est donc confirmé. Enfin, des données spécifiques ont été isolées : il s'agit des ouvrages servant à la fois à la gestion des eaux de pluie et à la gestion des débits des cours d'eau. Ce sont principalement les bassins de stockage des eaux de pluie sur les rus, qui partitionnent les cours d'eau et ne contribuent donc pas à leur renaturation. Cependant, certains ont été transformés en zones d'expansion de crue et d'autres sont conçus comme tels (par exemple, la zone humide du Vignois à Gonesse, ouvrage du syndicat du Croult et du Petit Rosne²¹⁶). Ces ouvrages répondant aux deux thèmes sont également des parcs urbains, c'est par exemple le cas du Grand Parc de la ZAC des Docks à Saint-Ouen-sur-Seine²¹⁷.

Sur la carte de ces techniques, présentée dans la figure 5.3, ressort fortement la spécialisation territoriale de ce patrimoine, qui est principalement localisé en grande couronne. Des ensembles de techniques hybrides sont en effet concentrés sur des petits réseaux hydrographiques : à Marne-la-Vallée, à Saint-Quentin-en-Yvelines et dans le territoire du syndicat de la région d'Enghien, autour du ru et du bassin de retenue du même nom. Dans certains de territoires, la gestion de l'eau de pluie est fortement assimilée à ces bassins de retenue sur rus, à cet héritage technique particulier : en découle une certaine distance par rapport à la gestion à la parcelle des eaux de pluie, parfois décrite comme inutile pour leur territoire par les interlocuteurs, notamment dans les villes nouvelles, puisque le territoire est déjà équipé pour cette gestion (chapitre 4, T2 E 29, responsable du pôle infrastructures, Val d'Europe, 22/02/2017). Quelques techniques sont visibles en Seine-Saint-Denis, autour du canal Saint-Denis, et d'autres dans les Hauts-de-Seine, dans la première boucle de la Seine juste à l'aval de Paris : celles-ci correspondent à l'opération Vallée Rive Gauche (cf. section 2.3 du chapitre 4) portée par le département des Hauts-de-Seine où un certain nombre d'ouvrages gèrent l'eau de ruissellement de la voirie départementale qui longe les berges (Bordes-Pagès, Pruvost-Bouvattier, 2017). Des techniques sont également recensées aux Mureaux : la commune a entrepris la réouverture du ru de l'Orgeval dans le périmètre du projet de rénovation urbaine en partie en zéro rejet. Enfin, quelques ouvrages sont identifiés sur la Seine en aval de la confluence avec l'Yerres, et sur l'Essonne et la confluence entre la Seine et l'Essonne.

²¹⁶ Elle est présentée dans le chapitre 7 de cette thèse.

²¹⁷ Idem.

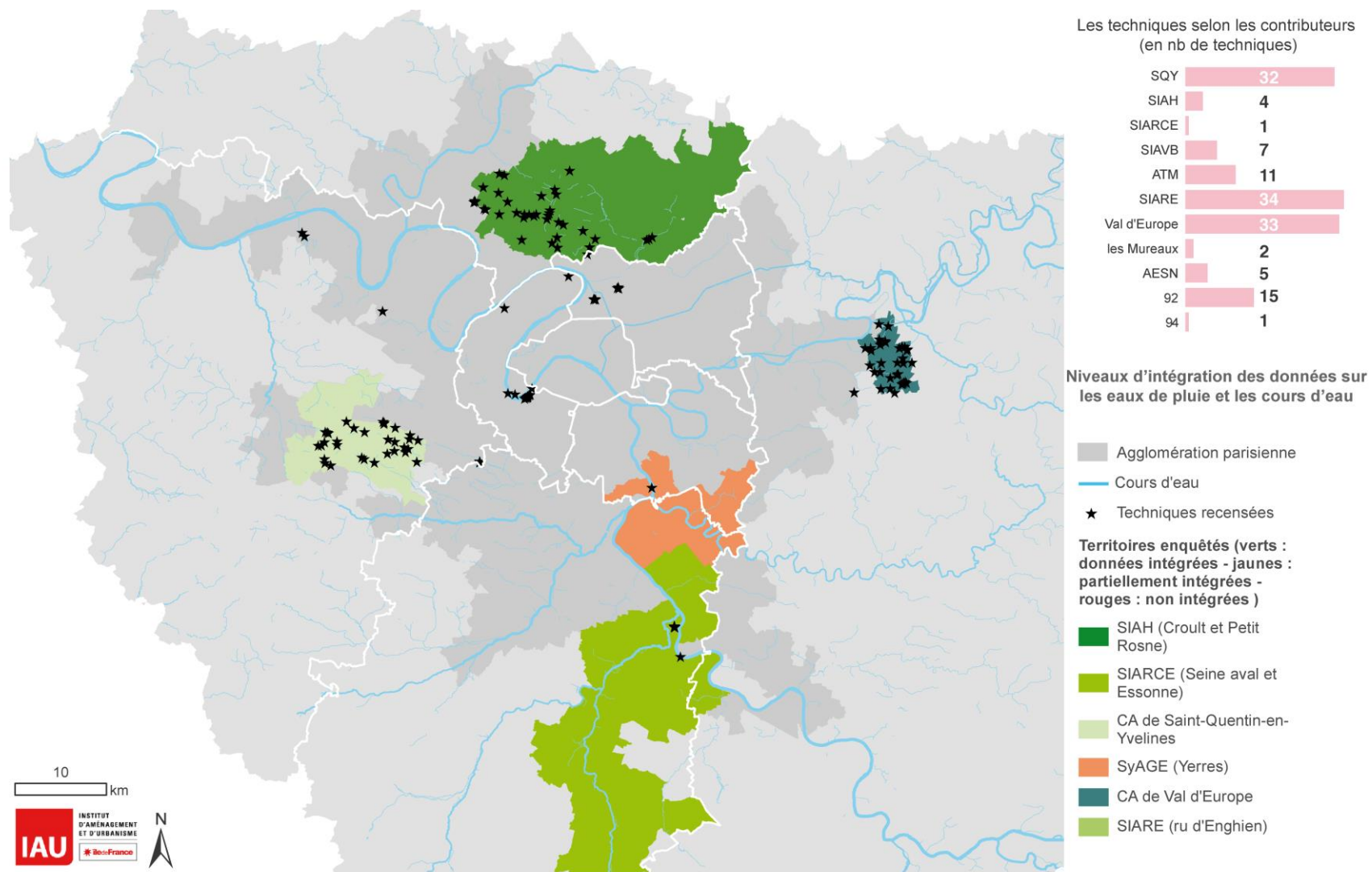


Figure 5.3 Cartes des techniques hybrides, en regard des territoires enquêtés

Le graphique en haut à droite de la carte précise les sources des techniques. Les communautés d'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines (SQY) et de Val d'Europe, situées dans des villes nouvelles, contribuent à 45 % des techniques hybrides recensées. Le syndicat de la région d'Enghien-les-Bains (SIARE) cumule près du quart des techniques. Les Hauts-de-Seine contribuent également de manière substantielle avec un peu plus de 10 % des techniques recensées. L'agence Thierry Maytraud, le syndicat de la Vallée de la Bièvre (SIAVB), l'agence de l'eau Seine Normandie, le syndicat du Croult et du Petit Rosne (SIAH) complètent notamment la collection de ces données. Cette carte permet de mettre en évidence l'existence et la persistance d'un patrimoine technique issu de la première génération des techniques alternatives, à savoir les bassins de retenue, dans certains territoires de grande couronne, et notamment la densité de ce patrimoine.

Le recensement et la cartographie des techniques alternatives et de renaturation met en valeur l'implication des acteurs dans leur production, leur suivi et leur connaissance. Il n'est pas exhaustif mais il peut être considéré comme fructueux, puisqu'un nombre considérable, bien que spatialement spécialisé, de techniques a été recensé, dans différents territoires de l'agglomération : les techniques de gestion des eaux de pluie recensées sont globalement localisées en petite couronne et sur le territoire du syndicat de l'Yerres, les techniques de renaturation des cours d'eau sont plus densément réparties sur les petits cours d'eau du sud de l'agglomération, mais elles sont également présentes sur les grands cours d'eau navigables, enfin, les techniques hybrides sont très localisées dans certains territoires de grande couronne et semblent typiques de l'aménagement urbain des années 1970-1980.

1.3 La structure d'Eaubaine et les typologies pour l'analyse

La base de données Eaubaine a été créée pour pouvoir intégrer les formats hétérogènes des informations récoltées. Comme la plupart des outils de recensement, elle répond donc à deux enjeux contradictoires : ne pas perdre d'information et standardiser les données, afin de rendre possibles des analyses à l'échelle de l'agglomération. Les informations contenues dans Eaubaine sont donc à la fois extensives et normatives. Cette sous-section présente la structure générale de la base.

Eaubaine se compose de trois tables de données distinctes, qui décrivent chacune différents niveaux des systèmes techniques de gestion des eaux de pluie et de renaturation des cours d'eau recensés. Le premier niveau concerne les techniques, individualisées, et leurs caractéristiques : ce sont les noues, les bassins de retenue, les chaussées poreuses, les abaissements d'ouvrage, les zones d'expansion de crue, etc. Le deuxième niveau est celui de l'aménagement : il synthétise les paramètres de la gestion intégrée ou de la renaturation à l'échelle du site géré, la parcelle dans le cas de la gestion des eaux de pluie, ou des parties d'opérations d'urbanisme, et le site ou le linéaire de berge concerné dans le cas de la renaturation des cours d'eau. Enfin, le troisième niveau renseigne l'opération d'urbanisme dans laquelle sont réalisées techniques et aménagement (figure 5.4). Ces trois niveaux correspondent à trois couches de données distinctes²¹⁸ : les opérations et les aménagements sont représentés par des polygones qui figurent leur périmètre, et les techniques par des points les localisant.

²¹⁸ Pour un même système technique, les trois couches d'informations sont liées entre elles par des codes de référence : dans les informations relatives à une technique se trouvent les codes des aménagements et opérations associés ; dans celles des aménagements, ceux des couches techniques et opérations, etc.

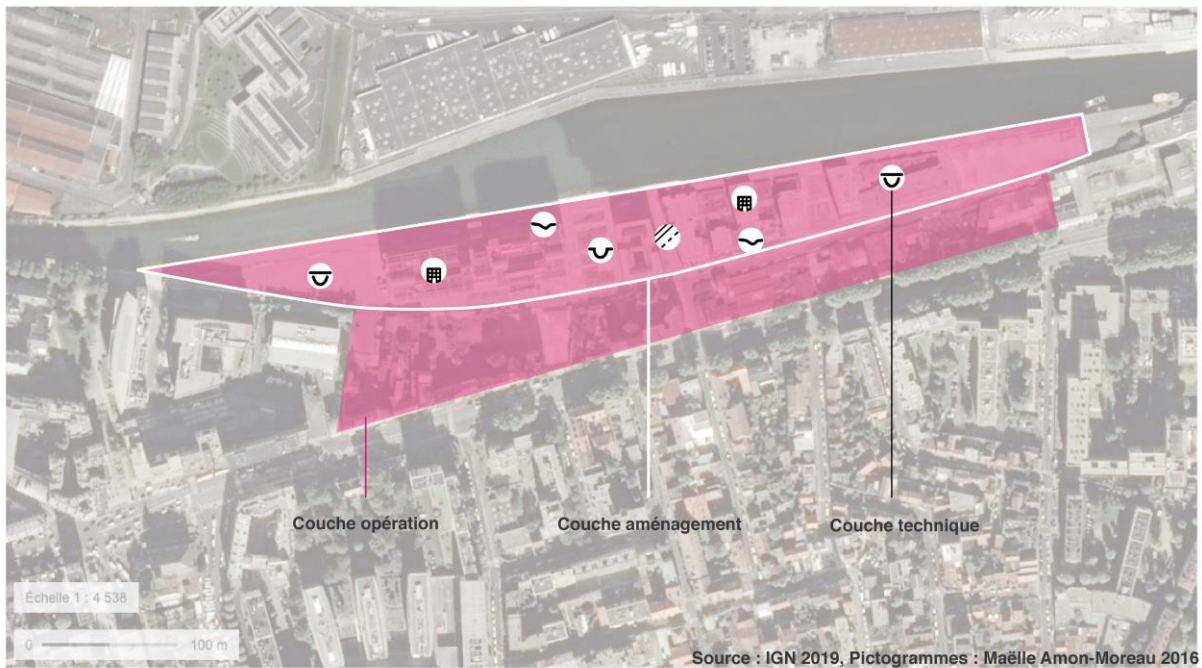


Figure 5.4 Les trois couches d'Eaubaine : un système d'informations emboîtées

NB : La figure 5.4 représente les trois couches d'information d'une opération d'urbanisme, la ZAC du Port à Pantin, dans laquelle la gestion des eaux de pluie a effectivement été mise en place, cependant la délimitation de la couche aménagement et les techniques mises en œuvre représentées sur ce schéma sont fictives.

La couche d'information la plus exhaustive est celle des techniques ; à toutes les techniques ne sont pas associé un aménagement ou une opération parce que les données récoltées ne permettent pas forcément de renseigner ces niveaux. Les traitements engagés peuvent donc être plus ou moins exhaustifs selon les couches analysées. Enfin, la fiabilité des informations est évaluée et renseignée pour chaque entité créée. Les informations contenues dans chaque couche d'Eaubaine sont synthétisées dans le tableau 5.2 suivant.

Tableau 5.2 Les informations contenues dans les trois couches d'Eaubaine

Couche	Item	Unité	Précisions
Opération	Nom de l'opération		
	Commune		
	Objectifs affichés par les maîtres d'ouvrage de l'opération		La définition des objectifs s'appuie sur la lecture des documents produits par les maîtres d'ouvrage ou du programme de l'opération : ce peut être la production de logements, le développement économique, l'équipement d'un territoire... pour les opérations relatives aux eaux de pluie, la maîtrise des risques, la contribution au cadre de vie ou l'amélioration du milieu aquatique pour les opérations de renaturation.
	Dominante du programme de construction		Il s'agit tout simplement de la destination dominante des constructions de l'opération.
	Surface	m ²	Surface de l'opération
	Longueur	ml	S'applique aux opérations de renaturation de berges.
	Date de début et date de fin		Les bornes temporelles d'une opération d'urbanisme sont multiples : le début des études et la date de livraison ont généralement été privilégiées.
	Maîtres d'ouvrage de l'opération		Les choix sont prédéfinis : communes, intercommunalité, département, région, privé, OPHLM...
	Propriétaires du foncier		Idem
	Procédure(s) d'urbanisme utilisée(s)		Zone d'aménagement concertée, programme de rénovation urbaine, partenariat public privé, déclaration d'utilité public, déclaration d'intérêt général ...
Périmètre(s) éventuel(s) dans le(s)quel(s) elle est située		Espace classé à divers titres, zone d'opération d'intérêt national, contrat de développement territorial, classement au titre de la loi paysage...	
Aménagement	Surface gérée	m ²	C'est la surface prise dont le ruissellement est pris en charge par les ouvrages de gestion répertoriés. Elle est souvent assimilable à la parcelle aménagée puisque les règles de gestion s'appliquent à la parcelle, mais elle peut concerner des surfaces plus restreintes pour les opérations antérieures aux schémas d'assainissement, ou des surfaces plus grandes : certains bassins à ciel ouvert gèrent l'eau de pluie d'un petit bassin versant par exemple.
	Débit de fuite en sortie de parcelle	L/s/ha	Le choix d'une unité par hectare a posé problème avec les données de la Seine-Saint-Denis, qui recensent simplement un débit en L/s. La différence entre une mesure destinée à la prescription : L/s/ha et une mesure dédiée à la gestion, L/s est ici problématique.
	Occurrence de pluie gérée	en mois ou années	Il s'agit de la pluie pour laquelle les ouvrages de gestion alternative sont dimensionnés : ce peut-être une petite pluie de six mois comme une pluie cinquantennale ou centennale. Cette occurrence désigne la probabilité d'apparition d'une certaine intensité de pluie pour une plage temporelle définie (en Île-de-France, les pluies d'occurrence faible sont longues et intenses).

	Volume stocké	m ³	Volume stocké par tous les ouvrages de la parcelle gérée.
	Surface désimperméabilisée	en m ²	Cette caractéristique a été créée principalement pour les aménagements subventionnés par l'agence de l'eau Seine Normandie, qui précise cette donnée car elle fait partie des critères de subventions : le montant de subvention est indexé sur les surface gérée et est plus élevé si l'opération désimperméabilise la parcelle relativement à l'état avant opération.
	Destination des rejets		<ul style="list-style-type: none"> • Réseau pluvial ou unitaire ; • communal, intercommunal, départemental, syndical ; • « Zéro rejet » : pas de connexion ; • Rejet direct en cours d'eau.
	Ouvrages en série		Lorsque les ouvrages de l'aménagement, quand il y en a plusieurs, sont hydrologiquement liés entre eux.
	Processus hydrologique utilisé pour la gestion de l'eau		Infiltration, évapo(transpi)ration, stockage...
	Motifs de création de l'aménagement		<ul style="list-style-type: none"> • Pour les eaux de pluie : mauvais branchements, débordements de réseaux... • Pour les cours d'eau : érosion des berges, incision du lit, discontinuité végétale...
	Moyens de l'opération		Cette catégorie synthétise les techniques mises en œuvre pour la renaturation des cours d'eau.
	Paysage de berge		Champêtre, naturel, paysagé ou urbain.
	Eaux de pluie		
Techniques	Types d'ouvrage		Bassin à ciel ouvert, enterré, noue, fossés, tranchée drainante, chaussée poreuse, structure réservoir, canalisation surdimensionnée, toiture, toiture végétalisée, espace ouvert urbain ²¹⁹ , bêche de rétention ²²⁰ , etc.
	Caractéristiques de l'ouvrage		Végétalisés, infiltrant, stockant, drainant, étanche... Cette catégorie est dupliquée en trois exemplaires : chaque ouvrage peut donc être caractérisé trois fois.
	Occurrence de la pluie gérée par l'ouvrage	en mois ou années	Il s'agit de la pluie gérée par l'ouvrage (cf. même catégorie dans la couche aménagement).
	Emprise au sol de l'ouvrage	m ²	Place occupée au sol par l'ouvrage.

²¹⁹ Les espaces ouverts urbains décrivent en fait des bassins de retenue à ciel ouvert intégrés dans le tissu urbain, si bien qu'ils ne sont plus perçus comme tels : ce peut être des parcs, des places minérales par exemple.

²²⁰ Les bâches de rétention ont été rencontrées lors de l'intégration des données du département du Val-de-Marne, mais également constatées sur de nombreux sites. Elles pourraient également être assimilées à des bassins à ciel ouvert, ce qui est probablement fait dans certains ensembles de données transmis. Ce sont des bâches imperméables posées sur un espace en creux qui permettent de stocker les eaux de pluie.

	Volume	m ³	
	Débit de fuite à la sortie de l'ouvrage	L/s/ha	Cf. même catégorie dans la couche aménagement.
	Surface du bassin versant régulé	m ²	Surface gérée par l'ouvrage. Quand un aménagement a plusieurs ouvrages, cette catégorie est souvent identique à la surface gérée de la couche aménagement car il est rare que la surface gérée soit détaillée par ouvrage.
	Épaisseur des substrats des toitures végétalisées	cm	
Cours d'eau²²¹			
	Type de végétation		Herbacée, arbustive, arborée Elle est précisée selon les différentes strates de la berge : le pied de berge, là où le marnage va jouer un rôle érosif quotidien, le milieu de berge, encore pentu mais soumis seulement aux crues mensuelles, et le haut de berge, et la crête de berges, soumis à des crues annuelles ou pluriannuelles, où commencent généralement les usages urbains.
	Structuration de la berge		Enrochements non liés, gabions, hélophytes, lits de plants et de plançons de saules, fascine, palplanche, ouvrages maçonnés, enrochements liés... Cette catégorie est également précisée selon les strates de berges.
	Type de berge		Type majoritaire d'ouvrage d'un linéaire de berges.
	Longueur	ml	Cette longueur était censée permettre de distinguer des portions de berges différemment aménagées. Ce degré de précision a rarement été atteint.
	Transformations du lit mineur		Les techniques utilisées dans le lit mineur des cours d'eau : rechargement granulométrique, transformation du tracé du cours d'eau, effacement d'un ouvrage, reprofilage du lit en long (c'est-à-dire du relief du fond du lit du cours d'eau), ...
	Transformations du lit majeur		Les techniques utilisées dans le lit majeur des cours d'eau : création d'une zone humide, d'une zone d'expansion de crue, d'un bras ou d'une annexe hydraulique, d'une zone humide... La distinction entre lit mineur et lit majeur est parfois malaisée.
	Création d'un milieu aquatique		S'il y a création d'un biotope ; les espèces implantées, la présence de roselières et de plages ou hauts-fonds.
	Pente de la berge		Qualifiée par des catégories et non quantifiée par des pourcentages : verticale, forte, modérée, faible.
	Type de gestion de la végétation		Si la gestion est intensive, c'est-à-dire horticole, ou différenciée, répondant aux logiques présumées des écosystèmes plutôt qu'à des critères esthétiques ou d'assainissement.

²²¹ Les éléments de description sont en partie importés de la base de données sur l'état des berges de Seine réalisée par Manuel Pruvost-Bouvattier à l'IAU, qui s'est avérée trop précise au regard des données recueillies et des ambitions de traitement d'Eaubaine

Les éléments de connaissance sur les ouvrages de gestion de l'eau de pluie à la parcelle portent essentiellement sur les types d'ouvrage et leurs caractéristiques (végétalisés, infiltrant...), partant, sur les processus hydrologiques mis en œuvre (stockage, infiltration, évaporation ou évapo(transpi)ration), sur les dimensions de ces ouvrages (volumétrie, emprise au sol), ainsi que sur les surfaces qu'ils gèrent. Quelques éléments propres aux opérations d'urbanisme dans lesquelles sont inclus ces aménagements et ouvrages sont également renseignés dans la couche idoine, notamment les acteurs responsables des opérations et la datation de ces opérations. Les éléments sur la couche technique des cours d'eau concernent essentiellement les transformations des lits mineurs et majeurs des cours d'eau, la création d'un biotope aquatique ou de berge. La couche aménagement synthétise les transformations sur un site, opérées par des techniques parfois variées, et la couche opération, comme pour les eaux de pluie, rassemble des données relatives à l'opération d'aménagement : maîtres d'ouvrages, dates, procédures d'aménagement... Toutes les données rassemblées dans Eaubaine ne sont cependant pas utilisées dans la suite des analyses.

Un des principaux éléments utilisés pour les analyses de la gestion des eaux de pluie est le type d'ouvrage. Les différents types ont été d'abord définis par la connaissance des techniques alternatives constituée notamment lors de l'étude des guides techniques (cf. partie I de ce mémoire). La nomenclature initiale a été enrichie des ouvrages rencontrés au cours du recensement et comprend aujourd'hui une quinzaine d'éléments. Les ouvrages sont dotés de caractéristiques, celles-ci ne leur étant pas attribuées par défaut. Par exemple, une toiture est nécessairement étanche, mais elle peut ensuite être dotée de caractéristiques diverses : si elle a un substrat de terre significatif elle est considérée par certains acteurs comme à la fois stockante et comme générant un abattement volumique par évapotranspiration (AESN, 2015b). Les bassins enterrés peuvent être infiltrants, c'est aussi le cas pour les structures alvéolaires ultralégères. Les toitures, les bassins enterrés et les structures alvéolaires n'ont donc pas été systématiquement qualifiés d'étanches. Le comportement hydrologique d'un ouvrage ne peut en effet être estimé sans précision sur son fonctionnement : celui-ci est renseigné dans Eaubaine, et la combinaison entre les types d'ouvrages et les caractéristiques a permis d'élaborer deux typologies. Les combinaisons sont exclusives : chaque technique ne fait donc partie que d'une classe de la typologie regroupée ou d'une classe de la catégorie simplifiée (cf. figure 5.5).

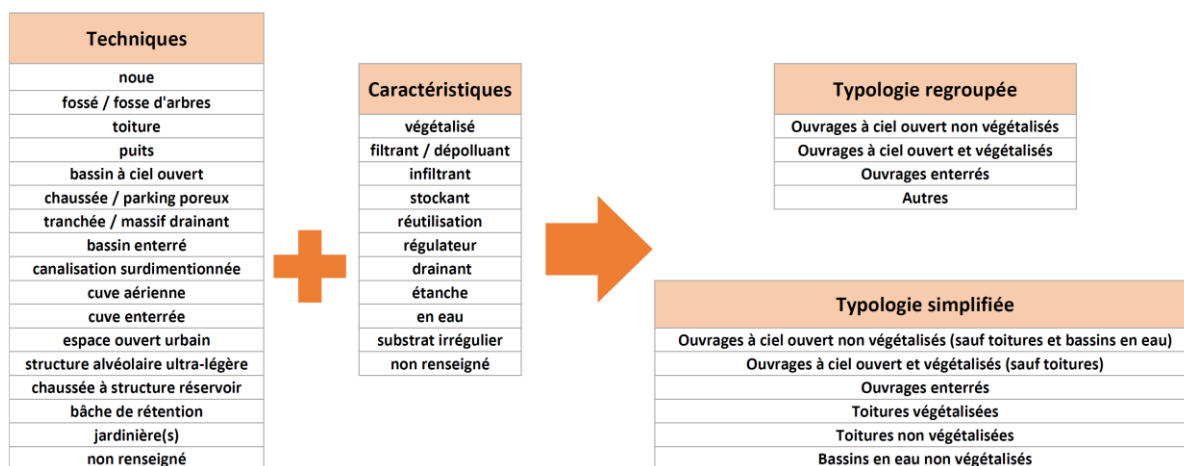


Figure 5.5 Les typologies des techniques recensées dans la base de données Eaubaine

Dans la typologie regroupée, les ouvrages techniques sont donc distingués selon qu'ils sont enterrés ou à ciel ouvert, végétalisés ou non végétalisés. La catégorie « autres » rassemble les ouvrages inclassables en ces termes (les cuves de récupération aériennes, principalement, qui ne sont pas enterrées mais pas non plus à proprement parler à ciel ouvert). Cette typologie regroupée permet de séparer des logiques d'aménagement différentes : les ouvrages enterrés fonctionnent souvent comme de simples extensions des réseaux, ou excroissances, alors que les ouvrages à ciel ouvert visent à intégrer les zones en eau dans la ville – et à

l'extrême, à permettre la création de zones humides. La typologie simplifiée distingue pour sa part les toitures et les bassins en eau comme ouvrages spécifiques : les premières sont intégrées aux bâtiments, les seconds correspondent parfois à des ouvrages à ciel ouvert mais très peu intégrés à l'espace urbain et souvent isolés des sols. Ces typologies seront utilisées à partir de la section 2.2 de ce chapitre, consacrée à l'analyse des techniques alternatives recensées dans Eaubaine.

2. Le patrimoine de techniques alternatives et de renaturation dans l'agglomération parisienne

L'analyse du patrimoine de techniques et de leur localisation dans l'agglomération parisienne permet de répondre à plusieurs interrogations à l'origine de la création d'Eaubaine : parmi les techniques dites alternatives, quelles proportions d'ouvrages sont de simples excroissances du réseau, des ouvrages de stockage-restitution permettant de différer les apports d'eau pluviale au réseau, et quelles proportions sont des ouvrages intégrés à l'environnement urbain, c'est-à-dire impliquant une gestion de l'eau *in situ*, en évitant sa restitution aux réseaux ? Les ouvrages de renaturation des cours d'eau modifient-ils l'hydrographie de l'agglomération ? Les cours d'eau sont-ils largement modifiés par la doctrine de la restauration hydromorphologique en cours, ou *a minima*, leurs berges sont-elles revégétalisées ?

Dans une première sous-section, les différentes opérations de renaturation recensées sont cartographiées, une analyse de la transformation du linéaire de cours d'eau est menée. Dans une deuxième sous-section, le patrimoine inventorié est détaillé selon les types et les typologies de techniques. Enfin, la dernière sous-section se focalise sur les ouvrages présentant un potentiel écologique et climatique parmi les techniques alternatives recensées dans Eaubaine.

2.1 Les ouvrages de renaturation des cours d'eau : ampleur de la transformation du réseau hydrographique

Les opérations de renaturation des cours d'eau sont de diverses natures, elles ne transforment pas également le linéaire de cours d'eau, n'ont pas toutes le même niveau d'ambition, conformément à la hiérarchie entre les différentes opérations qui est opérée par le *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau* (Biotec-Malavoi *et al.*, 2007) (cf. chapitre 3, section 3.3.). En milieu urbain, sont mêlés aux ambitions de renaturation des objectifs de gestion des risques d'inondation ou d'érosion, qui menacent les usages présents des berges ; des politiques d'ouverture aux publics ; et des objectifs propres au secteur de la gestion de l'eau, qui parfois priment sur la restauration des qualités écologiques du milieu (cf. chapitre 4). Dans cette sous-section, le patrimoine de techniques recensé et transcrit dans Eaubaine est brièvement analysé : les objectifs hiérarchisés des opérations sont d'abord présentés, puis les techniques de transformation et de renaturation des cours d'eau, afin d'évaluer l'ampleur de leur mutation.

Les opérations comprenant des éléments de renaturation des cours d'eau n'ont pas forcément pour objectif premier cette renaturation : celle-ci elle apparaît parfois comme un moyen, plutôt que comme un objectif principal, ou encore comme un objectif corollaire. Les diverses vocations des opérations sont présentées dans la figure 5.6. Les objectifs attribués aux opérations sont hiérarchisés en prioritaires et secondaires. Certaines opérations sont d'abord consacrées à l'amélioration du milieu aquatique : elles visent à désenvaser le cours d'eau, à créer des milieux pour les espèces aquatiques ou de berges, ou bien à recréer la continuité du lit du cours d'eau. D'autres ont essentiellement vocation à maîtriser les risques, elles permettent alors de gérer les crues, souvent via la création de zones d'expansion, à contenir l'érosion qui menace les usages des berges, par le renforcement de celles-ci, ou encore à lutter contre les pollutions – l'aménagement d'une portion de cours d'eau peut être l'occasion par exemple d'une campagne de contrôle des branchements en amont de la zone aménagée. Enfin, un certain nombre d'opérations visent à

l'amélioration du cadre de vie : elles peuvent concerner la création d'un chemin piétonnier ou l'ouverture d'un site au public, ou encore des aménagements dédiés aux bateaux logements (une rénovation des pontons par exemple). La quatrième carte la figure 5.6 présente les linéaires d'opération, permettant d'en pondérer l'importance, de voir où les opérations les plus conséquentes sont mises en œuvre.

Les opérations ayant pour objectif l'amélioration du milieu aquatique sont, logiquement au vu de notre enquête, majoritaires. Les opérations dédiées à la gestion des risques, liés à l'érosion des berges ou aux crues des cours d'eau sont réparties de la même manière que les opérations de renaturation ; ces deux objectifs concernent l'essentiel des opérations, d'où la similitude de leurs géographies. Les opérations dont l'objectif prioritaire ou secondaire est l'amélioration du cadre de vie sont moins nombreuses, ce qui est étonnant au vu de l'importance que cet objectif semblait prendre pour convaincre les élus du bien-fondé des opérations (cf. chapitre 4, section 3.2). Enfin, la longueur n'est connue que pour certaines opérations. Elle ne semble pas relative à la taille des cours d'eau : des opérations au linéaire important (entre 500 m et 2,6 km) sont situées sur la Seine mais également sur la Sallemouille, sur un petit affluent de l'Yvette et sur l'Orge.

L'analyse de la hiérarchie des différents objectifs et de leur précision permet cependant d'affiner cette première approche. Les opérations pour lesquelles l'objectif d'amélioration du milieu aquatique est prioritaire sont localisées sur l'Orge, dans les boucles de la Marne, en Seine aval et à la confluence entre Seine et Essonne. Les opérations pour lesquelles cet objectif a été classé comme secondaire sont situées sur le territoire du syndicat des vallées du Croult et du Petit Rosne (SIAH), et sur les territoires juste cités. Paradoxalement, c'est sur les cours d'eau pour lesquels l'objectif d'amélioration du milieu aquatique semble le plus vain, les grands cours d'eau, qu'il est le plus mis en avant. L'objectif de désenvasement du cours d'eau est particulièrement présent dans les boucles de la Marne (où il concerne en fait un petit ru affluent de la Marne et non cette dernière) mais également sur le territoire du syndicat de la région d'Enghien-les-Bains et sur la Seine à l'aval de Paris. L'objectif de renaturation des cours d'eau, c'est-à-dire la création d'un milieu aquatique, que ce soit de la végétalisation de berge ou bien l'aménagement d'une annexe hydraulique ou de hauts-fonds, est réparti sur tous les territoires concernés par l'objectif général d'amélioration des milieux aquatiques. Enfin, l'ambition de rétablissement de la continuité écologique des cours d'eau est spécifiquement localisée sur l'Yvette, où l'on a vu que deux bassins ont été vidangés (cf. tableau 5.1 et la section 2.3 du chapitre 4), et sur l'Orge. Sur l'Orge, un seul point figure l'abaissement des vingt-sept clapets, évoqué dans le chapitre 4.

Peu représentées, les opérations visant à l'amélioration du cadre de vie sont cependant surreprésentées sur les grands cours d'eau navigués, au regard de l'ensemble des opérations. L'objectif d'ouverture au public a été distingué de celui de création d'un chemin piétonnier ou cyclable : il concerne plutôt la création d'un site assimilable à un espace public dans lequel il est possible de passer du temps, alors que les cheminements désignent plutôt la création d'un linéaire de promenade, un espace de passage. Toutefois, dans la pratique, la distinction entre les deux est délicate. Considérant la densité d'opérations localisées sur les petits cours d'eau de l'agglomération, les opérations dédiées à l'ouverture au public, en majeure ou en mineure, sont surreprésentées sur la Seine et sur la Marne. Elles sont également assez présentes sur l'Essonne à la confluence avec la Seine. Une opération dédiée aux bateaux logements, c'est-à-dire aux péniches habitables installées sur les berges de Seine, est visible sur la Seine en amont de la confluence avec l'Oise à Conflans-Sainte-Honorine (78).

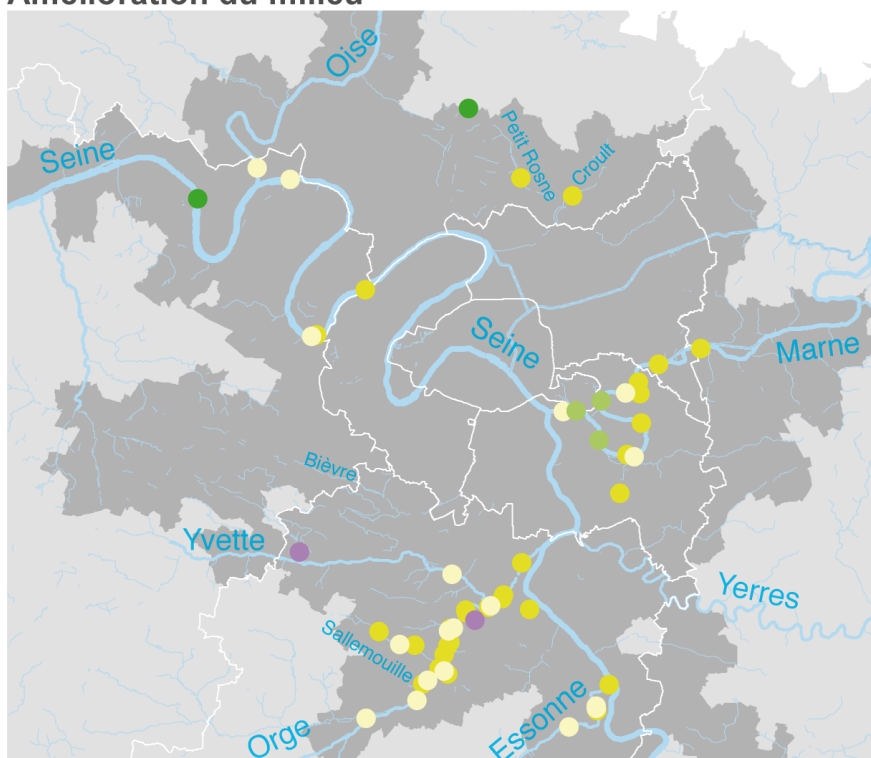
Amélioration du milieu

Objectifs prioritaires

- désenvasement / amélioration du milieu
- renaturation des cours d'eau / création de milieu aquatique
- rétablissement de la continuité écologique

Objectifs secondaires

- désenvasement / amélioration du milieu
- renaturation des cours d'eau / création de milieu aquatique



Gestion des risques

Objectifs prioritaires

- gestion des crues
- lutte contre l'érosion
- lutte contre la pollution

Objectifs secondaires

- gestion des crues
- lutte contre l'érosion
- lutte contre la pollution

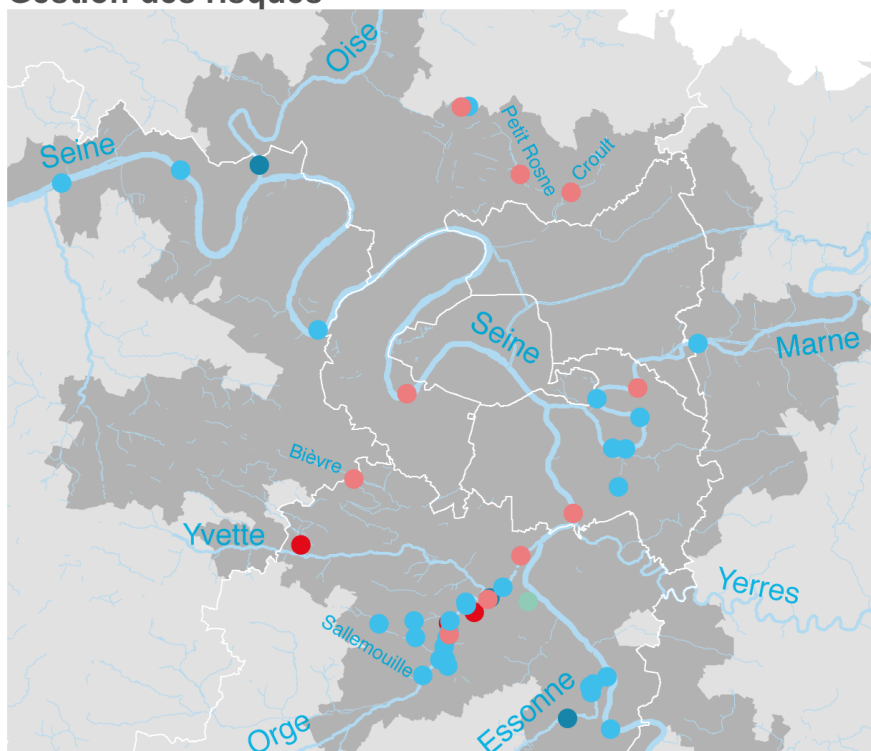
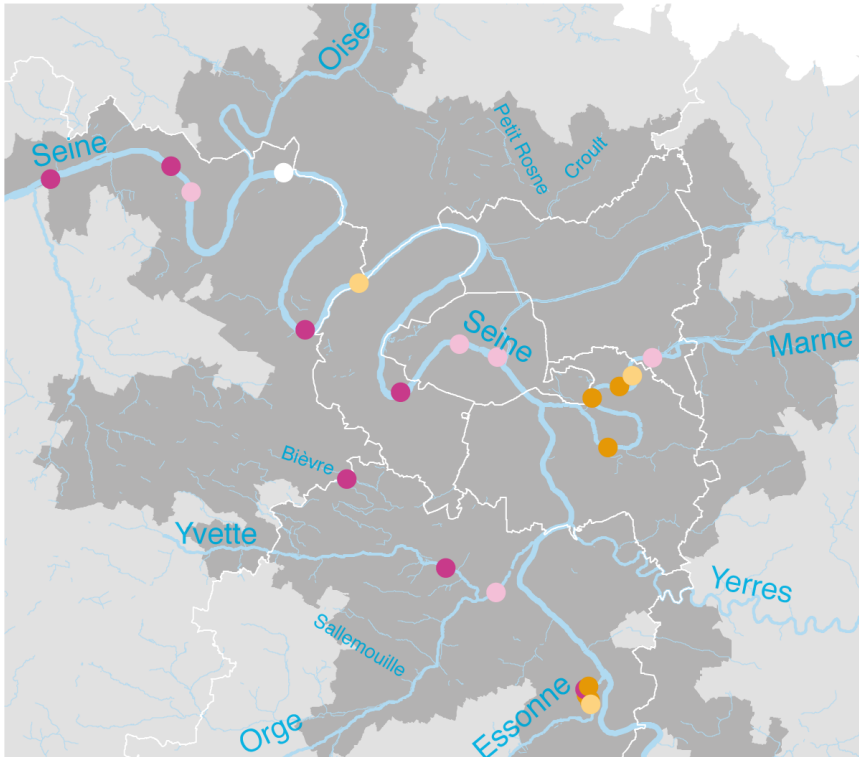


Figure 5.6 Cartes des objectifs des opérations de renaturation des cours d'eau

Cadre de vie



Éléments généraux

- Agglomération parisienne
- Cours d'eau

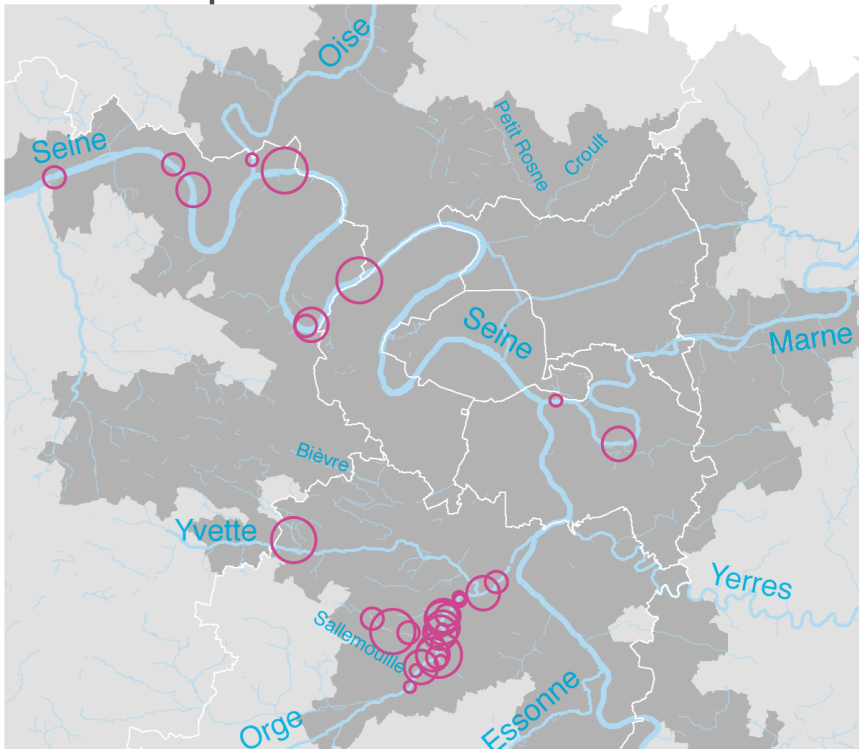
Objectifs prioritaires

- cheminement piétonnier / cyclable
- ouverture au public

Objectifs secondaires

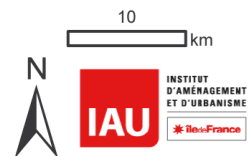
- bateaux logements
- cheminement piétonnier / cyclable
- ouverture au public

Linéaires d'opération



Longueur de l'opération en mètres linéaires

- 50 - 200
- 200 - 350
- 351 - 500
- 501 - 2 635



L'objectif de gestion des risques se décline comme suit. Dans les boucles de Marne particulièrement, l'objectif de gestion des risques est moins présent que celui de l'amélioration des milieux aquatiques : l'ouverture au public y est complémentaire de la renaturation. Les ouvrages de gestion des crues sont principalement localisés sur les petits cours d'eau du nord de l'agglomération et sur les affluents de la Seine dans le sud de l'agglomération. Une opération de ce type est aussi visible dans les boucles de Marne et sur la première boucle de Seine juste à l'aval de Paris : encore une fois, les ouvrages modestes de la renaturation, ici des zones d'expansion de crue, trouvent leur place sur les grands cours d'eau navigués. La lutte contre l'érosion, plus présente que celle contre les crues ou contre la pollution, est concentrée dans les boucles de la Marne, sur l'Orge et l'un de ses affluents (la Sallemouille), à la confluence entre Essonne et Seine, et un peu en Seine aval.

On a souligné la présence surprenante d'ouvrages de renaturation servant notamment à améliorer l'état des milieux aquatiques et à gérer les crues et l'érosion sur les grands cours d'eau de l'agglomération : cette présence nous semble significative de la reconnaissance de l'efficacité des ouvrages du génie végétal et dans une moindre mesure, de restauration hydromorphologique. Nuançons cependant notre propos en notant que les ouvrages dits de renaturation ont tout de même des objectifs très classiques de gestion des risques et dysfonctionnements liés à l'action du cours d'eau lui-même, et ne vont donc pas dans le sens de la restauration hydromorphologique ; ils sont simplement utilisés en substitution des techniques de génie civil. La Seine se distingue de plus par la faible densité des opérations sur son linéaire conséquent, et les grands cours d'eau navigués par les objectifs d'amélioration du cadre de vie de leurs opérations.

La renaturation des cours d'eau de l'agglomération est étudiée plus finement par la cartographie des techniques, particulièrement des techniques de transformation du lit majeur et du lit mineur, présentée de manière non exhaustive dans le tableau 5.2 de la section 1.3. de ce chapitre. Le tableau 5.3 qui suit permet de préciser les différentes techniques rassemblées par ces deux catégories.

Tableau 5.3 Détails des techniques de transformation du lit du cours d'eau

Techniques	Définition
Les techniques de transformation du lit mineur	
Recharge granulométrique	Dépôt de granulats dans le lit d'un cours d'eau. Cette pratique permet de reconstituer la structure du lit du cours d'eau - parfois creusé par des prélèvements de granulats - elle vise à améliorer la dynamique fluviale, dans une optique de restauration hydromorphologique (cf. chapitre 3).
Transformation du tracé du lit mineur	Déplacement du lit mineur d'un cours d'eau : celui-ci est remis dans le thalweg quand il est perché, ou bien reméandré dans la plupart des cas.
Réouverture du lit mineur	Remise à l'air libre d'une portion canalisée d'un cours d'eau.
Effacement/suppression d'un ouvrage	Il s'agit essentiellement de la suppression ou de l'abaissement d'un ouvrage de scission de type seuil, vanne, barrage.
Reprofilage des berges / en long	Cette catégorie regroupe un travail de reprofilage des berges du cours d'eau sans modification de leur emprise, lorsque ce reprofilage se limite au lit mineur du cours d'eau et les actions de transformation du profil en long du cours d'eau, sauf recharge granulométrique.
Réhabilitation des berges en génie végétal	Consolidation des berges en génie végétal.
Dans le lit majeur	
Création de bras ou d'annexes hydrauliques	Les annexes hydrauliques sont un « ensemble de zones humides alluviales en relation permanente ou temporaire avec le milieu courant par des connections soit

	superficielles soit souterraines : îles, bancs alluviaux, bras morts, prairies inondables, forêts alluviales, ripisylves, sources et rivières phréatiques. » ²²²
Reprofilage des berges	Le reprofilage des berges désigne ici l'adoucissement des pentes des berges au moyen du recul de la crête de berge.
Création d'une zone d'expansion de crue	Les zones d'expansion de crue sont des « espace[s] naturel[s] ou aménagé[s] où se répandent les eaux lors du débordement des cours d'eau dans leur lit majeur. Le stockage momentané des eaux écrête la crue en étalant sa durée d'écoulement. Ce stockage participe au fonctionnement des écosystèmes aquatiques et terrestres. » ²²³
Création d'une zone humide	« Milieu naturel marqué par la présence temporaire ou permanente d'eau, accueillant une flore et une faune spécifique. » ²²⁴ Elle n'est pas forcément associée au cours d'eau.

²²² Source : <http://www.glossaire-eau.fr/concept/annexe-hydraulique>, consulté le 25/07/2019.

²²³ Source : <http://www.glossaire-eau.fr/concept/zone-d-expansion-de-crues>, consulté le 25/07/2019.

²²⁴ Source : <http://www.glossaire-eau.fr/glossaire-recherche?search=zone+humide>, consulté le 25/07/2019.

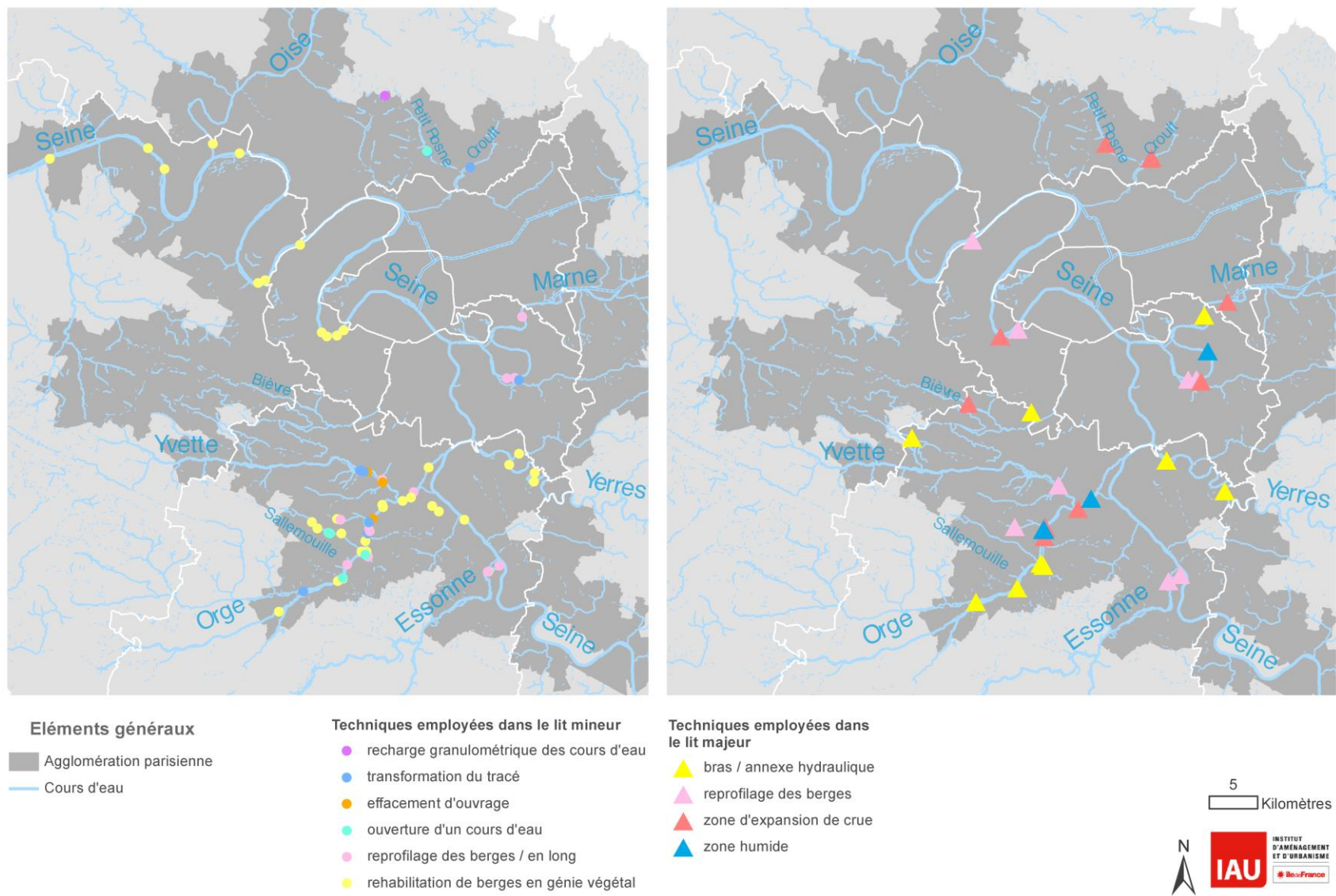


Figure 5.7 Cartes des techniques de renaturation du lit mineur et du lit majeur des cours d'eau, Eaubaine

Sur la figure 5.7 sont lisibles des ambitions de renaturation des cours d'eau de l'agglomération modérées : les techniques concernant le lit mineur sont plus nombreuses que celles qui concernent le lit majeur. Les petits cours d'eau, particulièrement ceux de la vallée de l'Orge dans le sud de l'agglomération, mais également ceux du territoire du Croult et du Petit Rosne au nord, mettent cependant en œuvre des opérations de restauration plus ambitieuses que les grands cours d'eau navigués, exception faite des boucles de la Marne.

Dans le lit mineur des cours d'eau, les réhabilitations de berges en génie végétal, restaurations considérées comme minimalistes, sont majoritaires : la Seine aval ne présente presque que ce type d'opération. La présence d'opérations de renaturation sur les cours d'eau navigués de l'agglomération est par conséquent fortement nuancée par le type de techniques mises en œuvre. Les réhabilitations de berges en techniques de génie végétal sont également très nombreuses sur les petits cours d'eau du sud de l'agglomération (notamment l'Yerres, l'Orge et la Sallemouille) : ces techniques sont un des fondamentaux des opérations de restauration en milieu urbain, de plus elles sont utilisées pour lutter contre l'érosion, qui est l'un des objectifs sur ces cours d'eau. Le reprofilage des berges au sein du lit mineur des petits cours d'eau du sud de l'agglomération parisienne, ainsi que de la Marne correspond généralement à des aménagements minimaux, palliant l'impossibilité d'une restauration hydromorphologique par la création de hauts-fonds favorables à la vie des espèces aquatiques. Des techniques plus ambitieuses sont également visibles dans le lit mineur des cours d'eau : il s'agit des effacements d'ouvrages de scission, des transformations du tracé du lit mineur, et des réouvertures de cours d'eau. Celles-ci sont localisées dans des secteurs périphériques au nord et au sud de l'agglomération, où la faible densité urbaine les facilite.

Les techniques de transformations du lit majeur, bien qu'elles soient moins nombreuses, sont significatives de la place conquise par les cours d'eau sur le milieu urbain. Les reprofilages de berges désignent ici des reprofilages en travers, qui induisent de faire reculer la crête de berges et donc d'élargir l'emprise du cours d'eau. Elles sont notamment localisées sur la Seine, sur la Marne, à la confluence entre Seine et Marne et sur des petits cours d'eau du sud de l'agglomération. Elles sont surreprésentées sur les grands cours d'eau, encore une fois selon une logique de restauration en milieu très contraints par les usages sur les berges. La création de zones d'expansion de crue est une technique d'ambition supérieure puisqu'elle nécessite de dégager un volume et une surface importants. Elle répond cependant à l'objectif classique de lutte contre le risque d'inondation. Cette technique est assez répandue, elle est présente sur tous les cours d'eau de l'agglomération. Une zone d'expansion de crue est visible dans la boucle de Seine juste à l'aval de Paris : il s'agit de l'opération Vallée Rive Gauche déjà évoquée. Elle correspond cependant au retrait d'une voirie départementale, et l'espace créé, s'il libère du volume pour l'expansion des crues de Seine, est très minéral. Les techniques suivantes correspondent enfin à une restauration hydromorphologique du cours d'eau avec une portée écologique : ce sont les créations de zone humide, et de bras et d'annexe hydraulique. Elles permettent la création d'un milieu aquatique périodiquement en eau, ou de type marécageux, essentiel à la vie des espèces aquatiques et largement disparu des espaces urbains : celles-ci sont surreprésentées sur l'Orge et étonnamment sur la Marne.

La transformation de l'hydrologie de l'agglomération parisienne est donc une tendance, mais elle reste ténue : sur les grands cours d'eau les transformations concernent essentiellement les berges et les petits cours d'eau sont très ponctuellement transformés. L'hydrographie des petits cours d'eau évolue cependant, notamment par la mise en œuvre de la continuité écologique et par la création d'espaces de types milieux humides associés au lit des cours d'eau. Enfin, la boucle de Marne présente des opérations et techniques assez ambitieuses relativement à l'artificialisation du cours d'eau : le territoire s'impose comme un secteur dynamique de la restauration.

2.2 Le patrimoine de gestion des eaux de pluie : entre techniques de génie civil et techniques intégrées

Le patrimoine de gestion des eaux de pluie est analysé notamment par l'utilisation des caractéristiques des techniques et des typologies présentées dans la section 1.3. de ce chapitre. Les techniques hybrides ont été intégrées aux techniques étudiées. L'étude des différents types de techniques du patrimoine recensé permet de distinguer entre les ouvrages intégrés et les simples ouvrages de stockage-restitution à l'amont des réseaux : l'enjeu de cette sous-section est donc d'identifier, dans les territoires où le recensement est significatif, la répartition spatiale des différents types de techniques, et particulièrement la localisation préférentielle des techniques intégrées, ainsi que l'ampleur prise par les différents types de techniques dans le patrimoine de l'agglomération.

Les cartes de la figure 5.8 présentent les techniques selon la typologie regroupée (ouvrages à ciel ouvert, à ciel ouvert et végétalisés, enterrés, autres) : chaque carte correspond à une catégorie de cette typologie et les techniques sont représentées selon leurs types détaillés (bassin, toitures, etc.). Les graphiques incorporés à la figure 5.8 permettent de préciser les proportions des différents types d'ouvrages. Il y a au total plus d'ouvrages à ciel ouvert dans les techniques recensées que d'ouvrages enterrés : sont dénombrés environ 1 700 ouvrages à ciel ouvert (53 %) contre environ 1 400 ouvrages enterrés (43,5 %). Bien qu'ils ne soient pas majoritaires, les ouvrages enterrés sont très présents dans les techniques de gestion des eaux de pluie à l'amont des réseaux de l'agglomération parisienne. Dans le chapitre 4, ont été présentés les efforts des départements et des intercommunalités auprès des aménageurs et des pétitionnaires des permis de construire pour la mise en œuvre de techniques intégrées plutôt que de techniques enterrées (cf. section 2.2). Ces efforts sont donc à demi fructueux, et la gestion *in situ* est donc partielle, puisque les ouvrages enterrés sont essentiellement des ouvrages de stockage-restitution. Un peu plus de la moitié des ouvrages à ciel ouvert sont végétalisés : les ouvrages végétalisés ne représentent qu'un gros quart du patrimoine de techniques alternatives. Ils sont pourtant très présents dans les discours des hydrologues urbains, et notamment utilisés pour épurer les eaux de pluies, admises comme polluées depuis les années 1970, comme on l'a vu dans la partie I de ce mémoire. Le patrimoine de techniques alternatives semble donc ne pas correspondre aux préceptes de la gestion des eaux pluviales *in situ*. La faible présence d'ouvrages végétalisés invite à penser que les missions de dépollution attribuées aux techniques intégrées végétalisées sont faiblement remplies, les éventuelles fonctions écologiques et d'atténuation de l'îlot de chaleur urbain ténues. Si l'on détaille encore les ouvrages à ciel ouvert, afin de voir quelles fonctions ils sont susceptibles de remplir, on s'aperçoit que les toitures forment près de 15 % des ouvrages recensés : la moitié d'entre elles sont végétalisées. Ce type de techniques, s'il peut être intéressant hydrologiquement, car il peut stocker voire infiltrer les eaux quand il est doté d'un substrat végétalisé suffisant, n'est pas présent dans l'espace public urbain. Une partie des techniques alternatives est donc localisée sur le toit des bâtiments, où elles n'ont *a priori* pas d'effet climatique ou paysager positif.

De manière plus positive, on peut considérer que près d'un tiers du patrimoine est à ciel ouvert et végétalisé, donc potentiellement intéressant en termes climatiques et biologiques, et près d'un quart est à ciel ouvert et non végétalisé, susceptible d'améliorer la gestion des épisodes extrêmes en ville, ou au moins d'accroître la présence de l'eau dans l'espace urbain. Certains ouvrages enterrés, même s'ils ne sont pas majoritaires, peuvent avoir une fonction d'infiltration.

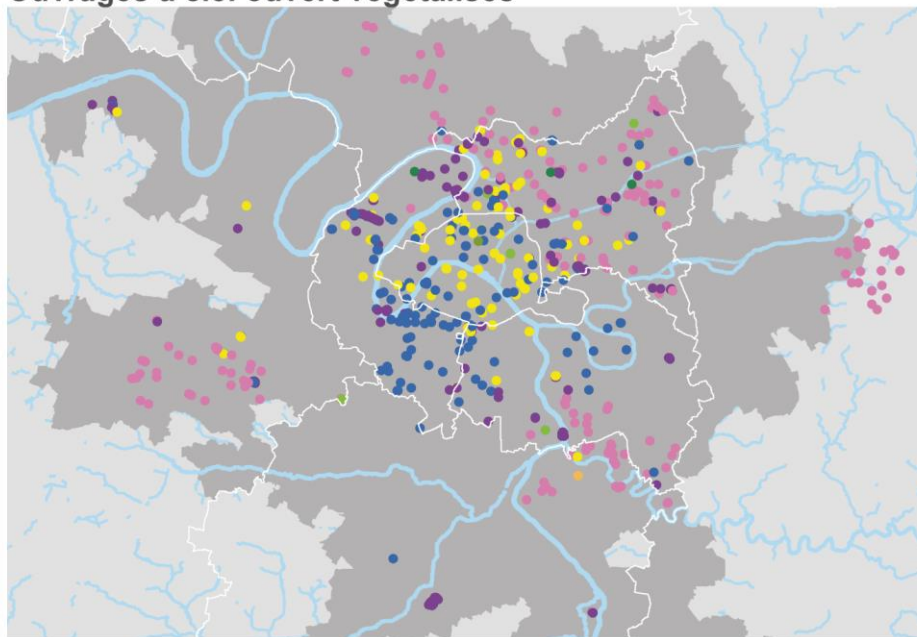
La lecture des cartes de la figure 5.8 permet de localiser les différents types d'ouvrages en fonction de la typologie regroupée. Les ouvrages à ciel ouvert et végétalisés sont surreprésentés dans le cœur dense de l'agglomération (dans Paris et en petite couronne proche de Paris) et dans les territoires où étaient localisées les techniques hybrides (cf. figure 5.3, section 1.2.), alors que les ouvrages à ciel ouvert non végétalisés et les ouvrages enterrés sont répartis de manière assez uniforme sur les territoires où le recensement est significatif.

On peut donc émettre l'hypothèse que les ouvrages à ciel ouvert et végétalisés apparaissent plutôt dans le bâti dense parce qu'il y a peu de sol de pleine terre végétalisés dans ces espaces : ces techniques visent à désimperméabiliser leurs sols. Dans le périurbain les sols sont moins imperméabilisés, la mise en place de ce type de techniques est moins nécessaire : les politiques de gestion des petites pluies y ont moins leur place et les ouvrages rencontrés correspondent plutôt à la gestion des pluies moyennes. Les techniques à ciel ouvert et végétalisées seraient donc en quelque sorte des palliatifs de l'intense imperméabilisation des sols.

Si l'on regarde plus en détail la répartition des techniques par carte, des localisations préférentielles par techniques apparaissent. Les ouvrages à ciel ouvert végétalisés sont soit des ouvrages multifonctionnels : ce sont des bassins à ciel ouvert, des espaces ouverts urbains ; soit des ouvrages incorporés au bâti et à la voirie urbaine : les noues et les toitures. Les contraintes de la densité bâtie sont donc perceptibles dans le choix de ces ouvrages surreprésentés dans le territoire de Paris et de la proche petite couronne. Les toitures sont localisées soit dans Paris, soit dans la portion sud des Hauts-de-Seine le long de la frontière avec Paris, et les espaces ouverts urbains forment le même motif territorial mais vers la Seine-Saint-Denis. Les ouvrages intégrés aux espaces publics et aux bâtiments sont donc mis en œuvre dans les territoires les plus densément bâtis : il y a bien une corrélation entre certains types d'ouvrage et la densité urbaine. Les noues sont très présentes dans la portion sud du territoire des Hauts-de-Seine, spécialisation difficilement explicable, si ce n'est encore une fois par l'occupation des sols : la portion ouest du département présente notamment une grande proportion de zones d'activités, formant un tissu urbain plus lâche : les voiries sont peut-être plus aptes à accueillir des noues. Enfin, en Seine-Saint-Denis se trouve une forte concentration de bassins à ciel ouvert végétalisés, tout comme dans les villes nouvelles et sur le territoire du syndicat de l'Yerres : ils peuvent être associés au tissu périurbain, où le foncier est plus facilement mobilisable pour ce type d'ouvrages, ou bien à une culture technique locale, privilégiant ces ouvrages. En Seine-Saint-Denis, ils sont densément localisés en bordure de la limite entre territoire équipé en réseaux séparatifs et territoire équipé en réseaux unitaires (cf. figure 5 de l'introduction générale) : ils pourraient jouer un rôle de stockage sur le territoire dense mais non équipé en réseaux unitaires, à l'amont de réseaux unitaires qui doivent être préservés des pluies d'orage (car celles-ci les font déborder vers les cours d'eau, cf. chapitres 2 et 3).

On retrouve ces différentes techniques dans l'ensemble des ouvrages à ciel ouvert non végétalisés, auquel quelques ouvrages spécifiques sont tout de même ajoutés : ce sont les puits, et les chaussées et parking poreux. Les bassins à ciel ouvert non végétalisés sont soit assimilables à des espaces ouverts urbains, c'est-à-dire qu'ils prennent la forme d'un espace public urbain et ne sont pas immédiatement décelables comme bassins, mais ce peut aussi être des ouvrages techniques monofonctionnels (par exemple des bassins bétonnés vides et enclos). Les noues non végétalisées sont des canaux minéraux à pentes douces, dont on peut supposer qu'une partie correspond à des ouvrages pour lesquels la caractéristique « végétalisé » n'a pas été renseignée dans Eaubaine, car elle n'était pas présente dans la donnée intégrée. Elles sont par ailleurs situées dans le même secteur des Hauts-de-Seine que les noues végétalisées, ce qui fait pencher la balance en faveur de cette hypothèse. Enfin, les chaussées et parkings poreux ainsi que les puits sont des ouvrages en grande partie dédiés à l'infiltration, qui permet – dans une certaine mesure – de dépolluer les eaux de pluie et de recharger les nappes, mais sans fonction paysagère, écologique ou climatique. Les ouvrages à ciel ouvert non végétalisés sont donc majoritairement des ouvrages invisibles ou techniques : ils permettent d'infiltrer ou de réguler les débits d'eau de pluie sans consommer trop de foncier. Leur caractère multifonctionnel est assez limité, ils constituent un intermédiaire entre les ouvrages de génie civil et les ouvrages végétalisés. Les puits sont très représentés dans cette catégorie, ils sont localisés dans le périurbain. Ils sont fortement assimilés à deux types de risques : le risque géotechnique (retrait et gonflement des argiles et dissolution du gypse) et le risque de pollution des nappes. Il est donc logique qu'ils soient peu présents dans la zone dense dont la vulnérabilité est plus forte, et notamment dans Paris et en Seine-Saint-Denis, territoire sur lequel le risque géotechnique est très présent (cf. figure 4.2 du chapitre 4). Les chaussées poreuses et parkings poreux sont localisés en Seine-Saint-Denis, peut-être en lien avec l'intérêt que le département a porté à ces techniques également multifonctionnelles, visible dans les publications du département sur le sujet dans les années 1990 (cf. annexe).

Ouvrages à ciel ouvert végétalisés



Ouvrages enterrés

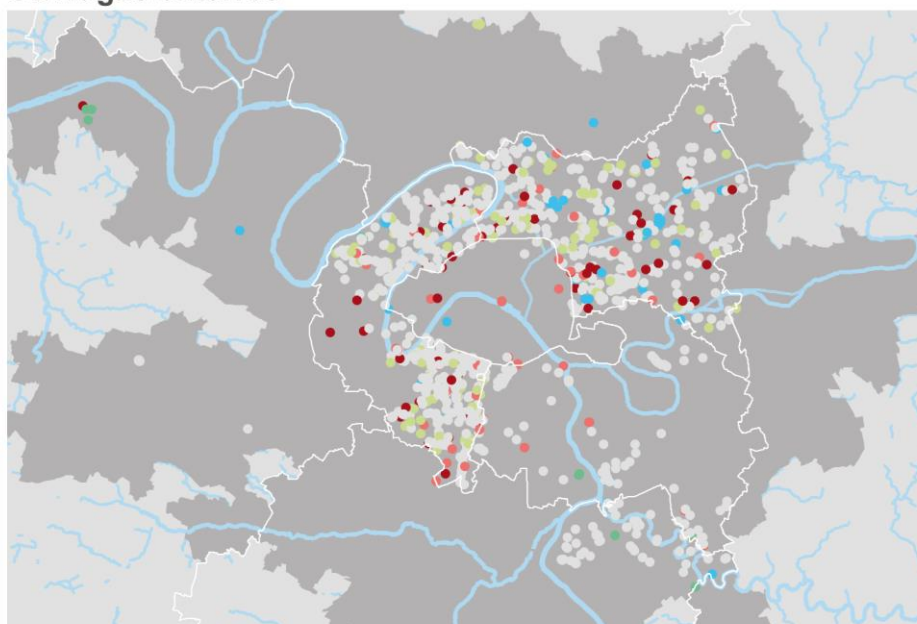
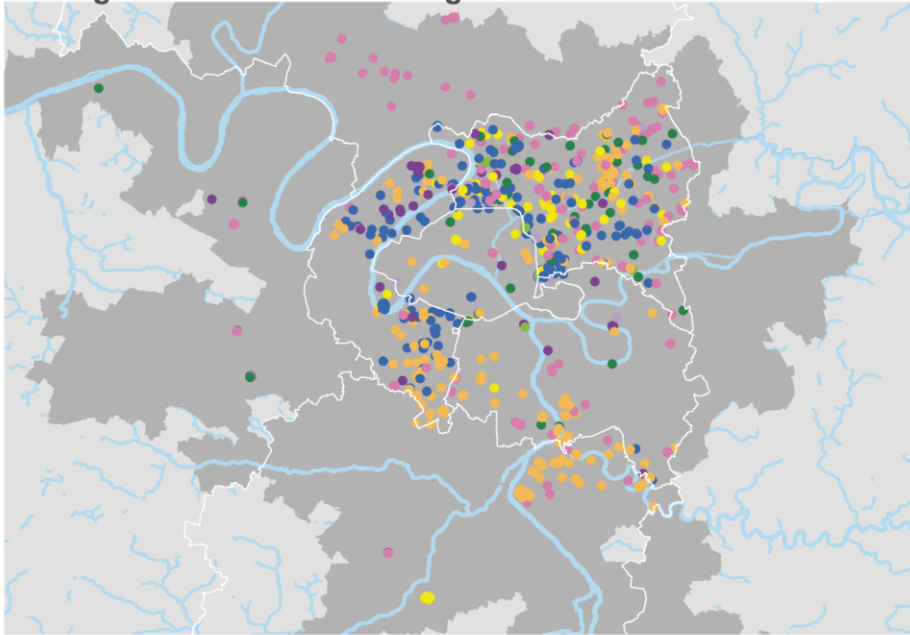
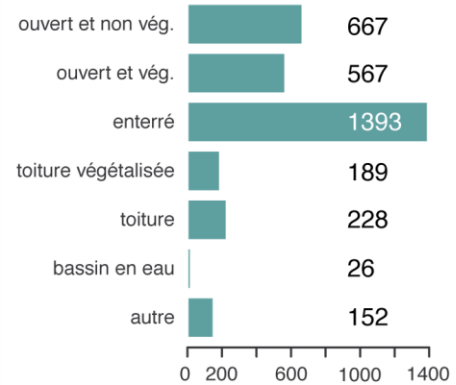


Figure 5.8 Cartes des types de techniques selon la typologie regroupée : des localisations préférentielles ?

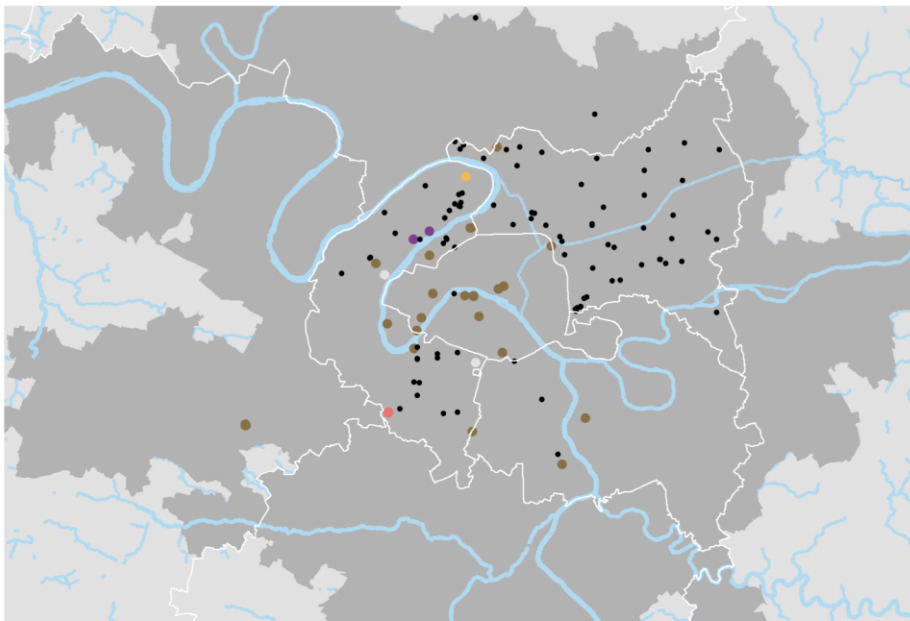
Ouvrages à ciel ouvert non végétalisés



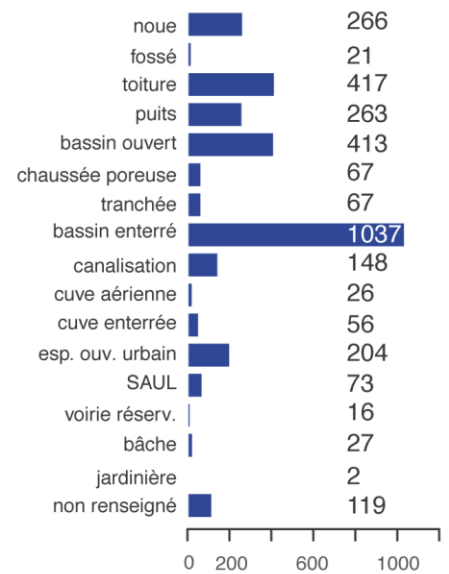
Les types simplifiés (en nb de techniques)



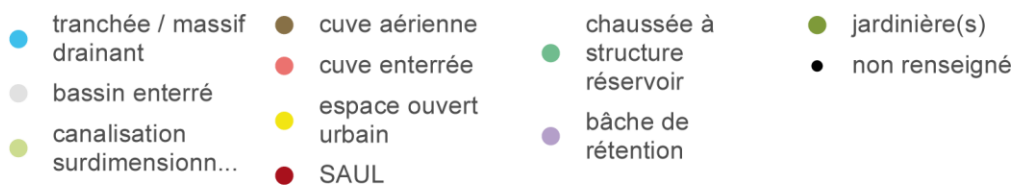
Autres



Les types de techniques (en nombre)



Types de techniques



Les ouvrages enterrés semblent également plus présents dans le cœur dense et imperméable de l'agglomération parisienne, où le bâti collectif est majoritaire. Les techniques rassemblées par ce type d'ouvrage semblent réparties sans grande spécialisation. La Seine-Saint-Denis se distingue cependant par la présence de structures alvéolaires ultra légères (SAUL), tranchées et massifs drainants sur son territoire, ouvrages potentiellement infiltrants, peut-être symptomatiques de la nécessité de soulager les réseaux et donc de ne pas leur restituer l'eau recueillie. Il semble également que la Seine-Saint-Denis est le territoire où l'on observe une plus grande diversité de techniques, ce qui peut être expliqué par l'ancienneté de leur mise en œuvre : plusieurs générations d'ouvrages se sont donc succédés au fil de l'évolution de la doctrine. Sur le graphique en bas à droite de la figure, il est visible que les techniques enterrées sont beaucoup moins diversifiées que les techniques à ciel ouvert : avec 1037 bassins enterrés composent l'essentiel des ouvrages enterrés d'Eaubaine. Les ouvrages à ciel ouvert sont plus répartis comme on l'a vu entre les bassins ouverts, toitures, noues, puits et espaces ouverts urbains.

Enfin la carte représentant la catégorie « autres » met en évidence la plus forte présence des cuves aériennes, ouvrages impliqués dans la réutilisation des eaux pluviales sur le territoire de la ville de Paris et dans les Hauts-de Seine, dans la boucle de Seine ou en limite parisienne : la réutilisation des eaux de pluie peut être associée à l'obligation d'abattement volumique dans la capitale, cependant les données du recensement sont antérieures à l'adoption du plan ParisPluie (cf. chapitre 4, section 2.2), de plus, les cuves de réutilisation, qui doivent être pleines pour satisfaire des usages, ne sont pas vraiment considérées comme des ouvrages de gestion des eaux de pluie par la doctrine de gestion intégrée (cf. chapitre 3).

L'analyse du patrimoine de techniques alternatives fait donc apparaître une forte présence d'ouvrages de stockage restitution, typiques de la persistance de la doctrine d'évacuation des eaux de pluie et de gestion en réseaux. Cependant, les ouvrages à ciel ouvert et végétalisés ne sont pas en quantité négligeable. L'étude de leur localisation fait apparaître deux logiques de répartition spatiale : d'une part, les techniques employées semblent liées à la plus ou moins forte densité du bâti urbain, d'autre part, les spécialités territoriales semblent fonction de cultures techniques locales, de l'ancienneté de la production des ouvrages sur le territoire, et des politiques de gestion intégrée mise en place : à Paris, les ouvrages sont dédiés à la gestion hors réseaux, en lien avec la politique d'abattement volumique.

2.3 Des techniques de gestion des eaux de pluie bioclimatiques ou des excroissances des réseaux ?

Une première analyse spatialisée des techniques de gestion des eaux de pluie inventoriées dans Eaubaine ayant été menée, il importe d'examiner plus finement le patrimoine de technique dont les caractéristiques marquent le changement de gestion de l'eau de pluie en ville. Les techniques infiltrantes, végétalisées, en eau ou servant à la réutilisation sont donc cartographiées dans la figure 5.9. Dans la figure 5.8 l'analyse se fondait sur l'association entre type d'ouvrages et végétalisation ; ici on utilise directement les informations relatives à ces caractéristiques, renseignées dans Eaubaine (cf. tableau 5.2, section 1.3, ligne « caractéristiques de l'ouvrage »). La carte des ouvrages végétalisés est présentée à nouveau, mais elle est cette fois mise en regard de l'infiltration, de la présence d'eau et de la réutilisation. Certaines techniques peuvent avoir deux des caractéristiques représentées et donc figurer dans deux cartes.

Les ouvrages végétalisés et infiltrants sont les plus nombreux : les techniques en eau sont encore en très petit nombre, les ouvrages de réutilisation également. La fusion entre espaces végétalisés urbains et ouvrages de gestion des eaux de pluie semble donc opérée, admise ; par contre, la stagnation de l'eau en ville et la réutilisation des eaux de pluie sont toujours sujettes à caution. Les ouvrages d'infiltration sont plutôt également répartis dans les territoires où le recensement est significatif, sauf dans la partie dense de la Seine-Saint-Denis, où l'on a vu qu'elle est délicate du fait de la composition des sols. La présence d'ouvrages

d'infiltration dans Paris est étonnante puisque la ville possède des caractéristiques géotechniques similaires : la contradiction entre infiltration et risque semble avoir été dépassée sur ce territoire. La dernière carte confirme la faiblesse de la transformation de la place de l'eau en milieu urbain pour ce qui est des usages. Malgré la démultiplication de guides sur le sujet (cf. chapitre 1), il semble que la pratique ne fasse pas l'objet d'un engouement ou d'un développement majeur. Cependant, les ouvrages de réutilisation ne sont pas considérés comme des techniques de gestion des eaux pluviales, cette carte peut donc être lacunaire.

L'analyse des techniques dans le détail, par carte, permet d'affiner ces premières analyses. Les techniques infiltrantes sont effectivement majoritairement des puits d'infiltration : dans le commentaire de la figure 5.8 on a vu qu'ils ne sont pas les bienvenus en zone dense. Ils ont essentiellement une fonction de recharge des nappes, intéressante dans la perspective d'un risque de pénurie d'eau (cf. introduction générale). L'infiltration est également prise en charge par quelques chaussées ou parkings poreux, dont l'intérêt est aussi essentiellement hydrologique. Elle est par ailleurs assumée par des espaces ouverts urbains infiltrants dans la commune de Paris : il s'agit d'ouvrage d'infiltration diffuse de l'eau de pluie, fonctionnant selon les préceptes de la gestion des petites pluies à la parcelle. Ceux-ci sont donc rendus possibles par la forme spécifique d'infiltration mise en œuvre (diffuse, telle que recommandée par l'agence de l'eau Seine Normandie, cf. chapitre 4, section 2.1) et par le zonage pluvial qui définit des zones d'infiltration (cf. figure 4.4 du chapitre 4). Enfin les noues peuvent également endosser cette fonction d'infiltration. De manière positive, et grâce aux documents de planification, l'infiltration se propage dans des territoires où elle était auparavant prohibée. L'infiltration est cependant principalement mise en œuvre par des ouvrages monofonctionnels, les puits, qui figurent comme des ouvrages d'évacuation des eaux vers les nappes. L'eau n'est pas valorisée ou rendue visible par ces ouvrages.

La faible présence des techniques en eau confirme le résultat de la persistance de la crainte de la présence de l'eau en ville. Ces techniques sont exclusivement des bassins à ciel ouvert : ce sont les bassins sur rus déjà évoqués, ainsi que quelques ouvrages dans la boucle de Gennevilliers dans les Hauts-de-Seine, dans le périurbain de la Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne. Les bassins en eau correspondent à la première génération des techniques alternatives, comme on l'a vu dans le chapitre 2 de ce mémoire ; les techniques alternatives contemporaine mobilisant de l'eau sont plutôt des milieux humides.

La carte des techniques végétalisées fait ici apparaître la non équivalence entre techniques infiltrantes et végétalisées : cela peut sembler étrange, puisque les techniques végétalisées, induisent la présence d'un substrat et donc de surfaces désimperméabilisées infiltrantes. Cependant, les techniques végétalisées peuvent être étanchéisées, notamment en raison d'un risque géotechnique ou de la pollution des sols. La mise en regard de ces deux cartes fait apparaître les techniques végétalisées, et non pas seulement les toitures végétalisées, comme des techniques en partie hors sol, ne combinant donc pas forcément infiltration et évapotranspiration. La conception des techniques de gestion *in situ* apparaît donc comme soumise à de nombreuses contraintes qui contreviennent à leur conception idéale.

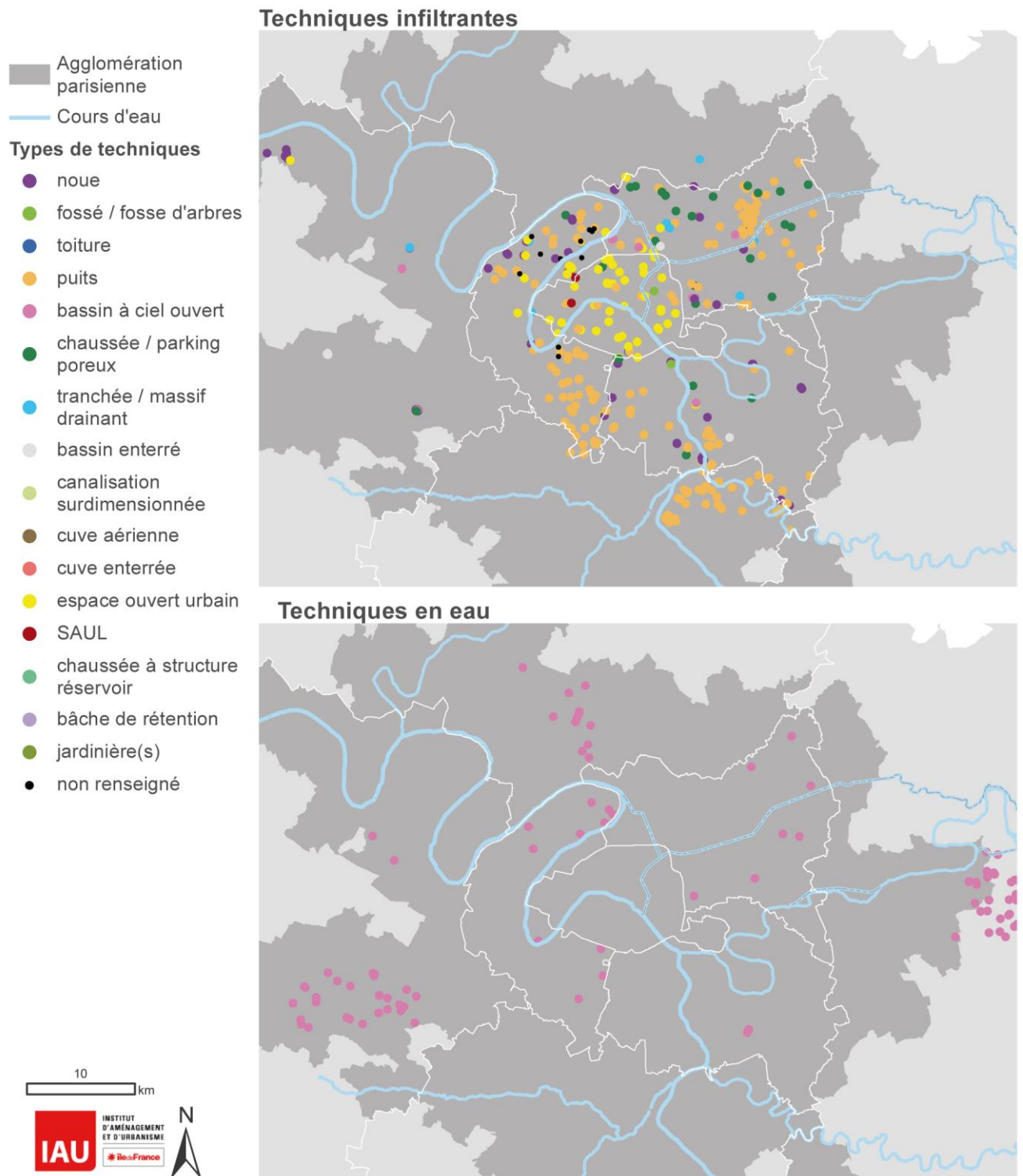
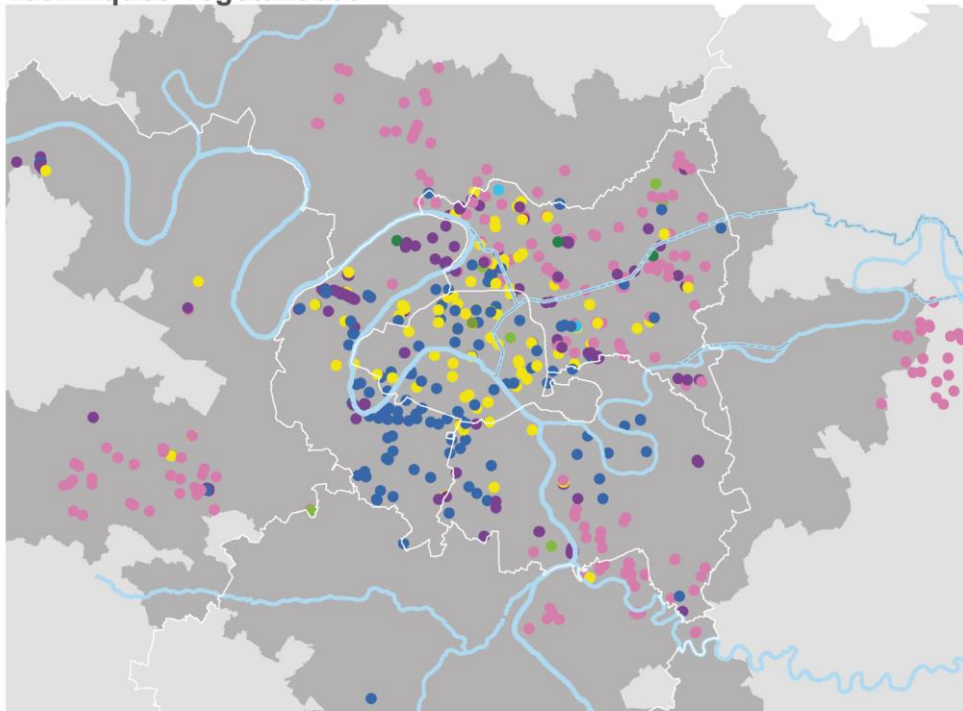
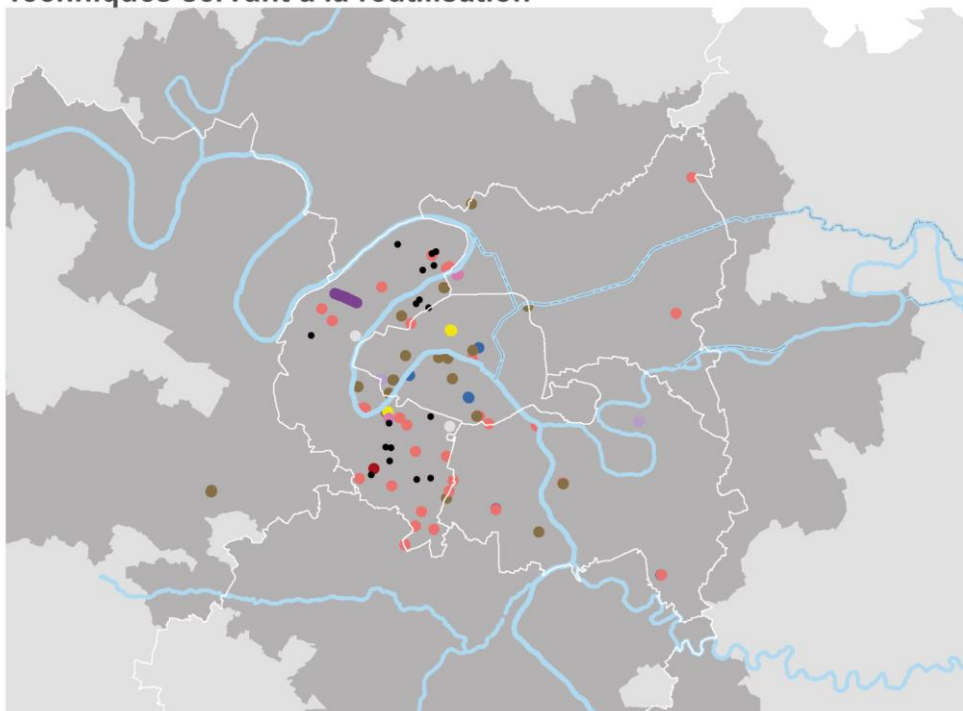


Figure 5.9 Carte des ouvrages à potentiel bioclimatique : végétation, présence de l'eau, infiltration et réutilisation de l'eau de pluie

Techniques végétalisées



Techniques servant à la réutilisation



A l'issue de l'analyse des techniques et opérations de renaturation des cours d'eau, et de celle des techniques alternatives de gestion des eaux de pluie, un constat mitigé sur l'ampleur et la nature du patrimoine de techniques alternatives et de renaturation peut être tiré. Les opérations de renaturation des cours d'eau sont présentes dans l'agglomération parisienne, contrairement à ce que les guides de qui y sont consacrés et les travaux de Bertrand Morandi permettaient d'envisager. Cependant, ces opérations ne sont ni massivement présentes, ni très ambitieuses : dans l'urbain dense, elles concernent essentiellement le lit mineur des cours d'eau. Elles sont plus ambitieuses sur les petits cours d'eau non navigables, dans le tissu périurbain, mais elles sont toujours très ponctuelles. Les eaux de pluie sont en grande partie gérées par des ouvrages de stockage-restitution ; l'autre partie du patrimoine, à ciel ouvert et éventuellement végétalisée, semble peu mettre en œuvre des processus d'infiltration ou de réutilisation des eaux de pluie : ils sont donc probablement également conçus en partie comme des ouvrages de stockage-restitution. L'étude plus précise des ouvrages à ciel ouvert a permis de distinguer, d'une part le lien entre densité urbaine et type d'ouvrages, d'autre part des spécialisations territoriale du patrimoine de technique, liées aux politiques de gestion des eaux de pluie et à l'ancienneté de la mise en œuvre de ces politiques.

3. Spécialisations spatiales, pondération et dynamique des techniques de gestion des eaux de pluie

Ces premiers résultats ont permis de donner une mesure de l'ampleur de la mise en œuvre de la gestion intégrée de la pluie, ainsi que d'identifier des logiques de production et de localisation des ouvrages, à savoir la densité urbaine, les politiques territoriales, et la temporalité de la mise en œuvre. Ces trois éléments d'explication sont approfondis dans cette dernière section.

Dans une première sous-section est éprouvée la relation entre territoires institutionnels, occupation des sols et techniques de gestion. Dans un deuxième temps, l'analyse du patrimoine de techniques de gestion des eaux pluviales est poursuivie par l'étude des dimensions et des surfaces associées aux ouvrages (cf. tableau 5.2 de ce chapitre). Enfin, les techniques de gestion des eaux pluviales font l'objet d'une doctrine ancienne, datée des années 1970, et le patrimoine de techniques a probablement évolué au fil du temps : la dynamique temporelle de la production de ce patrimoine est donc examinée dans une troisième sous-section. L'évolution du patrimoine de techniques est également mise en regard de l'évolution de l'occupation des sols dans l'agglomération parisienne : la prise en charge de l'imperméabilisation des sols est enfin évaluée et permet également de pondérer la gestion des eaux de pluie dans l'agglomération.

3.1 La localisation des techniques alternatives de gestion des eaux de pluie

Dans cette sous-section est par conséquent d'abord examinée l'éventuelle spécialisation des techniques par département. Le poids de la densité urbaine dans la localisation des différentes techniques est ensuite abordé grâce à la mise en relation de celles-ci aux types d'occupation des sols.

Le choix a été fait d'observer les spécialisations territoriales à partir de la maille départementale : cette échelle correspond aux principaux contributeurs du recensement, à savoir le département de Seine-Saint-Denis, celui des Hauts-de-Seine et la ville de Paris. Elle rend cependant difficile à lire le patrimoine du syndicat de l'Yerres, qui est pourtant le troisième contributeur à Eaubaine pour les techniques alternatives (cf. figure 5.2, section 1.2.). Les techniques de ce contributeur sont réparties entre le département du Val-de-Marne et le département de l'Essonne, sur lesquels il est situé. Dans la figure 5.10, le patrimoine de technique est représenté par département en nombre absolu selon la typologie simplifiée, puis en proportions du patrimoine de chaque département. Dans le premier graphique, sont représentées les sommes de techniques en typologie simplifiée. Dans le second graphique, ces techniques sont représentées

en proportions du patrimoine de chaque département. Les types très minoritaires ont été supprimés afin de rendre la figure lisible (par exemple les jardinières).

La lecture des graphiques de la figure 5.10 permet essentiellement de confirmer les hypothèses émises à la lecture des cartes des sections 2.2 et 2.3. Les trois départements de petite couronne rassemblent un peu plus de 80 % des techniques d'Eaubaine. Les bassins de retenue représentent la presque totalité du patrimoine du Val-d'Oise et de la Seine-et-Marne (cf. second graphique, figure 5.10). Dans les Yvelines, des noues, des toitures, chaussées et parking poreux sont présentes : une partie de ce patrimoine peut être attribué à l'opération de la ville des Mureaux (cf. tableau 5.1 de la section 1.1) et aux opérations de l'Agence Thierry Maytraud. Celles-ci pèsent fortement dans le patrimoine du département puisqu'on a par ailleurs peu de données sur ce territoire. Le patrimoine le plus spécialisé dans les ouvrages enterrés est celui des Hauts-de-Seine : les ouvrages à ciel ouvert ne représentent qu'un tiers environ de son patrimoine. Les toitures sont de plus très présentes dans le département : elles forment environ 15 % de son patrimoine, et près de la moitié d'entre elles sont végétalisées. L'espace public des Hauts-de-Seine est donc peu doté de techniques de gestion des eaux de pluie *in situ*. Les techniques à ciel ouvert dominent dans le patrimoine de la Seine-Saint-Denis : elles représentent environ 55 % des ouvrages. La Seine-Saint-Denis possède une forte proportion d'ouvrages à ciel ouvert non végétalisés, et notamment des toitures, relativement aux autres départements. L'absence de végétalisation pourrait peut-être être associée aux moindres ressources financières des communes du territoire, qui ne pourraient pas assumer l'entretien de nouveaux espaces verts (cf. chapitre 4, section 3.2). Enfin, Paris se démarque en petite couronne avec près de 65 % d'ouvrages à ciel ouvert et végétalisés : près de 35 % de son patrimoine est composé de toitures, et près de 30 % d'espaces ouverts urbains. Les cuves aériennes et enterrées sont également surreprésentées relativement au patrimoine de l'agglomération, puisque ces deux catégories forment près de 10 % du patrimoine parisien.

Les patrimoines de techniques varient selon la temporalité de la mise en œuvre des politiques de gestion des eaux de pluie et selon la nature de ces politiques : le département de Seine-Saint-Denis possède un patrimoine à ciel ouvert important mais relativement moins végétalisé, ce qui peut être expliqué par l'ancienneté de la production du patrimoine, dont les premiers ouvrages datent des années 1970. Plusieurs générations d'ouvrages de gestion alternatives sont donc présentes sur le territoire, la gestion *in situ* est donc proportionnellement moins lisible. Cependant, on a vu la faible part d'ouvrages d'infiltration de ce territoire (cf. figure 5.9, section 2.3.) : le département est peut-être limité dans la gestion des eaux de pluie par les risques géotechniques, ou, sujet non encore évoqué, par la pollution des sols, qui ont été fortement occupés par l'industrie. L'ancienneté du patrimoine et les spécificités territoriales permettent donc d'expliquer la culture technique de la Seine-Saint-Denis. Le territoire des Hauts-de-Seine, malgré une politique forte de régulation des rejets aux réseaux²²⁵ présente essentiellement des ouvrages de stockage-restitution. Ceci peut probablement en partie s'expliquer par le caractère récent de la mise en œuvre des politiques du département : en Seine-Saint-Denis, un long travail de concertation, voire de confrontation avec les aménageurs et maîtres d'œuvre du territoire a permis de faire émerger une approche commune et consensuelle des aménagements (cf. chapitre 4, section 2.2). La focalisation de l'action des Hauts-de-Seine sur la coordination avec les communes, et la relative nouveauté de ses politiques n'a peut-être pas encore permis de faire émerger une telle vision commune. Enfin, la particularité de la règle d'abattement volumique préconisée par la ville de Paris explique la spécificité de son patrimoine : ce dernier élément montre le poids plus fort des politiques que du type de tissu urbain sur la production des ouvrages, puisque dans un tissu très dense on trouve une grande proportion d'ouvrages à ciel ouvert végétalisés. Ce constat peut cependant être modéré par la forte présence de toitures dans le patrimoine parisien.

²²⁵ La limite des rejets du territoire est située entre 1 et 4 L/s/ha, alors qu'en Seine-Saint-Denis elle varie entre 6 et 10 L/s/ha, cf. figure 7, page 34 de l'introduction générale.

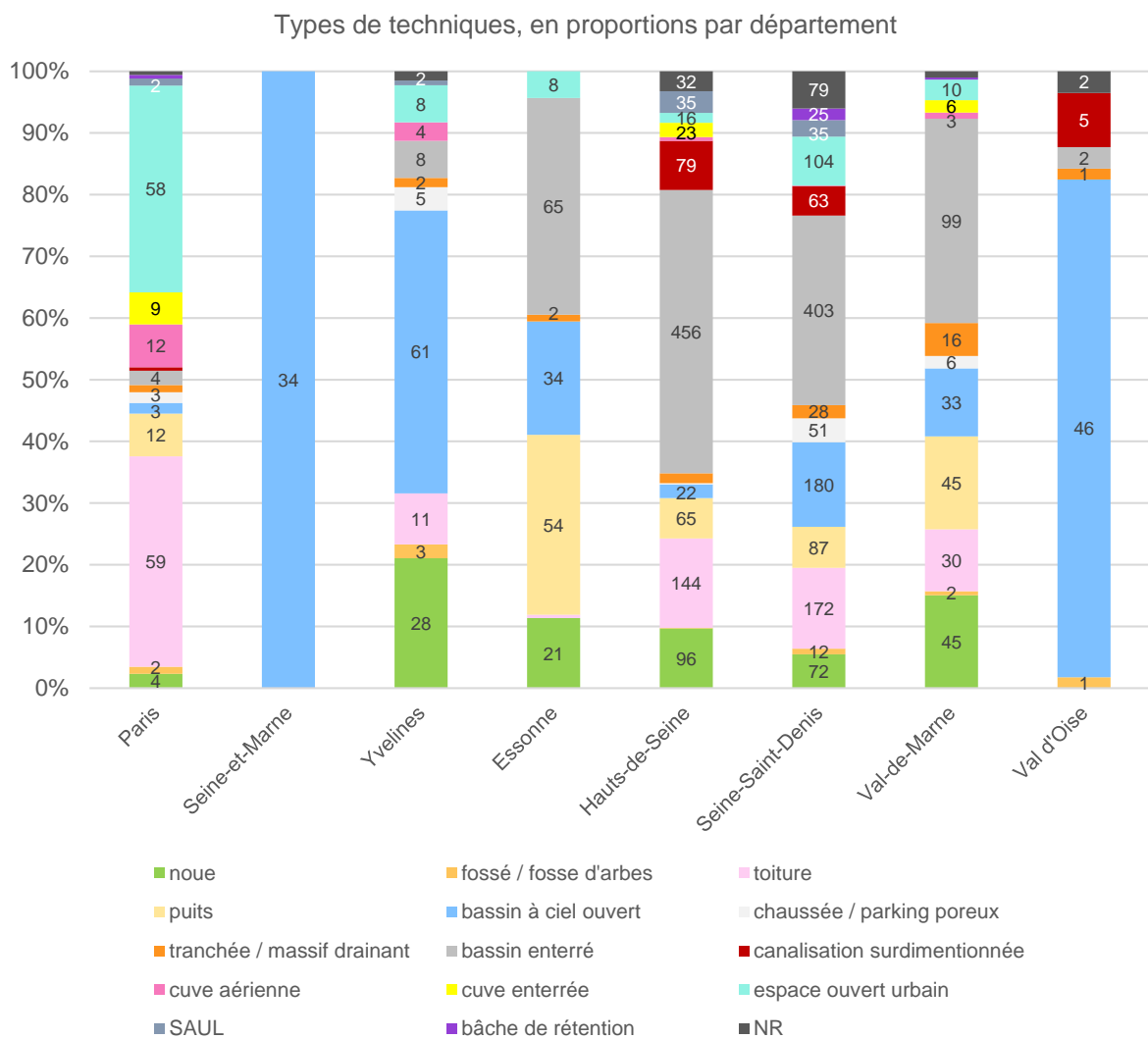
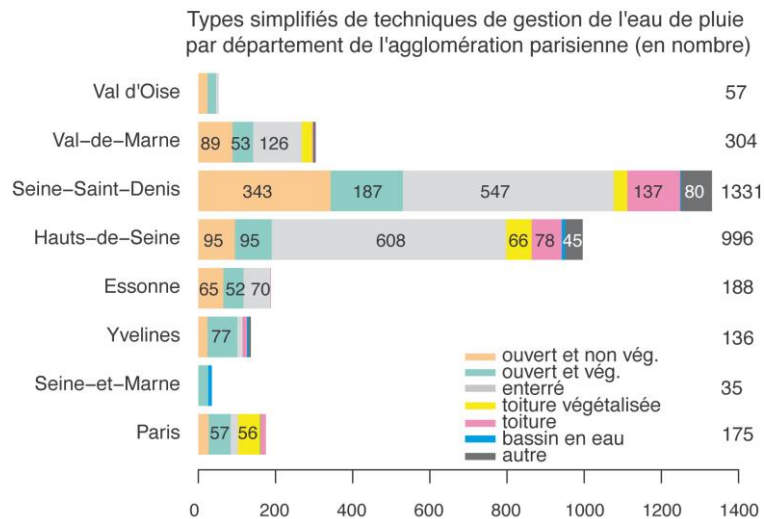


Figure 5.10 Graphiques des profils des patrimoines départementaux, eaux de pluie

La variation des techniques en fonction du gradient d'urbanisation est approchée par les types d'occupation des sols à l'aide des trois graphiques de la figure 5.11 : ils représentent, dans l'ordre, les proportions de modes d'occupation des sols dans l'agglomération, les densités de techniques par mode

d'occupation des sols et les types de techniques par modes d'occupation des sols. Le jeu de données utilisé est le mode d'occupation des sols de 2012 (MOS) en vingt-quatre postes d'occupation, produit par l'IAU. Dans le dernier graphique, les types de techniques très peu représentés ont été supprimés, ainsi que certains postes du jeu de données des modes (on a arbitrairement supprimé tous les postes pour lesquels moins de cinquante techniques apparaissaient).

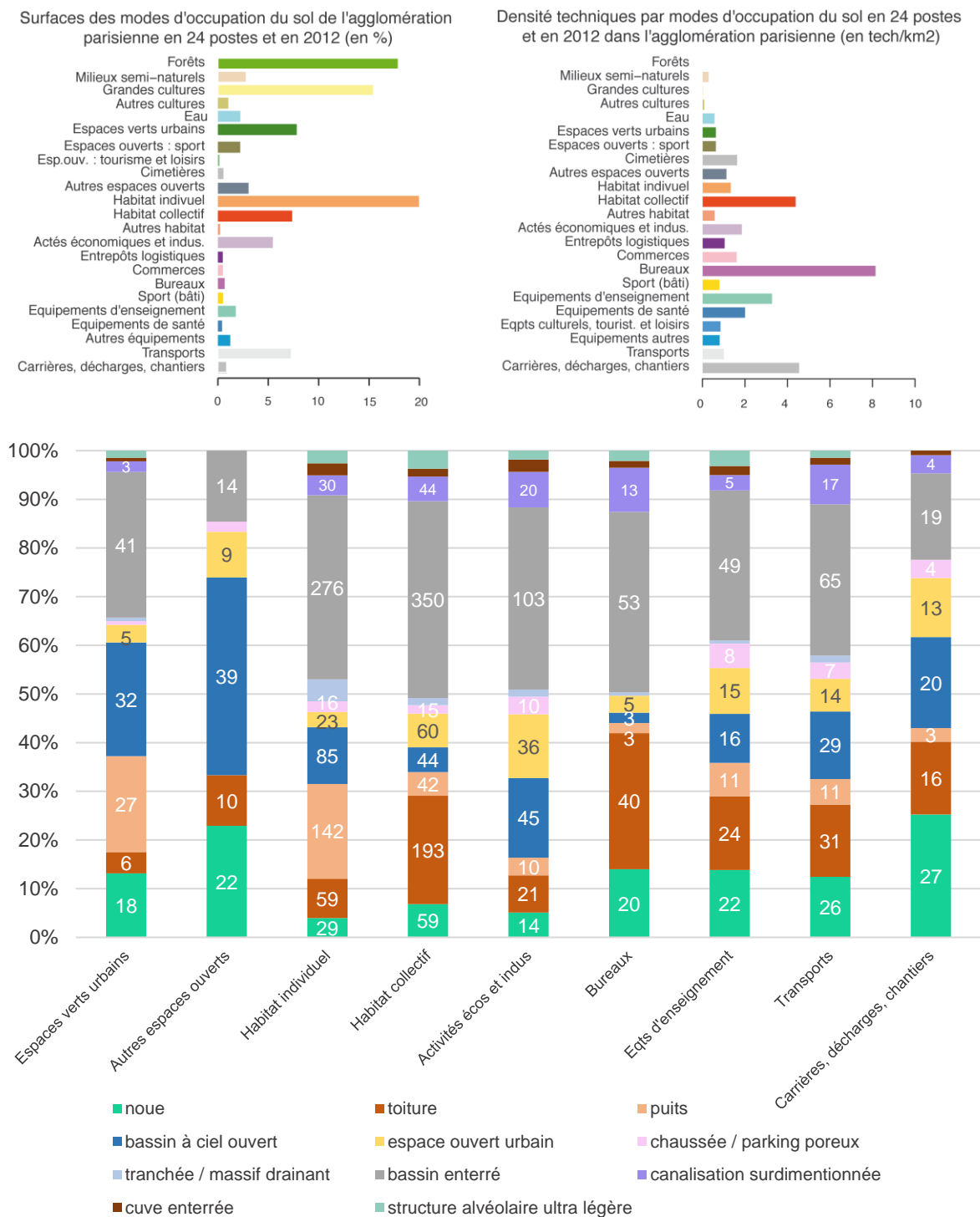


Figure 5.11 Graphique des proportions de techniques alternatives par type d'occupation des sols
N.B. Les nombres indiqués sur les barres représentent les valeurs absolues correspondant aux parts de technique par poste de MOS.

Dans les deux graphiques du haut de la figure 5.11 sont présentées en regard l'importance des différents postes d'occupation des sols dans l'agglomération parisienne (à gauche) et les densités de techniques par postes (à droite). Les densités sont généralement très faibles : en moyenne on trouve 5 techniques au km², tous types de modes d'occupation des sols confondus. En toute logique, les espaces non urbanisés ne sont pas équipés en techniques alternatives ou très faiblement. La densité des techniques par mode d'occupation des sols confirme la corrélation entre bâti dense et présence de techniques : les zones de bureaux sont les plus densément équipées (avec près de huit techniques au km²) ; les zones d'habitat collectif, les zones de carrière, décharge et chantier, et les équipements d'enseignements se démarquent ensuite. La présence préférentielle de techniques dans ces types d'occupation des sols montre d'une part la corrélation entre urbain dense et gestion alternative, et d'autre part, que les espaces en mutation de l'agglomération parisienne sont dynamiques en termes de production d'ouvrage, puisque les carrières et chantiers sont les espaces qui concentrent une partie du renouvellement urbain (Adam *et al.*, 2019). De plus, les équipements publics semblent relativement bien équipés, notamment le bâti dédié au sport et les équipements d'enseignement : le rôle d'exemplarité des pouvoirs publics explique probablement ce trait. La faiblesse de la densité de techniques dans les espaces en eau et les espaces verts et ouverts indique, pour les espaces en eau que les techniques alternatives en constituent très peu, et pour les espaces verts que ceux-ci sont peu investis pour la gestion intégrée des eaux de pluie.

Les proportions des différents types de techniques en fonction de l'occupation des sols permettent d'affiner ces premiers résultats. Pour la plupart des types d'occupation des sols, les parts des ouvrages enterrés et à ciel ouvert sont environ à l'équilibre, conformément à leur répartition globale. Cependant, les espaces ouverts ainsi que les carrières et chantiers se démarquent par la forte proportion de techniques à ciel ouvert, qui représentent 90 % des techniques localisées dans les premiers et 80 % dans les seconds. Les bassins à ciel ouvert sont très représentés dans les premiers, ainsi que les noues, tandis que les seconds rassemblent presque également des bassins, des noues, des toitures et des espaces ouverts urbains. Le premier poste pourrait rassembler les espaces publics urbains minéraux de type square, place, etc. dotés de techniques de gestion des eaux de pluie. De plus, les espaces verts urbains présentent également une légère surreprésentation des ouvrages à ciel ouvert (environ 65 %), avec notamment une forte proportion de bassins à ciel ouvert : la même logique d'aménagement les concerne donc. La présence de techniques dans les carrières et chantiers s'explique comme on l'a déjà exposé par leur mutation²²⁶ : ce poste est donc représentatif des projets urbains récents. La présence d'une large gamme de techniques intégrées permet donc d'envisager un dynamisme contemporain en leur faveur. La surreprésentation de toitures dans l'habitat collectif et dans les zones de bureaux, ainsi que la forte présence de puits dans l'habitat individuel nous permettent de confirmer le lien entre densité urbaine et ouvrages peu consommateurs en foncier – ici les toitures –, ainsi que l'usage préférentiel des puits dans les zones où la vulnérabilité est moins forte. Le rapport direct à la gestion de la pluie dans l'habitat pavillonnaire, qui se fait au moyen d'un puisard au fond du jardin, est également notable. Dans ce cas, les techniques alternatives de gestion de l'eau de pluie n'en sont peut-être pas, et technicisent peut-être un rapport initialement plus empirique à l'hydrologie.

3.2 Caractéristiques quantitatives de techniques alternatives

L'analyse du patrimoine de techniques de gestion des eaux pluviales d'Eaubaine peut être prolongée par l'étude des dimensions et surfaces associées aux ouvrages : les volumes, emprises au sols et surface désimperméabilisées associés aux types d'ouvrage permettent d'en préciser la fonction et l'importance. Les dimensions des ouvrages et les surfaces associées sont d'abord représentées par des graphiques permettant d'en détailler les distributions, puis cartographiées.

²²⁶ Les occupations des sols correspondent au MOS 2012, or certaines techniques lui sont postérieures.

Dans les graphiques des figures 5.12 et 5.13, les ouvrages concernant à la fois la gestion des eaux de pluie et des cours d'eau, c'est-à-dire essentiellement des bassins à ciel ouvert en eau ou sec de grandes tailles, ne sont pas étudiés : leurs dimensions sont très différentes de celles des ouvrages de gestion à la parcelle, du fait de leur double fonction. Les graphiques A et B de la figure 5.12 représentent respectivement les volumes des ouvrages cumulés par techniques, et les emprises au sol, également cumulés par techniques à ciel ouvert.

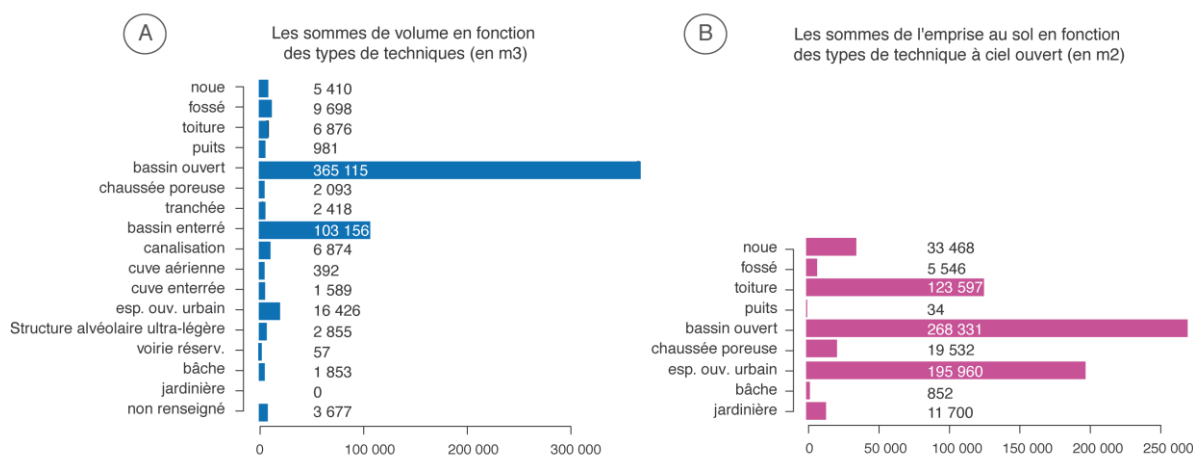


Figure 5.12 Graphiques des sommes de volumes et d'emprises au sol des techniques de gestion des eaux de pluie

Les graphiques A et B mettent en évidence le grand rôle joué par les bassins à ciel ouvert dans la gestion des eaux de pluie de l'agglomération parisienne. Ce sont les principaux ouvrages en termes de volumes gérés mais également en termes d'espace occupé dans le paysage de l'agglomération, si l'on raisonne en surface. Dans le graphique A, les volumes des bassins à ciel ouvert et enterrés sont très supérieurs aux volumes des autres ouvrages. La gestion des eaux de pluie est quantitativement à 90 % assumée par les bassins à ciel ouvert et enterrés. Ainsi, les bassins à ciel ouvert, avec environ 365 000 m³ représentent 70 % des volumes totaux, alors que les bassins enterrés, à la deuxième place, ne cumulent que 100 000 m³ de volume de stockage environ. Pour comparaison, à lui seul, le tunnel réservoir Ivry Masséna du Syndicat intercommunal d'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP), considéré comme le plus grand ouvrage de stockage de ce type d'Europe, a un volume de 80 000 m³²²⁷. Or, le patrimoine n'est constitué que de 413 bassins à ciel ouvert contre 1 037 bassins enterrés : soit le volume moyen des premiers est très élevé, soit la distribution de leurs volumes comporte des valeurs extrêmes. Les bassins à ciel ouvert s'imposent comme des ouvrages relativement massifs, conformément à l'analyse qui en a été faite en première partie (chapitre 2, section 3) : ils jouent un rôle majeur de stockage des eaux de pluie de l'agglomération, suivis par les bassins enterrés qui sont donc de plus petits ouvrages, plus diffus. Enfin, les espaces ouverts urbains arrivent en troisième position des plus gros volumes, avec environ 16 500 m³ : ceci est conforme à leur qualité de bassin à ciel ouvert intégré au paysage urbain, ils ont également une mission de stockage, cependant beaucoup moins marquée. Les emprises au sol des ouvrages sont de manière générale assez faibles : environ soixante-cinq hectares au total. Les ouvrages de gestion des eaux de pluie occupent donc une toute petite surface de l'agglomération, de plus, douze de ces soixante-cinq hectares sont des surfaces de toitures : ne restent donc au sol que quelques cinquante hectares d'ouvrages. Les bassins à ciel ouvert en représentent la moitié avec leurs vingt-sept hectares d'emprise au sol, et ont en moyenne une surface d'environ 650 m², suivis par les espaces ouverts urbains avec près de vingt hectares. Les autres valeurs sont très faibles, en cohérence avec

²²⁷ Source : <https://www.siaap.fr/equipements/le-reseau/les-ouvrages-de-stockage/>, consulté le 23/05/2019.

la forme des techniques et leur quantité : les noues se démarquent cependant un peu avec un peu plus de trois hectares de surface dans l'agglomération parisienne. Ainsi, le slogan « l'eau dans la ville », formulé par le Plan urbain dans les années 1980 semble, quarante années plus tard, très peu d'actualité, une très faible part du foncier de l'agglomération étant effectivement consacré à la gestion des eaux de pluie.

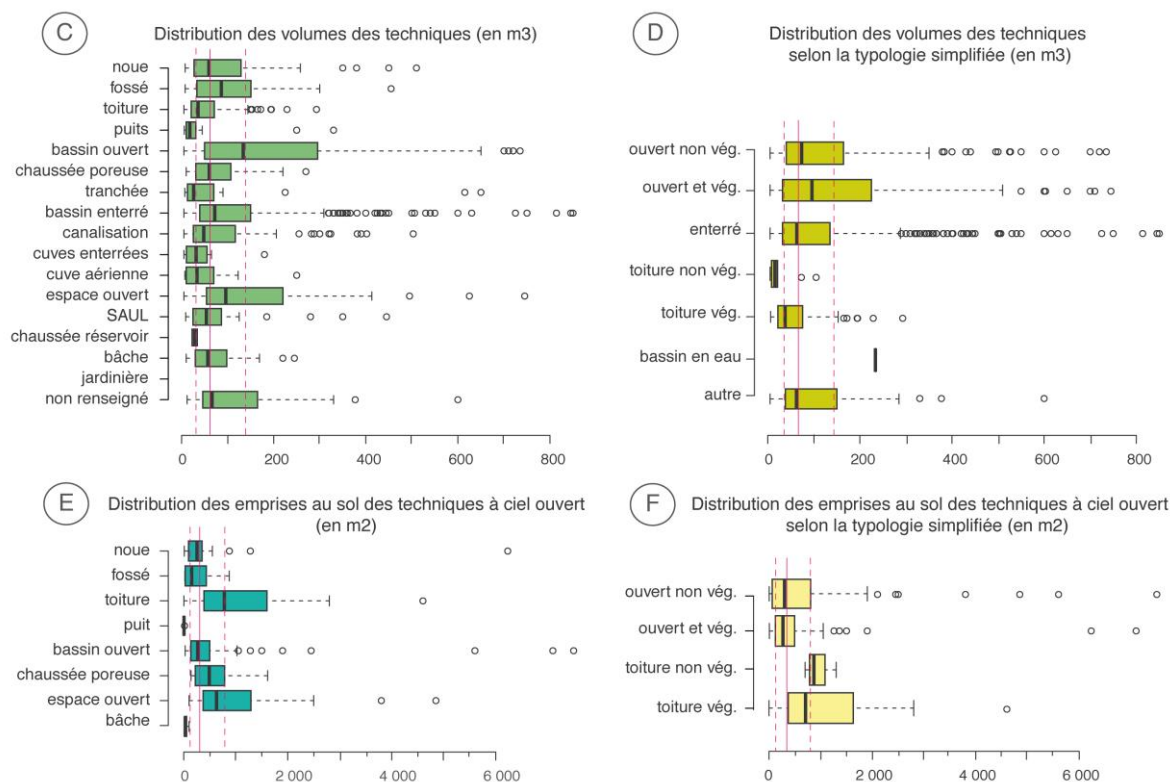


Figure 5.13 Graphiques des distributions de volumes et d'emprises au sol des techniques de gestion des eaux de pluie

L'observation des valeurs pour les volumes des bassins à ciel ouvert a permis de constater que la distribution contient des valeurs extrêmes : les 5 % des valeurs les plus fortes et les 5 % des valeurs les plus faibles ont donc été supprimées pour les graphiques C, D, E et F de la figure 5.13. Ce sont des graphiques en boîtes représentant les distributions des valeurs par types d'ouvrage et selon la typologie simplifiée. Les graphiques en boîtes se lisent ainsi : la boîte représente l'espace interquartile, c'est à dire entre le premier quartile, figuré par le segment gauche de la boîte, et le troisième quartile, figuré par le segment de droite : la moitié des valeurs sont donc comprises dans cette boîte, et le segment qui la coupe représente la médiane. Les boîtes sont complétées par des moustaches : ce sont les pointillés de part et d'autre, terminés par des petits segments verticaux. Ces moustaches représentent les valeurs comprises dans une fois et demi l'espace interquartile, avant le premier et après le troisième quartile. Les valeurs qui sortent de ces moustaches sont considérées comme des valeurs atypiques dans la distribution. Les valeurs de la distribution tous types confondus ont été tracées par des segments rouges sur les graphiques : les premier et troisième quartiles figurent en pointillés de chaque côté de la médiane, en trait plein. Les graphiques C et D concernent les distributions des volumes des techniques, et les E et F des emprises.

Malgré la suppression des valeurs extrêmes, les distributions observées dans les quatre nouveaux graphiques montrent la prééminence des bassins à ciel ouvert. Cependant, les variations des autres ouvrages peuvent maintenant être un peu précisées. L'essentiel des ouvrages est composé de petits volumes, la moitié des ouvrages est en effet en-dessous ou égal à soixante-cinq m³ (médiane générale), et les trois-quarts à 144 m³ (troisième quartile de la distribution générale). Les ouvrages les plus fortement dimensionnés sont

les bassins à ciel ouvert, malgré la suppression des valeurs extrêmes : leur grande dimension est donc ici confirmée. Arrivent ensuite les espaces ouverts urbains, selon la même logique que pour la figure 5.12, puis les bassins enterrés. Rappelons que les ouvrages enterrés sont le type majoritaire des techniques d'Eaubaine, et qu'ils pèsent donc fortement dans les distributions de valeurs. Leur distribution statistique est intéressante puisqu'on s'aperçoit que s'ils sont généralement de taille modeste, conforme aux valeurs moyennes identifiées, ils présentent un grand nombre de valeurs atypiques fortes : quelques grands bassins enterrés, probablement liés à des équipements massifs, des parkings par exemple, détonnent dans un paysage de petits bassins enterrés associés à des formes bâties plus répandues. Les noues et fossés présentent des volumes importants : ces ouvrages linéaires discrets génèrent des volumes de stockage important. Au contraire, les toitures, associées à des surfaces apparemment plus importantes, présentent des petits volumes de stockage : ces ouvrages semblent peu efficaces relativement à cette fonction.

Les distributions des emprises au sol des techniques à ciel ouvert sont moins cohérentes avec l'analyse des graphiques de la figure 5.12 : les bassins à ciel ouvert sont en général faiblement dimensionnés, mais présentent de nombreuses valeurs atypiques, tandis que les toitures et les espaces ouverts urbains se démarquent comme ouvrages en général les plus grands. Ceci nous permet d'avancer que les importantes surfaces au sol des bassins à ciel ouvert sont liées à leur grand nombre et à quelques grands ouvrages. Les noues occupent en général une faible surface, ce qui valorise encore leur fonction de stockage, importante relativement à cette faible emprise.

Les graphiques D et F, représentent les mêmes données selon les types simplifiés, ils permettent de distinguer des différences de dimensionnements entre ouvrages végétalisés et non végétalisés. Les ouvrages à ciel ouvert et végétalisés ont de plus grands volumes que les ouvrages à ciel ouvert non végétalisés, cette hiérarchie se retrouve pour les toitures. Les résultats du graphique F semblent inverses : les ouvrages végétalisés ont généralement une emprise moindre que les ouvrages non végétalisés. Pour ce qui est des toitures, les emprises des toitures végétalisées présentent une distribution de valeurs plus étendue que celles des toitures non végétalisées, qui sont cependant majoritairement plus grandes que les toitures végétalisées. Ainsi, les ouvrages végétalisés occupent moins d'espace mais génèrent plus de volume de stockage : ils semblent donc plus efficaces dans la perspective de la rétention des eaux de pluie. Ils peuvent par conséquent sembler peu dédiés à la gestion diffuse des eaux de pluie, qui induit des grandes surfaces de contact entre l'eau et les sols, afin de les dépolluer.

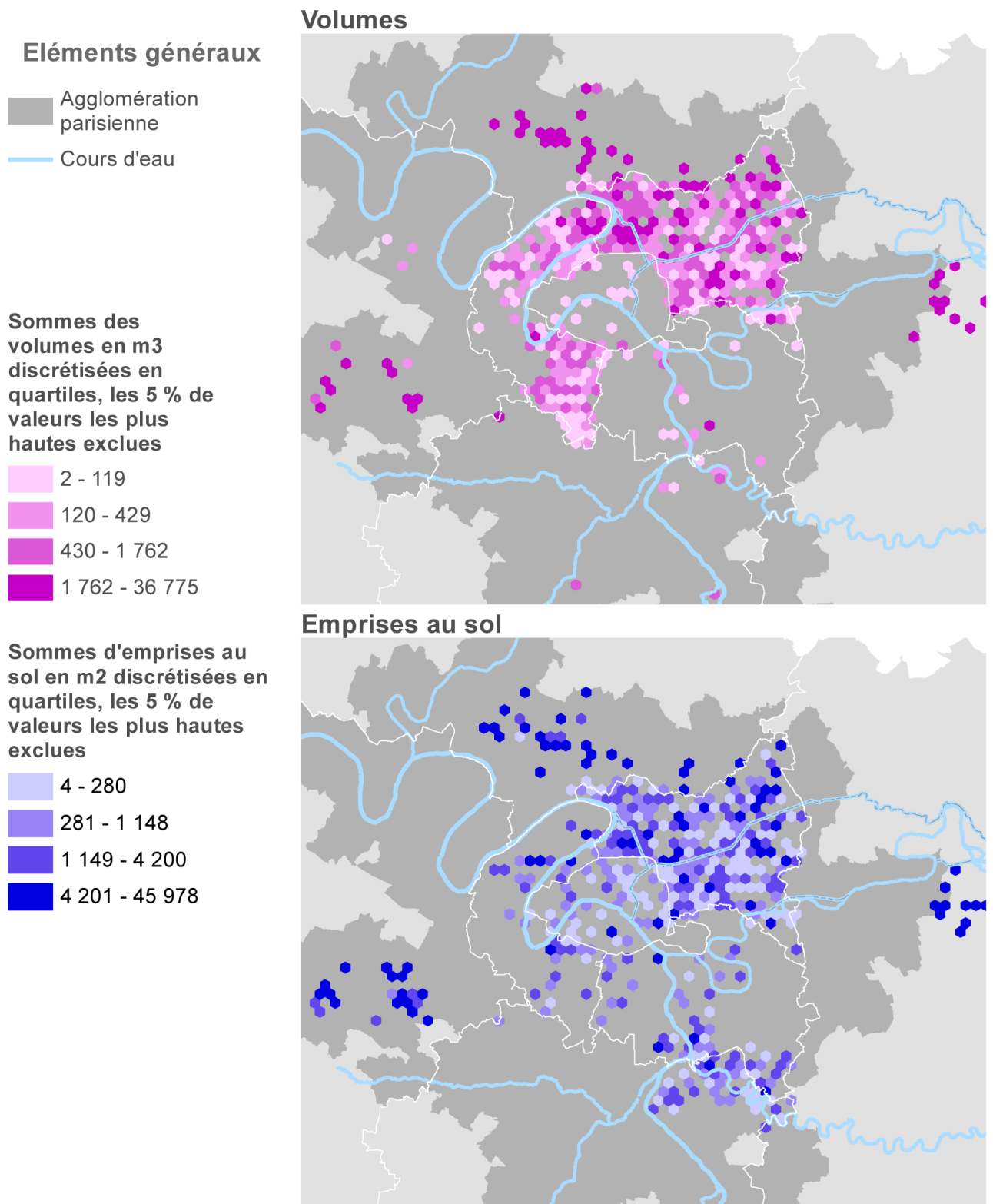
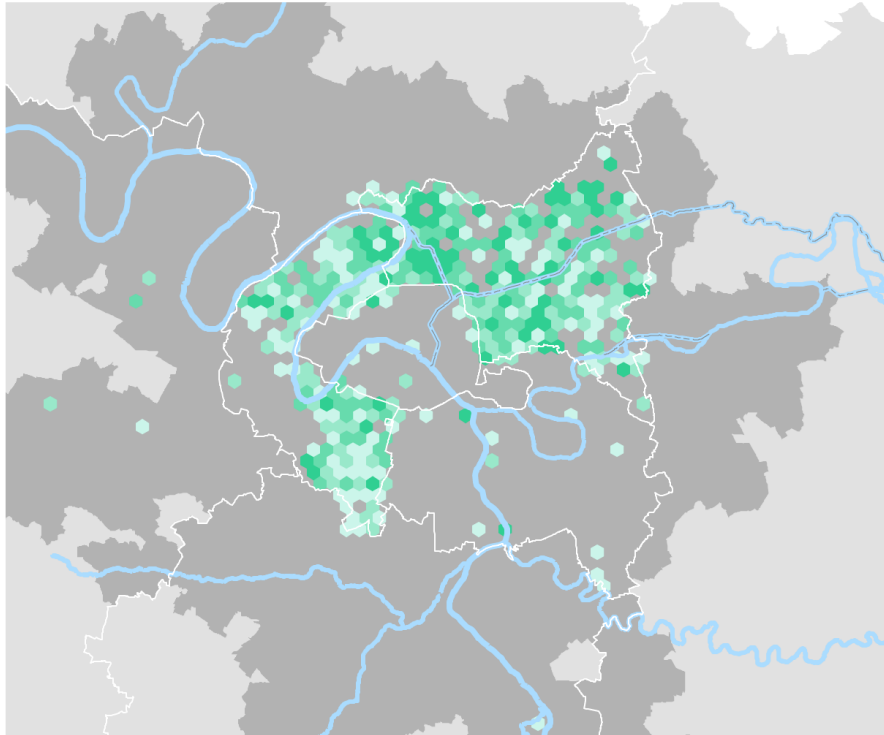


Figure 5.14 Cartes des densités volumes et des surfaces associés aux techniques de gestion des eaux de pluie

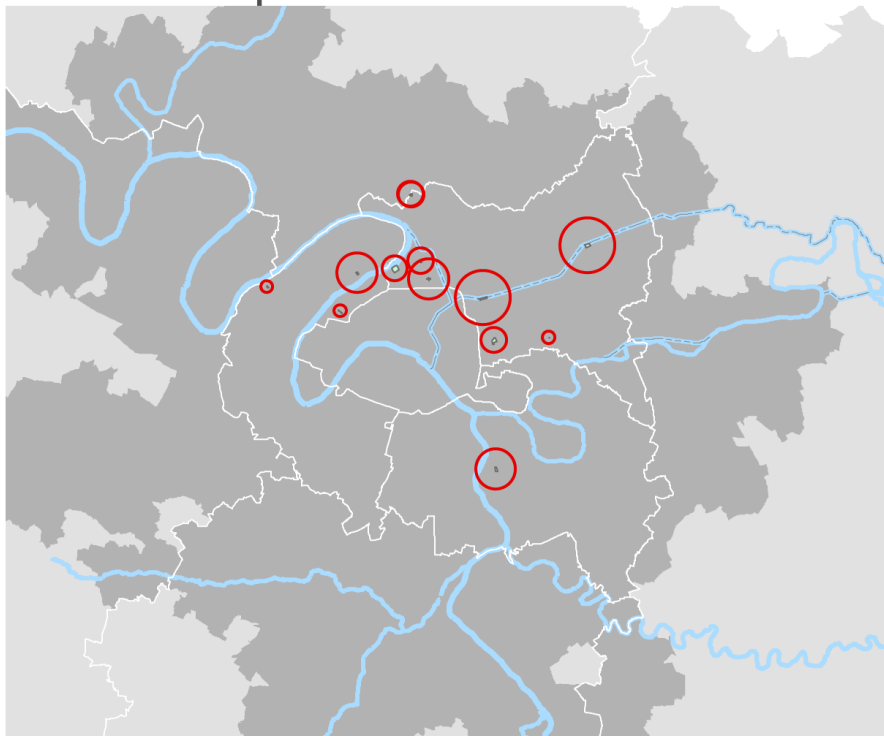
Surfaces des bassins versants



Sommes des surfaces de bassins versants gérés en m2 discrétisées en quartiles, les 5 % de valeurs les plus hautes exclues

- 4 - 6 034
- 6 035 - 18 262
- 18 263 - 44 107
- 44 108 - 230 024

Surfaces désimperméabilisées



Surfaces désimperméabilisées en m2 discrétisées en quartiles

- 0 - 2 000
- 2 001 - 5 000
- 5 001 - 10 000
- 10 001 - 15 746



Les volumes des techniques, leurs emprises au sol, la surface des bassins versants gérés par les techniques, ainsi que des surfaces désimperméabilisées²²⁸ sont cartographiés dans les cartes de la figure 5.14. Ces traitements cartographiques utilisent toutes la donnée disponible : les techniques gérant à la fois les eaux pluviales et les cours d'eau. Les traitements sont menés au moyen d'un maillage : les techniques ne sont plus représentées individuellement, le territoire de l'agglomération est divisé par un pavage en hexagones réguliers dont le cercle inscrit mesure 1 km de diamètre. Si une maille ne présente aucune technique elle n'est pas représentée sur cette carte. Les traitements effectués sont les suivants : les volumes des ouvrages, les emprises au sol des ouvrages à ciel ouvert et les surfaces de bassins versants gérés des aménagements²²⁹ sont sommés à la maille. Les sommes des mailles ont été discrétisées en quatre classes d'effectifs égaux (quartiles), les 5 % des valeurs extrêmes hautes sont supprimées des représentations. Enfin, les surfaces désimperméabilisées ont été représentées par des symboles gradués. Ceux-ci ont été classés selon quatre classes d'effectifs égaux (quartiles).

La lecture de ces cartes permet de distinguer une plus forte intensité de gestion dans le territoire de Seine-Saint-Denis : ceci est cohérent avec la mise en œuvre ancienne de politiques de gestion des eaux de pluie, ainsi qu'avec le grand nombre de techniques présentes sur ce territoire. Cependant, la Seine-Saint-Denis est aussi le département dont la réglementation des rejets aux réseaux est la moins forte, ce qui laisse supposer qu'une règle drastique de régulation des rejets n'engendre pas une mise en œuvre conséquente de la gestion en amont des réseaux. Les grandes valeurs des emprises au sol sont également visibles dans les villes nouvelles, et la région d'Enghien-les-Bains : les bassins de retenue sont encore visibles sur ces cartes, qui confirment les fortes dimensions de ce type d'ouvrage. Les valeurs des emprises au sol sont peu représentées pour les Hauts-de-Seine où une forte proportion des ouvrages est enterrée, les volumes y sont également généralement plus faibles. La boucle de Seine de Gennevilliers, limitrophe de la Seine-Saint-Denis et territoire fortement industrialisé, concentre également des fortes valeurs. Elles sont peut-être liées à la proximité du territoire à la Seine : de part et d'autre de la boucle les volumes semblent plus importants. Ceux-ci ont peut-être vocation à préserver le cours d'eau des éventuels débordements de réseaux. Enfin, les surfaces désimperméabilisées, correspondent en fait aux opérations subventionnées par l'agence de l'eau Seine Normandie, pour laquelle c'est un critère de subvention (cf. chapitre 4 section 2.1.). Ces opérations sont principalement situées en Seine-Saint-Denis, en bordure de la frontière avec Paris. Trois opérations avec désimperméabilisation sont localisées dans les Hauts-de-Seine, dans la boucle de Gennevilliers et à Nanterre. Les surfaces les plus conséquentes, entre un et 1,5 ha, sont situées sur le canal de l'Ourcq.

3.3 Les techniques dans le temps

Les techniques recensées sont pour certaines anciennes : l'inventaire mené par la Seine-Saint-Denis a été initié dans les années 1990 et comprend des techniques antérieures. Les inventaires des Hauts-de-Seine et de la ville de Paris sont plus récents, mais comprennent peut-être également des données sur des techniques plus anciennes. De plus, on a établi un certain nombre d'hypothèses relatives à la tradition et l'ancienneté des techniques en Seine-Saint-Denis, ainsi qu'à la succession des générations des techniques alternatives. Quelle dynamique de production des ouvrages dans l'agglomération parisienne peut être saisie grâce à Eaubaine ? Distingue-t-on plusieurs générations de techniques, qui seraient donc de types différents selon les époques ? De plus, les techniques alternatives sont également nommées « compensatoires à l'urbanisation ». Compensent-elles effectivement la forte imperméabilisation des sols de l'agglomération parisienne ?

²²⁸ La définition de ces surfaces désimperméabilisées est donnée dans le tableau décrivant la structure d'Eaubaine (cf. tableau 5.2.)

²²⁹ Ou des techniques lorsque celles-ci n'avaient pas d'entité « aménagement » correspondante.

La dynamique de l'évolution de la production des ouvrages dans le temps est d'abord représentée par des cartes et de graphiques distribuant les techniques dans le temps. Cette évolution est ensuite mise en regard de l'évolution de l'occupation des sols dans l'agglomération parisienne : la capacité de prise en charge de l'imperméabilisation des sols par les techniques alternatives est ainsi testée.

Dans les cartes de la figure 5.15 les techniques sont représentées selon la typologie simplifiée. Le recensement ayant été mené entre 2016 et 2018, la dernière période est relativement incomplète. Une étoile représente pour chaque carte le centre gravité des techniques : ce dernier permet de donner une idée de la relation entre densité de localisation des techniques et répartition spatiale. Sur le graphique A est représentée la somme d'ouvrages produits, par tranches de cinq années, entre 1970 et 2018. Les proportions de techniques selon les périodes sont enfin représentées dans le graphique B.

Les techniques connaissent en effet une production croissante : sur les trois premières cartes de la figure 5.15, l'augmentation de leur nombre est visible, ainsi que le déplacement de la production. Les techniques sont d'abord, entre 1970 et 1989 essentiellement produites en Seine-Saint-Denis, plutôt dans la partie est périurbaine (les réseaux départementaux sont séparatifs dans ce secteur). À cette époque, les techniques alternatives jouaient probablement un rôle de substitution aux réseaux : elles permettaient d'équiper un territoire peu dense en ouvrages pour la gestion de la pluie. Les techniques produites pendant cette période sont de plus essentiellement des ouvrages à ciel ouvert : ils possèdent une grande capacité volumique, ce qui conforte notre hypothèse d'équipement du territoire pour la gestion des eaux de pluie. Dans les années 1990 elles se démultiplient, toujours au sein de ce même territoire, se diversifient et une densité importante de techniques apparaît dans la bordure de la frontière avec Paris. Les techniques intégrées apparaissent dans la portion dense de la Seine-Saint-Denis, de plus ce sont en grande partie des ouvrages enterrés, aux capacités volumiques plus faibles. À partir de cette période, alors que le territoire se densifie, elles sont plutôt dédiées à pallier les dysfonctionnements des réseaux, à retenir l'eau de pluie en amont, et à prévenir les débordements en Seine selon une logique de stockage-restitution. Quelques techniques sont visibles dans le Val-de-Marne et dans les Hauts-de-Seine, ce qui permet d'émettre l'hypothèse qu'un patrimoine existe également alors dans ces territoires, mais qu'il n'est pas connu. Quelques ouvrages végétalisés et toitures stockantes apparaissent également : elles marquent un frémissement dans la production des ouvrages, vers l'utilisation des sols et de la végétation.

Les techniques produites dans les années 2000 sont densément réparties dans les Hauts-de-Seine : la politique de régulation des rejets aux réseaux a un effet considérable sur la production d'ouvrages, qui dépasse alors celle de la Seine-Saint-Denis. Les techniques produites dans les Hauts-de-Seine sont essentiellement des ouvrages enterrés, tandis que la production se diversifie considérablement en Seine-Saint-Denis, conformément à son statut d'avant-garde en la matière : À partir des années 2010, la production semble chuter : elles sont alors essentiellement produites dans le territoire des Hauts-de-Seine, mais également pour quelques-unes à Paris, dans les Yvelines, dans le Val-de-Marne et le Val-d'Oise : la proportion de techniques enterrées semble avoir considérablement chuté dans la dernière période.

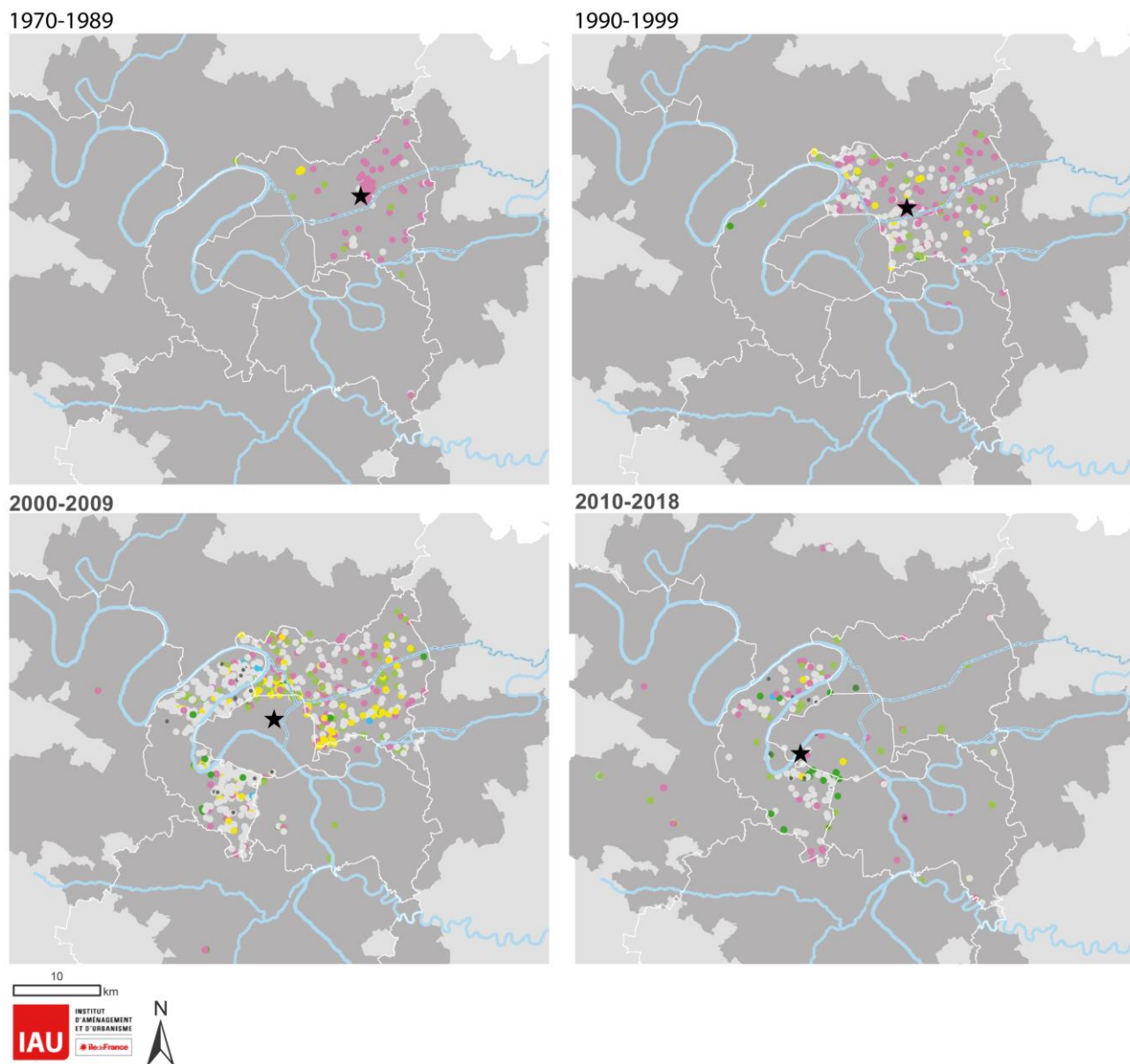
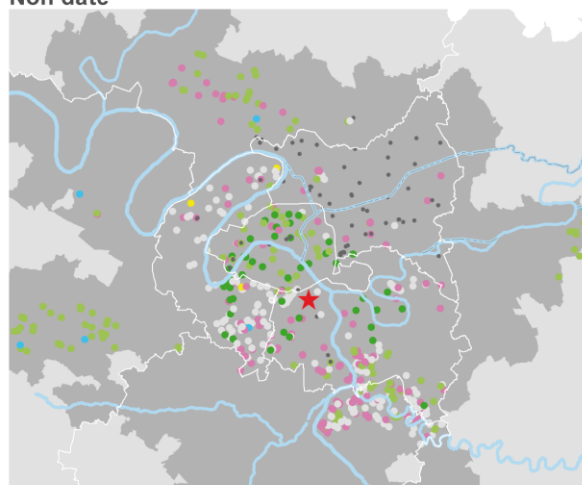


Figure 5.15 Cartes et graphiques de l'évolution des techniques de la gestion des eaux de pluie dans le temps, Eaubaine, 1970-2018

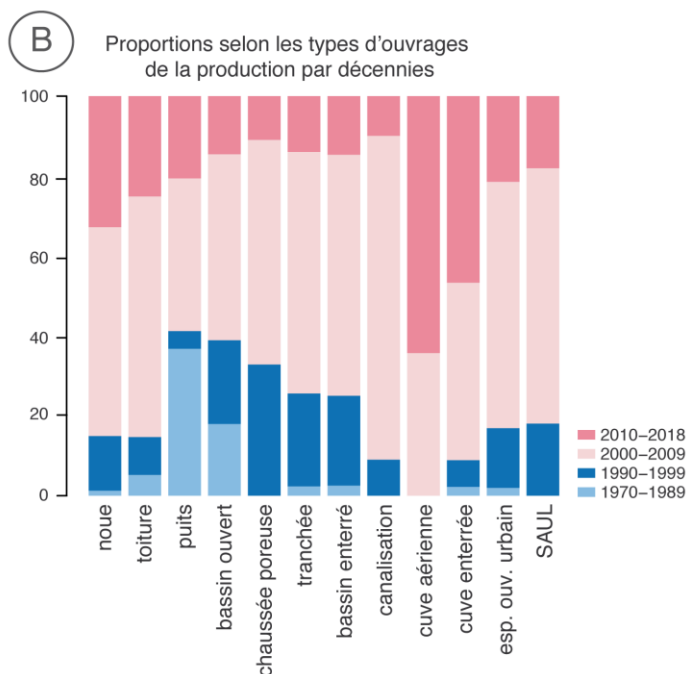
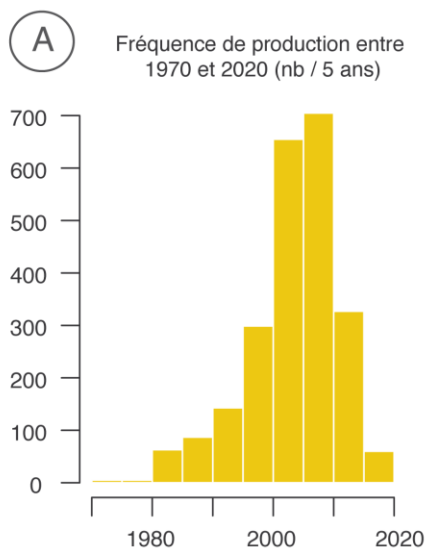
Non daté



Les types d'ouvrages selon la typologie simplifiée

- ouvrages à ciel ouvert non végét.
- ouvrages à ciel ouvert végétalisés
- toitures végétalisées
- toitures non végétalisées
- bassins en eau non végét.
- ouvrages enterrés
- autres

- Cours d'eau
- Agglomération parisienne
- ☆ Centre moyen des techniques



La dernière carte, enfin, représente les ouvrages non datés qui composent près d'un tiers des techniques (28 %). Les techniques cartographiées semblent appartenir à plusieurs époques de la production : on distingue les bassins de retenue des villes nouvelles et de la région d'Enghien, mais également les techniques du territoire du syndicat de l'Yerres, ainsi que les techniques de la ville de Paris, qui datent pour leur part des années 2000 et 2010. Les techniques représentées dans les Hauts-de-Seine sont peut-être les techniques antérieures à l'inventaire. Peu de conclusions peuvent être tirées de cette dernière carte, qui a essentiellement le mérite de pondérer les analyses qui précèdent par la mise en valeur d'un patrimoine non daté. On peut cependant avancer que les tendances observées seraient plus marquées avec la datation de ce patrimoine : les techniques des villes nouvelles sont des bassins à ciel ouvert, produits depuis les années 1970, et celles de la ville de Paris sont essentiellement des ouvrages à ciel ouvert et toitures végétalisées.

La dynamique de production est représentée par type simplifié de techniques sur le graphique B. Les barres bleues représentent la part des techniques produites avant 2000, les barres roses celle produite après 2000. La part des techniques produites après 2000 des noues, des toitures, des cuves et des espaces ouverts urbains est très faible, ce qui indique que ces techniques sont de production plus récente que les bassins

ouverts et enterrés, puits, et tranchées drainantes : ces techniques pourraient donc être en proportions croissantes dans la production. Cependant c'est aussi le cas des structures alvéolaires ultra légères (SAUL) et des canalisations surdimensionnées. Si l'on observe la part de techniques produites après 2010, celle-ci semble favorable aux cuves aériennes et enterrées, aux noues et aux toitures : celles-ci se démarquent donc comme les ouvrages dont la production est la plus dynamique sur cette dernière période, relativement à leur production passée.

L'évolution de la production des techniques peut enfin être complétée par la lecture du graphique A. La production augmente régulièrement jusqu'en 1995, elle connaît ensuite une croissance forte entre 1995 et 2005 : entre 1995 et 2000 cette croissance est due aux techniques de la Seine-Saint-Denis, puis entre 2000 et 2005 à la production dans les Hauts-de-Seine. La production d'ouvrage croît très légèrement entre 2005 et 2010 puis décroît. La chute dans la production entre 2010 et 2020 est liée à la temporalité de l'inventaire : les données n'étaient pas encore identifiées, ou du moins pas formalisées par les contributeurs. Tout ceci nous amène à souligner deux points : d'une part l'augmentation de la croissance est enregistré avant même l'arrivée des données des Hauts-de-Seine, ce qui pourrait indiquer que la forte croissance de 2000 n'est pas seulement due à celle-ci. Les techniques alternatives se démultiplient donc plus fortement à partir de la seconde moitié des années 1990, abstraction faite du complément d'inventaire apporté par les Hauts-de-Seine. De plus, la connaissance des ouvrages par les collectivités, alors qu'elles suivent les projets urbains et les permis de construire, n'est pas immédiate, ce qui nous semble significatif de la difficulté qu'elles rencontrent dans le processus d'inventaire. Pour exemple et explication de la disparition des techniques en Seine-Saint-Denis dans la dernière période, le département connaît de grandes difficultés dans la gestion de sa base, à cause d'un logiciel métier vétuste, commun à toute la Direction de l'Eau et de l'Assainissement. Ce logiciel a fait l'objet d'une refonte, mais dans l'intervalle de sa rénovation, les techniques ne semblent plus entrées. La fragilité des outils de mise en patrimoine des institutions est donc lisible sur ces cartes.

Le rôle de compensation de l'imperméabilisation des sols des techniques de gestion des eaux de pluie a été évoqué dans l'introduction de cette sous-section. Clôturons donc l'analyse des techniques rassemblées dans Eaubaine par leur mise en rapport avec l'évolution de l'urbanisation de l'agglomération parisienne. L'urbanisation de l'agglomération repose aujourd'hui sur des politiques de densification des espaces déjà bâtis, portées par la région Île-de-France. Les infrastructures en réseaux sont cependant souvent calibrées pour une certaine urbanisation : l'intensification de l'imperméabilisation des sols pourrait avoir un effet de pollution des cours d'eau similaire à celui de l'extension urbaine du fait du sous-dimensionnement des ouvrages. Pour estimer la prise en compte de l'urbanisation de l'agglomération, les surfaces gérées par les techniques ont été rapportées à l'urbanisation des sols, et ceci par département. Ces rapports sont représentés dans la figure 5.16. L'évolution de l'occupation des sols a été calculée grâce à un outil cartographique créé et développé par l'IAU, nommé Evolumos. Celui-ci permet de calculer les surfaces mutées d'un type d'occupation des sols vers un autre, entre des campagnes de mode d'occupation des sols de l'IAU. La première cartographie des modes d'occupation des sols géolocalisées et numérisée date de 1982. La somme des surfaces mutées depuis une occupation urbaine vers une autre occupation urbaine, ou depuis une occupation non urbaine vers une occupation urbaine, a donc été calculée entre 1982 et 1999, entre 1999 et 2012, et entre 1982 et 2012. Les sommes des surfaces gérées par les techniques alternatives d'Eaubaine ont également été calculées sur les mêmes périodes, grâce à la catégorie « surface gérée » de la couche aménagement (cf. tableau 5.1, section 1.1. de ce chapitre). Des couples de barres sur graphique de la figure 5.16 permettent de représenter le rapport entre surface gérée et surface mutée par département selon deux périodes. La première période s'étend de 1982 à 2012, la seconde de 1990 à 2012. La barre orange pâle représente donc l'ensemble de la période pour laquelle on connaît la mutation des sols, et la seconde propose une focalisation sur les années 2000.

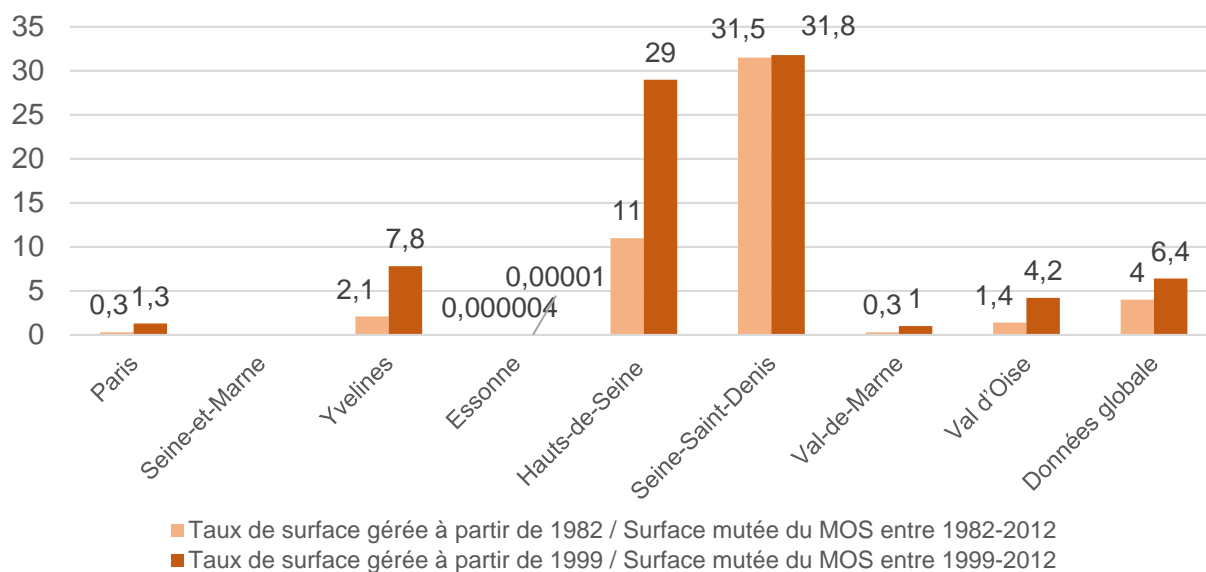


Figure 5.16 Graphique des rapports entre surfaces urbanisées et surfaces gérées par les techniques alternatives entre 1982 et 2012, Eaubaine, en %

La part de l'urbanisation compensée par les ouvrages de gestion des eaux de pluie est globalement très faible : autour de 5 % pour les deux périodes, même si une augmentation est visible entre la période longue et la focalisation sur les années 2000. Les données sont cependant peu significatives, car très certainement non représentatives des techniques réelles, sauf pour la Seine-Saint-Denis et les Hauts-de-Seine. Ainsi, pour ces départements, les surfaces gérées représentent à peu près un tiers de l'urbanisation de la Seine-Saint-Denis et un dixième de celle des Hauts-de-Seine entre 1982 et 2012. Les scores sont plus élevés sur la période plus récente : entre 1999 et 2012, la somme des surfaces gérées représente 29 % des surfaces mutées dans les Hauts-de-Seine et près de 32 % de ces mêmes surfaces en Seine-Saint-Denis. L'effet des politiques de régulation des Hauts-de-Seine est donc visible dans ce rapport : le département gère une part plus forte de l'urbanisation de son territoire à partir des années 2000. La contribution des techniques alternatives devient significative.

Ainsi, les études successives des types d'ouvrages par départements et par types d'occupation des sols, des volumes et des surfaces associées aux ouvrages, et enfin de la dynamique de production des ouvrages a permis de déceler quelques grands traits du patrimoine de gestion alternatives des eaux de pluie de l'agglomération parisienne. L'existence de spécialisations territoriales à l'échelle des départements a été confirmée ; elle peut être lue comme la marque de l'influence des politiques des acteurs sur la production. A également été confirmée la spécialisation des techniques en fonction des types d'occupation des sols, les techniques les moins consommatrices en foncier étant logiquement plus présentes dans l'urbain dense, et des techniques de gestion hors réseaux, comme les puits, dans le périurbain. Le primat du stockage sur la pratique de la gestion diffuse des pluies est également établi : le patrimoine de techniques alternatives de l'agglomération parisienne fonctionne essentiellement en stockage restitution de l'eau de pluie. Enfin, la dynamique de production des techniques est plus positive : la prise en charge de l'urbanisation est croissante, et les techniques de gestion intégrée prennent une part également croissante dans le patrimoine de techniques de l'eau de pluie de l'agglomération parisienne. Les techniques semblent finalement évoluer vers une gestion intégrée de l'eau de pluie en ville, mais cette tendance est ténue.

Conclusion du chapitre 5

Le chapitre 5 retrace la création de la base de données Eaubaine, qui a permis d'évaluer la mise en patrimoine des techniques alternatives de l'agglomération parisienne, puis d'analyser ce patrimoine. La mise en patrimoine des techniques de gestion alternative des eaux pluviales à l'échelle de l'agglomération parisienne apparaît comme assez faible – elle est le fait de deux principaux acteurs – et fragile – elle dépend du dynamisme des équipes dédiées et des outils à leur disposition pour l'inventaire. Des limites relatives à un manque de moyen et de formalisation de cette pratique de recensement sont donc apparues. On a pu néanmoins, en cumulant diverses sources, reconstituer une partie du patrimoine de techniques de gestion des eaux pluviales, qui ont été soumises à l'analyse. Les opérations de renaturation des cours d'eau, dont les syndicats et autres structures enquêtées sont maîtres d'ouvrages, sont pour leur part bien connues et recensées, dans des formats cependant souvent difficiles à synthétiser.

L'analyse des techniques assemblées dans Eaubaine permet de tracer un portrait nuancé de la transformation de la place de l'eau dans l'agglomération parisienne. Les grands cours d'eau sont toujours restreints à leur lit mineur et les petits cours d'eau sont très ponctuellement modifiés, avec cependant des moyens ambitieux comme la création de zones d'expansion de crue, de suppression des obstacles du lit mineur, ou encore de remise à ciel ouvert. Une partie des berges des grands cours d'eau sont également réhabilitées en génie végétal, mais également pour la promenade. La transformation des cours d'eau de l'agglomération parisienne est donc modeste, la restauration hydromorphologique n'a pas largement modifié leur linéaire ; néanmoins, la tendance à leur valorisation et la substitution d'ouvrages de génie civil par des ouvrages de génie végétal ou de restauration écologique semble en cours. La doctrine de restauration hydromorphologique trouve donc une place limitée dans l'hydrographie de l'agglomération, elle correspond à une évolution des paysages de fonds de vallées urbaines, et éventuellement à une amélioration des milieux aquatiques, qu'il faudrait évaluer.

Les techniques alternatives de gestion des eaux de pluie sont plus difficiles à saisir dans leur ensemble. Globalement, elles ne semblent pas transformer la relation entre ville et eau : ce sont pour une grande part d'entre elles des techniques de stockage-restitution et non des techniques de gestion intégrée des petites pluies par l'infiltration et la mise en contact prolongée de ces eaux et des sols, comme cela est préconisé par la doctrine technique récente (cf. chapitre 3). Quelques éléments permettent cependant de nuancer ce constat général. Les techniques végétalisées sont tout de même relativement nombreuses, la production des techniques est croissante, et la part des techniques à ciel ouvert et végétalisées dans celle-ci est également plus importante dans la période récente. Ceci laisse à penser que ce patrimoine pourrait donner une plus grande part à la gestion intégrée à l'avenir. Ceci est conforté par la forte présence de ces techniques dans les espaces étant identifiés comme ayant récemment muté. De plus, des spécialisations territoriales liées aux limites administratives indiquent que les politiques ont du poids dans cette production : le zonage pluvial parisien favorise par exemple la gestion intégrée. Enfin, la mutation urbaine semble de plus en plus gérée par ces ouvrages.

Conclusion de la partie II

Un tableau en clair-obscur peut donc être tiré de l'étude de la production du patrimoine de techniques de gestion alternative des eaux de pluie et de renaturation des cours d'eau. Les collectivités territoriales et établissements apparaissent comme relativement peu assurés dans la production des techniques intégrées – si l'on excepte celles qui sont produites sur leur patrimoine propre, pour lesquelles ils sont classiquement maîtres d'ouvrage. Les collectivités mettent en œuvre des stratégies diverses pour inciter la production des techniques de gestion intégrées, qui vont de la restriction de l'usage de leurs infrastructures en réseaux à un rôle d'assistance à maîtrise d'ouvrage sur les projets, en passant par l'élaboration de prescriptions techniques locales. Ces différentes stratégies confèrent aux collectivités des rôles et compétences variés relativement à la fabrique urbaine, dans laquelle elles sont de plus en plus impliquées : leur rôle de producteur d'équipements standardisés, avec les réseaux, est donc dépassé. De plus, elles bénéficient de l'inflexion de l'urbanisme vers la recherche d'infrastructures durables et écologiques, qui ouvre la voie à des collaborations et à des synergies entre urbanisme et génie urbain. La scission entre les deux pratiques identifiée comme un obstacle à l'écologisation de l'urbanisme (Barles, 2015), semble ici s'amenuiser. Pour rester un peu plus longtemps dans les zones claires de notre tableau, soulignons l'émergence d'acteurs non administratifs investis dans la gestion des cours d'eau, marquant une collaboration entre société civile et collectivités (mais elle est déjà effective avec les associations de pêcheurs pour les plans d'eau dans l'agglomération parisienne). L'hydrologie de l'agglomération parisienne semble en partie transformée : sur les petits cours d'eau, des opérations ponctuelles assimilables au génie végétal et à des techniques de restauration hydromorphologique, sont bien présentes, et la réhabilitation des berges en techniques de végétales est acquise sur les grands cours d'eau. De plus, fait peut-être plus probant, les collectivités mettent en place des politiques d'acquisition du foncier des petits cours d'eau non domaniaux : ceux-ci intègrent ainsi l'espace public urbain, et l'expansion latérale de leur lit suit par l'évolution de leur propriété.

Entrons désormais dans les zones obscures du tableau. Si les rôles des services d'assainissement des collectivités territoriales se démultiplient et s'ils rencontrent le secteur de l'urbanisme, ils semblent effectivement perdre la main sur l'interface technique entre ville et eau de pluie : les techniques alternatives sont rarement constituées en patrimoine techniques, elles sont laissées aux particuliers et aménageurs. Les techniques alternatives ne sont pas comme les réseaux des infrastructures universelles et vecteurs de solidarité, elles sont liées non pas au territoire mais aux projets et quartiers urbains, et leurs qualités et gestion varient comme celles de ce dernier. Pour finir, le rôle des services de l'État semble mal adapté aux enjeux de la gestion intégrée de l'eau en ville : conçu selon une logique hygiéniste de contrôle du rapport à l'environnement aquatique en ville, ils la contraignent autant qu'ils la soutiennent. Les techniques de gestion des eaux de pluie sont de plus relativement décevantes comparées aux fonctions que l'on en attendait : ce sont essentiellement des espaces de stockage, en partie enterrés. Cependant, les espaces de stockage à ciel ouvert ne doivent pas être négligés puisqu'ils sont majoritaires en volumes, et puisqu'en nombre les techniques à ciel ouvert sont supérieures, et enfin que la tendance de la production les favorise. Leur présence dans l'agglomération parisienne est cependant très ténue, et leur rôle réel dans le tissu urbain est difficilement appréhendable à cette échelle et mériterait une étude plus précise.

Enfin, il est à noter que ce tableau repose sur les discours des enquêtés d'un côté, et de l'autre, sur les données issues de leur inventaire du patrimoine. C'est donc le point de vue des collectivités et des pouvoirs publics qui est la matière de ce chapitre. Une toute autre perspective pourrait être celle des maîtres d'œuvre et des aménageurs : elle donnerait probablement d'autres volumes à ce paysage. C'est d'ailleurs en partie l'objet de la partie III, qui s'intéresse plus précisément aux transformations du tissu urbain et des valeurs des professionnels de la ville induites par l'émergence de ces techniques intégrées et de restauration hydromorphologique.

Partie III

Sur le terrain : l'émergence d'un nouveau registre technique urbain

« Et il y a un truc un peu de partage, on se retrouve en réunion, [...] dès qu'on rentre dans le dur un peu, [...] c'est l'épreuve du réel, c'est-à-dire à un moment il y a un objet technique qu'il faut réellement concevoir ; bon voilà, y a un grand chapeau : "ça peut être cool de faire un écoquartier", sauf qu'à un moment, quand faut faire le choix entre [...] faire des circulations douces ou supprimer la taille disponible pour la piste cyclable parce qu'il faut faire une noue, ça se bastonne. [...] C'est là où la difficulté elle existe, on est chacun des experts dans notre domaine. Et donc à un moment, cette rencontre-là, [...] la synthèse, elle ne peut se faire que de manière concrète. »

(responsable du bureau de liaison avec l'aménagement et l'urbanisme, service de l'eau et de l'assainissement, Seine-Saint-Denis, 17/07/2015)

Introduction de la partie III

Cette troisième partie porte sur la possibilité de l'émergence d'un registre technique urbain spécifique à la gestion intégrée de l'eau en ville. À l'évolution de la doctrine vers des aménagements intégrés aux projets urbains depuis les années 1990, à la force nouvelle de l'utilisation des notions d'écologie pour la gestion de l'eau, ainsi qu'à la présence d'ouvrages de gestion à ciel ouvert, végétalisés, infiltrants et de renaturation des cours d'eau dans l'agglomération parisienne (cf. parties I et II), devrait répondre une nouvelle manière de considérer l'eau dans l'espace urbain, et de composer avec sa présence. Celle-ci est prescrite par les guides techniques, mais selon des préconisations peu urbanistiques et peu axées sur l'espace bâti dense (cf. partie I). De plus, on a vu en introduction générale que la littérature scientifique est plutôt partagée quant à l'émergence d'un nouveau registre technique urbain, fondé sur la gestion intégrée de l'eau en ville. Les auteurs insistent en effet sur les difficultés des concepteurs et exploitants relativement à cette gestion. Les collectivités peinent à répartir la gestion des ouvrages entre les services de la propreté, des espaces verts et de l'assainissement, car ils relèvent des trois fonctions. Ces services sont bousculés et doivent réorganiser leurs routines, trouver de nouvelles voies de communication pour assurer la maîtrise intersectorielle de ces espaces, et clarifier l'allocation des budgets (Chauveau, Souami, 2017). Les personnels de terrain sont formés et leurs métiers évoluent, non sans heurts et résistances (Werey *et al.*, 2016 ; Cossais *et al.*, 2018 ; Cossais, 2019). Le trouble est également présent dans les métiers de la conception : Bernard Chocat indique que les ingénieurs hydrauliques se désintéressent de ces ouvrages, considérés comme relevant peu de leur champ de compétence car multifonctionnels, alors que les urbanistes, paysagistes, éventuellement architectes, s'investissent dans ces réalisations (Chocat, 2008 : 19). Un certain manque d'intérêt ou mépris pour ces ouvrages est également constaté du côté des promoteurs immobiliers, sur les parcelles desquels ils peinent à voir le jour (Carré, Deutsch, 2015 : 34), ceci étant parfois expliqué par la dimension mercantile du projet urbain (Tribout, 2017). D'autres travaux exposent le caractère militant des professions porteuses de ces aménagements, encore peu reconnues : ce sont d'abord les hydrologues urbains, qui excèdent leur rôle de concepteurs de purs ouvrages hydrauliques, mais également les tenants de l'ingénierie écologique (Doré *et al.*, 2014 ; Soyer, 2014 ; Abbadie *et al.*, 2015). Ces professionnels engagés ne sont pas en position de force dans la fabrique urbaine : les hydrologues urbains sont décrits comme marginalisés dans le secteur de l'assainissement (Soyer, 2014), et les écologues urbains sont en train de constituer la profession et de l'articuler à la discipline (Doré *et al.*, 2014 ; Abbadie *et al.*, 2015). La gestion intégrée de l'eau de pluie est faiblement convoquée dans la composition des écoquartiers et essentiellement par le prisme de la gestion du risque (Carré, Deutsch, 2015 : 280-281), et la restauration des cours d'eau est imposée dans l'ouest de la France, sans concertation avec les populations locales (Barraud, Germaine, 2017). L'émergence de ce registre technique semble donc fragile, voire non désirée par les acteurs urbains et la société civile.

La mutation de la place de l'eau en ville engage de fait une réforme de l'espace urbain et de sa conception. Dès qu'ils sont gérés hors des canalisations souterraines, l'eau de pluie et les cours d'eau structurent l'espace. Valérie Mahaut décrit par exemple dans sa thèse de doctorat la trame de places de récupération des eaux de pluie dans le tissu urbain vénitien (Mahaut, 2009), André Ravéreau expose une technique ancestrale de mise à disposition de l'eau dans une oasis du Maroc, et de création, en lien, d'un microclimat protecteur de la ville dans son ouvrage *Le M'Zab, une leçon d'architecture* (Ravéreau, 1981). Les formes de mise à disposition de la ressource sont liées aux formes d'organisation socio-politiques des usagers et plus largement de la société (Ghiotti, 2006). La résurgence de l'eau de pluie en milieu urbain pourrait donc être multiple : transformation de la trame urbaine et des paysages urbains, transformation des pratiques sociales liées à l'eau, transformation des caractéristiques hydrologiques et écologiques du milieu urbain, telle qu'elle est présentée par les politiques urbaines contemporaines. Ceci pourrait renverser le caractère uniformisant du milieu urbain : en ville, les caractéristiques physiques et climatiques similaires favorisent la production d'un écosystème peu diversifié (Muratet *et al.*, 2007). L'augmentation de la présence de l'eau dans les espaces urbains pourrait être synonyme de diversification du biotope et partant, de la biocénose. Certains

auteurs ayant étudié les opérations de renaturation des cours d'eau ont cependant mis en évidence leur destination essentiellement paysagère : l'esthétique de la naturalité est d'abord un symbole, celui d'une nature bien vive, avec le cours d'eau tortueux, sans obstacle, issue d'une tradition de la *wild river* ou rivière sauvage aux États-Unis (Barraud, 2011), celui d'une maîtrise de la nature, incarnée par le jardin sauvage (Romain, 2010a).

Ces différents travaux vont donc à l'encontre des affichages politiques et publicitaires des projets urbains : les professions investies dans la conception des aménagements de gestion intégrée de l'eau en ville sont multiples et peu identifiées, les réalisations peu probantes du point de vue écologique. Il semble donc nécessaire de revenir sur ces différents points. Qui sont les professionnels investis dans la réalisation de dispositifs de gestion intégrée de l'eau de pluie et dans la renaturation des cours d'eau, et comment les envisagent-ils ? Les réalisations sont-elles structurantes pour l'espace urbain : fondent-elles une nouvelle manière de composer les quartiers urbains, et partant, les usages et pratiques ? Sont-elles essentiellement paysagères et dans ce cas, quel est le sens donné à ces paysages ?

Dans cette partie, comme dans la première partie de cette thèse, on envisage l'évolution des réalisations de la gestion alternative de l'eau de pluie et de la renaturation des cours d'eau comme participant d'un même mouvement. Afin d'identifier des tendances et traits communs de l'évolution de ces deux secteurs de gestion, nous utilisons la définition opératoire de la technique donnée par l'anthropologue Marcel Mauss. Celui-ci propose de la définir comme un « acte traditionnel efficace », synthétisant ainsi la dimension active (procédant d'un acte physique, matériel), traditionnelle, c'est-à-dire sociale, collective et inscrite dans la durée et reposant sur l'imitation et la transmission, et son efficacité (Mauss, 1936 : 9), c'est-à-dire sa visée d'une transformation du réel et la réussite de cette visée : « [ê]tre efficace, nous dit le dictionnaire, c'est "produire l'effet attendu", et ce n'est que cela » (Sigaut, 2003 : [12]). François Sigaut voit dans cette définition une formule, dont chaque terme est essentiel et qui rate son objet si l'un des trois éléments de la définition est absent. Un acte traditionnel non efficace relève par exemple du théâtre, du mime, ou de l'échec (Sigaut, 2003 : [19]). Cette formule nous permet donc d'analyser la gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau comme une seule et même technique en évolution, et d'intégrer à l'analyse la dimension efficace des réalisations.

L'analyse est donc menée de deux points de vue : celui des discours des professionnels de l'aménagement urbain sur ces techniques et celui des quartiers urbains comprenant ces techniques. Le chapitre six présente l'analyse des différents points de vue des professionnels de la gestion de l'eau en ville sur les techniques et réalisations issues de cette résurgence de l'eau en surface. Le chapitre sept vise à déterminer la place prise par ces techniques dans l'espace urbain à travers des études d'opérations urbaines.

Chapitre 6. L'émergence d'une vision commune de l'intégration de l'eau à l'espace urbain

La constitution d'une technique urbaine est d'abord analysée par le prisme des discours des différents professionnels investis dans la gestion intégrée de l'eau en ville. Ceux-ci regroupent des métiers différents, dont certains sont porteurs de la doctrine écologique, les ingénieurs écologues, alors que d'autres sont des métiers historiques de la gestion et de la conception urbaine, bousculés par les injonctions écologiques. Ce chapitre entend donc d'une part clarifier la diversité des métiers investis dans la gestion intégrée de l'eau en ville : quels sont les profils des professionnels investis dans ces conceptions ? D'autre part, il s'agit de voir quelle(s) définition(s) de la gestion intégrée de l'eau sont élaborées par les professionnels, étant considéré qu'ils réinterprètent la doctrine technique à l'aune de leurs parcours personnels et de leur fonction dans la gestion ou la conception urbaine. Une définition consensuelle émerge-t-elle malgré les différences de profils professionnels et la potentielle concurrence entre métiers et structures ? Enfin, des principes communs au traitement de l'eau de pluie et des cours d'eau sont-ils sensibles dans le discours des professionnels comme ils l'étaient dans les doctrines techniques ?

Dans une première section, les profils professionnels des enquêtés sont présentés : est ainsi connu le panel qui fonde les analyses des sections suivantes, et un échantillon de la diversité des professions investies dans la gestion intégrée de l'eau en ville est détaillé. Des éléments de discours sur la légitimité des différents métiers à assumer la gestion intégrée de l'eau en ville sont proposés. Dans une deuxième section, la formule de Mauss sert l'analyse des différentes représentations des techniques. L'existence d'une conception interprofessionnelle et éventuellement intersectorielle d'une action traditionnelle efficace de gestion intégrée de l'eau en ville est ainsi mise à l'épreuve. Enfin, dans une troisième section sont rassemblés les points de débats et de conflits soulevés par les professionnels, qui mettent en exergue les points de rupture entre les différentes visions de l'espace urbain.

1. La diversité ou l'adversité des professionnels engagés dans la gestion intégrée de l'eau de pluie et la renaturation des cours d'eau en ville

Cette première section présente les profils des professionnels rencontrés dans le cadre de notre enquête sur la gestion intégrée de l'eau de pluie et des cours d'eau dans l'agglomération parisienne. Les professionnels se distinguent d'abord en fonction des secteurs de gestion : la gestion intégrée des eaux pluviales est un sujet pour les hydrologues urbains, les ingénieurs en hydrologie, les urbanistes, architectes, paysagistes des projets urbains, mais également pour les services d'entretien de l'espace urbain et des réseaux, assainissement, propreté et espace verts. Les cours d'eau urbains sont l'affaire de leurs gestionnaires, qui peuvent appartenir à différentes structures (communes, intercommunalités, syndicats, associations, établissement public de l'État...) : les métiers de la gestion des cours d'eau étant depuis les années 1990 porteurs de l'ingénierie écologique (Morandi, 2014). Cette diversité peut être un frein à la production d'une vision commune. Cependant, puisqu'il s'agit de gestion de l'eau en ville, avec des thématiques et des enjeux communs, et puisque la partition entre ces deux secteurs n'est pas si fondée (cf. introduction générale, page 30), il semble qu'une tendance à l'homogénéisation des métiers des différents secteurs est possible, et surtout qu'une conception commune de l'aménagement de l'eau en ville émerge d'un travail commun.

Les grandes lignes de l'enquête sont d'abord présentées. Ensuite, les profils des professionnels interrogés sont détaillés, afin de situer cette enquête. Enfin, des éléments de discours des professionnels enquêtés sur le rôle des différents métiers dans la mise en œuvre de la gestion intégrée de l'eau en ville sont succinctement analysés.

1.1. Une enquête menée auprès des cadres de la gestion et de la conception des techniques intégrées

L'enquête a été menée entre mars 2015 et août 2018 : les entretiens ayant servi au recensement des techniques (cf. chapitre 4) sont à nouveau exploités ici, ils sont complétés par des entretiens auprès de maîtres d'œuvre et par des visites de sites et réunions de chantier, ainsi que par la participation à des événements sur le thème de l'eau (principalement autour des cours d'eau). N'ont été gardés des entretiens du recensement que ceux ayant donné lieu à une discussion sur les techniques et les professions, qui sont analysés dans ce chapitre. Cette phase de l'enquête rassemble donc des entretiens réalisés dans un cadre formel, c'est-à-dire dans un bureau, en général dans les locaux de l'enquêté, à la suite d'une demande de rendez-vous (cf. tableau 6.1) et des situations d'observation, principalement de la conception et réalisation des projets urbains, complétant les situations d'échanges formels. Les entretiens formels, pour la plupart enregistrés et retranscrits sont d'abord présentés, puis les situations d'observation et d'échange sur sites avec les professionnels, qui ont été gardées en mémoire sous formes de notes de terrain.

Les interlocuteurs sélectionnés pour compléter les entretiens du recensement sont principalement des maîtres d'œuvre connus soit pour leur investissement dans la gestion intégrée de l'eau de pluie ou la renaturation des cours d'eau, soit comme concepteur d'une opération considérée comme intéressante. L'intérêt d'une opération est estimé par le bouche-à-oreille entre les professionnels, saisi au cours de réunions, d'entretiens, ou de discussions informelles lors d'événements professionnels, par la valorisation dans une revue professionnelle, ou par l'obtention d'un prix, d'un label de qualité environnementale ou écologique.

Le tableau 6.1 rassemble les entretiens formels : les enquêtés sont présentés par leur formation ainsi que par leur fonction, c'est-à-dire le type de poste occupé. Ces informations permettent de connaître et de lier les différentes origines disciplinaires des professionnels aux fonctions des interlocuteurs (directeur de service, chargé de mission, technicien...), aux structures dans lesquelles ils travaillent et à leur domaine d'expertise (eau pluviale, cours d'eau). Les formations des enquêtés ne sont pas systématiquement indiquées car elles ne faisaient d'abord pas partie de notre grille d'entretien. Elles sont donc parfois absentes ou ont été renseignées via des recherches de *curriculum vitae* sur internet, notamment issus de réseaux sociaux professionnels comme LinkedIn ou Viadeo. Les spécialités choisies par les enquêtés, quand elles sont connues, sont indiquées entre parenthèses. Les indications entre guillemets sont extraites des entretiens, elles délivrent les propos des interlocuteurs lorsqu'ils sont peu précis. Le domaine « écologie » a été ajouté à l'eau de pluie et aux cours d'eau car deux entretiens portent essentiellement sur le sujet et finalement assez peu sur l'eau. L'un des enquêtés n'est pas à proprement parler un professionnel de la gestion intégrée de l'eau en ville : il s'agit du membre du collectif le Laboratoire des Baignades Urbaines Expérimentales. Son témoignage a cependant été conservé pour la troisième section, car il fait surgir un certain nombre de sujets intéressants relatifs à la relation entre citoyens et eau.

Tableau 6.1 Les entretiens menés dans un cadre formel entre mars 2015 et mai 2018

	N°	Institution / Organisme	Fonction	Formation	Domaine	Date
Collectifs et associations	1	Laboratoire des Baignades Urbaines Expérimentales* (LBUE)	Membre fondateur du collectif	Diplôme universitaire de technologie (DUT) de communication à Lille	Cours d'eau	19/09/2015
	2	Espaces*	Directeur général	Première année du diplôme d'études universitaires générales ²³⁰ de sciences de la nature et de la vie à l'université Pierre et Marie Curie (Paris VI)	Cours d'eau	18/09/2015
	3	Espaces*	Responsable de la cellule d'animation de la Charte de l'eau et Contrat de bassin Seine centrale Technicienne rivière	Ingénieur juriste en environnement à l'institut supérieur de l'Environnement (Versailles) et master spécialisé à l'institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement à l'AgroparisTech (en aménagement du territoire et gestion) DUT Génie de l'Environnement, licence professionnelle de gestion de l'environnement et des ressources en milieu rural	Cours d'eau	10/11/2015
	4	Espaces*	Responsable de la cellule d'animation de la Charte de l'eau et Contrat de bassin Seine centrale Technicien de rivière/responsable d'activité	Diplôme d'ingénieur paysagiste à l'Agrocampus Ouest (paysage et aménagement du territoire) Licence professionnelle protection de l'environnement spécialité gestion des eaux urbaines et rurales à l'école nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (ENGEES) et master ingénierie des milieux aquatiques à Polytech Tours	Cours d'eau	26/04/2017
Bureaux d'études, agences, aménageurs	5	Agence Thierry Maytraud (ATM)* Agence d'urbanisme, de paysage et d'hydrologie	Directeur général	Master d'Urbanisme à l'université Paris-Sorbonne (Paris IV)	Pluie	11/09/2017
	6	De Gouy Routes et ouvrages	Chargée d'affaires	Master d'Urbanisme à l'université Paris Créteil (Paris XII)	Pluie	05/09/2017
	7	Agence TER Agence d'architecture, de paysage et d'urbanisme (75)	Chef de projets	Architecte d'État (se définit comme paysagiste)	Pluie	07/11/2017
	8	INFRAservices Ingénierie et conception durable de l'espace public (76)	Cheffe de projet en recherche et développement	Doctorat en Biologie à l'Université de Franche-Comté (sciences de l'environnement, écotoxicologie et évaluation de la qualité de l'eau)	Pluie	11/12/2017
	9	Biotec Bureau d'études en génie de l'environnement (69)	Ingénieur d'études	Master en biologie végétale et écologie à l'université Paris Sud (Paris XI), diplôme d'études supérieures spécialisées (DESS) en hydrobiologie à l'université de Besançon	Cours d'eau	26/02/2018

²³⁰ Il s'agit d'un diplôme qui était délivré à l'issue de la deuxième d'étude à l'université, il n'existe plus.

	10	Arcadis Lyon Conseil et conception de l'espace naturel et construit (69) Service Projets urbains	Chef de projets	Master à l'école des Ingénieurs de la ville de Paris	Pluie	26/02/2018
	11	Sequano - Société d'économie mixte d'aménagement et de construction du département de la Seine-Saint-Denis. Direction Aménagement et Construction	Chargé de projet	Maîtrise de mécanique des fluides à l'université de Poitiers (acoustique), puis école supérieure de l'énergie et des matériaux à Orléans	Pluie	16/03/2018
	12	Florence Mercier Paysagiste Agence de paysage	Directrice générale	Paysagiste DPLG à l'école nationale supérieure du paysage de Versailles	Pluie - cours d'eau	24/05/2018
	13	Phytorestore Entreprise de paysage écologique et phytoépuration	Cheffe de projet	Master professionnel en microbiologie appliquée, environnement, biomédical et bioalimentaire à l'université Claude Bernard à Lyon	Pluie - cours d'eau	30/05/2018
Organismes publics d'études, de recherche	14	Natureparif ²³¹ Organisme associé de la région Île-de-France	Écologue	Master écologie, environnement (écologie, biodiversité, évolution) à l'université Paris-Sud (Paris XI) puis master en économie et gestion à l'université Grenoble Alpes	Pluie	27/05/2015
	15	ARCEAU IdF*	Directrice de l'association	Institut des études politiques de Rennes. Doctorat en Aménagement de l'espace, Urbanisme	Pluie	23/04/2015
Communes	16	Ville de Paris (75) Direction de la Propreté et de l'Eau - Service technique de l'Eau et de l'Assainissement	Ingénieur - Division Études et Ingénierie	École d'ingénieur, spécialisé en hydraulique	Pluie	11/02/2016
	17	Ville de Montreuil (93) Direction espace public et mobilité - Service de l'aménagement et de la mobilité durable	Chef de projet Espace public	Institut français de géopolitique et master en géographie à l'université Paris Diderot (Paris VII)	Pluie	20/07/2017
Intercommunalités	18	Plaine Commune (93) Direction de l'Assainissement et de l'Eau	Directrice du service de l'Assainissement et de l'Eau	Ingénieur de l'école nationale d'Ingénieurs de Limoges (ENSIL)	Pluie	23/03/2015
	19	Plaine Commune (93) Délégation générale de l'Écologie urbaine	Chargé de mission/projet	Master « en chimie spécialité pollution de l'air »	Écologie	24/04/2015
	20	Plaine Commune (93) Direction de l'Assainissement et de l'Eau	Chargée de mission hydraulique urbaine et aménagement	Master à l'école d'ingénieur de la ville de Paris	Pluie	19/10/2015
	21	Est Ensemble (93) Direction de l'eau et de l'assainissement	Responsable du pôle hydrologie urbaine et qualité des rejets	Master génie urbain (développement durable) à l'université Paris Est Marne-la-Vallée	Pluie	20/05/2015
	22	Communauté d'agglomération de Saint-Quentin en Yvelines (78) Direction du Patrimoine	Ingénieur gestion du Patrimoine Eau et Assainissement	DUT en gestion de l'eau à l'université Paris Diderot (Paris VII) et master 2 professionnel en science et génie de l'environnement systèmes aquatiques et gestion de l'eau	Pluie	06/07/2016

²³¹ NatureParif était un organisme associé de la région Île-de-France, observatoire de la biodiversité dans la région. Il a été transformé en agence régionale de la biodiversité en 2018.

	23	Communauté d'agglomération Val d'Europe (77)	Directeurs des pôles Infrastructures et Environnement	Ingénieur des travaux publics, institut du Génie civil de Vincennes "Ingénieur"	Pluie - cours d'eau	22/02/2017
	24	Communauté d'agglomération Marne et Gondoire Direction de l'environnement - service nature, agriculture et cadre de vie	Chargée de mission milieux aquatiques	Institut universitaire professionnalisé (IUP) en géographie (espaces et milieux) et diplôme d'études supérieures spécialisées espaces et milieux à l'université Pierre et Marie Curie (Paris VII)	Cours d'eau	04/05/2017
Syndicat de rivière et / ou d'assainissement	25	Syndicat Marne Vive	Animatrice Contrat Bassin Marne Confluence	« Ingénieure agronome »	Cours d'eau	28/05/2015
	26	Syndicat mixte pour l'Assainissement et la Gestion des eaux du bassin versant de l'Yerres (SYAGE)	Directeur du pôle Rivière	Brevet de technicien supérieur (BTS) en mécanique (automatisme industriel) à Melun	Cours d'eau	27/04/2016
	27	SYAGE	Directeur du pôle Assainissement		Pluie	31/08/2016
	28	Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement Hydraulique des vallées du Croult et du Petit Rosne (SIAH)	Directeur général	École nationale supérieure d'Hydraulique et de Mécanique de Grenoble (ENSHMG) à St Martin D'Hères (génie hydraulique et ouvrages)	Pluie - cours d'eau	30/07/2015 et 18/05/2016
	29	Syndicat Intercommunal pour l'Assainissement de la Vallée de la Bièvre (SIAVB)	Directeur des services techniques	« Ingénieur environnement »	Cours d'eau	11/05/2016
	30	Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement Hydraulique de la Vallée de l'Yvette (SIAHVY)	Direction service Milieux naturels	Ingénieur géologue, sédimentologie.	Cours d'eau	24/05/2016
	31	Syndicat mixte de la Vallée de l'Orge Aval (SIVOA)	Responsable du service Prospectives/Études/Milieux		Cours d'eau	05/07/2016
	32	Syndicat mixte de la Vallée de l'Orge Aval (SIVOA) Service d'aide aux collectivités	Chargé de mission/projet		Pluie	07/04/2017
	33	Syndicat Mixte pour l'Aménagement du Morbras (SMAM)	Responsable de service	Master environnement et développement durable à l'institut des Milieux Aquatiques et des Corridors Fluviaux (IMACOF)	Cours d'eau	19/07/2016
	34	Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Bièvre (SMBVB)	Directeur général Chargée de mission SAGE du Bassin Versant de la Bièvre et Contrat Bièvre aval	Master de géographie à l'école normale Supérieure Ingénieure agronome	Pluie - cours d'eau	18/10/2016
	35	Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Région d'Enghien-les-Bains (SIARE)	Technicien études et travaux	Diplôme d'études supérieures universitaires de géomarketing et d'analyse spatiale	Cours d'eau	21/10/2016
	36	SIARE Pôle exploitation et communes	Direction du service	Master d'urbanisme à l'université Paris I Panthéon Sorbonne et DESS à institut d'Urbanisme de Paris	Pluie - cours d'eau	13/01/2017
	37	Syndicat mixte des Berges de l'Oise (SMBO)	Responsable du pôle Rivière et Zones humides	Master en écologie (gestion des bassins versants) à l'université de Rennes et formation en autodidacte en hydraulique.	Cours d'eau	26/10/2016

	Conseil départemental du Val-d'Oise - Direction de l'Environnement et du Développement durable				
38	Syndicat intercommunal d'Aménagement, de Réseaux et de Cours d'Eau (SIARCE) Direction des rivières et du milieu naturel – pôle études et aménagement	Ingénieur « études et travaux » Responsable "Travaux d'aménagements"	Licence en géographie à l'université Paris Créteil (Paris XII) (aménagement/environnement) Master en science de l'environnement terrestre à l'université Aix Marseille	Cours d'eau	27/10/2016
39	SIARCE Direction des rivières et du milieu naturel - pôle études et aménagement	Responsable « Restauration de cours d'eau »	Licence en biologie des organismes à l'université de Montpellier, master en écologie des eaux douces à l'université du Québec à Trois Rivières (Canada), master 2 de recherche en eau et environnement à l'université de Montpellier et master de gestion de la ressource en eau à Lyon	Cours d'eau	27/10/2016
40	SIARCE Direction des rivières et du milieu naturel	Chef de service Programme rivières et plan de gestion des zones humides	BTS en gestion et protection de la nature	Cours d'eau	27/10/2016
41	Syndicat mixte d'aménagement, de gestion et d'entretien des berges de la Seine et de l'Oise (SMSO) (78, 95) - Comité du bassin hydrographique de la Mauldre et de ses affluents (COBAHMA) (78)	Direction des services techniques Deux chargés de mission/projet Technicien	Master de gestion des catastrophes et des risques naturels à l'Université Paul Valéry à Montpellier Master en éthologie, biologie du comportement, à l'université Paris Nord Villetaneuse (Paris XIII), Advanced Master - Politiques Publiques et Stratégies pour l'Environnement, AgroParisTech, Paris	Pluie - cours d'eau	10/01/2017
42	Établissement Public Territorial de Bassin Seine Grands Lacs Direction de l'Appui aux territoires - service directive Inondation	Chef du service directive Inondation Professeur associé à l'Université Lyon 3 Jean Moulin	Maîtrise en aménagement du territoire et DESS de gestion des risques dans les collectivités territoriales (risques d'origine naturelle, inondations en particulier) à l'université Lyon 3 Jean Moulin	Cours d'eau	16/11/2015
Départements	Département des Yvelines (78) Direction de l'Environnement - service de l'Eau et de l'Assainissement	Chargée de mission Eau et entretien des rivières		Pluie - cours d'eau	23/02/2016
	Département de l'Essonne (91) Direction de l'Environnement	Responsable du service de l'eau Technicienne qualité de l'eau et cartographie	Ingénieur de l'école nationale supérieure de Géologie de Nancy (ENSG) (hydrogéologie) BTS en gestion et maîtrise de l'eau à l'institut des sciences de la Nature et de l'Agroalimentaire de Bordeaux (ISNAB) et BTS aménagement paysager au lycée privé de l'Horticulture et du Paysage d'Orléans	Cours d'eau	16/03/2016
	Département des Hauts-de-Seine (92)			Pluie	12/05/2015

		Direction de l'eau - Pôle cadre de vie et aménagement urbain	Adjoint au chef du Service Études et Contrôle de la Délégation			
	46	Département des Hauts-de-Seine (92) Direction de l'Eau, service Études et Contrôle de la délégation	Adjoint au chef du Service Études et Contrôle de la Délégation Chargée du SIG ²³² de la Direction Eau Technicien territorial (spécialisé eaux pluviales)	DUT en chimie	Pluie	19/02/2016
	47	Département de Seine-Saint-Denis (93) Direction de l'Eau et de l'Assainissement	Responsable du bureau de Liaison avec l'Aménagement et l'Urbanisme	Master à l'école des ingénieurs de la ville de Paris	Pluie	17/07/2015 et 25/01/2016
	48	Département du Val de Marne (94) Direction Eau et Assainissement Service études générales d'Assainissement et du Milieu aquatique	Directrice adjointe chargée de la Prospective et de la Coordination (DAPEC)	Ingénieure en eau et environnement de l'école nationale d'Ingénieurs de Limoges (ENSIL)	Pluie - cours d'eau	25/03/2015
	49	Département du Val d'Oise (95) Direction de l'Environnement et du développement durable	Cheffe du service Eau et Assainissement	Ingénieure	Pluie	24/05/2016
Institutions étatiques	50	Voies navigables de France (VNF) Direction de l'Infrastructure de l'Eau et de l'Environnement	Responsable de la division Qualité Sécurité Eau et Environnement		Cours d'eau	22/07/2015
	51	AESN Direction des Rivières Île-de France – service Investissement des collectivités 77-95	Chargée d'opérations		Pluie	20/10/2016

N.B. Les institutions marquées d'un astérisque ont été présentées dans les tableaux 4.1 et 4.2 du chapitre 4, elles ne sont pas redéfinies ici. Les nombres servent à identifier les entretiens. Ceux-ci sont codés par deux lettres : la lettre T qui fait référence au numéro du tableau et la lettre E à celui de l'entretien (le tableau un -T1- est le tableau des entretiens exploratoire, le tableau deux -T3 - des visites de site et réunions de projet et de chantier).

Afin de synthétiser et d'analyser les profils professionnels des enquêtés, fonctions et formations ont été simplifiées par des catégories. Les fonctions des enquêtés ont été classées en direction de structure, direction de service, chargé de mission ou de projet et technicien. Le classement des formations est plus délicat : certains professionnels ont obtenu des diplômes dans des établissements de formation et des domaines divers, c'est par exemple le cas de l'écologue rencontré à NatureParif qui a complété son parcours par une formation en économie (E14, 27/05/2015). Ainsi les formations initiales sont complétées par des formations au cours de la carrière professionnelle : on a cependant privilégié les formations initiales dans le classement, qui nous semblent plus déterminantes. De plus, certains professionnels racontent leur formation en autodidacte dans certains domaines : l'approche par le parcours scolaire ne suffit pas toujours.

Près de 40 % de nos enquêtés sont spécialisés dans la gestion de l'eau de pluie, près de 45 % dans la gestion des cours d'eau et environ 12 % dans les deux domaines. Deux entretiens ont porté sur l'écologie. Le graphique de la figure 6.1 représente les proportions de fonctions professionnelles des enquêtés de notre panel (le premier nombre indique l'effectif, le second le taux).

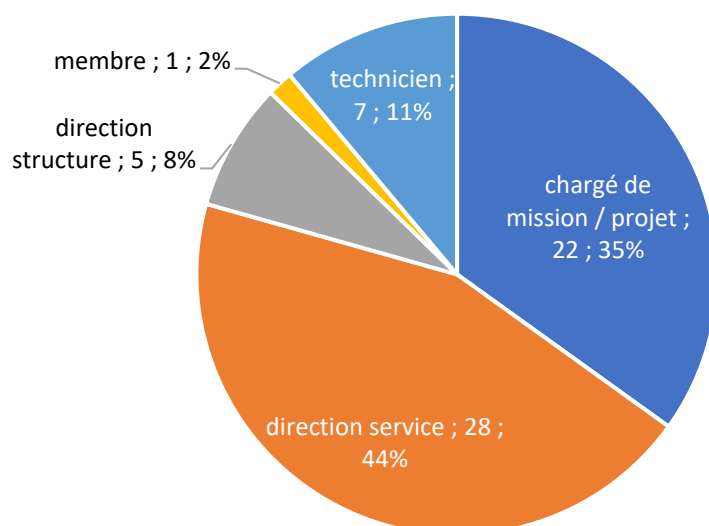


Figure 6.1 Proportions des différentes fonctions professionnelles dans les entretiens formels (en nombre puis en pourcentage)

Les directeurs et directrices de services et les directeurs de structures représentent près de la moitié du panel des interlocuteurs. Les chargé.e.s de mission ou de projet représentent plus du tiers des enquêtés, et les techniciens sont minoritaires. Le membre du collectif est isolé car les hiérarchies professionnelles ne sont pas pertinentes pour le classer. Le panel est donc essentiellement composé de cadres et de chargés de projet et à la marge de techniciens.

Les formations des enquêtés en fonction des thèmes abordés ont été synthétisées dans le tableau 6.2. Nous n'avons pas d'information concernant les formations d'origine pour treize des enquêtés sur les soixante-trois, soit 20 % du panel. Les proportions présentées dans le paragraphe suivant sont calculées sur les cinquante formations identifiées, regroupées par champs disciplinaires. Les formations en hydrologie urbaine sont dans la catégorie « hydraulique », les formations en gestion des risques ont été classées en « géographie ». Les formations relevant de la gestion de milieux ont été classées en « écologie ». Les disciplines auxquelles ont été assimilées les formations sont également classées en grands ensembles disciplinaires : sciences biologiques, sciences de l'environnement, sciences humaines et sociales. Ces catégories sont grossières, certains éléments peuvent être contestés, par exemple : l'architecture et la

communication, relèvent-elles vraiment des sciences humaines et sociales ; l'agronomie des sciences biologiques ? Cependant ces grandes catégories permettent d'identifier les champs disciplinaires dominants dans le parcours des enquêtés.

Tableau 6.2 Synthèse par thème des disciplines d'origine des professionnels interrogés

Ensemble disciplinaires	Disciplines	Cours d'eau	Écologie	Pluie	Pluie - cours d'eau	Total par disciplines	Total par ensembles
Sciences biologiques	Biologie	2	1	2	1	6	14
	Écologie	5				5	
	Agronomie	2			1	3	
Sciences physiques	Chimie		1	2		3	22
	Environnement	3		1		4	
	Géologie	2		1		3	
	Hydraulique			3	2	5	
	Mécanique	1				1	
	Génie civil			1		1	
Génie urbain	1			4		5	
Sciences humaines et sociales	Urbanisme			2	1	3	14
	Architecture			1		1	
	Paysage	1			1	2	
	Sciences politiques			1		1	
	Géographie	4		1	1	6	
	Communication	1				1	
	Total par domaine	22	2	19	7	50	

Les formations en biologie et en géographie sont majoritaires avec respectivement six professionnels, plutôt spécialisés dans la gestion des cours d'eau. Les professionnels formés en écologie, en hydraulique et au génie urbain, sont au deuxième rang avec cinq professionnels, puis l'environnement rassemble quatre professionnels, suivies par l'agronomie, la chimie, la géologie et l'urbanisme avec chacune trois professionnels.

L'ensemble disciplinaire le plus représenté est celui des sciences physiques : vingt-deux professionnels, pour la plupart spécialisés dans le domaine de la gestion des eaux de pluie (c'est le cas pour treize d'entre eux). Les sciences biologiques, et humaines et sociales sont également bien représentées avec chacune quatorze professionnels, spécialisés dans le domaine de la gestion des cours d'eau pour les sciences biologiques et presque également répartis entre gestion des cours d'eau et de l'eau de pluie pour les sciences humaines et sociale. Cette rapide analyse confirme donc les connaissances préalables des champs professionnels : les professionnels spécialisés dans la gestion de la pluie sont plutôt issus d'écoles d'ingénieurs avec des formations en sciences physiques, tandis que les professionnels qui se consacrent à la gestion des cours d'eau sont plutôt issus de formations en sciences biologiques. Les professionnels issus de formations en sciences humaines et sociales, probablement plus généralistes, sont représentés dans les deux domaines. Les ingénieurs en sciences de l'environnement sont surreprésentés dans cette enquête du fait de leur présence à la fois dans la gestion des eaux de pluie et dans celle des cours d'eau.

Les visites de sites et réunions de chantier sont des occasions d'échanges avec des métiers plus difficiles à approcher au motif d'une enquête sur la gestion intégrée de l'eau en ville : les bailleurs, les promoteurs, et même les architectes et les aménageurs. Ce sont aussi des opportunités d'observation des relations entre les professionnels et des pratiques de terrains. Nous avons pu accéder aux réunions de projet et à certaines

réunions de chantier grâce au responsable du pôle « hydrologie urbaine et qualité des rejets » de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement d'Est Ensemble ou à l'invitation de maîtres d'œuvre. Les observations recueillies lors de ces réunions et visites sont trop ténues pour être exploitées comme un matériau à part entière, qui permettrait l'analyse des relations entre les acteurs ou leurs pratiques sur les sites. Elles sont essentiellement utilisées en contre-point de l'analyse de discours dans les deux sections suivantes. Les visites de site avec des professionnels ont été menées, organisées par des organismes dédiés (dans le cadre d'un groupe de travail d'ARCEAU par exemple), ou par nos soins. Certaines ont été réalisées avec Manuel Pruvost-Bouvattier, notre tuteur à l'IAU : elles ont été l'occasion d'échanges et de constitution d'une culture commune des opérations de renaturation des cours d'eau et de gestion intégrée des eaux de pluie, nous avons notamment pu bénéficier de son expertise de naturaliste. Le tableau 6.3 présente ces différentes situations d'échange et d'observation.

Ce tableau n'est cependant pas exhaustif. Nous avons également assisté à des événements comme la fête de l'Oh ! du Val de Marne, le Big Jump à Saint-Maur-des-Fossés (94), les courses de natation dans le bassin de la Villette à Paris : ces événements ne sont pas comptés au titre des situations d'échange et d'observation de cette enquête, même s'ils nous ont permis de rencontrer les acteurs associatifs, les riverains, les associations de pêche, ou parfois des directeurs ou chargés de missions de syndicat de rivière. Ils n'ont cependant pas fait l'objet d'une prise de notes systématique, et la photographie a été le principal média de mémoire des expériences des sites.

Tableau 6.3 Visites de site accompagnées et situations d'observation, d'octobre 2015 à janvier 2018

Situation	N°	Lieu et précisions	Enquête / accompagnateur	Date	Thème
Visites de sites	V1	<p>Territoire de Plaine Commune (93) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Square des Acrobates, Saint-Denis • mail végétalisé de la cité des 4000, la Courneuve • Parc des 3 rivières, Stains • Noues et place à proximité du collège Lucie Aubrac, Villetaneuse • Noues, minérales à côté des bâtiments de Plaine Commune, Saint-Denis • Place du Front populaire, campus Condorcet, Aubervilliers • Rue Roger Salengro à proximité de l'Université Paris 13, Villetaneuse 	<p>Accompagnement d'un tour des sites de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chargée de mission hydraulique urbaine et aménagement • Ancien contractuel de la communauté d'agglomération 	19/10/2015	Pluie
	V2	<p>Dans les Hauts-de-Seine (92) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berges d'Issy, en face de l'île Saint Germain, Issy-les-Moulineaux • Île Seguin, Pont Seilbert, Meudon • Passerelle de l'Arve entre Saint-Cloud et Neuilly • Parc des berges de Seine, Nanterre. Quai du président Paul Doumer. • campus EDF GRDF, immédiatement à l'aval du Pont d'Épinay, Gennevilliers 	<p>Visite accompagnée avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuel Pruvost-Bouvattier • Cheffe de projet au département urbanisme et management du territoire de l'IAU • Chargé d'opération, chef d'unité Aménagement des berges de Seine, d'Espaces publics et Réhabilitation de bâtiments, département des Hauts-de-Seine 	22/10/2015	Cours d'eau

V3	Asnières (92) : rue sœur Valérie et parvis de la mairie	Après-midi d'Ekopolis ²³³ et de l'agence de l'eau Seine Normandie sur les techniques alternatives avec intervenants : <ul style="list-style-type: none"> • Directeur adjoint du service Voirie, • Responsable de l'entretien des Espaces verts de la mairie d'Asnières-sur-Seine, • Directeur de l'Agence Thierry Maytraud 	03/11/2015	Pluie
V4	Territoire des Hauts-de-Seine (92) : <ul style="list-style-type: none"> • Projet Vallée Rive Gauche, Issy-les-Moulineaux, Meudon, Sèvres • Parc du chemin de l'île, Nanterre • Quartier Hoche, Nanterre 	Visite accompagnée avec : <ul style="list-style-type: none"> • Manuel Pruvost-Bouvattier • Cécile Mauclair, géomaticienne au département environnements urbain et rural IAU. 	25/05/2016	Pluie - cours d'eau
V5	Réouverture de la Bièvre à l'Hayë-les-Roses (94)	Visite accompagnée avec Manuel Pruvost-Bouvattier	19/10/2016	Cours d'eau
V6	Dans le Val-de-Marne (94) et les Hauts-de-Seine (92) : <ul style="list-style-type: none"> • Sogaris société d'économie mixte de logistique, Créteil (94) • ZAC Paul Bert, Villeneuve-le-Roi (94) • ZAC du Chaperon Vert, Arcueil et Gentilly (92) 	Visite organisée par des membres d'ARCEAU avec intervenants : <ul style="list-style-type: none"> • Directeur immobilier de Sogaris • Directeur des services techniques de la commune de Villeneuve-le-Roi • Service assainissement de l'intercommunalité Grand Orly Seine Bièvre. 	07/12/2016	Pluie
V7	Les Mureaux (78) : écoquartier et ru de l'Orgeval	Visite organisée avec intervenants (avec des étudiants de Sciences Po Paris) : <ul style="list-style-type: none"> • Adjoint à la mairie développement durable • Directrice des services techniques 	17/02/2017	Pluie
V8	Seine aval (92) divers sites de chantiers de berges de l'amont du Pont de Billancourt jusqu'au Pont de Puteaux.	Visite accompagnée avec : <ul style="list-style-type: none"> • Chef de chantier de berge de l'association Espaces • Stagiaire de l'association Espaces • Manuel Pruvost-Bouvattier 	12/05/2017	Cours d'eau

²³³ Ekopolis est une association loi 1901 qui se définit comme un « Pôle de ressources francilien pour la construction et l'aménagement durables ». Elle joue donc un rôle d'animation dans ces domaines au sein de la région parisienne. Elle a été créée par les huit conseils d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE) d'Île-de-France, l'agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), l'agence régionale de l'Environnement et des nouvelles Énergies (ARENE), la Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement (DRIEA), la Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie (DRIEE) et le conseil régional d'Île-de-France (Ekopolis, s. d.).

	V9	L'écoquartier des Docks à Ris-Orangis (94)	Visite organisée en interne par le département de l'environnement urbaine et rural de l'IAU avec la chargée de mission aménagement durable à la ville de Ris-Orangis	18/07/2017	Pluie
	V10	Réouverture du Petit Rosne à Sarcelles (93) et zone humide du Vignois à Gonesse (93).	Visite accompagnée avec le directeur du syndicat	21/07/2017	Cours d'eau
	V11	Boucle amont de Paris de la Marne, Saint Maur et Créteil (94)	Interviews des techniciens de rivières de l'association au Fil de l'Eau avec Ariane Lamarsaude et Félix Bazinet, vidéastes en documentaire animalier	14/09/2017	Cours d'eau
	V12	La ZAC des Docks de Saint-Ouen (93)	Visite organisée par le Cluster Eau Milieux Sols ²³⁴ présentée par une chargée de projet de Phytorestore	11/12/2017	Pluie
	V13	La ZAC Peugeot PSA Peugeot à Asnières-sur-Seine (92)	Visite accompagnée avec : <ul style="list-style-type: none"> • Directrice de l'agence d'architectes-paysagistes Arpentère • Étudiants en Urbanisme de l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne 	21/08/2018	Pluie
Réunion de chantier ou de projet	V14	(chantier) ZAC du Bel Air Grands Pêcheurs, Montreuil	<ul style="list-style-type: none"> • Un chargé de projet de l'Immobilière Île-de-France • Un ingénieur d'un bureau d'études VRD • le conducteur de travaux • le chargé de suivi des projets urbains du pôle hydrologie urbaine et qualité des rejets d'Est Ensemble 	13/04/2017	Pluie
	V15	(projet) Pôle chemin Vert, mairie de Bobigny PRU du Grand Quadrilatère	<ul style="list-style-type: none"> • trois paysagistes • deux chargés de missions de la direction des espaces publics de la mairie de Bobigny • ingénieur hydraulique du bureau d'études ATM • ingénieur d'un bureau d'études VRD • chargé de suivi des projets urbains du pôle hydrologie urbaine et qualité des rejets de l'EPT Est Ensemble 	12/05/2017	Pluie
	V16	(chantier) Quartier de la Noue Montreuil	<ul style="list-style-type: none"> • chef de projet architecte-urbaniste de l'agence d'architecture et d'urbanisme HYL • chef de projet VRD du bureau d'études techniques EPC • chef de projet de la direction espace public de la ville de Montreuil 	24/05/2017	Pluie

²³⁴ Le cluster eaux, milieux, sols est « une association aux services de ses membres et des territoires de l'Île-de-France dont le but est de construire une dynamique de l'innovation dans les domaines de l'eau, des milieux et des sols. ». Il a été « créé dans le Val-de-Marne à l'initiative de Territoire Grand-Orly Seine Bièvre et des entreprises partenaires. » Source : <https://clusterems.org/historique/> consulté le 04/04/2019.

		<ul style="list-style-type: none"> • urbaniste de la gestion urbaine de proximité de la ville de Montreuil • conducteur de chantier 		
V17	(chantier) Cité de l'Étoile à Bobigny	Cheffe de projet de l'agence d'architecture, urbanisme et paysage Catherine Tricot	17/07/2017	Pluie
V18	(chantier) Cité de l'Étoile à Bobigny	<ul style="list-style-type: none"> • technicienne du bureau d'études VRD Degouy, • chargée de projet urbain de la ville de Bobigny • architecte du cabinet Badia Berger • architecte • représentante de la mission en Ordonnancement, Pilotage, Coordination (OPC) • représentant de SICRA filiale du groupe Vinci Constructions • chef du service aménagement de voirie et des espaces publics de la ville de Bobigny • concepteur lumière 	21/08/2017	Pluie
V19	(projet) Locaux Sequano à Bobigny, sur la ZAC de la rive des Docks BONDY	<ul style="list-style-type: none"> • représentant du service de la voirie du département de Seine-Saint-Denis • Quatre représentants des services techniques de la ville de Bondy • chargé d'opération de Sequano • architecte concepteur de l'agence d'architecture et d'urbanisme BURO • ingénieur VRD du bureaux d'études et d'ingénierie Technicité • responsable du pôle hydrologie urbaine et qualité des rejets de l'EPT Est Ensemble • chargée d'opérations de l'EPT Est Ensemble • représentant du services espaces publics de l'EPT Est Ensemble • représentant du pôle « nature en ville » de l'EPT Est Ensemble 	18/12/2017	Pluie - cours d'eau
V20	(chantier) Gonesse zone humide du Vignois en travaux	Interview et observation de visite de chantier avec le gérant du bureau d'études en paysage et en génie écologique Cépaga et son associée, avec Ariane Lamarsaude.	11/01/2018	Cours d'eau

Sept visites de site accompagnées, cinq organisées, deux interviews filmées, cinq réunions de chantier et trois de projet ont été autant d'occasions de rencontrer des professionnels moins spécialisés : des chargés de projet d'agences d'architecture, d'urbanisme, de paysage, de concepteur lumière, des ingénieurs de bureaux d'études techniques en voiries et réseaux divers (VRD), en écologie, en hydrologie urbaine, des chargés de projet de communes et intercommunalités, un élu, des techniciens de berges. Les acteurs classiques du projet urbain contribuent ainsi à la conception de la gestion intégrée de l'eau en ville en collaboration avec les professionnels spécialisés dans la gestion de la pluie ou des cours d'eau, ou dans la conception de systèmes techniques dédiés à la gestion intégrée de l'eau en ville.

1.2. Concurrences et collaborations entre les métiers pour l'aménagement intégré de l'eau en ville

Les compétences relatives à la conception des ouvrages de gestion des eaux de pluie et des opérations de renaturation des cours d'eau sont définies lors de chaque projet par les maîtres d'ouvrage (collectivités, syndicats, aménageurs) et leurs assistants (principalement les bureaux d'études, mais aussi les agences d'urbanisme, d'architecture, de paysage). Cette définition est sujette à débat parmi les professionnels, qui tantôt affirment la légitimité de leur profession à se saisir de ce sujet, mais parfois aussi essaient de s'en décharger. Dans cette sous-section sont présentées très succinctement les quelques éléments de définition des métiers qui sont apparus au fil des échanges avec les professionnels enquêtés. Ces éléments permettent aux professionnels de circonscrire leur fonction et de s'attribuer des rôles dans la fabrique urbaine. Si l'on reprend la proposition de Laurent Matthey et de Christophe Mager, on peut avancer qu'ils peuvent chercher la reconnaissance soit de la compétence de leur métier pour effectuer certaines tâches, soit celle de leur capacité à définir la manière dont les tâches doivent être réalisées, capacité qui revient aux professions dominantes (Matthey, Mager, 2016). Ces éléments sont apparus spontanément dans le discours de certains acteurs, mais tous les interlocuteurs n'ont pas été mobilisés sur ce sujet et certains l'ont été sans succès. Les résultats de cette sous-section reposent donc sur le témoignage d'un petit nombre d'interlocuteurs qui a pris cette question à bras-le-corps lors de l'entretien. Se sont principalement exprimés sur la question des métiers les hydrologues urbains, les écologues, les gestionnaires de milieu et les paysagistes.

L'un des métiers qui a toute légitimité à revendiquer la mainmise sur la gestion des eaux de pluie en milieu urbain semble naturellement être celui d'hydrologue urbain. Les tenants de ce métier sont présents dans des structures assez diverses : dans les collectivités territoriales, dans des bureaux d'études spécialisés mais également chez certains aménageurs. Cependant ce métier n'est pas reconnu comme une profession, les interlocuteurs qui s'en réclament sont d'ailleurs originaires de formations diverses, en urbanisme, en génie urbain, ou en biologie pour l'un d'eux qui s'est ensuite spécialisé en assainissement urbain (cf. tableau 6.1). Pour certains interlocuteurs, ce métier fait l'objet d'une revendication :

« En réalité, ce métier, que moi je considère comme un vrai métier, qui est la gestion de l'eau en milieu urbain, qui n'est ni de l'architecture, ni du paysage, ni du VRD²³⁵, [...] aujourd'hui ce métier-là n'a pas sa place, dans le processus d'aménagement. [...] [D]ans un groupement de maîtrise d'œuvre, il n'est ni dans l'équipe conception, donc architecte, paysagiste etc., il n'est ni dans le VRD très technique ; en fait c'est un truc qui est à cheval entre les deux, et ça, en fait, c'est un élément étranger pour les acteurs. Et il pourrait être aussi dans le cadre d'une approche d'assistance à maîtrise d'ouvrage, mais, les aménageurs, les collectivités, n'y pensent pas toujours, et n'ont pas forcément envie [...]. Donc, on a besoin de ce truc-là, mais un, il n'a pas vraiment sa place, et deux, tout le monde dit qu'il sait plus ou moins bien faire. Donc le paysagiste dit : "la flotte c'est bon", l'architecte : "c'est bon je demande à mon paysagiste", le VRD dit : "je sais faire". Et en réalité, ce n'est pas vrai [...], en fait le paysagiste ne sait pas forcément

²³⁵ Voiries et réseaux divers, cf. section 1.2 du chapitre 3.

faire, ou en tout cas il n'avait pas prévu de le faire, le VRD, lui, il ne travaille pas sur cette interface espace public/espace vert, or l'eau pluviale c'est beaucoup un travail d'interface aussi. De limite. Et d'ailleurs, le métier, c'est un métier d'interface aussi. Parce que nous, on a besoin de l'architecte, du paysagiste, du VRD, de tout en même temps » (T1 E5, directeur, ATM, 11/09/2017)

Ce directeur de bureau d'études revendique donc la place de la profession d'hydrologue urbain dans les marchés urbains : soit dans l'assistance à maîtrise d'ouvrage, soit dans les groupements, en tant qu'interface entre les architectes, les paysagistes et les ingénieurs des bureaux d'études techniques, qu'il coordonne, dont il se sert. Cet interlocuteur, formé en urbanisme, transpose en quelque sorte la définition classique de l'urbaniste comme acteur coordonnateur des différentes tâches spécialisées au sein d'un projet urbain. Cependant, l'ajout d'un nouvel expert dans les groupements des projets urbains induit aussi de lui consacrer une part des honoraires, il n'est donc pas très bien perçu par les métiers plus classiques du projets urbains (T1 E5, directeur, ATM, 11/09/2017). Ce métier d'interface est situé entre les compétences techniques des bureaux d'études VRD, les compétences de conception de l'espace public des paysagistes, et les compétences de coordination des acteurs de projet des urbanistes. C'est donc un métier qui cherche à établir la reconnaissance de ses compétences à effectuer certaines tâches.

Le métier d'hydrologue urbain est défini de manière un peu plus restreinte par d'autres interlocuteurs, comme alliant des compétences en urbanisme et en hydrologie. L'eau ressurgit en surface de la ville amenant avec elle des enjeux de maîtrise du foncier et d'acteurs, non maîtrisés par les ingénieurs, mais son aménagement est technique et nécessite une mobilisation des sciences hydrauliques, que les urbanistes ne connaissent pas. La responsable du service de l'eau et de l'assainissement de l'établissement public territorial Plaine Commune définit ainsi le profil professionnel idéal de l'hydrologue urbain, et souligne la nécessité d'une capacité à valoriser la gestion de l'eau auprès des acteurs de projet dont il faut emporter l'adhésion (T1 E18, 23/03/2015), selon la logique prosélyte présentée dans la section 3.2 du chapitre 4.

La compétence technique associée au métier d'hydrologue urbain est définie par plusieurs interlocuteurs comme un travail fin sur la topographie des sites :

« Les outils de ce métier, c'est les simulations hydrauliques, c'est les méthodes de calculs c'est du travail de nivellement. C'est une culture de l'hydrogéologie, une culture de l'espace vert. [...] [L]es plans, la topographie est fondamentale, la topographie existante, la topographie de projet. Et là-dessus on va aborder la question sous l'angle, à chaque fois, du nivellement. En fait, la gestion de l'eau de pluie, c'est beaucoup, beaucoup de nivellement. Or c'est ce qu'il y a de plus compliqué sur un projet d'aménagement, le nivellement. [...] On le voit bien, l'eau de pluie c'est gravitaire, c'est un truc qui coule d'un point haut vers un point bas, donc en fait ça veut dire que sur l'échelle d'une opération, surtout si on veut faire alternatif, à ciel ouvert etc., on a besoin que le nivellement soit extrêmement précis sur parfois des sites où il n'y a pas beaucoup de pente. » (T1 E5, directeur, ATM, 11/09/2017)

L'interlocuteur donne donc une définition de la compétence spécifique du métier. Si l'on s'en tient à cette définition, le métier de l'hydrologue urbain n'a que très peu évolué depuis les premières modélisations des bassins versants de Paris de l'ingénieur Pierre-Simon Girard, reprises par Eugène Belgrand au XIX^{ème} siècle, qui étudiaient déjà la circulation de l'eau sur les sols urbains, en fonction de la rugosité de ces sols (Barles, 1999). La « culture de l'espace vert » est cependant nouvelle, puisque cette dénomination et ce qu'elle connote sont une invention du XX^{ème} siècle et des architectes modernistes (Emelianoff, 2000 ; Cormier, 2015). La tâche est décrite comme « ce qu'il y a de plus compliqué » dans un projet urbain : certainement en partie car elle convoque l'hydrogéologie, science complexe, mais surtout, parce qu'elle exige une précision dans le nivellement des sols qui est difficile à obtenir dans la réalité : celui-ci peut être subtil, ténu ; sa réalisation relève dès lors d'un savoir-faire fin, elle est très dépendante des phases de chantiers et de ses aléas. L'hydrologie urbaine est donc rapprochée des travaux publics, et le suivi de chantier semble être une activité centrale du métier.

Pour le chargé de projet de la société d'économie mixte Sequano, la gestion de l'eau de pluie est un sujet « dans l'air du temps », à la mode dans les projets urbains, comme technique environnementale

valorisable sur le plan commercial et financier (par l'obtention de subventions, par le coût moindre des techniques à ciel ouvert relativement aux canalisations enterrées). Mais selon lui, la gestion intégrée de l'eau de pluie est également vectrice de qualité des projets urbains, et ouvre des domaines d'apprentissages aux ingénieurs : « ça permet d'améliorer [leurs] projets, notre manière de vivre aussi. Sinon il n'y a plus rien à faire, rien à étudier » (T1 E11, 16/03/2018). La gestion des eaux de pluie dans les projets est ici décrite comme une possibilité d'extension des savoirs et savoir-faire et du domaine d'intervention des ingénieurs hydrauliciens classiques. Les analyses de M. V. Melosi sur l'extension du champ d'expertise des ingénieurs en lien avec l'ère environnementale sont identifiables ici (cf. introduction générale, page 22). Il faut cependant ajouter le plaisir et l'intérêt qui sont associés à cette extension, permettant de sortir d'une pratique de dimensionnement de réseaux très standardisée, et d'avoir un effet sur le cadre de vie, sur l'espace urbain.

Certains maîtres d'ouvrage évoquent également le manque de compétence spécifique des bureaux d'études techniques généralistes ou même spécialisés en hydraulique : selon plusieurs chargés de mission dans les collectivités, les bureaux d'études en hydraulique ont une « culture trop VRD », c'est-à-dire une culture de conception de réseaux d'évacuation et d'ouvrages enterrés :

« On a pas mal de groupes d'études [groupements répondant à des lots d'étude dans les projets d'urbanisme] qui se disent compétents parce que c'est des généralistes et que c'est quelque chose qu'on met en avant maintenant, la gestion intégrée des eaux pluviales, mais on voit que concrètement effectivement [les maîtres d'œuvre] ont plutôt l'habitude de travailler sur une gestion traditionnelle avec des ouvrages enterrés, que sur la gestion vraiment intégrée à la ville. » (T1 E21, responsable du pôle hydrologie urbaine et qualité des rejets, Est Ensemble, 20/05/2015)

Selon ce responsable, la culture des ouvrages enterrés domine dans les bureaux d'études techniques. Les professionnels des bureaux d'études en hydraulique sont également décrits comme « des ingénieurs pure souche » par la chargée de mission hydraulique urbaine et aménagement de Plaine Commune, pour lesquels l'eau « c'est sale, il faut l'évacuer, il faut l'amener loin de la ville », à tel point que « [d]es fois on se retrouve avec des bureaux d'études qui ont une pensée très hygiéniste encore. On a l'impression d'être revenus au XIX^{ème} siècle » (T1 E20, 19/10/2015). Par contraste, l'hydrologue urbain n'est donc pas un ingénieur au sens traditionnel du terme, imprégné de préceptes hygiénistes et de crainte de l'eau stagnante : il se démarque par son rôle de concepteur d'espace urbain, capable d'intégrer contraintes techniques et fonctions urbaines. La compétence de l'hydrologue urbain est donc affirmée par les professionnels des bureaux d'études et agences mais également requise par les professionnels des collectivités qui s'en réclament également. Le fait que les hydrologues urbains soient présents dans les organismes maîtres d'ouvrage permet d'envisager que la compétence du métier pour la gestion des eaux de pluie - est reconnue, et même qu'ils sont en capacité de définir la manière dont doit être effectuée cette gestion, signe d'une consolidation du métier. Cependant, sa place dans les projets urbains n'est pas assurée : selon la même chargée de mission hydraulique urbaine et aménagement de Plaine Commune :

« Pour la ZAC de la Montjoie, [...] dans la mission on avait demandé à ce que la maîtrise d'œuvre soit composée d'un paysagiste et d'un écologue pour vraiment proposer des espaces verts qualitatifs qui permettent d'accueillir de la biodiversité, qui permettent de vraiment créer des continuités écologiques. Ça faisait partie de notre programme en fait, de base on voulait vraiment ce genre de compétence pour notre ZAC. Des fois on demande même une compétence hydraulique particulière parce qu'on sait que ce sera un sujet sensible et qu'on veut aller loin dans la réflexion sur la gestion de l'eau [...]. » (T1 E20, 19/10/2015)

Cette responsable, pourtant qualifiée d'hydrologue urbaine par sa supérieure, estime donc que les métiers d'écologues et d'hydrologue urbain (ici désigné par « une compétence hydraulique particulière »), sont des expertises de pointe, qui complètent des expertises plus communes et généralistes. Aussi hydrologues urbains et écologues sont-ils mobilisés comme experts de la conception écologique dans les projets très ambitieux, alors que la gestion de l'eau de pluie à la parcelle est devenue une norme (cf. chapitre 4).

Les écologues, lorsqu'ils se tournent vers l'action, sont les spécialistes de la création et de la gestion des milieux écologiques ; leur profession est donc naturellement en concurrence avec celle des paysagistes, dont les prérogatives sont souvent réduites en milieu urbain à une conception **esthétique** des espaces verts, en cohérence avec les origines du métier (Donadieu, 2007). Les écologues urbains sont tantôt décrits comme des alliés et des collaborateurs par les hydrologues urbains, mais ils sont également parfois dépeints comme urbanophobes :

« Ce qui est difficile, dans le milieu de l'écologie, c'est que souvent, on va avoir d'un côté des aménageurs, on va dire "des acteurs de la ville" [...] et le monde des écologues [...] qui est extrêmement vaste [aussi]. Mais en fait, le monde des écologues est un monde, ou bien de militants mais je ne parle pas de ceux-là, ou bien de scientifiques, qui n'a pas forcément de culture urbaine du tout, [...] qui vont plutôt toujours être dans le sens de la préservation, de la renaturation, mais vraiment déconnectés du milieu urbain. En tout cas déconnectés de la population même. » (T1 E5, directeur, ATM, 11/09/2017)

L'interlocuteur oppose donc les « acteurs de la ville » au milieu des écologues, insensibles aux enjeux urbains. Cependant, pour le chargé de mission de NatureParif, les écologues ont pour caractéristique de rendre opérationnel un savoir général en écologie mais peu appliqué, et donc de s'appropriier le domaine urbain avec les outils de l'écologie :

« L'écologue tout seul avec sa formation en écologie générale, n'a rien à vendre. Donc il est obligé, de s'inspirer d'autres disciplines, et même de se spécialiser là-dedans. C'est-à-dire, quand on sort d'un master d'écologie aujourd'hui, on sait comment fonctionnent les sols, on sait comment fonctionnent les forêts, on sait dire comment en gros un écosystème est en bonne santé, qu'est-ce qu'il faudrait faire pour que ça aille mieux, mais finalement on n'a rien à vendre là-dedans si on ne l'applique pas [soit] au milieu urbain, soit à l'agriculture, et c'est ce qu'a fait l'agroécologie derrière, soit à la gestion des quotas de pêche et des océans. [...] Sauf quand on est effectivement uniquement naturaliste, où ce qu'on a à vendre c'est l'observation et la connaissance de la nature [...]. C'est deux métiers différents [...]. Moi je suis sorti de ma formation, j'avais aucune connaissance du milieu du BTP²³⁶, de l'architecture, de l'ingénierie civile, j'ai dû apprendre ou dialoguer pour essayer de faire ensemble. Et effectivement, ce n'est pas encore dans les formations [...]. » (T1 E14, écologue, Natureparif, 27/05/2015)

Il distingue ainsi entre l'écologue et le naturaliste : le premier applique les connaissances des milieux à une pratique, tandis que le second valorise essentiellement ses compétences d'observateur des milieux : il met en avant l'enjeu d'action du métier. Les écologues urbains se font donc une place dans la fabrique urbaine en tant qu'ingénieurs des milieux vivants : ils sont capables de poser un diagnostic et de trouver une solution pratique aux dysfonctionnements, ils doivent cependant s'appropriier les codes des autres métiers pour influencer sur leurs pratiques, les transformer. Cet interlocuteur mobilise notamment un champ de l'écologie assez inhabituel pour les spécialistes de cette discipline, habituellement focalisés sur la connaissance des milieux naturels. Il s'agit de l'écologie telle que fondée par Howard et Eugene Odum dans les années 1950, et qui tend non pas à expliquer seulement les relations entre biocénose et biotope, mais plus largement le métabolisme de communautés vivantes, c'est-à-dire leurs relations physiques, traduites en flux d'énergie et de matières, avec l'environnement au sens large. Cette branche de l'écologie scientifique a notamment donné naissance à des outils opérationnels pour l'analyse des relations entre ville et environnement, comme le métabolisme urbain, qui repose sur une description voire comptabilité des ressources puisées et des déchets produits par une ville (Barles, 2017). Ce modèle analogique est tourné vers l'action, vers la maîtrise du développement urbain, il est mis en avant par ce même écologue :

« [M]oi ce que je défends comme idée, sur la ville, c'est beaucoup cette idée de métabolisme, c'est-à-dire que, quand bien même on aurait reverdi toutes les villes, les impacts ils ne sont pas là quoi. C'est pareil, moi je travaille avec les entreprises franciliennes. Il y a, allez, sept entreprises sur dix qui ont des impacts

²³⁶ Bâtiments et travaux publics.

sur l'environnement, en dehors de l'Île-de-France. Par les produits qu'elles importent, ce qu'elles exportent, les impacts qu'elles génèrent. Et il y a une espèce de tendance aujourd'hui, à réduire les questions d'écologie dans les entreprises, à la bonne gestion des emprises foncières. Donc elles font des jardins écolos, elles mettent des ruches... » (T1 E14, écologue, Natureparif, 27/05/2015)

Ainsi, cet interlocuteur met en avant le pouvoir analytique de l'écologie : elle n'est pas toujours focalisée sur la végétation des villes, sur les milieux vivants qui s'y trouvent, mais entend analyser plus largement les activités humaines au sein de leur environnement. La connaissance du fonctionnement des milieux naturels peut cependant être utile pour améliorer l'aménagement des villes :

« En fait les écologues soit perçoivent la ville comme un écosystème, ou une multitude d'écosystèmes très hétérogènes, mais qui ne font qu'un finalement, soit ils l'observent telle quelle et ils ne touchent pas, en gros ; soit ils font en sorte de recréer des dynamiques qui les intéressent. Donc quand on cherche à restaurer les sols urbains par exemple, il y a une expérience en Seine-Saint-Denis, sur la restauration des sols très tassés, très pollués, c'est pour derrière retrouver des sols supports d'une bonne végétation, des sols qui, qui captent de l'eau, l'épurent, la renvoient vers les nappes etc. Ce qui intéresse l'écologue c'est un fonctionnement utile derrière. » (T1 E14, écologue, Natureparif, 27/05/2015)

L'écologie urbaine est présentée ici comme une pratique anthropocentrée, pourvoyeuse de services écosystémiques, plutôt que selon une conception bio ou écocentrée de l'aménagement : elle correspond finalement à cette ingénierie écologique, qui entend recomposer le rapport matériel des sociétés à leur environnement à partir des sciences de la vie, en se démarquant des pratiques de conservation qui portent peut-être une dimension éthique de protection du vivant – biocentrée – plus visible ou plus marquée. L'écologue urbain se présente donc en quelques sortes comme l'ingénieur idéal des villes contemporaines, alors que la chute de biodiversité et la croissance des villes en font de nouveau des environnements délétères pour la vie.

L'ingénierie écologique est opposée par cet interlocuteur au paysage, ou du moins de l'« ancienne vision du paysage », qui pratique l'utilisation essentiellement ornementale de la végétation :

« Nous c'est notre grand combat depuis le début à NatureParif, c'est de voir émerger beaucoup de greenwashing et peu d'écologie scientifique. [...] [J]e ne crois pas qu'il faille condamner les pratiques qui relèvent [...] de l'ancienne vision du paysage, ou de l'ingénierie. [M]oi j'ai beaucoup critiqué les murs végétalisés du style mur du Quai Branly [Musée de l'Océanie, huitième arrondissement de Paris], les toitures végétalisées sédums, les parcs et jardins très horticoles avec les semis de prairie fleurie etc. Tout ça [...] vient du paysage en fait, ça ne vient pas de l'écologie scientifique. Mais je ne crois pas qu'il faille condamner, parce que c'est la première pierre. C'est le petit pas, c'est la politique du petit pas, jusqu'à faire comprendre d'autres enjeux. C'est là le rôle de l'écologue, c'est d'être une passerelle [...], de faire savoir qu'il y a de la recherche en écologie. Les gens ne savent même pas qu'il y a de la recherche en écologie. Ils ne savent même pas que l'écologie est une discipline scientifique. Ils pensent que c'est de l'écologie politique, ce qui n'a rien à voir. » (T1 E14, écologue, Natureparif, 27/05/2015)

Le discours est donc à charge contre le paysage, que cet écologue nomme plus loin « peinture verte », assimilant définitivement les paysagistes à des artistes, à l'art du paysage au sens pictural du terme, tandis que l'écologie est assimilée au champ scientifique, bien plus légitime dans la transformation de l'espace urbain. L'articulation entre écologie comme pratique et écologie scientifique justifie son statut d'ingénierie : l'interlocuteur définit donc largement la profession de l'ingénierie écologique : les compétences du métier concernent la manipulation des milieux naturels mais aussi la conception et la transformation du rapport matériel entre société et environnement. L'écologie comme savoir-faire ou science est aussi distinguée de l'écologie politique, ce qu'avait aussi fait le directeur du bureau d'études ATM, alors même que les écologues bénéficient de ce courant politique, de sa traduction technique et de sa montée dans l'opinion publique depuis les années 1970 (bien que de manière non linéaire) (Lascoumes, 2010). Cette distinction peut être analysée comme reflétant la volonté de fonder une ingénierie, une pratique de transformation de l'environnement adossée à une science et non pas artistique, ou politique, domaines moins légitimes, associés

à une forme d'arbitraire ou de subjectivité. Le rôle de l'écologie dans la fabrique urbaine est essentiellement défini ici par le chargé de projet de NatureParif : son application spécifique à la gestion intégrée des eaux de pluie n'est pas développée.

L'ingénieur d'études du bureau d'études techniques en génie de l'environnement Biotec définit pour sa part le rôle des écologues comme les détenteurs d'un savoir absent de la conception urbaine, celui du fonctionnement des milieux naturels :

« [L]es gens ne comprennent pas vraiment [...] le fonctionnement de ces milieux. C'est vraiment ça qui prime au départ, l'exemple courant c'est un cours d'eau, une noue, ça a un gabarit, ça accepte une certaine quantité d'eau. Et cette eau elle fluctue forcément, y en a qui s'infiltré, y en a qui reste, qui stagne, qui reste sous forme de flux courant quand il y a une pente, etc. Et toutes ces questions-là elles sont pas du tout intégrées par les aménageurs, par beaucoup de paysagistes et architectes non plus ; et finalement les questions qu'on nous pose nous ce ne sont pas vraiment des questions d'aménagement ce sont vraiment des questions liées au fonctionnement de ces cours d'eau. Tout le travail que j'avais fait à l'époque sur les Grands Moulins [parc du site de l'Université Paris VII, treizième arrondissement de Paris] c'est de convaincre les gens de la manière dont ça fonctionnait et de l'intérêt que ça apportait. Le travail qu'ont fait mes collègues sur la ZAC à Lyon, c'était ça, c'était : "vous avez de l'eau mais quelle quantité d'eau au mètre carré vous ramenez, quel type de matériaux, pourquoi, pour quel objectif, est-ce que vous gardez l'eau, est-ce que vous l'infiltez ?". Ce ne sont que des questions basiques comme ça. » (T1 E9, 26/02/2018)

La description faite par cet ingénieur n'est pas sans rappeler celle donnée de l'hydrologue urbain : hydrologue urbain et écologues apportent une nouvelle expertise, fondée sur des savoirs et savoir-faire des milieux naturels et considérée aujourd'hui comme requise alors qu'elle n'a pas été nécessaire jusqu'alors. L'écologie de NatureParif ajoute à cette définition une lecture spécifique des interactions entre sociétés urbaines et environnement de manière générale, avec la notion de métabolisme urbain. L'écologie urbaine privilégie donc l'application d'un savoir spécifique, celui des milieux écologiques, aux aménagements et activités urbaines, auxquels il donne sa règle. L'ingénierie écologique, contrairement à l'hydrologie urbaine, semble avoir vocation à s'appliquer à tous les domaines urbains, et peut donc devenir un secteur puissant de l'ingénierie.

Pour les gestionnaires de cours d'eau, le suivi des sites et le diagnostic de terrain est plutôt effectué par les bureaux d'études spécialisés en milieux aquatiques, alliés des équipes formées en hydrobiologie et écologie du syndicat (T1 E31, responsable du service études, Syndicat de l'Orge aval, 05/07/2016). Le directeur général du syndicat du Crout et du Petit Rosne évoque ainsi les relations de son service aux prestataires extérieurs :

« Ça nous permet d'acquérir aussi nous en interne, d'avoir un transfert de compétence, y compris par rapport à un plan de formation qu'on met en place. L'idée c'est [...] peut-être un jour, à court, moyen ou long terme, d'avoir ses propres équipes d'écologues. De manière à ce que l'on puisse réaliser les études et suivi de travaux en interne, mais, on n'en est pas encore à ce stade-là. » (T1 E28, 30/07/2015)

Ce directeur souligne donc le transfert de connaissance qui est fait par la collaboration avec les bureaux d'études spécialisés en écologie vers le syndicat, via les prestations effectuées, mais aussi son insuffisance, et le problème de la dépendance aux bureaux d'études, aux prestations extérieures, également soulignée par le responsable du service études du Syndicat de l'Orge aval. Le savoir-faire des ingénieurs hydrauliciens et les sciences hydrauliques sont dépréciés par ce responsable d'étude, qui les considère comme des instruments limités :

« En fait quand on fait de l'ingénierie classique, moi j'ai bien vu à travers de la thèse [en hydraulique menée sur le territoire du syndicat en accompagnement d'un abaissement de clapet], les équations de Strick je ne sais pas quoi, sur les forces d'arrachement, en fait tout le monde les met à sa sauce. Ce n'est pas des équations vraies, c'est des équations approximatives, comme tout ce qui est hydraulique

d'ailleurs, mais ce n'est pas un reproche, c'est des outils, et après faut connaître les limites des outils. Et à partir de là quand on connaît les limites, moi je pars du principe qu'on peut faire toutes les équations, ça nous sert, on les prend, ça donne des ordres d'idées [...]. Si on est un peu humble, voilà, on sait qu'on ne maîtrise rien, c'est tout, c'est aussi simple. Par contre on sait que, si on travaille autrement, on maîtrise tout, puisque ce n'est pas nous qui faisons. » (T1 E31, directeur du service prospective/études/milieus, syndicat de l'Orge Aval, 05/07/2016)

Ce raisonnement logique à première vue peu limpide oppose ainsi les outils de la science hydraulique pour l'aménagement des cours d'eau et les pratiques issues de l'hydrobiologie et de l'écologie (présentés dans la partie I de cette thèse), qui redonnent de la place aux fonctionnements naturels et paradoxalement permettent une plus grande maîtrise. Il rappelle aussi qu'une partie de la mécanique, et singulièrement de l'hydraulique, repose sur la mise en équations de l'empirie, ce que ces équations même ont tendance à masquer aux yeux du profane qui y voit l'expression de la science physique. Si les outils et les sciences de l'ingénierie ont changé, l'objectif de maîtrise de la nature est conservé, il est simplement rendu indirect par l'idée de restaurer les processus naturels. Le paradoxe de l'idée d'une maîtrise par l'inaction est résorbé si l'on comprend que l'inaction signifie la restauration de l'action du cours d'eau, désigné comme le véritable acteur de la renaissance du milieu subséquente. Or, le fonctionnement du cours d'eau restauré est supérieur au fonctionnement artificiel qui lui a été imposé, et converge avec les objectifs de gestion. Les hydrauliciens sont cependant réciproquement réticents aux pratiques des écologues :

« Ce qui est certain c'est qu'il y a encore [...] quelques résistances hydrauliciennes pures. [...] Ça se traduit par [...] une propension un peu moins forte à participer au projet. [Ils] vont être sceptiques, ils vont se dire que "bon, pourquoi on fait de l'herbe après tout ça coulait bien avant comme ça", que c'est quelque chose qui vient en plus de leurs projets à eux au niveau communal, donc ça leur fait une surcharge inutile. Voilà, on va avoir un petit peu ces réflexes-là. » (T1 E28, directeur général, syndicat du Croult et du Petit Rosne, 30/07/2015)

Selon ce directeur de syndicat, les ingénieurs en hydraulique des communes sont parfois réfractaires, car ils sont focalisés sur l'écoulement de l'eau. Le responsable du pôle Rivière et Zones humides, du syndicat mixte des Berges de l'Oise, formé en écologie, indique que le rapport de force dans les projets est en faveur des écologues, les hydrauliciens étant cantonnés à un rôle de pur dimensionnement. Selon lui, le professionnel idéal sur les cours d'eau est l'hydro-écologue (son propre profil), capable de comprendre les deux dimensions de l'aménagement (E37, 26/10/2016). La représentation de l'expert idéal de gestion intégrée de l'eau urbaine combine encore une fois plusieurs compétences, relatives ici aux sciences physiques et écologiques. La définition des prérogatives des écologues et hydrobiologistes ou autres spécialistes des milieux et des cours d'eau est en partie appuyée sur la décrédibilisation des professions historiques de leur domaine, hydrauliciens ou paysagistes : les uns manipulent des outils scientifiques illusoire, dont il faudrait se distancier car ils ne permettent pas une réelle maîtrise, les autres sont des artistes, essentiellement tournés vers une esthétisation de l'environnement urbain, mais ignorants des enjeux environnementaux urbains. Les compétences requises sont de plus redéfinies par les trois métiers présentés : dans le cas de l'hydrologue urbain, un savoir-faire relatif aux nivellements et à la coordination des équipes de projet est mis en avant, dans le cas de l'écologue urbain, les compétences des paysagistes et des naturalistes sont dépassées par l'articulation à l'écologie scientifique, dans une perspective d'ingénierie, mais également par l'élargissement de l'écologie aux relations matérielles entre communautés et environnement, enfin, l'hydrobiologiste fonde ses approches sur les fonctionnements spontanés des milieux, qui sont reconstitués dans une perspective de services écosystémiques essentiellement.

Les paysagistes se définissent en effet comme des femmes et hommes de l'art, détenteurs d'un savoir-faire plutôt qu'exécutants d'une pratique normée et définie par des savoirs scientifiques. Le paysage est décrit par ses tenants comme une pratique empirique - c'est-à-dire inscrite dans une conception particulière des

sites et des territoires à aménager, en partie issue de l'expérience -, une pratique de synthèse des contraintes et des variables d'un projet :

« [M]oi sur tous les projets ce qui m'intéresse c'est de me dire quelles contraintes et de quelles fonctionnalités on part ? À partir de là, comment on fait et comment on les met en paysage, et ce que je trouve particulièrement intéressant d'avoir un peu des fondements fonctionnels et techniques pour essayer d'inventer quelque chose à partir de ça, c'est aussi ça qui fait qu'on peut inventer des choses nouvelles. Les Cents Arpents [à Bussy-Saint-Georges (77)] on avait des volumes à gérer, des contraintes, la question que je me suis posée - quand on regarde les volumes ça va être très profond, on va pas faire un bassin au milieu d'une route - donc comment on le gère pour que la perception de l'espace - c'est un travail entre la perception et la contrainte technique - comment on le vit l'espace et ce qui peut nous amener, après en termes de poétique, au sens qu'il prend dans sa relation au territoire. » (T1 E12, directrice, Florence Mercier Paysagiste, 24/05/2018)

Le paysage est donc tourné vers la conception selon cette interlocutrice. Comme tout art il a une dimension « créative », « inventive » et « personnelle », il n'y a pas de règle à suivre très définie, mais il prend en compte des contraintes techniques précises, qui sont, elles, définies par les spécialistes et experts. Une architecte-paysagiste de l'Agence Ter indique que le bureau d'études techniques avec lequel l'agence a travaillé pour le parc du Trapèze à Boulogne-Billancourt (92) était « quelqu'un de super bien, et du coup j'ai pu être vraiment hyper précise sur les quantités d'eau qu'il y a dans les creux en fonction des crues etc. » (T1 E7, cheffe de projet, 24/05/2017). Le paysage, ou l'art d'intégrer des contraintes et des fonctions dans la composition d'un site en considérant son vécu, les pratiques qui s'y déroulent, a donc beaucoup de similitudes avec l'hydrologie urbaine quand il s'agit de la gestion intégrée de l'eau de pluie. Il repose également sur un travail de la topographie des sites : « l'eau est un thème qui me [...] passionne complètement, l'eau et son rapport à la topographie, puisque l'un ne va pas sans l'autre. » (T1 E12, directrice, Florence Mercier Paysagiste, 24/05/2018). Cette alliance entre paysagistes et ingénieurs hydrauliciens est évoquée par chef de projet formé à l'école des Ingénieurs de la ville de Paris au sujet d'une collaboration menée avec un paysagiste dans le cadre d'un projet de réouverture de rivière dans un parc urbain à Marseille :

« [C]'est le paysagiste qui [conçoit la composition de la végétation des techniques]. Et typiquement par exemple sur des problématiques très spécifiques liées aux plantations ou liées à la renaturation du ruisseau pour le parc de Bougainville [à Marseille], justement on se met en groupement avec des spécialistes. Donc là c'est Jacqueline Osty, c'est des paysagistes, [...] ils ont toute la compétence pour tout ce qui est plantations [...]. » (T1 E10, 26/02/2018)

La paysagiste, ici Jacqueline Osty, une professionnelle très reconnue dans le milieu, est cependant assimilée à un spécialiste de la végétation, contrairement à la définition plus large qu'en donnent la directrice de l'agence Florence Mercier ou encore Pierre Donadieu, comme concepteur d'une relation équilibrée entre sociétés humaines et environnement (Donadieu, 2007).

Ainsi, des grands traits des définitions des métiers apparaissent à l'occasion de discussions sur l'aménagement de l'eau en ville : paysagistes et écologues se défendent d'être uniquement des spécialistes du végétal, les paysagistes intègrent contraintes et usages urbains, les écologues réforment les occupations des sols et les activités en s'appuyant sur leur connaissance des fonctionnements et milieux naturels, aujourd'hui nécessaire dans les projets urbains. Les hydrologues urbains et les gestionnaires de milieux aquatiques idéaux sont définis comme des professionnels polyvalents, formés dans plusieurs disciplines, essentiellement les sciences physiques et les sciences humaines pour l'hydrologue urbain, les sciences physiques et écologiques pour les spécialistes de la gestion des cours d'eau. Écologues et hydrologues urbains sont plutôt présentés comme des experts pointus, ne faisant pas partie des compétences requises pour un projet lambda, mais mobilisés seulement dans le cadre d'opérations très ambitieuses en termes d'aménagement écologique. L'ingénieur uniquement compétent en sciences physiques est donc détenteur d'un savoir-faire obsolète, incapable de répondre au problème fondamental qui se lit dans la définition de ces diverses professions :

celui du bon rapport entre société urbaine et environnement. Soulignons également que l'agence en urbanisme, paysage et hydrologie urbaine ATM a récemment recruté une docteure en écologie (spécialiste des communautés et milieux naturels), marque supplémentaire de la force récente des pratiques et ingénieries de ces disciplines dans la fabrique urbaine. Les concurrences et les collaborations des différents métiers autour de l'aménagement de l'environnement urbain laissent entrevoir les écarts dans les définitions de cet environnement, et donc des aménagements souhaités. La possibilité de l'existence d'une pratique technique urbaine cohérente, commune à ces différents professionnels est donc ténue, elle fait cependant l'objet de la deuxième section de ce chapitre.

2. Une nouvelle technique urbaine ?

Pour mener cette étude, une interprétation de la définition canonique de la technique comme « acte traditionnel efficace » a été utilisée (Mauss, 1936 : 9). La technique est entendue ici comme une notion générale, qui qualifie les activités traditionnelles humaines ayant un effet matériel, et non pas plus spécifiquement les objets, outils, ou conceptions techniques issus de cette pratique : elle englobe ces différentes acceptions. Marcel Mauss emploie d'ailleurs cette définition pour fonder une catégorie d'étude, celle des techniques du corps, et elle a notamment pour but d'être assez large et générale pour faire entrer la natation, la danse, la marche, et toutes les pratiques relatives au mouvement du corps dans l'espace, dans la notion de technique humaine. Nous utilisons pour notre part ce terme pour considérer ensemble les conceptions de la gestion de la pluie et des cours d'eau en ville des professionnels, et pour dépasser leur approche sectorisée : elle nous permet d'émettre l'hypothèse de la constitution d'une technique de gestion des eaux de surfaces urbaines – une manière de prendre en charge l'environnement aquatique. En effet, les pratiques techniques de gestion des eaux de pluie et des cours d'eau apparaissent comme distinctes, et les professionnels en charge de ces deux secteurs ont des formations et des points de vue divers sur l'aménagement de l'eau en ville ; cependant, il s'agit ici de considérer les interprétations multiples qui sont faites par les professionnels, et les éventuels points de convergence entre ces deux techniques et ces divers métiers. Ainsi, la formule de Mauss permet de répondre à deux questions : est-ce que les techniques de gestion intégrée de l'eau (rivière et eau de pluie) en ville constituent une pratique cohérente, une technique urbaine ? Et, si une telle technique existe, quelles sont ses spécificités ? Si au contraire deux techniques sont bien distinctes, voire chacune hétérogène ou conflictuelle, qu'est-ce qui les sépare et les caractérise ?

Suivant l'ordre de la formule de Mauss, les discours des professionnels sur ces techniques comme acte, c'est-à-dire comme pratique de transformation de l'espace urbain, sont d'abord présentés. Sont ensuite successivement examinées les formes de tradition, au sens d'élaboration collective des savoir-faire mais aussi d'association à d'autres pratiques, appartenant à d'autres époques ou lieux. Enfin, les représentations de l'efficacité de ces techniques sont discutées.

2.1. La dissolution des objets techniques

Dans cette première sous-section il est donc question des techniques comme actes – selon le premier terme de la formule de Mauss - de transformation de l'environnement urbain : au XIX^{ème} siècle, la priorité est d'évacuer les eaux de l'espace urbain et de supprimer l'eau stagnante grâce notamment à l'artificialisation des sols et à la mise en circulation de l'eau, via des canalisations enterrées. Les cours d'eau sont mis à distance de la ville, dédiés au transport et leurs berges occupées par l'industrie. Ces grandes lignes de l'aménagement urbain ont été transformées depuis les années 1970 : la reconquête des cours d'eau urbain et la gestion *in situ* ou en amont des eaux de pluie en sont les nouveaux mots d'ordre. Le caractère ponctuel des techniques alternatives, conçues à l'échelle d'une opération, d'un espace public ou d'une parcelle, a été présenté dans les deux parties précédentes de ce mémoire, de même que le caractère opportuniste des renaturations de cours d'eau dans le milieu urbain, œuvrant au gré de l'érosion des berges, focalisées sur la transformation d'ouvrages hydrauliques sur les petits cours d'eau non contraints par la navigation (cf. chapitre 4,

section 2.3.). Comment les professionnels envisagent-ils la transformation de l'espace urbain par ces techniques, au niveau de la ville et au niveau du site urbain ? Le caractère diffus des actions de transformation de l'espace urbain, puis la volonté de fusion des objets techniques dans un site sont successivement présentés. Ici le terme objet technique est utilisé selon une acception spécifique : il renvoie aux dispositifs techniques appréhendés comme des objets autonomes et standardisés, souvent produits de manière industrielle.

La gestion intégrée des eaux de pluie et des cours d'eau est pensée de manière spatialement ponctuelle, par petites touches de transformation du territoire urbain. Ces transformations ponctuelles ont cependant comme trame le réseau – cours d'eau artificialisés ou canalisations d'évacuation des eaux de pluie - avec lequel elles forment une combinatoire : ils sont produits par rapport aux réseaux, pour pallier les dysfonctionnements et la minéralisation de l'espace urbain.

La restauration hydromorphologique consiste principalement en la suppression de points durs : seuil²³⁷, vanne²³⁸, clapet, barrages, etc., et en la consolidation en génie végétal de petits linéaires de berges. Les linéaires sont souvent assez modestes, de quelques dizaines à quelques centaines de mètres (cf. chapitre 5, figure 5.6). Les techniques végétales sont utilisées pour consolider ces zones d'érosion : elles sont employées dans les brèches du génie civil, mais elles n'ont pas, selon la chargée d'animation du SAGE Marne Confluence du syndicat Marne Vive, vocation à se substituer au génie civil sur les cours d'eau urbains :

« [I]l y a des endroits où la digue elle va permettre de maintenir la voirie qui est au-dessus, ou des habitations, ou des culées de ponts, ou des barrages. Je pense que c'est irréaliste de faire tout sauter partout, et ce n'est pas nécessaire en plus d'un point de vue écologique, c'est-à-dire que ce qui compte pour que la Marne fonctionne c'est qu'on ait ces sauts de puce dont je vous parlais tout à l'heure, ce n'est pas de renaturer partout. En tout cas ce n'est pas l'option pour aujourd'hui. » (T1 E25, 29/05/2015)

La restauration des cours d'eau n'est pas dédiée à transformer l'hydrographie urbaine, mais à jalonner les linéaires très contraints de zones renaturées qui permettent aux espèces de se déplacer : ceci confirme d'un côté les analyses du chapitre 5 concernant le caractère très figé du tracé des grands cours d'eau urbain, mais cela éclaire également sous un jour écocentré, pour reprendre la typologie de Régis Barraud et Marie-Anne Germaine (Barraud, Germaine, 2017), les restaurations qui sont faites dans les grands cours d'eau urbain. Elles sont ici décrites comme dédiées au déplacement des espèces : si la restauration hydromorphologique n'a pas cours dans ces rivières, une tentative de restauration de milieux de vie est quand même opérée.

Le caractère ponctuel du mode d'action est aussi valable pour la gestion des eaux de pluie : on l'a vu, celle-ci reporte dans l'espace public et dans les parcelles privées la gestion des petites pluies et des pluies moyennes. Les collectivités travaillent à partir des permis de construire, du contrôle des branchements, ou bien interviennent dans les projets d'urbanisme (cf. chapitre 4) : il s'agit donc d'un rapport ponctuel, voire individuel à la gestion de la pluie, qu'il faut contrôler, maîtriser. Le principe d'action de ces techniques est donc un principe d'accumulation : la transformation de la relation entre environnements urbain et aquatique émerge de la démultiplication des transformations individuelles, locales de la gestion de la pluie.

Diffuse au sein du territoire de gestion – département, intercommunalité, commune -, l'action l'est également au sein de la parcelle : les techniques de gestion sont conçues, conformément à la doctrine technique (cf. chapitres 2 et 3 de la partie I) comme intégrées, c'est-à-dire confondues avec les formes

²³⁷ Les seuils sont de petits ouvrages horizontaux, éventuellement mobiles, qui barrent le lit mineur du cours d'eau générant une surélévation de la ligne d'eau.

²³⁸ Les vannes et clapets sont des mécanismes servant à réguler l'eau sur un barrage. Il s'agit d'une ellipse pour « barrage à vannes » et « barrage à clapets ».

urbaines, multifonctionnelles voire imperceptibles, comme le préconise une chargée de missions de la direction des espaces publics de la mairie de Bobigny lors d'une réunion de projet, s'adressant aux équipes de paysagistes : « il ne faut vraiment pas qu'on lise l'ouvrage » (notes de terrain, réunion de projet à la mairie de Bobigny, T3 V15, 12/05/2017). *A fortiori*, les dispositifs intégrés de gestion des eaux de pluie sont conçus par les bureaux d'études spécialisés et les paysagistes dans l'objectif de dissolution de l'objet dans le site : le site entier est pensé à partir du « cheminement de l'eau », rendu visible, il est conçu en prévision des aléas météorologiques, il n'y a donc plus *un* ouvrage compact, identifiable, précis :

« Pour moi le terme "objet" que vous employez exprime un peu ce qui pose problème, c'est-à-dire qu'on ne pose pas un objet dans un site, on résout un ensemble de choses, dans une réponse la plus adéquate possible, et créative d'ailleurs, à chaque fois y a une intervention, pour amener, donner du sens, intégrer. Donc, le systématisme de la noue [...] c'est remettre des tuyaux à ciel ouvert [...]. La question en amont c'est comment on conduit les eaux, comment on les fait s'écouler, d'un espace à un autre, et comment on les retient dans le site. » (T1 E12, directrice générale, agence Florence Mercier, 24/05/2018)

La gestion intégrée est donc focalisée sur l'eau et ses déplacements pour cette paysagiste, conformément à la définition du métier de l'hydrologue urbain, et non sur la réalisation d'ouvrages techniques, vision classique de l'ingénierie. La gestion doit être transparente, c'est-à-dire que les techniques sont incorporées au site, elles ne sont plus enterrées, mais à ciel ouvert : elles sont à la fois en évidence et invisibles ; ce qui donné à voir est l'eau, sa logique de déplacement dans le site. L'écologue de NatureParif, assimile aussi les « techniques » objets et génie civil :

« [En France,] je crois qu'on est loin de l'ingénierie écologique. On est, on est encore à 90 % dans l'ingénierie civile, on bascule un peu, enfin, moitié/moitié dans un peu d'ingénierie écologique accompagnée de beaucoup d'ingénierie civile, et l'ingénierie écologique en ville reste du domaine de la recherche encore. Et, après, moi je me pose la question : est-ce qu'on a vraiment besoin de tendre vers une ingénierie écologique totale en ville ? [...] Et peut-être que sur la gestion de l'eau, c'est le plus avancé en matière d'ingénierie écologique. Pas forcément en France [...], en France, ça reste très technique. Quand vous allez au parc des Grands Moulins à Paris où ils ont fait une mare [Paris 13^{ème} arrondissement], en Seine-Saint-Denis où ils ont vraiment une gestion alternative des eaux pluviales, il y a quand même énormément de techniques encore : des cuves, de multiples couches de remblais, des canalisations, ça reste technique. Des pompes. » (T1 E14, 27/05/2015)

L'ingénierie écologique semble vouée selon cet interlocuteur à se substituer au génie civil, substitution, qui se traduit par l'abandon des techniques, conçue comme une forme de progrès. La disparition de l'ouvrage technique est également évoquée dans le domaine de la renaturation des cours d'eau. Le responsable du service d'études du syndicat de l'Orge aval décrit ainsi la démarche retenue pour effacer le clapet du Breuil, évoqué dans le chapitre 4 (cf. section 2.2.) :

« On a travaillé, c'est une première en disant "écoutez, on va essayer de rien faire". Et en fait ce qu'on a fait c'est juste relever les clapets pour donner de la puissance à la rivière, pour que la rivière elle fasse son lit elle-même [...]. Et ça s'est fait en quelques mois, ça s'est tout végétalisé, donc on a un beau bras de rivière qui traverse le bassin, qui n'est plus un bassin, et qui devient une zone d'expansion de crue à chaque fois qu'il pleut, et qui est en temps sec sinon une zone humide magnifique. » (T1 E31, 05/07/2017)

Ainsi, l'acte est ici nié : les professionnels ont essentiellement pour mission de libérer la dynamique fluviale, qui façonne le site, et non pas de concevoir un aménagement. L'action technique est conçue comme une collaboration entre le cours d'eau et les techniciens. La transparence biologique, c'est-à-dire l'indifférenciation biologique entre le site recréé et le milieu alentour, qui le rend invisible en tant qu'artefact, que site produit, est par conséquent également le gage d'un bon aménagement de cours d'eau :

« On dit toujours qu'un aménagement est réussi dès lors qu'il devient transparent, ça veut dire qu'il est intégré paysagèrement dans l'environnement, qu'il ne se voit plus, mais ça veut aussi dire qu'il est intégré

biologiquement c'est-à-dire que les espèces qu'on voit à l'intérieur de cet aménagement elles s'équilibrent par rapport à ce qu'il y a à proximité [...]. La fonctionnalité commence à être restaurée quand par exemple le castor vient coloniser la zone, voilà, c'est un indicateur. Il y en a d'autres. » (T1 E9, ingénieur d'études, Biotec, 26/02/2018)

L'intervention correspond à la composition biologique du site, elle le transforme en cohérence et dans la continuité des écosystèmes alentours, elle s'y fond, s'y confond si bien que son caractère artificiel devient imperceptible, transparent. L'acte technique réussi est donc celui qui ne se voit plus, qui n'est plus perceptible, qui laisse place aux fonctionnements des milieux naturels ou restitue un fonctionnement hydrologique propre au site, sans l'intervention d'objets techniques, conçus comme des artefacts grossiers. Cette conception de l'action est donc commune à la gestion de l'eau de pluie et à celle des cours d'eau, elle semble cependant pouvoir être assimilée à cette esthétique de la naturalité que nous avons présentée en introduction générale avec l'article de Régis Barraud sur les rivières sauvages (Barraud, 2011) : les services écosystémiques fournis par les espaces aménagés ne sont pas le seul critère de leur aménagement, une volonté de créer des milieux conçus sur le modèle des milieux naturels, modèle comprenant une esthétique, une image, est également présente.

On a ici analysé les représentations des modes d'action de la gestion des eaux de pluie et des cours d'eau, et mis en évidence leurs points communs, qui permettent de former l'image d'une seule technique de gestion des eaux de surface en ville. En synthèse, pour la gestion de la pluie comme pour celle des cours d'eau, l'action est diffuse, ponctuelle dans le bassin versant ou dans le lit du cours d'eau : les transformations des cours d'eau et du tissu urbain se font par petites touches. De plus, les deux domaines entendent dépasser l'usage d'ouvrages techniques, et la pratique technique se fonde sur l'aménagement du site et non sur son équipement. Les objets techniques sont la marque d'une ingénierie dépassée. Le site urbain entier participe à la gestion de la pluie, tandis que les aménagements des cours d'eau ne sont pas préconçus, ou alors le sont en vue de leur intégration au milieu biologique alentour. Ceci semble placer l'aménagement transparent de l'eau du côté d'une pratique artisanale, éloignée des systèmes techniques réticulaires modernes et désincarnés.

2.2. Dépassement de l'opposition classique entre rusticité et scientificité

La doctrine des techniques alternatives de gestion des eaux de pluie et de restauration écologique des cours d'eau urbains se réfère à des modèles internationaux : les États-Unis et les Pays-Bas font notamment figure d'exemple en ce qui concerne la gestion des eaux de pluie, les modèles mis en avant par les manuels de restauration des cours d'eau sont l'Allemagne, la Suisse, les Pays-Bas (cf. chapitres 2 et 3 de la partie I). La doctrine est ainsi placée sous le sceau de la modernité urbaine, reposant sur des réseaux d'experts internationaux (Frioux, 2009). Les techniques sont cependant également associées à une forme de rusticité et de naturalité : l'ambition de la restauration des cours d'eau est la recréation d'une rivière naturelle, et les techniques alternatives sont assimilées à certaines pratiques rurales (cf. section 1.3 du chapitre 2). Enfin, les guides techniques sont des documents à la lecture ardue, fortement imprégnés de savoirs scientifiques, qui les inscrivent une fois de plus dans une tradition moderne de techniques fondées sur des sciences appliquées (cf. section 1.3 du chapitre 2). La tradition à laquelle peuvent être assimilées les techniques est donc diverse : il peut s'agir de la tradition au sens commun du terme, d'inscription dans des pratiques séculaires, souvent assimilée à une transmission de savoir direct, orale ; ou bien, il peut s'agir d'une définition plus spécifique, qui fait référence à l'histoire de l'aménagement urbain de l'eau, et alors c'est la tradition de l'ingénierie urbaine qui est désignée, et qui n'est pas connotée par ce temps long et l'apprentissage empirique. Quelles références, quels modèles sont utilisés par les professionnels pour asseoir leurs choix techniques ? Les récits des professionnels mettent-ils plutôt en scène l'émergence d'une tradition ancrée dans des pratiques artisanales, construites de manière empirique, ou valorisent-ils la tradition d'une ingénierie fondée (en

apparence au moins)²³⁹ en science ? Ainsi la question posée dans cette sous-section n'est pas directement l'existence d'une tradition technique au sens de Mauss, qui est effective si l'on en croit le patrimoine relativement ancien des objets techniques assemblés dans Eaubaine (cf. chapitre 5), mais plutôt le type de tradition qui est mobilisé. Dans un premier temps, la référence à des pratiques rustiques, l'inspiration de contextes naturels des aménagements est exposée, elle est cependant inscrite dans un processus expérimental qui oscille entre des approches empiriques territoriales et la participation à des réseaux d'acteurs scientifiques à l'échelle régionale et nationale. L'arsenal institutionnel et scientifique supportant la mise en œuvre de techniques assimilées à des ouvrages rustiques ou naturels est enfin exposé.

Les traditions auxquelles les enquêtés associent les techniques intégrées et de renaturation sont diverses : les modèles techniques évoqués sont présentés comme « rustiques » ou « naturels » ; cependant, ils font l'objet d'observations et d'expérimentations, qui marquent plutôt le renouveau d'une pratique que l'imitation d'un savoir-faire existant. Ainsi, sur les cours d'eau, les rivières supposées naturelles, assimilées aux rivières du milieu rural, sont désignées comme une source d'inspiration pour la renaturation des rivières urbaines :

« On s'inspire beaucoup de ce qui est fait sur les rivières naturelles [...]. Les rivières à la campagne, [...] c'est bien les végétaux qui maintiennent la berge, à la campagne, il n'y a pas de bétonnage et la rivière elle vit comme ça. [On travaille] par similitude [...]. Donc on sait qu'il y a des espèces d'arbres, comme les ormes, les aulnes, les saules qui sont typiques de rivières qui ont des racines qui sont très enfouies, qui descendent comme ça dans la berge, qui du coup les maintiennent, c'est un système de racine un peu pivotantes, donc ce qui fait que ça maintient le substrat. On a des espèces comme le peuplier, qui va avoir des racines beaucoup plus étalées et à la surface de l'eau, et là au moindre coup de vent - ce sont des espèces qui sont très hautes souvent -, elles arrachent toute la berge avec elles, et donc vous voyez, c'est par [...] expérience en fait, observation, que les choses se sont passées comme ça. On voit aussi sur le territoire des secteurs, comme à Bonneuil[-sur-Marne], où [...] le Port [autonome de Paris], qui avait refait il y a une dizaine d'années 400 mètres [de berges] avec une roselière, il avait testé un type de végétaux parce qu'il ne savait pas trop ce qui allait se passer à cet endroit-là. Et on a vu que c'était les roseaux qui avaient pris vraiment la place parce que ce sont de gros rhizomes [...] qui diffusent beaucoup et qui maintiennent bien la berge, on a vu sur Champigny que les iris prenaient très bien aussi [...]. Donc c'est un peu au gré, comme ça, qu'on avance. » (T1 E25, animatrice du contrat de bassin, Syndicat Marne Vive, 29/05/2015)

Deux modèles sont donc réadaptés aux renaturations des berges : celui des rivières rurales et les renaturations sur d'autres sites de la Marne, dont des principes de végétalisation sont tirés. Cette logique d'apprentissage par observation des sites vaut même lorsque des références plus théoriques sont mobilisées :

« Il y a eu pas mal de recherches, on se base sur de la bibliographie, sur les différentes flores²⁴⁰ qui justement, permettent de savoir d'où vient chaque espèce. Et on se base aussi beaucoup sur ce qu'on voit sur le terrain. On est en train de faire des travaux ici, moi quand je fais mes listes de plantes, je me base sur un référentiel avec les plantes, on va dire, d'Île-de-France, [...] et moi là-dedans je ne vais pas me dire : "ok je choisis un peu ce que je veux", je vais voir ce qui pousse spontanément sur ces berges-là, et puis je vais faire en fonction. Ça ne sert à rien de venir planter je ne sais quel carex de je ne sais quoi, sous prétexte qu'on peut le trouver en région Île-de-France, si on n'en trouve pas un seul sur ce linéaire-là, et que par contre on en trouve un autre. [...] Si cette espèce-là elle est là, spontanément, c'est qu'elle s'y plaît et que les caractéristiques du milieu vont lui correspondre. » (T1 E3, technicienne de rivière, association Espaces, 10/11/2015)

La connaissance théorique des espèces typiques de la région est secondaire, et le choix va aux espèces déjà présentes sur le site, selon le principe de transparence biologique des renaturations. Le directeur des services

²³⁹ En apparence parce qu'une partie de l'hydraulique et de l'hydrologie urbaine repose sur des équations empiriques.

²⁴⁰ Les flores sont des ouvrages de tradition naturalistes qui listent et décrivent les espèces d'une région.

techniques du syndicat des berges de la Seine et de l'Oise indique par ailleurs que les diagnostics hydrobiologiques et les plans de travail sont utiles pour discuter avec les autres acteurs de la gestion des cours d'eau, comme l'agence de l'eau Seine Normandie, et leur faire comprendre les projets du syndicat. Mais sur le terrain, « il est urgent de fermer [le diagnostic] » et de regarder ce qu'il se passe sur le site (T1 E41, directeur des services techniques, syndicat des berges de la Seine et de l'Oise, 10/01/2017). Certains interlocuteurs associent la renaturation des cours d'eau à une pratique rurale, à l'opposé de la gestion urbaine classique :

« C'est deux parties de risques, c'est-à-dire l'un, on fait de la gestion continue, un peu comme le paysan, [...] il fait sa rivière, ça s'écroule un petit peu, il intervient, etc., et donc la rivière elle continue à vieillir, à se déplacer un petit peu, etc., et puis elle vit comme ça pendant des siècles, ou de l'autre côté, on est plus dans le génie civil où on attend que ça s'écroule, on met un gros budget, et on casse tout et on refait tout à neuf et ça se réécroule évidemment trente ou quarante ans après. [...] Et aujourd'hui [...] on ne sait pas bien faire en ville, [...] on ne sait pas bien faire le *soft*. Alors que c'est ce qu'il faudrait faire. » (T1 E2, directeur général, association Espaces, 18/09/2015)

Dans ce cas, ce ne sont pas les rivières rurales qui sont prises comme modèle à imiter, mais la manière de gérer la rivière des paysans, qui est « soft » c'est-à-dire douce, la douceur étant ici définie par le caractère progressif, presque quotidien des aménagements, et par la prise en compte de l'évolution du cours d'eau. La figure du paysan est ici une figure idéale, d'un paysan traditionnel, au sens commun du terme. De plus, le terme « soft » renvoie littéralement à l'idée de douceur, présente également dans les guides de renaturation des cours d'eau présentés dans la première partie : cette représentation semble donc soit avoir été diffusée aux professionnels, soit être typique du milieu. La remarque sur l'utilisation du vocabulaire médical dans le domaine de l'ingénierie écologique, évoquée en introduction générale de cette thèse fait pencher la balance vers la seconde hypothèse. Comme au tournant du XX^{ème} siècle l'urbanisme et l'ingénierie naissants envisageaient la ville comme un organisme à soigner, du fait notamment de l'influence des médecins hygiéniques dans les conceptions urbaines d'alors, l'ingénierie écologique est une pratique de soin de l'environnement.

La rusticité est aussi mobilisée dans la définition des cheminements de l'eau de pluie dans les opérations urbaines :

« C'est ça le risque en fait que je vois, c'est de trop complexifier la ville, et après en termes de gestion [...] le technicien qui vient gérer le truc il a changé trois fois en cinq ans, c'est plus le même gars, il ne sait plus du tout comment ça fonctionne et il ne sait pas le gérer parce que c'est trop compliqué et que ce n'est pas intuitif. Donc pour moi il faut vraiment rester dans des solutions rustiques. Dans des trucs qui fonctionnent [...] tout seul, du gravitaire, pas de pompes, pas de séparateurs à hydrocarbures, pas de trucs compliqués, vraiment des trucs simples, intuitifs, instinctifs, qui se gèrent bien. [...] En fait il faut [...] se poser des limites à soi-même, et poser des limites à ceux avec qui on travaille parce que les maîtres d'œuvre, si on leur laisse carte blanche ils vont faire des trucs chiadés, des trucs qui feront bien sur leur plaquette, sur papier glacé, mais dans la vraie vie, ne fonctionneront pas. » (T1 E20, chargée de mission Hydraulique urbaine et Aménagement, Plaine Commune, 19/10/2015)

La rusticité des ouvrages est opposée à la sophistication de dispositifs techniques dont la compréhension est réservée aux initiés, selon une logique technocratique, et se perd. Il y a donc un décalage entre l'expertise de pointe des concepteurs des ouvrages, qui produisent des « trucs » sur des « plaquettes » de présentation, des documents commerciaux ou de communication, et la gestion des ouvrages par des techniciens qui doivent comprendre le fonctionnement des dispositifs en les observant. La rusticité est notamment incarnée par le cheminement gravitaire de l'eau ; elle est synonyme de clarté, le site peut être lu et géré sans initiation particulière, elle garantit donc la pérennité de l'ouvrage. Le décalage entre les institutions encadrant la conception des ouvrages – les intercommunalités – et celles qui les gèrent au moins pour partie – les communes – est de nouveau sensible et problématique. De plus les ouvrages produits prêtent fortement à confusion, puisque d'un côté ils sont très complexes et difficiles à lire, de l'autre, ils requièrent un entretien

en rupture avec les pratiques passées, rupture allant dans le sens de la plus grande rusticité. Nina Cossais indique que la gestion des techniques alternatives se fait notamment au moyen d'un travail manuel (Cossais, 2019). Les techniques alternatives récentes semblent donc relever d'un usage sophistiqué de la rusticité, qui est plus abordée par sa définition connotée, c'est à dire l'absence d'outils motorisés, que par un réemploi de techniques anciennes et rurales. Ainsi le modèle technique auquel sont associés les nouveaux aménagements est un modèle rustique, assimilé à des pratiques paysannes, ou à un fonctionnement instinctif, intuitif. Cependant l'utilisation de techniques rustiques en ville est une pratique en rupture avec la tradition urbaine, elle est placée sous le signe de l'expérimentation.

L'expérimentation technique est associée à une évolution des politiques de gestion de l'eau : elle est liée à la territorialisation de ces politiques par la prise en main de la gestion de l'eau par les collectivités qui se dégagent de la tutelle technique de l'État :

« Les techniques alternatives en Seine-Saint-Denis ça a été ça : on a expérimenté, plutôt que d'attendre, d'avoir des grandes solutions, d'attendre que ça vienne d'en haut et tout, et ce n'est jamais venu. Et aujourd'hui il y a un terrain, qu'on peut aller voir, il y a un laboratoire de trucs, avec des retours d'expérience de dix-quinze ans. » (T1 E5, directeur, ATM, 11/09/2017)

Ainsi les initiatives territoriales permettent d'assimiler métaphoriquement le territoire à un laboratoire, plaçant plutôt l'expérimentation du côté de la science que de la rusticité, mais cette expérimentation est à l'initiative des collectivités, elle est liée à leur prise de compétences dans le domaine de l'assainissement. Le directeur de l'association Espaces expose la surprise de l'établissement public administratif des cours d'eau navigués, Voies navigables de France (VNF), face à la nouveauté de l'implication d'une association de la société civile, à vocation sociale, dans l'aménagement des berges de Seine, ainsi que vis-à-vis des techniques de génie végétal :

« Au début ça a posé problème, [...] nous-mêmes on n'avait pas tellement le mode opératoire, et pour VNF c'était une nouveauté incongrue une association, en plus avec des gens en insertion, vous imaginez, des gens qui ne savent rien faire, soi-disant, et qui arrivent et qui disent : "je vais vous refaire ça, avec des techniques super innovantes, que jamais personne, même les ingénieurs, disait que ça tiendrait jamais", donc c'est ça qui a été complexe à accepter au départ. Et puis ça a bien fonctionné, [...] le premier ouvrage c'était un ouvrage expérimental, y avait un comité de suivi, qui a suivi ça, mois par mois pendant les deux ans de travaux et donc tout le monde a été convaincu. » (T1 E2, directeur général, association Espaces, 18/09/2015)

La proposition de consolidation des berges de Seine par les techniques végétales est donc dépeinte de manière caricaturale pour mettre en avant son manque de crédibilité initial : les techniques ne sont pas considérées comme fiables, la structure qui les porte n'a pas sa place en tant qu'aménageur de cours d'eau et les techniciens de cette association ne sont pas considérés comme qualifiés. La période de transition de l'aménagement des cours d'eau en génie végétal identifiée en première partie de la thèse, qui associe aux conceptions du génie végétal des approches hydrauliques pour le rendre plus crédible, est visible ici encore. Le projet voit tout de même le jour, encadré par un comité de suivi composé d'acteurs traditionnels associés à l'État. De plus, le directeur indique qu'un écologue du bureau d'études Biotec a formé les équipes d'Espaces aux renaturations de berges : l'expérimentation est dans les faits beaucoup plus cadrée que cette citation ne le laisse croire.

Les expérimentations territoriales sont souvent intégrées à des partenariats entre les acteurs locaux et des institutions de recherche scientifique associées à des écoles ou des universités, et des structures de recherche et d'études liées à l'administration de l'État, comme le CEREMA ou l'ONEMA. Elles sont également encadrées par les collectivités locales du niveau supérieur – le département, la région – ou encore par les administrations de l'État - l'agence de l'Eau, les Directions départementales des Territoires etc. Elles peuvent également être comprises dans des documents contractuels des politiques de l'eau, les schémas d'aménagement et de gestion des eaux, etc. L'effacement des clapets sur l'Orge a notamment été attribué à

une demande de la Direction départementale des Territoires de l'Essonne, afin de contrer les résistances des élus locaux ; il a également été encadré par un comité de pilotage comprenant de nombreux acteurs institutionnels, et fait l'objet d'une thèse en hydraulique :

« [E]n fait on avait fait une étude de faisabilité, on a déclaré que l'essentiel des clapets pouvait être effacé, donc on a fait un choix avec le comité de pilotage, donc l'agence [de l'eau Seine Normandie], enfin un peu tout le monde, sur ce qu'on effaçait, stratégiquement, parce qu'on voulait un exemple. Et cet exemple, donc on l'a chopé entre Longpont[-sur-Orge] et Sainte-Geneviève-des-Bois, il y avait trois clapets [...] qu'on a juste abaissés dans un premier temps, pour recréer la continuité, et là-dessus, on a fait une thèse qui a duré quatre ans, pour regarder tous les effets induits, et en même temps ça nous permettait d'être dans quelque chose de réversible, c'était la volonté de la [Direction départementale des Territoires], parce qu'on était un peu les premiers en Île-de-France, ça se faisait pas [...] tout le monde avait peur, [...] donc on est restés dans le réversible, et en même temps on a fait notre thèse, et on les a jamais remontés et aujourd'hui ils sont effacés. » (T1 E31, directeur du service prospective/études/milieus, syndicat mixte de la Vallée de l'Orge Aval, 05/07/2016)

L'association à des équipes de scientifiques et le suivi des ouvrages expérimentaux légitiment la restauration des cours d'eau par l'effacement des clapets : ceux-ci sont utiles à la science et sous contrôle. Mathilde Soyer a analysé les enjeux de cette collaboration entre institutions scientifiques et collectivités territoriales dans les observatoires en hydrologie urbaine pour l'expérimentation : elle décrit dans sa thèse une oscillation entre une expérimentation locale, peu liée aux réseaux scientifique, audacieuse et reposant plutôt sur les réseaux d'expertise des personnels des collectivités, et une expérimentation issue d'une collaboration entre gestionnaires et scientifiques, plus précautionneuse voire timide, inhibée par la science. Cette expertise précautionneuse est plutôt le fait des grosses collectivités ayant les moyens de montrer des partenariats de recherche (Soyer, 2014). Une expertise territoriale est donc construite par les collectivités proactives, à partir des expérimentations faites sur le territoire, mais aussi des travaux de recherche et des retours d'expérience d'autres collectivités. Elles sont ainsi capables d'adapter les grandes lignes politiques nationales ou régionales localement tout en intégrant les avancées de la recherche fondamentale et en participant à la recherche appliquée. Le responsable du bureau de Liaison avec l'aménagement et l'urbanisme de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement de Seine-Saint-Denis décrit son service comme détenteur d'une expertise de pointe, ancienne, connue et exportée :

« Ce qu'il faut savoir c'est sans aucune prétention mais, un département comme le nôtre, on est quand même plutôt à la pointe sur des questions d'écologie urbaine, on est une grosse collectivité, on a un peu de moyens, on est quand même structurés pour produire de l'étude, pour faire des partenariats scientifiques, pour tout ça. On fait partie de l'observatoire départemental d'écologie urbaine – non c'est de biodiversité – il est plutôt reconnu un peu partout en France. [...] Niveau techniques alternatives, en Seine-Saint-Denis [...] ça fait partie des trois/quatre grosses collectivités, enfin trois/quatre collectivités référentes en France. » (T1 E47, 17/07/2015)

Cette construction d'une expertise territoriale est très dépendante de la taille de la structure, qui conditionne la faculté des collectivités à pouvoir créer des équipes d'experts dédiés à l'étude. Selon ce même interlocuteur les petites collectivités, absorbées par des tâches d'exploitation, ne peuvent que mimer leurs voisines sans forcément adapter les règles à leur territoire. C'est également le récit que fait la directrice du service de l'Eau et de l'Assainissement de l'intercommunalité Plaine Commune (T1 E18, 23/03/2015), qui identifie la hiérarchisation des expertises entre collectivités territoriales, comme une source de crispation, comme on l'a présenté dans la section 3 du chapitre 4.

Outre les organismes de recherche, dont les travaux viennent valider, conforter et sécuriser les expérimentations territoriales, ou donner des éléments de connaissance apparemment partiels aux professionnels de terrain, les bureaux d'études spécialisés jouent un rôle important dans la connaissance des territoires et des performances des techniques. Les diagnostics et suivis écologiques sont la plupart du temps

externalisés par les syndicats, plutôt que réalisés en régie. Le responsable du service études du syndicat de l'Orge aval évoque la mission d'appropriation des savoirs des bureaux d'études de pointe de son service. Les agents du syndicat, comme ceux de l'association Espaces, ont été en partie formés par le bureau d'études précurseur Biotec :

« On a fait des bilans [...] dix et quinze ans, pour les berges, justement pour éviter de refaire des bêtises, notamment sur la densité de saules, pour éviter de refaire des erreurs qu'on avait faites. Parce qu'au départ, Biotec ils nous disaient faut mettre telle densité etc., parce qu'ils pensaient qu'il y en aurait un sur deux qui reprendrait, et en fait on a eu des taux de reprise bien supérieurs. » (T1 E31, directeur du service prospective/études/milieus, syndicat mixte de la Vallée de l'Orge Aval, 05/07/2016)

Les bureaux d'études jouent un grand rôle de formation des personnels des syndicats de gestion des cours d'eau, même si leurs savoirs et préconisations sont appropriés et transformés par ces derniers. Le directeur de l'association Espaces souligne la prise de distance par rapport aux enseignements du bureau d'études :

« Sachant qu'à chaque fois quand même [...] on a fait moins minéral que ce que proposait Biotec, c'est-à-dire en général nous on faisait le projet, on présentait à Biotec, Biotec nous disait : "Nous, à notre avis faut renforcer comme ci, comme ça, rajouter de l'enrochement, etc.", et nous, pour des questions de coûts, et des questions d'opportunités, on n'a jamais mis l'enrochement préconisé. Et ça tient très bien. » (T1 E2, directeur général, association Espaces, 18/09/2015)

Certains bureaux d'études spécialisés dans la gestion des eaux de pluie, associés à des grandes entreprises, internalisent la recherche sur les ouvrages qu'ils promeuvent. Ainsi le bureau d'études INFRAservices a un pôle recherche et développement, chapeauté par une docteure en chimie dont les travaux portent sur la qualité des cours d'eau : des noues et espaces verts en creux sont instrumentés dans le nord de la France pour mesurer leurs performances d'infiltration, en partenariat avec l'entreprise de gestion de l'eau et des déchets Suez. La mesure des performances hydrologiques des ouvrages a notamment pour but de rassurer les collectivités sur leur fonctionnement et de fournir des arguments en leur faveur lors des procédures de déclaration ou d'autorisation auprès de la police de l'eau (T1 E8, cheffe de projet en recherche et développement, 11/12/2017). Le bureau d'études expérimente en situation de laboratoire et sur le territoire de Valenciennes l'ensemencement des noues en de vers de terre pour en améliorer les performances d'infiltration. Un réseau d'acteurs issu du monde opérationnel et scientifique, porteurs d'une expertise sur les techniques végétales, de restauration des cours d'eau, de gestion *in situ* de l'eau de pluie s'est donc constitué, polarisé par les bureaux d'études de pointe qui développent les techniques en question.

La connaissance des ouvrages et de leur comportement est nourrie par des réseaux d'acteurs qui animent et valorisent les retours d'expérience des collectivités et les avancées des recherches scientifiques (Soyer *et al.*, 2013). Ainsi, la responsable de la cellule d'animation de la charte de l'Eau et du contrat de bassin Seine centrale de l'association Espaces décrit les réseaux qui permettent de construire et diffuser les techniques de génie végétal :

« [O]n s'appuie aussi sur des réseaux, l'IAU a fait pas mal de choses, sur certains sujets on s'appuie sur NatureParif, y a tout un réseau local aussi de structures qui mettent en place des recherches et des solutions techniques [...], donc derrière en fait c'est de la technique, c'est un choix aussi des végétaux, des essences à planter, de la technique à adopter, donc c'est des compétences qui sont un peu particulières, mais il y a de plus en plus de bureaux d'étude qui ont développé cette ingénierie, et qui la mettent au service des nouveaux aménagements. » (T1 E3, 10/11/2015)

L'inflexion des pratiques des aménageurs vers l'ingénierie écologique, ou ici plus spécifiquement le génie végétal, repose donc sur un réseau d'acteurs, des organismes d'études régionaux aux bureaux d'études spécialisés, capables d'apporter assistance et compétences aux maîtres d'ouvrage pour la réalisation des nouvelles techniques.

La référence à la rusticité désigne en fait un idéal de simplicité du fonctionnement des ouvrages ; elle désigne des ouvrages et pratiques affranchies des approches scientifiques normées. Cependant, si la référence est présente, les réalisations ne semblent pas relever de pratiques rustiques : les collectivités luttent notamment contre la sophistication des propositions des maîtres d'œuvre. Les professionnels représentent leur pratique dans une logique de rupture d'avec les pratiques traditionnelles de l'ingénierie urbaine, rupture dont la territorialisation des politiques et la constitution d'une expertise territoriale font pleinement partie. Dans les faits, l'expérimentation territoriale est encadrée par les institutions étatiques, par les réseaux de diffusion des expériences territoriales, et les collectivités sont tributaires de bureaux d'études techniques de pointe. Il y a donc une sorte de tension entre une pratique issue d'une expertise de pointe et la volonté de recréer des fonctionnements naturels et rustiques : quels types d'efficacité – comprise comme action matérielle réussie relativement à l'objectif initial - est donc prêté à ces aménagements particuliers ?

2.3 L'efficacité par les propriétés structurantes et épuratrices des végétaux et le pouvoir morphogénique de l'eau

Selon la doctrine technique l'efficacité des ouvrages de gestion des eaux de pluie est définie par leur capacité à retenir l'eau et à l'évacuer vers d'autres exutoires que le réseaux (atmosphère et sols) ; à l'épurer (décantation, filtration, épuration bactérienne) ; et enfin à améliorer le cadre de vie urbain, par la diminution de la chaleur urbaine (évaporation et évapotranspiration), mais aussi par la végétalisation de l'espace urbain et tous les bienfaits qui lui sont associés (ombrage, amélioration de la qualité de l'air, paysage, épuration de l'eau, reconstitution des sols, aération...). La restauration des cours d'eau permet la recréation des écosystèmes aquatiques et une meilleure gestion des inondations. Quelle(s) efficacité(s) prêtent les professionnels aux techniques intégrées de gestion de l'eau en ville ? Qu'attendent-ils de ces ouvrages ? L'optimum d'efficacité que représente la restauration écologique des cours d'eau, puis sa forme urbaine dégradée pour les professionnels, la renaturation de berge, sont d'abord présentés. L'adhésion aux techniques alternatives de gestion des eaux de pluie est ensuite présentée, accompagnée cependant du scepticisme relativement aux capacités épuratoires des végétaux, et de la subordination à un cahier des charges de conception précis.

La suppression des ouvrages de génie civil est la mesure définie comme la plus efficace par les gestionnaires de cours d'eau, conformément aux manuels de restauration hydromorphologique (cf. partie I, chapitre 3, section 3.2.). Selon les professionnels chargés de la restauration des cours d'eau (notamment T1 E39, responsable « Restauration de cours d'eau », SIARCE, 27/10/2016), la reconstitution du milieu est alors laissée à la dynamique fluviale, c'est-à-dire à tous les processus hydromorphologiques et biologiques liés à l'écoulement de l'eau sur et dans les sols :

« Quand nous on a fait ce lit [...] ça nous a fait rire parce qu'on a fait des hypothèses sur où allait passer la rivière [...], parce qu'il y avait des bras, des choses comme ça, alors on spéculait là-dessus. Mais c'est la nature qui faisait son truc. Et elle l'a fait, point. Et nous on l'a juste accompagnée. Et quand il y avait des choses qui la gênait, on les a enlevées, pour que ça continue. Et ça, vraiment, on est sûrs de ne pas se tromper. Elle a été où elle voulait. Et là il n'y a pas d'équations, rien du tout. [...] Je veux juste dire, que, pour moi le devenir de l'ingénierie, même sur d'autres choses qui sont plus à planifier, c'est de travailler par phases, et je dirais par phases d'observation. Et pas à pas. Et non pas de dessiner sur le papier un truc abouti, qui, allez, pratiquement tout le temps, n'est pas ce qu'on voulait. Des fois c'est pas mal quand même, mais ce n'est pas ce qu'on voulait. » (T1 E31, chef de service études, prospective et milieux, syndicat de l'Orge aval, 03/07/2017)

Le travail par phases d'observation, sans dessin, permet de restituer la dynamique fluviale, en l'accompagnant plutôt qu'en programmant l'évolution de l'espace – ce qui remet en cause la pertinence des temporalités du projet pour de telles opérations, selon cet interlocuteur. Les hypothèses et spéculations, qui pourraient être

assimilées à des paris sur l'évolution du site, expriment l'effacement non seulement de l'ouvrage hydraulique, mais également du point de vue de l'ingénieur : l'efficacité réside dans la symbiose entre l'évolution du cours d'eau et l'aménagement. Le plaisir de suivre, d'accompagner l'évolution du site est d'ailleurs très sensible, la « nature » est personnifiée, elle est « gênée », « accompagnée ». L'efficacité est supérieure, presque maximale, puisque ce qui est attendu est principalement que le cours d'eau recrée son fonctionnement propre.

Cependant, conformément à ce qui a été observé dans la doctrine technique (cf. partie I, chapitre 3.1.), la restauration des cours d'eau et le milieu urbain sont généralement présentés comme antinomiques, car espace de liberté de la rivière et caractère figé, défini de l'espace urbain s'opposent :

« Quand on doit travailler en contexte urbain, il y a un premier paradoxe auquel on est confronté, c'est qu'on est dans un environnement très contraint alors que la philosophie actuelle des aménagements c'est de chercher à donner de la liberté. [...] [E]n fait une rivière c'est une alternance de phases calmes et de phases un peu énervées, et c'est ce qui fait que ça entretient des milieux pionniers, c'est ce qui fait que ça auto-cure la rivière, c'est ce qui fait que ça déstructure des bancs et que ça les recrée ailleurs, ça érode, ça dépose [...] donc c'est pour ça qu'on parle d'espace de liberté d'une rivière, c'est pour ça qu'on parle d'hydromorphologie de dynamique hydromorphologique, et en fait ces aspects-là, ils sont très difficilement compatibles avec un milieu où l'emprise est définie, elle est fixe et on voudrait qu'elle soit stable. » (T1 E39, responsable « Restauration de cours d'eau », SIARCE, 27/10/2016)

La personnification du cours, ce vocabulaire politique ou psychologisant qui lui est associé expriment une vision presque'animiste des rivières chez les professionnels les plus passionnés. La restauration hydromorphologique est principalement pratiquée sur les cours d'eau non navigués, avec du foncier disponible le long des berges, mobilisé par des politiques de préemptions (cf. partie II, chapitre 4 section 2.3. et chapitre 5 section 2.1) : elle peut avoir lieu dans le périurbain de l'agglomération parisienne, mais difficilement dans l'urbain dense, bâti souvent jusqu'à la crête des berges. Elle entre de plus en contradiction avec les ouvrages de génie civil existant dans le lit du cours d'eau, souvent conçus en fonction d'une côte fixe de hauteur d'eau²⁴¹, elle peut même être dangereuse dans certains contextes (T1 E40, chef du programme rivières et plan de gestion des zones humides, SIARCE, 27/10/2016). Ainsi, lorsque l'hydrographie est très transformée, la restauration des dynamiques fluviales n'y a pas de sens :

« [P]ar exemple sur la commune de Ballancourt-sur-Essonne [...] on a actuellement un cours d'eau en milieu complètement urbanisé, et ce qu'on nous a demandé c'est comment est-ce que les gens peuvent se le réapproprier, en sachant que tout le long de cette rue il est complètement busé, qu'ici le long de l'Essonne il est busé, et qu'en plus on se retrouve au milieu de parcelles privées tout du long [...]. Alors quand il est mélangé avec les eaux usées, eaux pluviales, plus la cuve de fioul des fois, à un moment donné on ne sait plus par quel bout commencer. Et puis même ton bassin [versant], il est coupé de ses propres alimentations²⁴², à un moment donné c'est compliqué, on travaille sur quelque chose qui coule à 2, 3 l/s au départ, et puis après heureusement qu'il est alimenté par les eaux pluviales de temps en temps parce que sinon c'est difficile. [...] Fin 2017, si tout se passe bien y aura un tronçon de 150 mètres linéaires qui pourrait être revalorisé en enlevant justement toutes les sorties d'eau pluviales dégueulasses, en refaisant des berges propres, en les retalutant, en essayant de diversifier les cortèges de végétation. [...] L'objectif étant quand même au final, d'essayer de rouvrir tout le cours d'eau sur peut-être 200 mètres linéaires ou plus, 360 je crois, tout du long de cette rue, alors qu'aujourd'hui vous avez une voirie avec des trottoirs, des habitations, des logements HLM. » (T1 E40, chef du programme rivières et plan de gestion des zones humides, SIARCE, 27/10/2016)

²⁴¹ Selon le chef du programme rivières et plan de gestion des zones humides du SIARCE, certains ouvrages, par exemple des pontons, se dégradent au contact de l'air et risquent par conséquent de s'effondrer (T1 E40, 27/10/2016).

²⁴² Le cours d'eau est séparé des apports en eau de pluie qui constituent son débit avant l'urbanisation. Ceux-ci sont drainés par les réseaux enterrés, qui les restituent éventuellement au cours d'eau, mais en des points précis, et après pollution par le ruissellement sur les sols urbains et éventuellement mélange avec les eaux usées.

Cette citation donne une mesure du décalage entre les principes de la restauration hydromorphologique et l'état réel de certains cours d'eau urbains, qui sont intégrés aux réseaux de gestion des eaux pluviales et des eaux usées, enterrés, coupés de leur bassin versant : ici l'enquêteur semble se contredire, car il loue d'abord les apports des réseaux d'eau pluviale qui sauvent le débit du réseau, puis les dénonce comme apports d'eau polluée. Cette ambivalence marque la distance à une situation idéale. Le pouvoir morphogénique du cours d'eau n'est donc utilisable que dans le cas où l'espace est suffisant et l'hydrologie peu modifiée : d'ailleurs les cours d'eau urbains sont très peu présents dans les manuels de restauration, et les exigences de bon état écologique des masses d'eau ne s'appliquent pas aux cours d'eau très artificialisés, seul un « potentiel écologique » est requis.

Le gain général de la renaturation en matière de qualité des cours d'eau est en fait peu quantifié et controversé, le suivi après travaux de restauration se concentrant plutôt sur la qualité écologique des milieux créés (Morandi, 2014). Certains interlocuteurs soutiennent également la contribution des espaces de renaturation à la qualité de l'eau :

« Dans le cadre des contrats de bassin, et du SDAGE [schéma directeur d'Aménagement et de Gestion des eaux], il y a des points de mesure de la qualité de l'eau et donc des suivis en fonction de la réalisation des projets et donc les années suivantes sur la qualité des indicateurs sur la qualité du milieu, et ça vous trouverez plein d'études qui vous montreront l'impact direct entre la revégétalisation du milieu et la qualité de l'eau. Parce que, qui dit présence de végétaux dit meilleure oxygénation de votre milieu aquatique, dit aussi un développement du coup de toute la faune et flore aquatiques donc qui va avoir un impact à la fois de phytoépuration, mais également d'oxygénation, de limitation de certaines matières en suspension, de flux azotés etc. » (T1 E3, technicienne de rivière, association Espaces, 10/11/2015)

La phytoépuration est mobilisée : les plantes ont un effet positif selon une logique de cercle vertueux – la végétation oxygène l'eau, en améliore la qualité et permet donc le développement de la flore et de la faune associée. Le responsable des services techniques du syndicat des Berges de la Seine et de l'Oise (SMSO) a cependant un tout autre avis sur le sujet de la qualité de l'eau : d'une part il ne mobilise pas ce type d'argument pour faire accepter les projets, car les effets sont trop abstraits et globaux pour être convaincants pour les acteurs locaux, notamment les élus. D'autre part, la dégradation visuelle liée au dépôt des déchets fluviaux dans les ouvrages végétaux l'emporte sur toute idée de phytoépuration des cours d'eau : « c'est une question d'esthétique, la merde charriée s'accroche plus facilement sur le génie végétal, c'est carrément dégueulasse à certains endroits. » (T1 E41, directeur des services techniques, SMSO, 10/01/2017). Il estime cependant, de concert avec le conducteur de travaux, qu'ils n'ont globalement pas fait de mal, et qu'ils ont même plutôt apporté un gain faunistique et floristique mais sans pouvoir le quantifier (T1 E41, SMSO, 10/01/2017). Le suivi et l'évaluation des effets des opérations, quant à la qualité de l'eau comme à l'amélioration des milieux écologiques, ne semble pas être une priorité pour les gestionnaires de cours d'eau : l'association Espaces concentre par exemple ses efforts sur la réalisation des chantiers de renaturation, et doit petit à petit abandonner, au fur et à mesure que ceux-ci sont plus nombreux, une activité de suivi des milieux écologiques auparavant systématisée. Le chargé de projet du bureau d'études Biotec indique que le suivi est fait « ponctuellement. On le fait, c'est vrai que c'est généralement quelque chose qui a été peu intégré aux études, le suivi après travaux. » (T1 E9, 26/02/2018).

Bien que pis-aller de la restauration, pour les gestionnaires de cours d'eau, le génie végétal présente l'avantage de stabiliser les berges tout en permettant les relations entre le lit mineur du cours d'eau et le milieu terrestre – quand bien même celui-ci se restreint aux dites berges – « [à] l'inverse du génie civil qui [...] ne permet pas la création ou le maintien des habitats naturels, le développement de la faune et de la flore qui va avec » (T1 E3, technicienne de rivière, association Espaces, 10/11/2015). L'utilisation de techniques végétales sur les berges est distinguée d'aménagements comprenant du végétal mais relevant du « verdissement », « verdouillage » (associant verdissement et bidouillage) ou de « prothèses » environnementales. Dans ceux-ci, l'utilisation du végétal est considérée comme factice. Elle dote des espaces

de « gadgets » environnementaux, estiment la technicienne de rivière et la responsable de la cellule d'animation de la charte de l'Eau et du contrat de bassin Seine centrale de l'association Espaces, à propos de l'opération Vallée Rive Gauche (cf. chapitre 4.2.3) du conseil départemental des Hauts-de-Seine : « [...] c'est végétal sur le dessus mais l'interface terre-eau en soit elle n'existe pas tant que ça. » (T1 E3 association Espaces, 10/11/2015). Cette distinction entre techniques végétales et « verdouillage » ou peinture verte évoquée à propos de l'expertise esthétique prêtée aux paysagistes marque la préférence donnée aux fonctions physiques et biologiques dans les techniques du génie végétal.

Les techniques du génie végétal font cependant aussi l'objet d'un constat mitigé. Le gain apporté à la diversité des habitats est très faible selon le responsable « Restauration de cours d'eau » du SIARCE, qui exprime le caractère infinitésimal de l'amélioration :

« C'est vrai que la revégétalisation des berges ça peut améliorer la diversification des habitats et on peut avoir des bénéfices sur par exemple les espèces piscicoles. Mais on atteint toujours un plafond. L'amélioration elle est significative mais elle est... C'est asymptotique on n'atteint jamais un état de référence non impacté. Parce qu'il y a des éléments vraiment structurants qui sont absents. » (T1 E39 27/10/2016)

La seule revégétalisation des berges est donc opposée aux transformations structurelles, c'est-à-dire à la restauration hydromorphologique. Les techniques de génie végétal ne sont de plus pas efficaces sur tous les sites : des « techniques mixtes », mêlant génie végétal et génie civil, sont mises en place sur des sites très contraints, où l'adoucissement de la berge, abrupte, est impossible, et où les usages urbains en haut de berges doivent être préservés. Des techniques proches des pratiques de charpente ou de génie civil sont citées par les gestionnaires de cours d'eau et techniciens de rivière :

« [T]out va dépendre du secteur, il y a des endroits, on a peu de recul donc on va avoir du mal à faire une vraie pente douce, dans ce cas-là elle va être un tout petit peu abrupte et on va devoir [poser], en pied de berge [...] des gabions c'est-à-dire des structures plus lourdes qui sont en fait des blocs de pierre [dans] du filet métallique [...]. On trouve ça le long des autoroutes en fait, c'est issu de la voirie, du génie civil. [...] Et ce qui se fait sur les rivières, c'est qu'entre les pierres vous avez du substrat et des espèces typiques de cours d'eau. Donc ça a un rôle de maintien lourd, au départ, avec une vocation écologique. Mais là on est sûr de la technique mixte du coup. Ce n'est pas que naturel, on est obligé là de reconnaître que c'est un peu du génie civil quand même. » (T1 E25, animatrice du contrat de bassin, syndicat Marne Vive, 29/05/2015)

Les techniques mixtes sont une version dégradée des techniques végétales, déjà considérées par les porteurs de la renaturation des cours d'eau comme un compromis : elles utilisent des matériaux minéraux mais elles n'isolent pas les berges, les espèces végétales peuvent s'y développer et la relation entre le cours d'eau et le milieu terrestre est en partie maintenue. De plus, les techniques végétales ne sont pas autonomes, elles nécessitent un entretien important, qui peut être un facteur d'échec :

« La question du génie végétal en ville [...] c'est soumis à beaucoup de choses et beaucoup de contraintes, et une des contraintes c'est l'acceptation, que ce soit des riverains, que ce soit des services communaux. J'ai des exemples à la pelle d'ouvrages de génie [végétal] qui ont moyennement fonctionné parce qu'il y a eu un défaut d'entretien par exemple. [...] Le défaut d'entretien ça peut être, on met l'ouvrage en place, la première année il tient, puis il y a une équipe qui passe et qui fauche tout. [...] Et les ouvrages qui ont le mieux marché c'est les ouvrages où l'entreprise était là sur trois années, donc elle fait bien son travail, et il y a une passation de pouvoir progressive avec les services techniques, on les voit nous une à deux fois par an pendant les réunions bilan, puis on explique ce qu'on fait, pourquoi on le fait, etc., puis les équipes s'approprient le chantier, trouvent le matériel qu'il faut, parce que c'est une question de matériel, d'habitude, et voilà, ça c'est les ouvrages qui ont le mieux marché. » (T1 E9, ingénieur d'études, Biotec, 26/02/2018)

Les techniques végétales ne sont pas autonomes, elles ne relèvent pas du « laisser-faire la nature » de la restauration hydromorphologique, mais reposent sur une gestion continue et attentive en milieu urbain. Le

directeur des services techniques du syndicat des Berges de Seine et de l'Oise (SMSO) indique ainsi à propos des sites renaturés que « plus on fait plus il faut entretenir ce qu'on fait. Ce n'est pas autonome, ça ne vit pas tout seul derrière » (T1 E41, 10/01/2017). Les chantiers doivent dans un premier temps être protégés des usagers, humains ou animaux, qui risquent de piétiner ou de manger les jeunes pousses (notes de terrains, visite des chantiers de renaturation de l'association Espace, T3 V18, 12/04/2017). Ils sont ensuite entretenus selon les principes de la gestion différenciée²⁴³, éventuellement replantés si nécessaire, et nécessitent de nombreuses interventions, sur le long terme pour persister (T1 E31, chef de service études, prospective et milieux, syndicat de l'Orge aval, 03/07/2017, et notes de terrains, association Espaces, T3 V18, 12/04/2017). Certains professionnels de l'aménagement des cours d'eau refusent ainsi d'associer les techniques du génie végétal à des techniques « naturelles » :

« Ce qui est spontané c'est l'évolution et la divagation de la rivière, en fonction de ce qu'elle rencontre, ça c'est spontané. Dans l'hypothèse où les berges seraient naturelles. Ce qui n'existe pas sur la Seine. Il n'y a pas de berges naturelles sur la Seine avec des gravats, avec des trucs. Il y a de la végétation, tout ce qu'on veut. Et quand on intervient, il est clair qu'il n'y a rien de spontané, ce sont travaux, ce sont des aménagements, avec du génie, végétal, pas parce que c'est génial, c'est parce que c'est de l'industriel. » (T1 E41, directeur des services techniques, SMSO, 10/01/2017)

Ce directeur souligne que la seule dynamique spontanée est une dynamique hydrologique : celle de la divagation de la rivière, qui n'existe pas sur les rivières urbaines. Toutes les interventions sur les berges relèvent d'ouvrages technique, du génie, d'une pratique industrielle : les réalisations effectives semblent donc en-deçà des représentations du bon aménagement et de l'idéal de symbiose entre fonctionnements naturels et aménagements. Le milieu urbain résiste à la restauration des fonctionnements hydrologiques.

Les techniques intégrées de gestion des eaux pluviales sont généralement plébiscitées par les professionnels. Les chargés de projet de Sequano et d'Arcadis, ingénieurs en hydraulique et génie urbain, sont convaincus de leur efficacité et même de leur plus-value pour la qualité du projet urbain (T1 E10, 26/02/2018 et T1 E11, 16/03/2018). Le chargé de projet de Sequano présente par exemple le parc du quartier des Docks de Saint-Ouen (93) comme un grande réussite paysagère liée à la conception particulière de l'épuration des eaux de pluie.

Dans la gestion des eaux de pluie, les végétaux sont simultanément utilisés pour évacuer les eaux stagnantes et pour l'épuration : les objectifs des génies hygiéniste et hydraulique (Barraqué, 2011a) sont prolongés par des moyens végétaux. Ils permettent d'occuper et d'assécher les espaces de pleine terre, et de garantir leur perméabilité, mais aussi de dégrader les polluants drainés par les eaux de pluie. Les végétaux sont choisis pour leurs facultés d'évapotranspiration de l'eau absorbée par les sols, comme l'explique la chargée de mission auprès des aménageurs de la Direction Eau et Assainissement de Plaine Commune à propos de noues étanchées gérant toutes les eaux de ruissellement d'une opération :

« [L]a première pluie, les pluies les plus faibles, les plus courantes, elles seront absorbées dans cette épaisseur de terre et elles ne rejoindront jamais le tuyau en aval. Et ça s'évapotranspire. Donc l'idée c'est que ce soit des noues quand même plantées. Si on met que du gazon ça fonctionne beaucoup moins bien que si on met des arbres, des arbustes, des plantes qui ont besoin d'eau. » (T1 E20, 19/10/2015)

Les végétaux ont donc comme fonction principale l'évacuation des petites eaux de pluie. Les plantes jouent ici le rôle inverse de celui qui leur était prêté au XVIII^{ème} siècle : lors du tournant scientifique du en faveur de la conception « atmosphérique » du cycle de l'eau, les végétaux, et notamment les arbres, sont dotés d'un rôle de captation et de réinjection de l'air dans les sols, elles sont assimilés à des « siphons hydrauliques »

²⁴³ La gestion différenciée est « un mode de gestion plus respectueux de l'environnement, écologique, en alternative à la gestion horticole intensive et qui s'adapte à l'usage des lieux. » Source : <https://www.gestiondifferenciee.org/la-gestion-differenciee> consulté le 20/30/2019.

(Guillaume, 1983 : 194). Ici les végétaux réinjectent les eaux des sols dans l'air, font disparaître cette eau stagnante, réputée méphitique au XIX^{ème} siècle (Barles, 1999), et aujourd'hui considérée comme esthétiquement négative : à propos des mêmes noues végétales, la chargée de mission indique que : « la peur qu'[ils] avai[en]t c'est que les noues elles soient tout le temps un peu gadouilloues, que ce soit toujours un peu trop humide, que ce soit sale du coup, que l'eau ait du mal à s'évacuer » (T1 E20, 19/10/2015). L'eau stagnante est associée à la « gadoue », forme aquatique du déchet. Élément de discussion révélateur, les chargés de projets ou directeurs de services des espaces publics et espaces verts des communes préconisent des espèces de milieux secs ou drainants supportant des mises en eau sporadiques, supposant donc que les ouvrages de gestion des petites pluies à ciel ouvert ne seront pas humides, alors que les équipes de paysagistes proposent des espèces typiques de zones humides, projetant la réalisation de tels milieux (T3 V15, réunion de projet, ville de Bobigny, 12/05/2017). La vision des concepteurs s'oppose à la vision des gestionnaires, et confirme l'idée émise dans la littérature scientifique que l'exploitation des ouvrages est un frein majeur à leur déploiement (Cossais *et al.*, 2018 ; Cossais, 2019).

Les végétaux gèrent aussi les pollutions plus contemporaines : les hydrocarbures, les métaux lourds, les pollutions organiques contenues dans les eaux de pluie. La cheffe de projet de Phytorestore explique que les bactéries associées aux racines des plantes (la rhizosphère) dégradent les polluants. Ce principe de gestion des pollutions par les bactéries qui se développent en fonction des polluants est inspiré de pratiques ancienne, antiques :

« [O]n rajoute rien, c'est les plantes en fait, qui à la base ont des bactéries, et les bactéries, ça c'est de la microbiologie, vont se sélectionner selon le type de polluants. [...] C'est de l'ensemencement naturel. En fait on reproduit des systèmes, c'est ce qu'on appelle en anglais des *wetlands*, on reproduit en fait la zone humide. Il y a très longtemps, même dans l'Antiquité, ils envoyaient ça dans des grands bassins en eau, donc c'était beaucoup moins évolué, [...] naturellement les bactéries qui étaient présentes épuraient. Et maintenant là c'est un système qui est beaucoup plus organisé, [...] on peut faire des filtres plus compacts, faire des filtres et pas des bassins, ne pas avoir de mauvaises odeurs, parce qu'on oxygène. » (T1 E13, chargée de projet, entreprise Phytorestore, 30/05/2018)

Les filtres végétaux sont donc présentés comme une forme avancée, évoluée, de pratiques rustiques anciennes transformées en technologie environnementale, au moins dans les discours. La supériorité des techniques utilisant le vivant est mise en avant : les bactéries s'auto-sélectionnent selon les polluants, le pouvoir épurateur des végétaux est adaptatif et en partie autonome. Sur certains territoires, cette faculté épuratoire est utilisée dans des bassins de retenue des eaux pluviales en aval des réseaux, et dans des zones tampons entre les réseaux et le cours d'eau. Le traitement des eaux de pluie par la phytoépuration sert aussi à éviter la contamination des nappes phréatiques par les polluants des eaux pluviales dans le cas de son infiltration.

La faculté épuratoire des végétaux n'est pas forcément directement reconnue, mais *a minima*, les végétaux sont utilisés pour décolmater et aérer les sols qui filtrent les eaux pluviales, et ainsi permettre la prolifération des microorganismes qui dégradent les pollutions : un pouvoir mécanique leur est attribué (T1 E47, responsable du bureau de Liaison avec l'aménagement et l'urbanisme, Seine-Saint-Denis, 17/07/2015). Pour les gestionnaires de réseau, la faculté épuratoire des techniques décentralisées est avant tout imputée à leur caractère ponctuel et diffus, à la gestion de petites quantités d'eau, localement :

« Le seul truc dont je suis vraiment convaincu [...] c'est vraiment l'idée de décentraliser, c'est vraiment cette idée-là. [...] [J]e suis plutôt convaincu de l'idée que, parce qu'on décentralise, c'est plus facile de gérer des plus petites quantités de pollutions que des grandes. Et c'est plus facile aussi d'avoir une gestion différenciée. Alors que tout concentré, on a, globalement, des eaux polluées. Alors faut mieux laisser tranquilles les eaux pas du tout polluées et avoir une attention très particulière sur les eaux polluées. » (T1 E47, responsable du bureau de Liaison avec l'aménagement et l'urbanisme, Seine-Saint-Denis, 17/07/2015)

Ce point de vue va à l'encontre de l'idée d'une meilleure maîtrise par un réseau centralisé, cohérent, qui isole et traite les eaux concentrées : à l'encontre du principe d'économie d'échelle qui accompagne les réseaux classiques, les ouvrages de gestion décentralisés sont plus efficaces, ils permettent de ne pas amplifier la pollution et de ne pas la propager dans l'espace en la confinant et la gestion de petites quantités est de plus grande qualité, plus précise. L'efficacité de la gestion qualitative des dispositifs décentralisés rejoint les résultats de la thèse d'Élisabeth Lehec sur le traitement du compost, dont la qualité est au moins équivalente lorsqu'il est produit par les techniques décentralisées (Lehec, 2018).

L'efficacité des techniques intégrées, si elle est reconnue, est tout de même conditionnelle. Ainsi la chargée de mission Hydraulique urbaine et Aménagement de la Direction de l'Assainissement et de l'Eau de Plaine commune distingue les bonnes et des mauvaises techniques :

« [P]our les toitures ça peut être les toitures végétalisées qui permettent ça, avec une vraie épaisseur de substrat, qui permet du coup à l'eau de rester sur la toiture et de pas descendre dans les gouttières. Sinon on fait des petites toitures végétalisées avec un substrat minuscule, ça ne sert à rien, ça ne marche pas, mais les vraies toitures végétalisées, ça fonctionne très bien. Les noues, les noues linéaires, des fosses linéaires, ça marche bien. Il n'y a pas besoin [...] de grand-chose, il faut une épaisseur de terre suffisante, avant le tuyau. En gros, c'est ça qu'il faut se dire, il faut que l'eau puisse passer par de la terre, avant de rejoindre le tuyau, et du coup la terre a cette capacité de bloquer les premiers millimètres [d'eau de pluie tombée] tout simplement, à condition qu'on diffuse cette eau sur le projet et qu'on ne la concentre pas dans une seule noue, dans un seul bassin, dans un petit espace. » (T1 E20, 19/10/2015)

La définition de la bonne gestion donnée par cette interlocutrice correspond en fait à la doctrine de gestion des petites pluies portées par les organismes à la pointe, et notamment par l'agence de l'eau Seine Normandie : la bonne gestion des petites pluies repose principalement sur la présence diffuse d'un substrat suffisant de terre, qui les piègent. Certains professionnels sont également sceptiques quant à l'épuration des eaux de pluie par les bassins paysagers : la concentration de l'eau de pluie dans un ouvrage de grand volume, même végétalisé, avec un trop-plein vers le réseau ne permet pas de l'épurer. L'épuration est liée à l'infiltration diffuse dans les sols : c'est encore la filtration mécanique, plus qu'un quelconque pouvoir épurateur des milieux aquatiques et des végétaux qui est mobilisée. La meilleure preuve de l'inefficacité des bassins est l'absence de financement de l'agence de l'eau (T1 E27, directeur du service Assainissement, syndicat de l'Yerres, 31/08/2016) : cette dernière définit par sa politique de financement les bons et les mauvais ouvrages.

L'efficacité des techniques de renaturation et de gestion intégrée des eaux de pluie est donc, dans le détail, toute relative. Les professionnels confirment d'un côté leur adhésion aux principes de la restauration hydromorphologique, et de la gestion intégrée des eaux pluviales : ils affirment en effet l'efficacité supérieure de la libération du cours d'eau pour la récréation des milieux aquatiques, la supériorité de ces milieux sur les ouvrages hydrauliques ; la gestion des petites pluies et leur épuration par une diffusion dans les sols végétalisés sont également constituées en principes d'aménagement. Le passage de l'ingénierie hydraulique à l'ingénierie écologique et à l'hydrologie urbaine semble donc acté dans les milieux professionnels. Le modèle de l'efficacité semble plus idéalisé dans le cas des cours d'eau, qui repose réellement sur une vision de celui-ci comme puissant générateur de milieux et de vie, que dans le cas des eaux de pluie, où la gestion idéale est plutôt assimilable à une situation de petites zones de lagunage généralisées dédiées à la neutralisation des polluants urbains. Cependant, ces principes efficaces ne sont qu'un horizon idéal de la gestion : les réalisations sont systématiquement décrites comme en-deçà des modèles de conception. L'atteinte des objectifs de restauration et de bonne gestion des eaux et des polluants urbains n'est pas acquise.

La question latente de cette sous-section, qui était de savoir s'il est possible de parler d'une technique de gestion des eaux de surfaces en ville, visible à travers l'étude des conceptions que les professionnels en ont, n'est donc pas encore tranchée. On se contentera d'amener en conclusion quelques éléments pour

argumenter en la faveur de la validation de cette hypothèse, tirés des analyses qui précèdent. Tout d'abord, gestion de l'eau de pluie et gestion des cours d'eau ne s'incarnent plus dans des objets techniques : le génie hydraulique est écarté, voire combattu, et un nouvel idéal technique d'intégration entre fonctionnement hydrologique d'un site et aménagement émerge. Une différence notable est que dans le domaine de la restauration des cours d'eau, une esthétique et une éthique de la naturalité dominent, alors que dans le domaine des eaux de pluie, le caractère artificiel de l'aménagement est parfaitement assumé. Il n'empêche que dans les deux cas, le geste du technicien, son œuvre, tendent à être effacés au profit d'une mise en évidence des fonctionnements hydrologiques. Dans les deux domaines également, git l'idée que les milieux naturels et leurs composants – les sols, la végétation – peuvent être substitués aux ouvrages de génie civil et aux techniques minérales, et que ceux-ci sont, à la rigueur, superfétatoires. Enfin, dans les deux domaines aussi, le milieu urbain est abordé comme un espace à modifier par endroit, lentement, et non selon des politiques massives et générales, même si cette approche est seulement pragmatique pour la restauration des cours d'eau urbains. Il semble donc légitime de parler d'une technique de gestion des eaux de surfaces urbaines, et peut-être d'une ingénierie spécifique. Même si les phénomènes abordés ne sont pas identiques, ni à la même échelle, les outils, les idéaux, et les réalisations sont similaires ; peut-être pourrait-on d'ailleurs généraliser ces approches à d'autres techniques urbaines.

3. À qui profitent les aménagements intégrés de l'eau en ville ?

Pour être efficace, une technique doit être adoptée, et donc posséder une forme d'efficacité socio-politique, la faculté de s'inscrire dans l'action collective (Carré, Deutsch, 2015 : 19) qui n'est pas forcément liée à une efficacité matérielle optimale (Lemonnier, 1996). En d'autres termes, elle doit trouver un sens dans les politiques et les pratiques urbaines. Quelle place trouvent ces techniques dites intégrées à la ville dans des enjeux urbains non techniques ? Quelle utilité non hydro-écologique leur est conférée ? Quelles réflexions sur la conception urbaine et sur les pratiques urbaines inspirent-elles ?

Les techniques de gestion intégrée de l'eau génèrent par leur visibilité une distinction politique et commerciale utile : elles sont en partie instrumentalisées par les acteurs ayant besoin de se construire une image dans la fabrique urbaine, mais incarnent également les politiques écologiques. Les processus de production des techniques intégrées se traduisent souvent par des procédés technocratiques, alors même qu'une doctrine du laisser-faire la nature et qu'une valorisation de la rusticité et de la simplicité les caractérisent. Enfin, la résurgence de l'eau en ville bouscule les frontières habituelles, entre les citadins et le milieu aquatiques, et entre l'espace public et l'espace privé.

3.1. La création d'une distinction politique et commerciale

Les techniques de gestion intégrée de l'eau de pluie et de renaturation des cours d'eau sont portées par des politiques et des financements spécifiques, s'intègrent dans les politiques écologiques et environnementales contemporaines, en même temps qu'elles participent au thème de la valorisation de l'eau en ville (cf. chapitre 4). Elles incarnent donc l'action en faveur de l'environnement et du bien-être citoyen ; dans cette sous-section sont présentées différentes manières dont le traitement de l'eau en ville et plus spécifiquement les techniques intégrées pour leur gestion, entrent en cohérence avec la valorisation des politiques publiques ou d'un projet commercial. Est ici détaillée la publicité faite autour des techniques intégrées et des ouvrages de renaturation comme incarnation de politiques de bonne gestion de l'environnement et comme vectrices d'un environnement urbain de qualité pour les citoyens.

Les techniques intégrées de gestion de l'eau de pluie en ville donnent forme à des politiques écologiques de résilience, de création de trames écologiques, en fait difficiles à mettre en œuvre notamment car elles sont élaborées au niveau régional et ne trouvent pas leur forme opérationnelle au niveau local (Cormier, 2010).

Les techniques intégrées semblent parfois être l'incarnation idéale des politiques écologiques pour les professionnels des Directions de l'Eau et de l'Assainissement des collectivités :

« [Q]uand on part sur ces thématiques-là, ça répond aussi à des questions de trames vertes et bleues, [...] de végétalisation de la ville, de retour de la nature en ville, ce que demandent très souvent les habitants, et ça répond aussi à des critères d'adaptation au changement climatique [...]. Et la gestion des eaux pluviales à ciel ouvert ça y participe aussi, ça permet de créer des espaces plus frais pour les habitants. Donc ça répond à tout un tas de problématiques, qui vont toutes dans le même sens, et dans le sens d'une ville plus durable, plus agréable, plus verte. Tout en restant sobre. Et économe. Des ressources, des moyens humains, des moyens financiers. » (T1 E20, chargée de mission Hydraulique urbaine et Aménagement, Plaine Commune, 19/10/2015)

Ces techniques incarnent une idée de durabilité, de sobriété, rapidement assimilées à celle d'une économie de moyens humains et financiers. Les techniques de gestion à ciel ouvert entrent de fait dans des stratégies patrimoniales des collectivités, au moment où les canalisations doivent être rénovées et où les fonds pour cette réhabilitation ou remplacement manquent (Bouleau *et al.*, 2011). La sobriété est donc une notion employée selon une acception assez large : les techniques sont un gage de bonne administration des ressources environnementales et économiques, ou simplement l'effet de la mise en péril de ces deux formes de ressource.

L'efficacité économique et commerciale voulue pour les aménagements peut également être identifiée dans l'importance prise par la publicité des ouvrages, apparemment contraire à l'idéal de dissolution dans un site énoncé par les professionnels. La gestion dite « transparente », « intégrée au cycle de l'eau » est souvent rendue visible par des dispositifs pédagogiques et/ou par une mise en scène spectaculaire d'une pièce d'eau, d'un ouvrage paysager. Ce point est significatif des outils de communication déployés autour de ces techniques, qui peuvent relever de la pédagogie : les citoyens sont informés sur le fonctionnement d'un parc, d'un milieu (cf. le square des Acrobates à Saint-Denis, le bassin planté de la ZAC PSA à Asnières-sur-Seine), mais ils peuvent également être assimilés à des éléments de stratégie commerciale ou électorale.

La dimension commerciale des « techniques vertes » n'est en effet pas en reste (T1 E11, chargé de projet, Sequano, 16/03/2018). Un chargé de projet d'un aménageur explique par exemple que les toitures végétalisées peuvent être des arguments de vente pour les promoteurs immobiliers : les toitures des bâtiments bas forment un paysage végétal pour les bâtiments les plus hauts, et peuvent peser dans « la grille de l'acheteur ». Elles « créent une distinction » (T1 E11, chargé de projet, Sequano, 16/03/2018) parfois institutionnalisée par des certificats et des labels environnementaux. Ceux-ci sont cependant peu développés pour la gestion de l'eau, d'où la nécessité d'une communication spécifique. Une gestion originale des eaux de pluie démontre l'intérêt des maîtres d'ouvrage d'une opération urbaine pour la préservation de l'environnement, ainsi que leur virtuosité dans la mise en place d'une technologie environnementale : les capacités épuratoires font par exemple des plantes des technologies à valoriser pour certains ingénieurs chef de projet (T1 E11, chargé de projet, Sequano, 16/03/2018).

L'importance symbolique de l'environnement aquatique en milieu urbain est rendue très sensible dans l'agglomération parisienne par le sujet de la baignade. Ce sujet n'implique pas directement les techniques alternatives ou de renaturation, celles-ci ont cependant pour fonction de restaurer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques. Le sujet de la baignade met en avant la destination essentiellement humaine de cette amélioration de l'environnement : la baignade motive la mise en œuvre des techniques de gestion alternatives, sous l'égide du SIAAP (cf. chapitre 4, section 2.2) et elle est le symbole de la capacité d'un maire, d'un gouvernement local, à maîtriser et à valoriser l'environnement urbain et à offrir aux citoyens un cadre de vie agréable, ludique et festif. Elle entre donc dans le cadre des politiques culturelles des collectivités. Le syndicat Marne Vive utilise cette dimension politique pour générer le portage politique des actions en faveur de la qualité de la Marne et l'adhésion des habitants (T1 E25, chargée d'animation du contrat de bassin Marne Confluence, syndicat Marne Vive, 28/05/2015). Le membre du collectif du

Laboratoire des Baignades Urbaines Expérimentales décrit ainsi l'instrumentalisation médiatique et politique des actions de baignades sauvages :

« [C]et été au final ça a été le climax, [...] il y a Hidalgo [la maire de Paris] qui a relancé un plan "Nager à Paris"²⁴⁴, donc, tu couples ça [...] à la canicule, réchauffement climatique, la COP 21, tu vois c'est une sorte de cocktail d'événements qui fait que, bon est là, nous on est en place depuis un bout de temps sur ces questions-là, et on arrive à une maturité en tout cas de réflexion sur le sujet, avec vraiment quelque chose qui leur permet de dire : "Tiens, c'est les représentants de cette vague, cette possibilité-là" [...]. Nous on n'était que le point d'entrée en fait si tu veux d'un marronnier qui est classique sur la canicule, parce que comment tu traites la canicule en été ? [...] [Et o]n est le point d'entrée sur des réflexions plus larges sur des promesses non tenues de Jacques Chirac en 90, les nouvelles promesses d'Anne Hidalgo, sur les Jeux olympiques en 2024, rendre la Seine aux Parisiens. En fait des volontés politiques qui nous étaient complètement inconnues, dont on n'avait absolument rien à foutre, viennent s'aligner sur nos volontés à nous, de vouloir se baigner n'importe où. » (T1 E1, membre, collectif LBUE, 19/09/2015)

L'interlocuteur énonce ici le décalage entre les revendications somme toute anciennes des citoyens de réintégrer la baignade urbaine dans les pratiques citadines (Lestel *et al.*, 2017) et de la geste politique qui reprend le mouvement à son compte, en le traduisant par l'organisation d'événements internationaux.

Au contraire, les renaturations de cours d'eau, ayant vocation à être absorbées par le milieu alentour, sont difficilement justifiables en termes d'investissement d'argent public. Non seulement elles deviennent invisibles, mais en plus l'évolution du site sans intervention aurait peut-être été semblable, ou meilleure : « on voit la disparition de ce qu'on a réalisé. On ne sait pas ce qu'il se serait passé si on n'avait rien fait. [...] La vision brutale : "Y a eu combien là-dedans, 50 000 euros ? Il y a combien, il y a quatre ans ? C'est où ?", c'est intéressant de voir aussi ce genre de trucs. » (T1 E41, directeur des services techniques, SMSO, 10/01/2017). Les renaturations de cours d'eau sont donc souvent associées à des politiques paysagères (cf. figure 5.6, chapitre 5), répondant aux besoins en espaces naturels des citoyens pointés par la plupart des enquêtes sur le bien-être en ville et aux stratégies électorales de mise en scène des aménagements réalisés :

« Justement on est sur une zone, cette zone de l'Île-de-France [partie urbaine du territoire du syndicat] où [...] lorsqu'on parle de reconquête de cours d'eau, de restauration des continuités et de restauration écologique, c'est des gros mots. [...] [A] un moment donné faut bien passer par de la pédagogie, du chemin de promenade ou de la valorisation paysagère. Et finalement c'est ce qui compte avant l'aspect biodiversité. Alors que ça peut très bien être concilié, et on concilie sans forcément appuyer dessus lors des réunions de préparation ou autres. [...] [T]ous ces grands travaux [réalisés par le syndicat] finalement c'est parti d'une volonté politique très forte d'aménagement du territoire en fait et il faut retrouver une qualité paysagère. C'était ça aussi l'objectif, que les gens se réapproprient le lieu. » (T1 E40, chef du programme rivières et plan de gestion des zones humides, SIARCE, 27/10/2016)

Ainsi, si le politique exploite le symbole de la baignade, les tenants de la renaturation des cours d'eau utilisent la valeur sociale et politique des aménagements de cours d'eau, pour faire porter des restaurations de cours d'eau, qui ne sont pas mises en avant auprès des élus et des services techniques des communes.

Les techniques de gestion intégrée de l'eau de pluie et de renaturation des cours d'eau sont donc instrumentalisées par les promoteurs urbains et par les élus, elles permettent aussi de transformer, dans certains cas, en politique positive la situation de faiblesse financière des collectivités territoriales : l'austérité est traduite en sobriété. Les gestionnaires du milieu aquatique jouent en retour sur la symbolique de bonne gestion et de modernité environnementale que les renaturations de cours d'eau peuvent porter, ainsi que sur leur association à l'amélioration du cadre de vie. Cependant, la traduction de la maire de Paris du besoin de

²⁴⁴ Il s'agit d'un programme de rénovation et création de piscines parisiennes, c'est l'une des mesures mises en valeur dans la campagne électorale de la maire actuelle, source : <https://www.paris.fr/nager>, consulté le 23/07/2019.

contact des citoyens avec l'eau, par la promesse de la tenue d'une épreuve de natation dans la Seine pour les Jeux de 2024 marque la restriction par les pouvoirs publics de la relation entre citoyens et cours d'eau, qui est très contrôlée, presque technocratique.

3.2. Une nature technocratique

L'idée que le progrès technique réside dans moins de techniques, et que les processus naturels peuvent être reproduits par des techniques, elles-mêmes issues de réseaux techniques et scientifiques très spécialisés est un peu paradoxale. Cette dimension paradoxale pose problème aux professionnels : la technicité de la doctrine de restauration de processus aquatiques naturels fait obstacle à la communication autour des aménagements et à leur compréhension, elle est également perçue comme une contrainte rigide de l'aménagement, et comme un vecteur de technicisation d'une pratique qui se voulait plus incarnée, plus simple. La dimension technocratique de la gestion intégrée de l'eau en ville est donc abordée selon trois entrées : celle de la forte expertise requise pour leur compréhension, celle de la standardisation des réalisations, et celle de la rigidité de l'approche de l'aménagement de l'eau, forgée dans des mesures contraignantes et une approche positiviste typique de l'ingénierie classique.

Les instances politiques de l'eau sont reconnues comme particulièrement démocratiques, associant collectivités, industriels, société civile dans les parlements de l'eau que sont les commissions locales de l'eau (Hellier *et al.*, 2009 ; Barraqué, 2015). Pourtant, les citoyens sont perçus par les professionnels comme très peu conscients des réalités de la gestion de l'eau en ville, dont les rouages et la connaissance sont réservés à un petit groupe d'initiés (Bouleau, Guérin-Schneider, 2011 : 18). Ainsi, le responsable « Restauration de cours d'eau » du SIARCE évoque le manque de connaissance des milieux aquatiques dans la société civile et même chez ses collègues :

« Je constate dans mon entourage, auprès des riverains, auprès des élus, auprès même de certains collègues qui ne sont pas dans des services opérationnels, la compréhension du fonctionnement des cours d'eau, du système hydrographique, du cycle de l'eau en général, elle est misérable. Quand on constate à quel point il y a un défaut de compréhension, qui est tout à fait légitime, parce que c'est complexe et parce que ce n'est pas forcément intéressant, [...] on comprend très bien pourquoi le milieu est autant dégradé [...]. Il y a un problème de compréhension des notions qui sont basiques pour nous mais pas intuitives, comme un bassin versant, un réseau hydrographique, le cycle de l'eau... et ça, ça fait énormément de mal, d'abord parce que ça produit des gestes [polluants] qui individuellement sont insignifiants mais globalement ça fait des dégâts, et ensuite une incompréhension de certaines actions. Pour ma part qui suis chargé d'animer des opérations de restauration, on est vu comme des emmerdeurs, quand on essaie de donner un peu de liberté à la rivière, un peu de fonctionnement naturel. On est vu comme des emmerdeurs par les pêcheurs parce que ça change leurs pratiques, par les promeneurs parce que ça change leur vision de la rivière, par les riverains parce qu'ils avaient aménagé leur jolie petite berge avec du gazon et des grilles et des je ne sais pas quoi... » (T1 E39, 27/10/2016)

Pour cet interlocuteur le manque de compréhension du fonctionnement des milieux aquatiques induit une mécompréhension des politiques de restauration menées. Cependant, cette mécompréhension peut aussi être associée à une autre culture du cours d'eau : l'évocation des différents usages qui sont bousculés par la renaturation met en évidence leur décalage avec les usages historiques de la rivière, les pratiques de pêche à la ligne, le patrimoine paysager que constitue la rivière pour certains habitants, parfois organisés en lobby pour sa préservation (notamment les propriétaires de moulins, cf. chapitre 4, section 3.3). Ainsi, comme on l'a vu, la restauration procède parfois d'une vision technocratique et écocentrée, qui se heurte à d'autres visions et cultures du cours d'eau (Barraud, Germaine, 2017). L'interlocuteur met en évidence ici la méconnaissance que les habitants ont de leur propre environnement hydrologique, alors qu'il est en grande partie artificiel en ville, et donc conçu par l'humain. Le membre du collectif du LBUE évoque cette impuissance technique, ce manque de connaissance des infrastructures et techniques de gestion :

« Nous on n'est pas des techniciens. Il n'y a aucun d'entre nous, dans le collectif, qui est ingénieur. [...] Il n'y a que des graphistes, des urbanistes, des journalistes, ce genre de choses. Ou des gens qui bossent dans l'économie de la culture. [...] Il y a en a un qui nous avait contacté, qui était ingénieur en phyto je ne sais pas quoi, il [disait] : "j'aimerais trop faire des trucs avec vous", malheureusement, à un moment où on était en train de faire des actions plus tangibles... On a quand même l'impression des fois d'être que des communicants, donc ce n'est pas grave, il en faut, mais on est moins dans le faire que d'autres collectifs [...] ou plein d'autres types d'architectes qui font des trucs vraiment cool. Et du coup, l'assainissement de l'eau, [...] ce n'est pas une réflexion qu'on a au sein du collectif en permanence [...]. [I]ls sont en train de construire un bassin naturel dans la Tamise immense, c'est juste filtré par des plantes... on sait que tout ça existe, et c'est beaucoup moins coûteux que de créer une usine d'assainissement, ou un laboratoire, je ne sais même pas comment, tu vois on ne va pas épurer l'eau du canal, c'est impossible, on ne va pas mettre des pastilles de chlore ou quoi que ce soit, on va laisser le truc au naturel mais ça serait assez cool de mettre des plantes. » (T1 E1, membre, collectif LBUE, 19/09/2015)

Le manque de connaissance et de compétence les distingue de collectifs considérés comme plus à même de proposer des réalisations : le rôle du collectif est plutôt de l'ordre de la communication, et la collaboration avec l'ingénieur qui s'était intéressé au projet est rendue difficile par ces différents modes d'action. La valorisation de l'épuration par les plantes plutôt que par du chlore marque cependant l'intégration des valeurs de l'ingénierie écologique par les classes moyennes supérieures parisiennes. La très forte technicisation est aussi associée à une certaine abstraction chez les concepteurs eux-mêmes, qui ignorent finalement, dans le domaine de la gestion de la pluie, la réalité des techniques conçues :

« Moi ce que je crois c'est que maintenant, les gens ont de moins en moins la culture du concret. Souvent on dit : "le bon sens paysan...". En fait aujourd'hui, quand on parle en réunion, on dit des mots, mais personne comprend exactement la même chose avec le même mot, et surtout ce ne sont que des mots, éventuellement des concepts mais dans l'imaginaire ça ne représente pas des choses concrètes. Par exemple on dit "un puits d'infiltration", [...] mais du coup [...] il faut mettre en place une étude liée [...] au puits d'infiltration. Parce que ça ne veut rien dire "puits d'infiltration" pour les gens. Un puisard ça ne veut plus rien dire. Alors que nos arrière-grand-pères [...] ils creusaient un trou et basta, l'eau elle va dedans. Et du coup, tout est un peu aseptisé, conceptualisé, comment dire ; technicisé. [...] Donc ça veut dire qu'en fait, on parle, il y a une sorte d'écran entre les réalités de terrain et les décideurs, ou les concepteurs, ou les, je ne sais pas, tous ces acteurs [...]. » (T1 E5, directeur, ATM, 11/09/2017)

La dimension très technique des approches des aménagements de l'eau génère aussi un phénomène de distanciation et d'abstraction de techniques désignées par cet interlocuteur comme simples, concrètes. Elle ne forme pas seulement un écran entre la société civile et le milieu aquatique mais également entre les professionnels et les aménagements : finalement selon ce directeur d'agence, un mode de faire moins abstrait, c'est-à-dire médiatisé par des mots, des représentations - plus directement en prise avec l'environnement - est perdu et est pourtant nécessaire.

Certains gestionnaires de milieux aquatiques, paysagistes, architectes et urbanistes sont d'ailleurs méfiants vis-à-vis de la production des techniques standardisées, utilisant par exemple systématiquement le saule dans les opérations de confortement des berges en techniques végétales. Contraire à l'idéal de symbiose de la gestion intégrée de l'eau, le risque de standardisation des réalisations est évoqué :

« A chaque fois y a une intervention, pour amener, donner du sens, intégrer, donc, le systématisme de la noue [...] c'est remettre des tuyaux à ciel ouvert [...]. La noue peut être totalement adéquate comme pas du tout, elle peut avoir des largeurs différentes, elle peut avoir du sens si elle vient recréer un quadrillage comme le fossé traditionnel, accompagner la route, mais faut qu'elle prenne sens, aussi bien dans sa fonctionnalité, qu'elle soit la plus adéquate possible, dans son dimensionnement et dans ce qu'elle compose comme paysage avec les autres objets. Mais pris comme un objet en tant que tel, comme un absolu, pour moi ça n'a pas de sens. » (T1 E12, directrice, Florence Mercier Paysagiste, 24/05/2018)

Le caractère technocratique de la gestion de l'eau en ville s'incarne *in fine* dans la production d'objets standardisés, qui perdent leur sens car ils ne correspondent plus à l'aménagement d'un site. Le refus du traitement industriel des territoires, de leur standardisation, d'une vision préfabriquée du milieu urbain émerge finalement dans l'abandon des pratiques du génie hydraulique. Ce caractère technocratique est enfin sensible dans le manque de nuance des grandes politiques urbaines qui promeuvent la recréation de milieux humides en ville et leur conservation, et sur les contraintes de l'urbanisation qui les accompagnent :

« [À] l'échelle de la ville, du temps, de l'histoire, on est capable de trucs énormes. On supprime le tramway en très peu de temps alors que c'est un patrimoine énorme le tramway. Et quarante ans plus tard, ce n'est rien à l'échelle de la ville, on les refait. Ça coûte une blinde... Et aujourd'hui, [...] on doit protéger les zones humides, et surtout si on voit une zone humide sur un projet d'aménagement, il faut vraiment justifier que ce n'est pas une zone humide, pour pouvoir faire de l'aménagement, [...] donc voilà, on est passé d'un j'en-foutisme [...] et aujourd'hui c'est complètement l'inverse tout est verrouillé à mort. [...] Et en fait on se heurte à [...] ce contre-pouvoir très fort, de on va dire de la science biologique, [...] d'un lobby tout compte fait. » (T1 E5, directeur, ATM, 11/09/2017)

L'analogie entre la suppression du tramway et celles des zones humides, puis leur réinsertion en ville illustre l'absurdité du caractère très systématique des politiques d'aménagement. Les politiques nationales et locales de gestion de des milieux aquatiques conditionnent en effet fortement les ouvrages techniques par les financements et les autorisations. L'ingénierie écologique et le régime juridique qui l'accompagne sont vécus ici comme une nouvelle technocratie. Lors d'une réunion de chantier, l'architecte en charge du projet explique ainsi que son équipe « a fait un maximum de rétention à ciel ouvert », afin d'obtenir les subventions de l'agence de l'Eau, qui « représentent beaucoup d'argent » et « parce qu'[ils] n'[avaient] pas le choix » (T3 V16, notes, réunion de chantier, ville de Montreuil, 24/05/2017). Le conditionnement des subventions à la conformité aux politiques des institutions détentrices de budget, comme l'agence de l'eau, pèse également dans les discussions entre les syndicats de rivière et les municipalités, comme l'explique le directeur des services techniques du syndicat des berges de Seine et de l'Oise : « l'argument [...] c'est si vous faites pas ça il n'y aura pas de sous donc vous faites pas autre chose » (T1 E41, 10/01/2017). Comme on l'a présenté dans la section 2.1 du chapitre 4, le financement est moteur et contraint les pratiques : « on ne cure plus, bien évidemment, de toute façon on ne serait pas financés » (T1 E31, chef de service études, prospective et milieux, SIVOA, 03/07/2017).

Un certain positivisme et discours sur le progrès technique accompagnent la promotion des techniques de renaturation des cours d'eau qui servent la transformation du patrimoine technique hérité, disqualifié car vétuste et néfaste pour l'environnement aquatique. Le patrimoine hérité du génie civil ou hydraulique n'est pas seulement destructeur des fonctionnements aquatiques naturels, mais aussi en piètre état, peu pérenne :

« Le béton a fait ses "non-preuves", j'ai envie de dire. Aujourd'hui il y a plein de secteurs qui sont déstructurés, alors qu'ils sont en palplanches ou en, en enrochement, donc cimentés. [...] [D]onc c'est bien la preuve que ce n'est pas une technique qui est viable sur du long terme non plus. » (T1 E25, animatrice du contrat de bassin, Syndicat Marne Vive, 29/05/2015)

Le génie civil est donc assimilé à une technique obsolète – au-delà de la réalité du délabrement des aménagements minéraux de berges - : les ouvrages qu'il a produits se dégradent donc il n'est pas viable, la nécessité de l'entretien de ces ouvrages n'est pas envisagée, une nouvelle technologie remplace l'ancienne.

Enfin, et *a fortiori*, la gestion intégrée de l'eau est parfois désignée comme une technique d'entrée de tuyaux, mais toujours de tuyaux. Une vraie gestion à la source concernerait la maîtrise de l'émission des polluants, surtout alors que ceux-ci sont diffus, et non de leur propagation, en fait impossible à gérer : « mon sentiment c'est que tant qu'on continuera d'émettre des éléments toxiques dans l'environnement, c'est vain de chercher à faire des barrières à ça, parce qu'on est sur des sources diffuses » (T1 E39, responsable « Restauration de cours d'eau », SIARCE, 27/10/2016). Il s'agit donc d'une réponse technique illusoire, à un problème politique et économique qui devrait être résolu par ses moyens.

Ainsi les techniques intégrées de gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau en ville apparaissent sous un jour technocratique : leur compréhension repose sur des savoirs et des compétences élitistes, réservées à un groupe d'initiés, qui rend leur compréhension ardue sans l'aide d'experts et donc la participation citoyenne impossible. La forte technicité provoque un éloignement des aspects concrets des aménagements, une sorte d'abstraction des ouvrages techniques, qui complexifient inutilement les projets. Elle peut également mener à la production d'objets très standardisés contraire à l'idéal de la symbiose entre projet urbain et gestion de l'eau. Technocratique également, la forme des politiques qui encadrent l'aménagement des espaces aquatiques : celles-ci sont désignées comme sans nuance et très contraignantes, car elles relèvent d'une vision positiviste, ancrée dans l'idée d'un progrès technique. Enfin, la nature des politiques, décrites comme des politiques d'entrée de tuyaux, est également un sujet de critique : celles-ci reproduisent l'attitude curative classique de l'ingénierie, et ne traitent pas les émissions des pollutions à leur source réelle, qui n'est pas la pluie mais les émetteurs de polluants.

3.3. Pour qui aménager l'eau dans l'espace urbain ?

L'émergence des techniques intégrées en surface de la ville et la nécessité de dégager un espace de liberté pour les cours d'eau, ainsi que la tendance à la conservation et à la protection des milieux naturels contreviennent à la partition classique de l'espace entre privé et public. Elles remettent aussi en jeu le sujet de la relation des citoyens à des cours d'eau qui leur ont été « confisqués ». La qualité des frontières, le rôle des services urbains et la place des citoyens sont modifiés dans l'espace urbain de la gestion intégrée de l'eau. L'autonomie des ouvrages est d'abord conçue par leur multifonctionnalité qui les associe aux pratiques urbaines, et non par les équipements électroniques de la *smart city*, le rôle des habitants vis-à-vis de la trame végétale de la ville est également reconsidéré. La propriété privée est remise en cause, parce qu'elle limite la possibilité de renaturer les cours d'eau pour les propriétaires des berges, mais aussi parce qu'elle fractionne les trames écologiques pour les urbains. Enfin, l'accès physique à l'eau courante est revendiqué comme un droit et un besoin pour les citoyens des villes denses et étalées.

Pour le directeur de l'agence d'urbanisme, de paysage et d'hydrologie ATM, la multiplicité des usages associés aux techniques intégrées de gestion des eaux pluviales est une alternative à un contrôle administratif et coercitif des ouvrages et de leur bonne gestion :

« [E]n gros, est-ce qu'on doit renforcer la puissance publique pour avoir une sorte de police partout et que tout le monde entretienne bien ses dispositifs de stockage, ou est-ce qu'il faut faire des dispositifs de stockage qui de toutes façons, seront automatiquement nettoyés parce qu'ils ont d'autres usages ? [...] Donc je reviens, l'eau dans la ville qu'est-ce que c'est ? Ce n'est ni plus ni moins que la superposition des usages. » (T1 E5, directeur, ATM, 11/09/2017)

La multifonctionnalité des ouvrages est donc un principe d'autonomie pour les techniques - autonomie relative puisqu'elle repose sur les usages qui sont faits des ouvrages, qui constituent une forme de surveillance en temps réel efficace. Elle n'est cependant pas sans rappeler l'autonomie voulue ou proclamée des ouvrages d'ingénierie écologique, et de la *smart city* avec ses capteurs intelligents, dans un tout autre registre. Le fantasme d'un système technique absolument indépendant, libéré de la nécessité de gérer, d'exploiter, de contrôler les ouvrages se profile, comme point commun entre le génie hydraulique, le génie de l'environnement et le génie écologique. Le directeur de l'association Espaces remet même en question l'entretien de l'espace public par des services dédiés :

« [J]e pense qu'on va vers une évolution très forte de l'espace public, et que l'espace public demain sera géré par les habitants en très grande partie. Et donc demain, le jardinier - après-demain je dirais - pour moi le métier de jardinier ne sera pas un métier de jardinier, sera un métier d'animateur, pour conseiller et aider les habitants à mieux gérer l'espace public. Et on a des exemples, Lisbonne vient de confier l'ensemble de ses espaces verts aux habitants [...] en disant : "on n'a plus de fric pour ça, vous allez

cultiver vos légumes, et moi si je mets de l'argent c'est pour les écoles, les transports". [...] C'est une question de bon sens. Et à partir du moment où l'agriculture urbaine se développe, et on le voit avec les jardins partagés etc., les gens se mettent à gérer, à régérer et qui s'était fait de tout temps, historiquement, c'était le paysan qui fauchait le fossé en revenant des champs parce qu'il nourrissait ses animaux avec. » (T1 E2, 18/09/2015)

Ici la gestion est même confiée aux habitants, comme gestionnaires idéaux des espaces végétalisés publics : le jardinier devient un conseiller, un médiateur pour les habitants. L'intégration de l'espace public dans les pratiques habitantes est encore une fois la clé d'une gestion efficace. Sur les cours d'eau, pour les gestionnaires de cours d'eau non domaniaux, les habitants sont problématiques car ils opposent aux renaturations et aux dynamiques du fleuve, leur propre vision de la riveraineté :

« Il faut voir ce que [la propriété privée] représente en termes de contrainte de gestion : on doit gérer un patrimoine commun qui est l'eau, qui s'écoule sur un territoire privé, la moindre intervention doit être justifiée par l'intérêt général. On a des propriétaires qui défendent le droit de pouvoir posséder des limites de terrains nettes et stables dans le temps, on a nous un besoin au contraire que se réactive une dynamique d'érosion-dépôt, vous voyez un peu [...] un système rivière, c'est à l'échelle de la vallée qu'il faut l'entendre au minimum, si ce n'est à l'échelle du bassin versant. [...] [S]i on se limite [au lit mineur du cours d'eau] on se plante totalement. [...] [E]n juin 2016 on a eu un très bon exemple, la rivière a débordé, elle a occupé son lit majeur, c'est là qu'on a compris à quel point il y avait un gros malentendu sur ce que c'était que la rivière. » (T1 E39, responsable « Restauration de cours d'eau », SIARCE, 27/10/2016)

Il souligne le décalage entre ce que les riverains attendent de leur droit de propriété – la possibilité d'avoir des limites parcellaires stables, un bien établi – et la réalité de la rivière, mouvante, voire dangereuse quand le lit du cours d'eau déborde. Il oppose une vision de la rivière limitée à un lit mineur – celle des riverains – à celle qu'il porte : la rivière comprise à l'échelle de la vallée voire de son bassin versant. Par conséquent, si les pouvoirs publics veulent restaurer la dynamique hydromorphologique il leur faut acquérir le foncier du lit mineur du cours d'eau :

« Clairement l'outil le plus puissant et le plus efficace, c'est l'acquisition foncière pour redonner de l'espace latéral au cours d'eau [...] si on parle de qualité de la ressource ou de biodiversité il n'y a pas d'autres solutions que ça. Je ne parle pas d'agrément paysager ou autre. [...] Ce n'est pas une solution à terme d'imaginer qu'un bassin versant il soit 100 % artificialisé et qu'on ait simplement apporté des sortes d'accessoires à la rivière qui lui permettent de vivre sa vie. Il faut forcément qu'il y ait une partie du bassin qui soit naturelle ». (T1 E39, responsable « Restauration de cours d'eau », SIARCE, 27/10/2016)

L'acquisition des terrains autour des cours d'eau pour leur renaturation peut apparaître comme la marque d'une vitalité des politiques publiques et du portage des politiques de renaturation par les élus (cf. chapitre 4, section 2.3.). Elle peut cependant aussi apparaître comme une confiscation des cours d'eau aux habitants, parfois anciennement installés. La conciliation entre trames écologiques, propriété privée et espaces publics semble difficile, la confrontation de ces trois interprétations de l'espace oscille entre une confiscation des bords d'eau par les pouvoirs publics et une privatisation du patrimoine écologique. Le directeur général d'ATM souligne une contradiction entre les politiques de trames écologiques et la conception de l'espace public : l'intégration des jardins privés dans les trames écologiques ne permet pas de concevoir les deux ensemble :

« [A]border la notion de trame verte au sens biodiversité, en ville, ne permet pas de travailler sur l'espace public. En fait, c'est en général, tous ces pas japonais, tous ces systèmes, tous ces corridors, c'est essentiellement dans des parcelles privées, dans des fonds de parcelles, qu'on peut avoir, éventuellement, cette approche trame verte existante à valoriser et à préserver. Ça veut dire qu'on ne peut pas arriver à superposer une approche que pourrait avoir un urbaniste, de trame verte et bleue au sens espace public, d'ouverture, de respiration : pour les usagers en réalité. [...] En même temps la ville c'est aussi le lieu

des êtres humains, des citoyens, des urbains. [...] [E]t le problème, c'est qu'il faut arriver à monter quelque chose, avec des gens de ce milieu-là [les écologues] et des gens du milieu urbain, des gens qui n'ont pas le même vocabulaire, qui n'ont pas les mêmes objectifs.» (T1 E5, directeur, ATM, 28/07/2015)

Ici, la non équivalence entre trames vertes et bleues et trames urbaines est mise en avant, puisque les trames écologiques peuvent être constituées de fonds de parcelles privés : contre la vision holiste des trames écologiques présentée par Nathalie Blanc et Philippe Clergeau (Clergeau, Blanc, 2013), persiste un patrimoine d'espaces végétalisés en partie constitué de jardins privés. La remise en question de la propriété privée sur les rives d'un cours d'eau alors que celui-ci est libéré ne s'accompagne cependant pas chez cet interlocuteur d'une sanctuarisation des espaces naturels qui en exclurait les citoyens. Au contraire, il est pour lui impensable de concevoir des espaces naturels non accessibles au public :

« Je suis 100 % pour l'accès au public, pour moi ça serait indécent de mettre autant d'argent dans la réhabilitation des milieux naturels si par ailleurs on les mettait sous cloche et qu'on en interdisait l'accès. Je trouve ça scandaleux. [...] parce que c'est un des droits premiers de l'homme de pouvoir profiter et jouir des ressources naturelles. » (T1 E39, responsable « Restauration de cours d'eau », SIARCE, 27/10/2016)

Cette citation pourrait évoquer une pensée très classique d'appropriation de la nature par l'homme, réinterprétée en reconstitution et conservation des milieux naturels pour le bien-être humain. Ceci permet de souligner que la vision à première vue écocentrique de l'environnement est aussi anthropocentrique et que donc cette dichotomie supposée échoue à produire des catégories strictes. La jouissance des cours d'eau est cependant restreinte à un passage ponctuel, à une promenade, une déambulation, elle s'oppose à l'appropriation des rives et du cours d'eau. Pour le membre du collectif des LBUE, l'accès à l'eau, par la baignade, est un sujet essentiellement géographique et social :

« [O]n nous en parle souvent de ce qui se passe en extramuros, la fête de l'Oh !, les trucs à Ris-Orangis, dans la Marne, c'est des problématiques qui sont importantes aussi mais vu que c'est périurbain [...] tu peux te baigner. Il y a de la verdure, t'as moins la contrainte et puis, tout le monde le fait. Ce que je veux dire, c'est le faire en pleine ville, c'est là où tu es dans le cœur un peu du truc aussi [...]. C'est cette problématique vraiment sociale qu'on a mis deux trois fois en avant mais... L'été, toutes les piscines, tarif été, ça passe à 3,40 [euros] au lieu de 1,70 [euros] presque. Tu as plein de gens qui ne peuvent pas partir en vacances. Tu n'as pas vu tous les mômes pendant la canicule, qui ont explosé toutes les bouches d'incendie [en Seine-Saint-Denis] ? [...] Il y a des mecs qui ont braqué des piscines, en pleine nuit. [...] Je ne sais pas où, [...] ils ont fermé la piscine du quartier, du coup les mecs ont [dit] : "on va aller dans une autre piscine". En pleine nuit ils sont entrés à cinquante dans la piscine, ils se sont baignés. Ça veut dire qu'il y a vraiment un problème d'accès à ce truc-là. » (T1 E1, membre, collectif LBUE, 19/09/2015)

L'enquête souligne que l'accès à l'eau dans le cœur de la ville est aussi une question sociale : il est primordial pour les populations captives en été, qui souffrent des canicules urbaines. Offrir la possibilité de se baigner est érigé en devoir des services publics. Le besoin du contact avec les ressources naturelles est sanitaire pour le chargé de projet de Biotec. Il détaille le bien-être procuré aux citoyens par les ouvrages de renaturation en milieu urbain, dont la santé est améliorée par le contact avec les espaces naturels :

« Au-delà de ça, ils s'étaient aperçus qu'il y avait un effet sur la santé humaine qui était incomparable, ça c'est des études qui ont été faites dans divers pays, aux Pays-Bas, en Allemagne [...]. Au niveau du bien-être, de la santé, les gens étaient moins malades, ils étaient en meilleure santé, ils étaient plus heureux, alors ça reste des thématiques difficiles à apprécier, ça dépend de plusieurs facteurs, mais je trouvais ça marrant d'arriver à montrer des petites choses comme ça. Après, le fait d'avoir un espace vert à proximité de chez toi [...] c'est quelque chose qui est de plus en plus recherché aussi, par les habitants en centre-ville, il y a aussi des études qui ont montré qu'il y avait un effet sur le bruit des quartiers qui ont vu des grands projets de réaménagement de cours d'eau, qui permettaient de réduire les bruits de manière

considérable, ça jouait en quelques milliers de décibels, c'était incroyable, y a tout plein d'indicateurs qui ont montré un peu l'intérêt. » (T1 E9, ingénieur d'étude, Biotec, 26/02/2018)

Les thèmes de l'ingénierie du XIX^{ème} siècle et de l'urbanisme du XX^{ème} siècle sont reconduits ici : les espaces végétalisés et en eau sont des vecteurs de bien-être et de bonne santé des citoyens (Emelianoff, 2000).

La discussion sur les techniques intégrées à l'espace urbain amène donc à quelques grands points de débats : tout d'abord, le rôle d'entretien que jouent les citoyens dans la gestion l'espace public est considéré. Pour certains interlocuteurs les habitants ont leur part à jouer dans l'espace urbain, qui peut être géré par ceux-ci, être le support de pratiques de jardinage, dans la lignée de la *guerilla gardening* ou du compostage en pied d'immeuble (Cormier, 2015 ; Lehec, 2018). L'accès aux espaces de nature est présenté comme un droit pour les habitants : droit de profiter de ces espaces, de s'y promener, de se baigner en été pour les citoyens, et notamment pour les plus défavorisés, pour qui l'environnement est parfois le seul horizon, tendant à devenir invivable en période de chaleur estivale. La propriété privée des espaces de nature est remise en cause sur les berges, mais aussi dans le tissu urbain, par la disjonction entre espaces publics et trames écologiques. La résurgence de l'eau en surface de la ville emmène avec elles tous les débats sur l'aménagement de l'espace public et le rôle des citoyens dans sa conception et dans sa gestion, ainsi que tous les enjeux d'égalité socio-spatiale.

Les techniques de gestion intégrée de l'eau de pluie et de renaturation des cours d'eau profitent donc inégalement aux divers acteurs urbains. Elles profitent à la publicité environnementale des projets urbains, et donc à leurs promoteurs, aux élus lorsqu'ils peuvent se prévaloir de ces ouvrages comme effets de politiques environnementales, mais aussi aux professionnels qui les portent, avec l'idée de contribuer à l'amélioration de l'environnement urbain, selon une logique positiviste. Elles profitent également aux citoyens quand elles permettent de créer des cheminements le long des cours d'eau auparavant inaccessibles, et qu'elles leur donnent accès à des espaces de nature bienfaiteurs. Cependant, la distance entre le citoyen et l'eau n'est pas réellement réduite par ces ouvrages, qui sont conçus comme confidentiels, réservés aux initiés, même si cette logique ne tient pas pour la gestion des cours d'eau. Elle est peut-être réitérée pour les professionnels, qui manipulent une doctrine technique sophistiquée relativement abstraite.

Conclusion du chapitre 6

La force prise par l'ingénierie écologique dans la fabrique urbaine, ainsi que l'émergence d'une technique nouvelle et transectorielle de gestion des eaux de surfaces sont donc confirmées à l'issue de ce chapitre. Les spécialistes de l'ingénierie écologique sont plus investis dans la gestion des cours d'eau que dans celle des eaux de pluie, où les ingénieurs formés aux sciences physiques sont majoritaires. Cependant, les valeurs et les lignes directrices de la conception écologique de la gestion de l'eau semblent être appropriées par les différents groupes professionnels.

D'une part, le milieu urbain est l'objet d'une réforme écologique, c'est-à-dire qu'il est abordé selon les termes d'une transition diffuse et ponctuelle, d'une substitution progressive des ouvrages hydrauliques par des ouvrages intégrés. Le caractère intégré des ouvrages traduit finalement l'abandon d'une pensée technique qui s'incarne dans des objets : celle-ci trouve une nouvelle matière dans les sites urbains et la place de l'eau dans ceux-ci. Les végétaux et les sols sont les outils privilégiés de ces conceptions. Cependant, dans le domaine de la gestion de l'eau de pluie comme dans celui des cours d'eau, les réalisations sont ardues : trop sophistiquées dans le cas des eaux pluviales, elles tendent à prendre les formes de technologies décentralisées, au risque de devenir « *messy and smelly* » ; trop minérales sur les cours d'eau, ce sont finalement des œuvres de compromis et d'introduction du végétal plus que de restauration réelle – on a cependant noté la place prise par une conception biocentrée qui favorise le déplacement des espèces.

Cette vision très cohérente des approches professionnelles de la gestion intégrée des eaux de surface doit cependant être nuancée : d'une part les différents métiers et professions ont pour intérêt de devenir essentiels à la fabrique urbaine, une lutte est donc engagée pour une définition de la conception de la gestion de l'eau qui favorise leur compétence. Certains privilégient une approche fondée en science – l'ingénierie écologique – comme un nouveau prisme d'analyse des relations entre ville et environnement. Les hydrologues urbains mettent en valeur la synthèse de deux champs de compétence : celui de coordinateur, de planificateur et de concepteur de l'espace des urbanistes, et celui des ingénieurs en hydraulique, capables de concevoir des réalisations techniques scientifiquement étayées. Les paysagistes enfin mettent en lumière la nécessité à concevoir les aménagements de l'eau en leur donnant un sens – une poétique – pour les citoyens qui les lisent par le regard et dont l'expérience est déterminée par ceux-ci.

Dès lors que les citoyens sont réintroduits dans les considérations sur les ouvrages de gestion de l'eau, de nombreux problèmes fondamentaux sans réponses émergent, comme celui du droit et du besoin des citoyens de jouir d'un environnement naturel au sein même d'une ville dont ils sont parfois captifs, du sens des limites cadastrales alors que la végétation, les sols, la faune et la flore sont aujourd'hui considérées comme des ressources communes et vitales, ou encore de la nécessité de faire de l'environnement urbain dans sa dimension technique un sujet de culture et de compréhension communes. La gestion intégrée de l'eau en ville est donc porteuse de bien plus de débats et d'enjeux symboliques et politiques que la seule lecture des guides ne l'avait laissé paraître. Une lecture des dimensions technique, écologique, mais également symbolique et paysagère des sites mettant en œuvre cette gestion intégrée compose donc le dernier chapitre de cette étude.

Chapitre 7. Six études de cas pour examiner les paysages de l'eau de pluie et des cours d'eau dans les opérations d'urbanisme contemporaines

La gestion de l'eau de pluie et des cours d'eau en milieu urbain prend place dans des quartiers, dans des portions de ville, auxquels elle est intégrée. Partant de ce simple constat, il y a lieu de s'interroger, non pas uniquement sur la dimension hydrologique ou écologique de ces ouvrages, mais également sur la place qu'ils occupent dans le milieu urbain. La gestion à la parcelle et la restauration des cours d'eau semblent aller à l'encontre de la ville, on a d'ailleurs vu dans la première partie qu'elles reposent sur la condamnation des aménagements passés. Elles entendent donc être le socle, le fondement d'un espace urbain nouveau qui prend en compte les déplacements de l'eau et son rôle dans la vie de nombreuses espèces vivantes. Elles doivent être le fondement d'une ville également plus résiliente, c'est-à-dire qui admet et supporte les aléas climatiques (entre autres), qu'il s'agisse des canicules ou des inondations. Les réalisations effectives sont-elles conformes à ces modèles ? L'eau est-elle un motif de structuration des nouveaux projets urbains ? On a vu que les ouvrages mis en œuvre pour répondre à la régulation des eaux de pluie sont en grande partie des ouvrages enterrés (cf. chapitre 5). Cependant une partie d'entre eux sont végétalisés, infiltrants, voire permettent de réutiliser l'eau de pluie. Quels rôles jouent ces ouvrages dans les quartiers où leur conception est effectivement axée sur des principes écologiques et éventuellement climatiques ? Et quelle place prennent-ils dans le tissu urbain, ses pratiques et ses paysages ?

Six études de cas ont été sélectionnées : leurs sites sont d'abord présentés, ainsi que la méthode choisie pour l'observation du traitement de l'eau qui les caractérise. Dans une deuxième section, les systèmes techniques mis en œuvre sont détaillés et les choix techniques explicités. Enfin, la troisième section propose une montée en généralité, étayée par des observations réalisées dans d'autres sites de l'agglomération, qui ambitionne de décrire les formes contemporaines de la gestion intégrée de la pluie en ville.

1. Un panel diversifié de sites

Six sites ont été sélectionnés avec pour objectif de constituer un panel de situations urbaines : ils recouvrent une diversité de situations et d'occupation des sols. Ils ont été étudiés selon une méthode simple d'observation. Ils sont présentés dans la première sous-section, ainsi que leurs contextes urbains ; la méthode d'analyse est exposée dans la seconde sous-section.

1.1. Un panel représentatif d'une diversité de situations urbaines de l'agglomération parisienne

Six quartiers urbains ont été sélectionnés : la Noue à Montreuil-sous-Bois (93), Hoche à Nanterre (92), les Docks à Saint-Ouen-sur-Seine (93), Clause Bois Badeau à Brétigny-sur-Orge (91) et enfin la zone humide du Vignois à Gonesse (95). Ces sites ont été sélectionnés car ils sont connus pour, ou affichent la mise en œuvre d'une gestion alternative des eaux pluviales intéressante, c'est-à-dire se démarquant de la gestion classique par réseaux enterrés, sauf la zone humide du Vignois qui concerne la gestion des crues d'un cours d'eau. La gestion des eaux de pluie n'est pas cependant pas absente des enjeux de l'aménagement de la zone humide à Gonesse, ni la gestion des crues de la Seine des quartiers concernés par le risque inondation. Les sites sont localisés dans la figure 7.1 et la diversité de situations urbaines présentée dans le tableau 7.1.

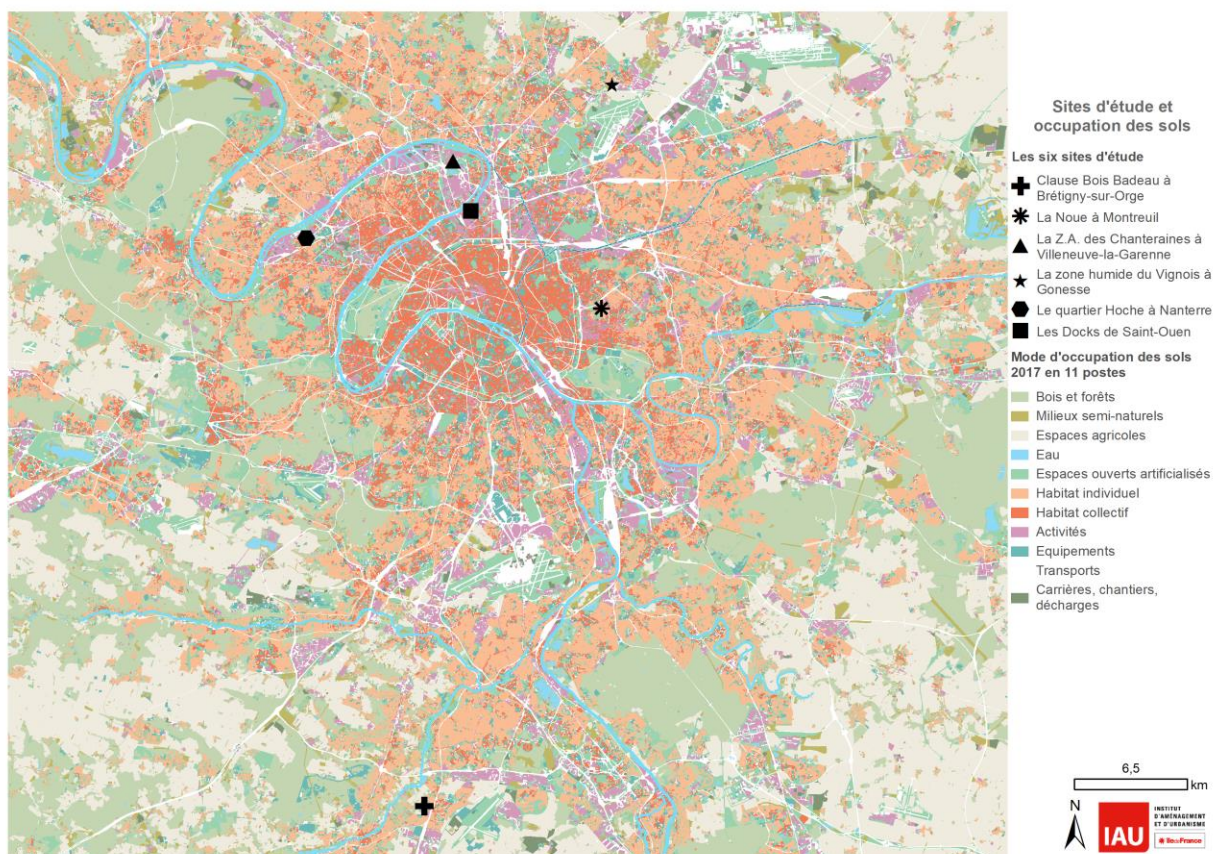


Figure 7.1 Carte de localisation des six sites : des terrains représentatifs d'une diversité de situations urbaines et hydrologiques dans l'agglomération parisienne

Source : auteure, IAU-IdF 2019

Les sites étudiés sont localisés en petite et en grande couronne parisienne. Trois sont riverains ou proches de la Seine, la zone humide du Vignois est associée au Croult dans le nord de l'agglomération, et le quartier Clause Bois Badeau est situé dans la vallée de l'Orge (cf. figure 7.1). Les types de tissus urbains présents dans ces sites sont variés, certains projets sont en renouvellement urbain, d'autres sont réalisés sur d'anciens sites agricoles (cf. tableau 7.2).

Tableau 7.1 Des situations urbaines variées

Site	Occupation des sols	Type de transformation
La Noue à Montreuil (93)	Habitat collectif	Quartier en rénovation urbaine
Hoche à Nanterre (92)	Habitat collectif	Anciens délaissés d'infrastructures
Clause Bois Badeau à Brétigny-sur-Orge (95)	Habitat collectif	Anciens terrain agricole et friche industrielle
Les Docks à Saint-Ouen-sur-Seine (93)	Mixte	Ancien site industriel
Les Chanteraines à Villeneuve-la-Garenne (92)	Zone d'activités traversée par un parc départemental	Renouvellement urbain (ancienne friche industrielle)
La zone humide du Vignois à Gonesse (95)	Classée en espace naturel ²⁴⁵	Expansion urbaine (ancien site agricole)

²⁴⁵ Il s'agit d'un site de maraîchage intensif, classé en zone naturelle dans le Plan Local d'Urbanisme de Gonesse. L'emplacement réservé pour la promenade, qui suit le lit mineur du cours d'eau a cependant nécessité une mise en compatibilité du PLU car le lit mineur est déplacé par le projet (SIAH, Hydratec, 2013).

Ce panel de sites permet d'aborder des situations urbaines et hydrologiques variées. Dans le quartier de la Noue, il s'agit de faire muter la gestion des eaux de pluie dans les espaces publics d'un quartier de grands ensembles en rénovation. Le quartier est situé sur un plateau, loin des cours d'eau de l'agglomération. Le quartier Hoche, en bordure de Seine, concerne plutôt la gestion des pluies dans un quartier exemplaire, mais peu central, de la mutation urbaine de la petite couronne parisienne, tandis que la ZAC des Docks de Saint-Ouen est un très grand quartier symbolique de la construction du Grand Paris, situé directement en bordure de Seine sur d'anciennes friches industrielles. Le quartier Clause Bois Badeau est investi par l'image du développement vertueux en termes d'environnement de la frange bâtie de l'agglomération, à proximité de sites naturels remarquables liés à la vallée de l'Orge, sur des territoires encore peu urbanisés. La zone d'activités économiques des Chanteraines, en territoire soumis au risque d'inondation par les crues de la Seine, rend compte des aménagements possibles de l'eau de pluie dans des secteurs dédiés à l'activité, avec l'avantage d'être intégrée dans une trame paysagère et écologique d'envergure. Et enfin, la zone humide du Vignois concerne la renaturation d'un cours d'eau artificialisé, dans un territoire contraint dont les cours d'eau sont vecteurs d'une qualité de cadre de vie.

Le quartier de grands ensembles de la Noue à Montreuil (93)

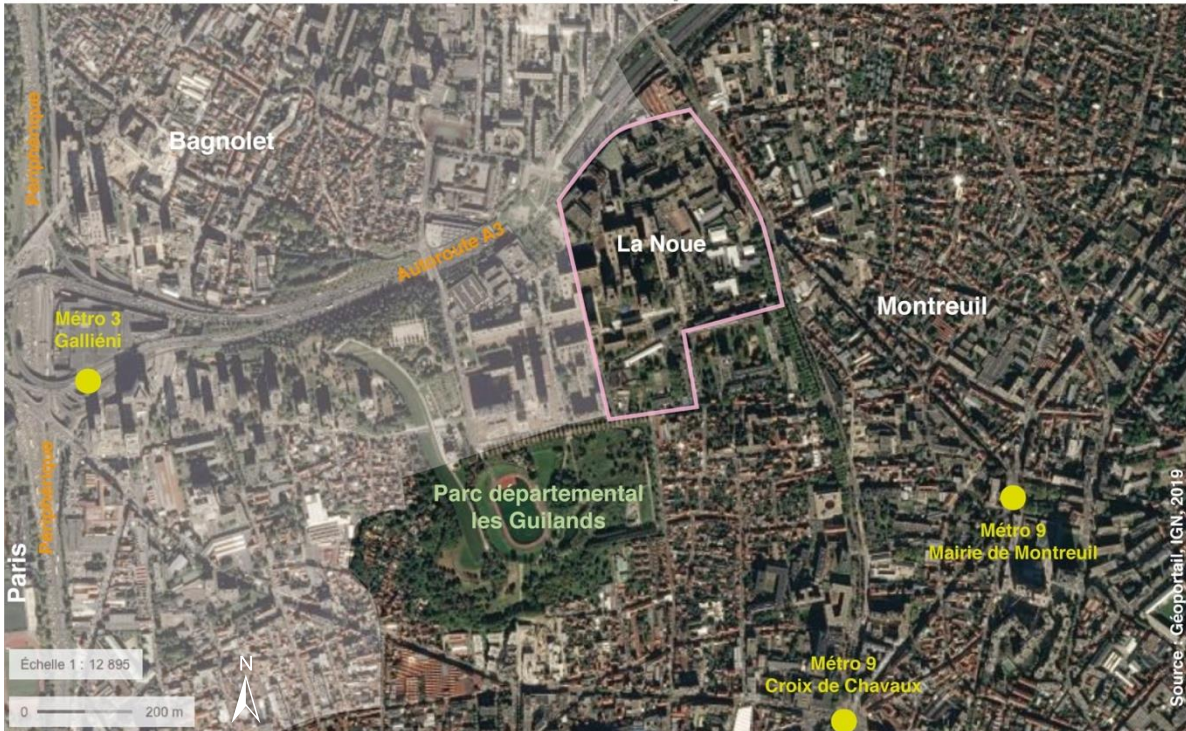
Le quartier de la Noue est situé à Montreuil, commune appartenant à l'établissement public territorial d'Est Ensemble en Seine-Saint-Denis. Il fait partie des dix-neuf quartiers prioritaires d'Est Ensemble et était inscrit au programme de Rénovation Urbaine et Sociale (PRUS) porté par la ville, l'agence nationale pour la Rénovation urbaine (ANRU)²⁴⁶ et l'office public de l'habitat Montreuillois depuis 2011. À ce titre, il a fait l'objet d'un réaménagement, visant essentiellement le désenclavement et la requalification des espaces publics du quartier, désenclavement s'appuyant notamment sur le recouvrement de l'autoroute A 3 le bordant au nord (cf. figure 7.2, en haut). Il fait aujourd'hui partie du quartier prioritaire la Noue-Malassis-Le Plateau qui s'étend sur les communes de Montreuil et de Bagnolet (cf. figure 7.2, en bas) ; il a été choisi pour le nouveau programme national de Renouvellement urbain (NPNRU) 2014-2024²⁴⁷.

Au sud-ouest du quartier se trouve le Parc des Guilands, classé Natura 2000, qui occupe les pentes du plateau dit de Montreuil et de Romainville. Le quartier de la Noue est donc situé en hauteur, séparé du centre de Montreuil par les fortes pentes de ses abords. Le quartier est de plus intégré au projet intercommunal du parc des Hauteurs porté par Est Ensemble, qui vise à lier et valoriser les espaces non bâtis situés sur les pentes du plateau de Romainville grâce à une promenade en forme de boucle de 32 km de longueur et de 320 ha d'espaces ouverts. Il est associé à un projet de « requalification urbaine et sociale, et [de] dynamisation économique d'un grand territoire où résident aujourd'hui 870 000 habitants [...] » (Est Ensemble, IAU-IdF, 2017) et à l'extension des transports en commun du secteur, selon les termes de Gérard Cosme, le président d'Est Ensemble, qui présente le projet comme un nouveau modèle d'aménagement.

²⁴⁶ L'ANRU est un « établissement public industriel et commercial, [elle] a été créée par la loi d'orientation et de programmation pour la ville et la rénovation urbaine du 1er août 2003. ». L'agence est « chargée de la mise en œuvre du Programme national de rénovation urbaine (PNRU) 2003-2015 [...] dans les zones urbaines sensibles (Zus). » C'est « l'interlocuteur unique des collectivités locales et des organismes d'HLM qui souhaitent mettre en œuvre des projets de rénovation urbaine », elle leur « apporte son soutien financier [...] ». La loi du 21 février 2014 de programmation pour la ville et la cohésion urbaine lui a confié la réalisation du Nouveau programme national de renouvellement urbain (NPNRU) 2014-2024. » Source : <https://www.vie-publique.fr/acteurs/agence-nationale-pour-renovation-urbaine-anru.html>, consulté le 16/05/2019.

²⁴⁷ Cf. note précédente. Source : <https://www.est-ensemble.fr/npnru-bagnolet-montreuil>, consulté le 08/05/2019.

Carte de contexte urbain du quartier de la Noue



LE PARC HABITÉ - La trame verte comme lieu de requalification et d'intensification urbaine

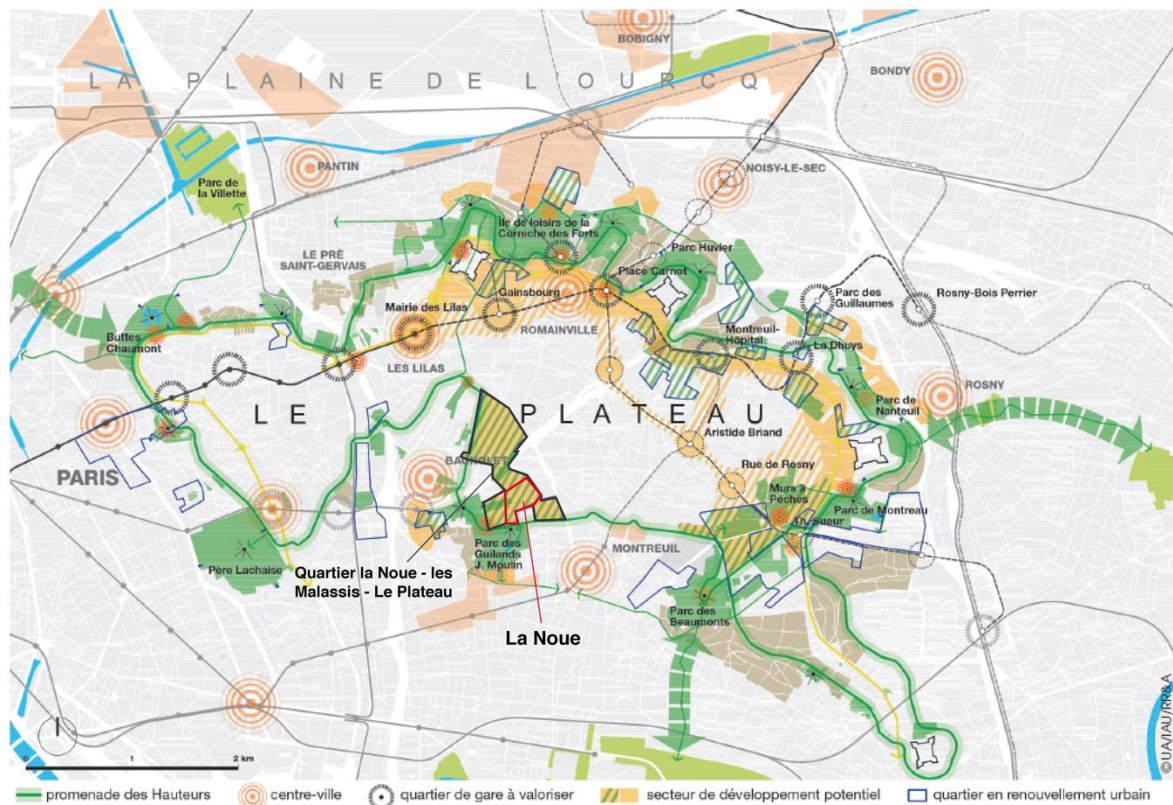
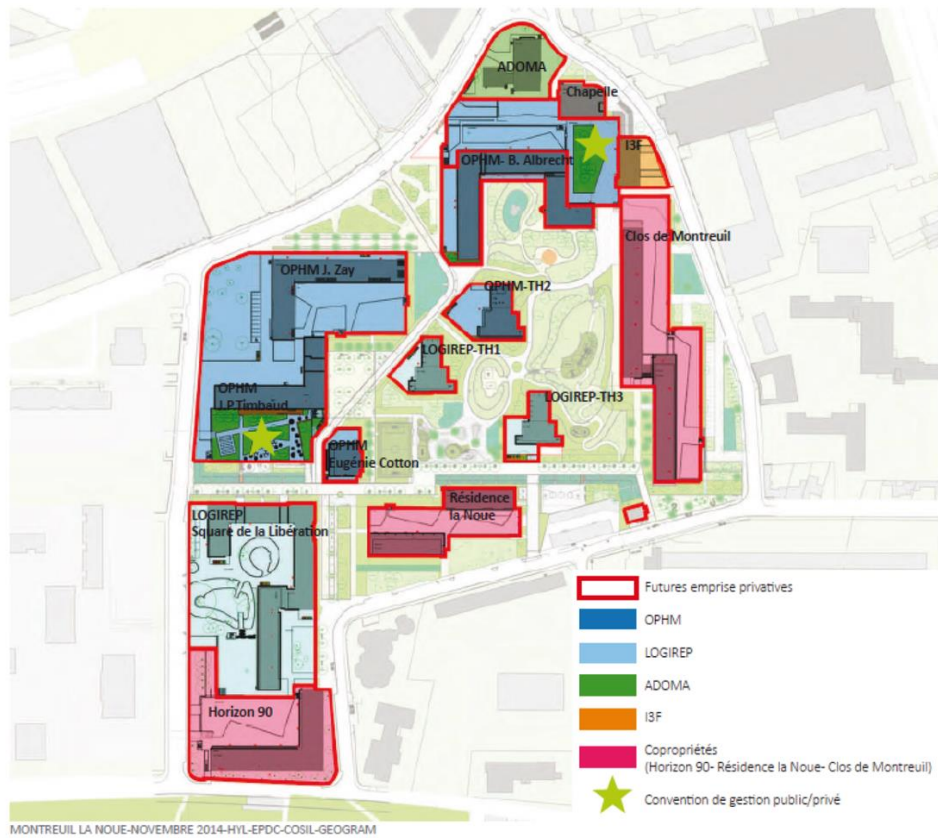


Figure 7.2 La Noue : un quartier inséré dans une trame verte intercommunale

Source : (Est Ensemble, IAU-IdF, 2017)

Limite foncière projet



Les principaux cheminements

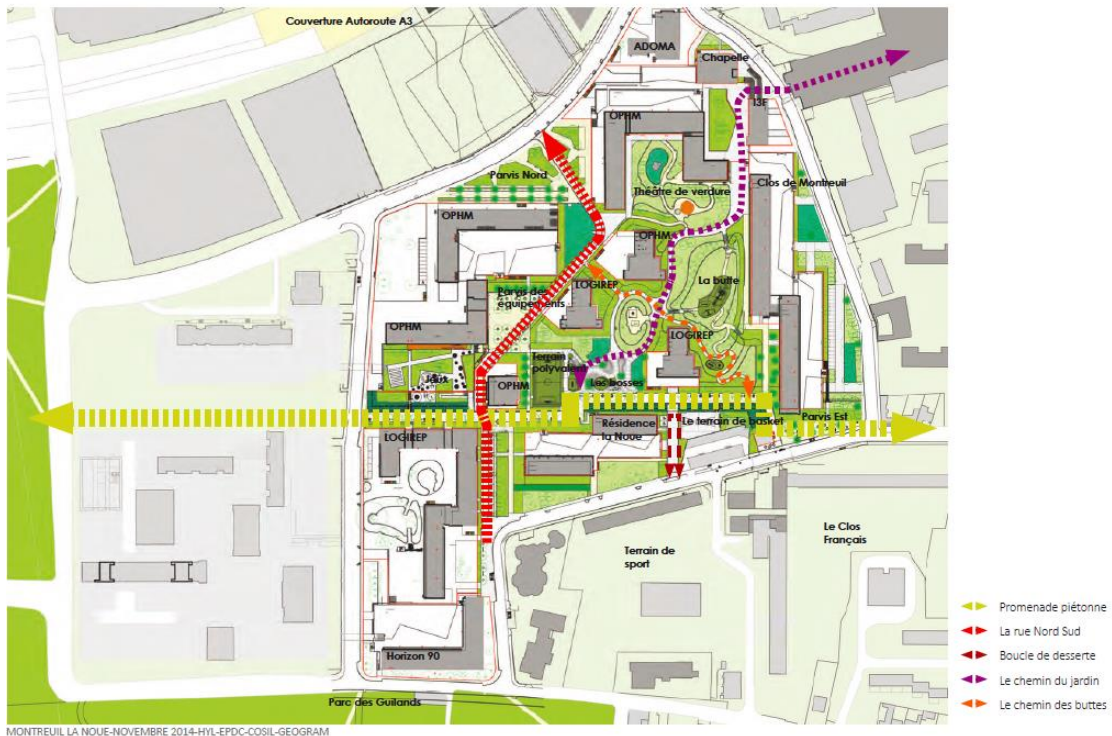


Figure 7.3 Un travail sur la délimitation de l'espace public et sur la trame de circulation du quartier de la Noue

Source : (ville de Montreuil, 2014 : 9 en haut, 14 en bas)

La Noue est un quartier de grands ensembles datant des années 1960. Il est marqué par sa conception sur dalle, abritant des parkings dont les toits forment une partie de l'espace commun : avant la rénovation urbaine les piétons empruntaient de nombreux escaliers et passerelles. Le diagnostic du projet fait état de la sous-occupation des parkings, du stationnement sauvage, de l'insécurité ressentie par les habitants et de la vétusté des espaces publics (ville de Montreuil, 2014 : 5-6). Le programme de rénovation conclu entre la ville et l'ANRU a pour objectif de transformer cet espace public.

Le quartier de la Noue appartient à l'origine à une association foncière urbaine libre (AFUL) réunissant les quatre bailleurs du quartier²⁴⁸ et des copropriétés privées. Lors de l'opération de rénovation urbaine, cette AFUL est dissolue et un redécoupage parcellaire est opéré : les espaces collectifs sont rachetés par la ville de Montreuil, maître d'ouvrage de l'opération (cf. figure 7.3). Les bailleurs et copropriétés gardent en gestion les pieds d'immeuble pour lesquels des servitudes de passage et conventions de gestion sont établies avec la ville (ville de Montreuil, 2014 : 9). La rénovation des espaces publics du quartier, suivant un principe de désenclavement, est ensuite conçue par l'Agence HYL, mandataire du groupement de maîtres d'œuvre de l'opération, le bureau d'études techniques EPDC et COSIL-Concepteur lumière (cf. figure 7.3). Le désenclavement s'appuie notamment sur la démolition partielle ou totale de deux parkings ; des chemins traversant le quartier sont créés afin de le lier au territoire. Une grande promenade piétonne qui se prolonge à l'ouest dans le quartier également nommé la Noue à Bagnolet et une traversée nord sud, voie de desserte, sont conçus, ainsi que des chemins piétonniers au cœur du quartiers (cf. figure 7.3).

Le quartier de la Noue intègre des ambitions de gestion alternative des eaux de pluie à une opération de rénovation urbaine : cette gestion doit être réalisée dans les espaces publics d'un plan masse déjà dessiné. Les enjeux de la mutation d'un quartier préexistant vers une gestion *in situ* des eaux de pluie s'y déclinent donc, avec notamment un élément contextuel notable : la proximité du parc des Guilands intégré dans une trame écologique intercommunale.

Le quartier Hoche à Nanterre (92)

La ZAC Hoche est un écoquartier national²⁴⁹ de 635 logements répartis sur quatre hectares, dont 40 % de logements sociaux, comme c'est la règle dans la commune de Nanterre²⁵⁰, et est équipé de quatre commerces, d'une chapelle et d'un centre socio-culturel (Ekopolis, 2012). Le quartier est situé à proximité de la Seine, dans le secteur du chemin de l'Île de la ville de Nanterre. Il est porté par l'établissement public d'aménagement de la Défense Seine Arche (EPADESA), aujourd'hui établissement public Paris la Défense²⁵¹, en collaboration avec la mairie de Nanterre. Les premières études de l'opération ont débuté en 2003 et le quartier a été livré en 2015 (Ekopolis, 2012). C'est un secteur de la ZAC Seine Arche²⁵², et est

²⁴⁸ Il s'agit de l'Office Public de l'habitat et du logement de Montreuil, de la LOGIREP, d'ADOMA et d'I3F.

²⁴⁹ Il a reçu le label national écoquartier du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. Source : <http://www.gautierconquet.fr/fr/projet/espaces-publics-secteur-hoche-zac-seine-arche/>, consulté le 06/05/2019.

²⁵⁰ La règle est généralement la suivante : « lorsqu'une opération de construction neuve et/ou de changement de destination comprend au moins 1 200 m² de surface de plancher à destination d'habitation, au moins 40% de la surface de plancher totale à destination d'habitation devra être affectée à des logements sociaux. » (Ville de Nanterre, 2015 : 22).

²⁵¹ L'établissement public est né le premier janvier 2018 de la fusion de l'EPADESA et de Defacto (établissement public de gestion et d'animation de La Défense). Source : <https://amenagement.parisladefense.com/etablissement.html>, consulté le 16/05/2019.

²⁵² La ZAC a été créée en 2001 et approuvée en 2004. C'est une partie du secteur de l'opération d'intérêt national de la Défense Seine Arche : d'une surface d'environ 124 hectares, elle porte le renouvellement urbain dans la continuité de l'axe entre Paris et la Défense, entre l'arche de la Défense et la Seine, sur et autour du tracé de l'autoroute A 14, dans la commune de Nanterre. Le projet de la ZAC s'articule autour de terrasses végétalisées sur le tracé strict de l'autoroute (Préfet de la région Île-de-France, 2016).

situé dans le périmètre de l'opération d'intérêt national Défense Seine Arche : il se trouve en queue de comète de l'axe d'aménagement de la Défense (cf. figure 7.4).

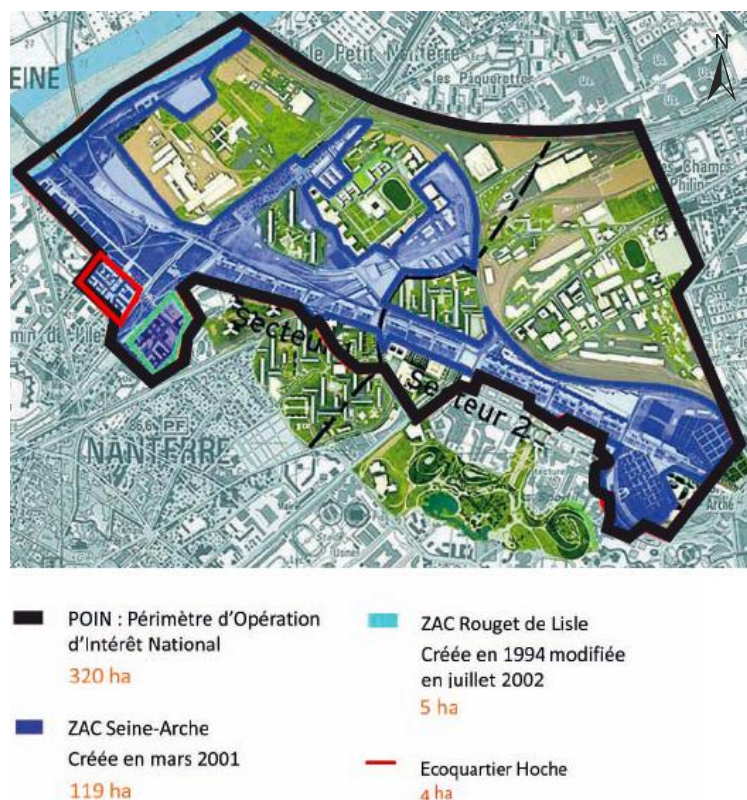


Figure 7.4 Hoche, un quartier nanterrois intégré au périmètre de renouvellement urbain de l'axe de la Défense

Source : (Ekopolis, 2012 : 4)

Le site de l'écoquartier Hoche était identifié comme une zone « de fort potentiel de densification » dans le schéma directeur d'Île-de-France, soit une emprise mutable favorable à la production de logement. Sa proximité aux transports en commun et à des espaces de loisirs comme le Parc du Chemin de l'Île et les berges de Seine contribuent à cette classification (Région Île-de-France, 2013b). L'écoquartier est coordonné par les architectes Treuttel, Garcia Treuttel et Associés (TGT), concepteurs de la ZAC Seine-Arche. L'assistant à la maîtrise d'ouvrage environnemental Franck Boutté Consultants a défini les principes de développement durable du quartier (Ekopolis, 2012 : 8). Le quartier bénéficie notamment du recouvrement de l'autoroute A 86 au sud-est de l'opération : sur cette portion couverte un parc a été créé, le parc Hoche (cf. figure 7.5). Il lie le nouveau quartier Hoche à la sous-ZAC Rouget de Lisle²⁵³ également partie de la ZAC Seine Arche. L'opération des Terrasses de la Défense doit enfin relier le quartier Hoche au quartier d'affaires²⁵⁴.

²⁵³ Réalisé par l'EPADESA, et lie également le pont Becquet et le pont Hoche (EPADESA, 2012).

²⁵⁴ Les vingt terrasses forment un axe d'espaces publics et végétalisés bordés de bureaux ou de logements, recouvrant l'autoroute A 14 depuis le nouveau stade de Rugby Paris la Défense Aréna jusqu'à la Seine. Source : <https://amenagement.parisladefense.com/un-territoire-strategique/les-terrasses-nanterre.html>, consulté le 06/05/2019.

Carte du contexte urbain du quartier Hoche



Figure 7.5 Le quartier Hoche : coupures infrastructurelles et renouvellement urbain

Le quartier fait partie des secteurs en renouvellement urbain de la commune de Nanterre en lien avec la Défense, mais est relativement isolé par un certain nombre de coupures urbaines. Il est aujourd'hui essentiellement desservi par l'arrêt Nanterre Ville du RER A (cf. figure 7.5). À l'est la bretelle d'autoroute entre l'A 14 et l'A 86 l'isole ; sa couverture partielle et son réaménagement ont débuté en 2018²⁵⁵. Au nord-ouest, des friches urbaines jouxtant le quartier Komarov sont depuis peu investies par la commune, qui y a engagé des programmes de logements essentiellement²⁵⁶. À l'ouest du quartier, la zone d'activités industrielo-portuaire des Guillaeries d'environ 130 hectares est en reconversion depuis 2005²⁵⁷. Enfin le quartier Hoche est directement attenant au parc départemental du chemin de l'Île, qui constitue un accès piétonnier vers la Seine. Le quartier est donc environné par des projets de renouvellement, visant notamment la production de logements et une amélioration des circulations piétonnières.

Le quartier Hoche a reçu le premier prix du concours annuel de l'association Grand Prix de l'Environnement de la région Île-de-France, dans la catégorie urbanisme, patrimoine et développement durable en 2009²⁵⁸. Il est composé de huit programmes architecturaux différents. La maîtrise d'œuvre des espaces publics a été assurée par l'agence Gautier et Conquet (associée à Arcadis, dont on a rencontré un chef de projet, cf. chapitre 6) et la gestion alternative de l'eau de pluie a été conçue par l'Atelier LD, gestion

²⁵⁵ Source : <https://www.nanterre.fr/1215-la-couverture-de-l-echangeur-a14-a86.htm>, consulté le 06/05/2019.

²⁵⁶ Source : <https://www.nanterre.fr/2184-quartier-chemin-de-l-ile.htm>, consulté le 08/05/2019.

²⁵⁷ Les voiries sont requalifiées et de nouvelles activités et des logements implantés. Sources : <https://www.nanterre.fr/1881-les-guillaeries-130-hectares-a-amenager.htm> et <https://semna.fr/amenagement-et-construction/les-guillaeries/>, consultés le 06/05/2019.

²⁵⁸ Source : <https://www.ekopolis.fr/operation-amenagement/quartier-hoche>, consulté le 06/05/2019.

alternative pour laquelle le projet a notamment été récompensé²⁵⁹. Les huit programmes architecturaux se composent de petits bâtiments collectifs, assemblés par une trame viaire orthogonale. Deux petites voies piétonnières scindent les lots à l'ouest, du nord au sud. Le quartier est sinon structuré par la route qui la sépare du parc du chemin de l'île et par la rue Germaine Tillon, rue principale (cf. figure 7.6).



Figure 7.6 Plan masse du quartier Hoche : un quartier quadrillé par huit lots

Source : <https://www.ekopolis.fr/operation-amenagement/quartier-hoche>, consulté le 09/05/2019 et modifiée par l'auteur (les noms de rue ont été actualisés)

Le quartier Hoche est donc un petit écoquartier porté par des acteurs puissants du développement du territoire autour de la Défense et des maîtres d'œuvre reconnus, aux ambitions de conception environnementales affichées et récompensées. Il est symbolique du renouveau voulu de Nanterre, de la reconversion d'une partie de son territoire. La gestion de l'eau de pluie est conçue avec le projet urbain et architectural : il s'agit donc d'un petit quartier peu contraint en termes de conception.

Les Docks de Saint-Ouen (93)

Le quartier des Docks est situé dans la commune de Saint-Ouen-sur-Seine, membre de l'établissement public territorial Plaine Commune. L'opération s'étend sur 100 hectares, soit un quart de la superficie de la commune : elle transforme le territoire de Saint-Ouen. Le site est une ancienne zone industrielle et logistique,

²⁵⁹ Mais également pour la mise en place d'une chaufferie bois desservant également la cité Komarov et la réalisation de logements répondant au cahier des charges bâtiments basse consommation. Source : <https://www.ekopolis.fr/operation-amenagement/quartier-hoche>, consulté le 07/05/2019.

et une partie de son activité a été conservée : les usines du Sycotom²⁶⁰ et de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU)²⁶¹ pour lesquelles des programmes de requalification paysagère et architecturale, et de modération des nuisances liées à leurs activités ont été élaborés (chapitre 6, T1 E11, chargé de projet, Sequano, 16/03/2018). La ZAC est originellement portée par la ville de Saint-Ouen, qui en a d'abord concédé l'aménagement à Sequano, la société d'économie mixte d'aménagement et de construction de la Seine-Saint-Denis, puis, en janvier 2018, l'opération a été transférée à la métropole du Grand Paris : c'est la première opération d'urbanisme d'intérêt métropolitain. Les espaces publics et le Grand Parc de la ZAC sont gérés par l'établissement public territorial Plaine Commune²⁶². La maîtrise du foncier, porté par l'établissement public foncier d'Île-de-France (EPFIF)²⁶³, a fait l'objet de nombreuses négociations (chapitre 6, T1 E11, chargé de projet, Sequano, 16/03/2018).

Le site est aujourd'hui accessible par l'arrêt mairie de Saint-Ouen de la ligne treize du métro. Il sera desservi par la ligne quatorze dont la mise en service est prévue en 2020²⁶⁴, avec pour terminus la mairie de Saint-Ouen (cf. figure 7.7). Situé en face de la pointe sud de l'île Saint-Denis, il est encadré par trois voies départementales : la D 1 qui longe les berges de Seine, la D 22 et la D 410, l'une des artères principales de Saint-Ouen (cf. figure 7.7). Le quartier est donc en bordure de Seine mais séparé du fleuve par une infrastructure routière, qui détermine fortement la perception de la Seine (Romain, 2010a).

L'opération est mixte, environ la moitié des 878 000 m² bâtis est consacrée au logement, environ un tiers aux bureaux et activités (300 000 m²). Les surfaces restantes comportent des commerces et activités en rez-de-chaussée d'immeuble, équipements publics et collectifs. Douze hectares du projet sont consacrés au Grand Parc²⁶⁵.

L'étude menée dans ce chapitre est restreinte au Grand Parc, au secteur des bateliers Nord, directement à l'ouest du Grand Parc, et au secteur Dhalenne au sud du Grand Parc (cf. figure 7.7). Le grand Parc est réalisé par l'Agence TER, associée au Bérin et à Coup d'Éclat, ainsi que par Biotope, « cabinet d'études pour les opérations d'ingénierie environnementale et de gestion de la biodiversité » et par Phytorestore²⁶⁶. Les espaces publics ont quant à eux été conçus par Land'act, Segic Ingénierie et Ecosphère²⁶⁷. Le projet, porté par le maire de Saint-Ouen, se veut exemplaire en matière d'environnement : les bâtiments ont reçu des certifications environnementales, le projet a été labellisé Nouveau Quartier Urbain par la région Île-de-France en 2009 et il a obtenu le label écoquartier de l'État en 2013²⁶⁸.

²⁶⁰ Le Sycotom est « un syndicat intercommunal européen de traitement des ordures ménagères et de valorisation des déchets dans l'agglomération parisienne. » Source : <http://docks-saintouen.fr/le-projet-urbain/les-acteurs-institutionnels/>, consulté le 09/05/2019.

²⁶¹ La CPCU est « l'opérateur de réseau de chaleur urbaine de la métropole parisienne. » Source : <http://docks-saintouen.fr/le-projet-urbain/les-acteurs-institutionnels/>, consulté le 09/05/2019.

²⁶² Source : <http://docks-saintouen.fr/le-projet-urbain/les-acteurs-institutionnels/>, consulté le 09/05/2019.

²⁶³ « L'EPF [établissement public foncier] d'Île-de-France est un établissement public de l'État, né de la fusion des EPF départementaux franciliens. Opérateur public foncier des collectivités franciliennes, il contribue au développement de l'offre de logements [...] et au soutien du développement économique, par la production de foncier constructible. [...] Depuis le 1er janvier 2016, L'EPF Ile-de-France est compétent sur l'ensemble du territoire francilien (Décret 2015-525). », source : <http://www.epfif.fr/etablissement-public-foncier/qui-sommes-nous/le-profil/> consulté le 28/06/2019.

²⁶⁴ Source : <https://www.ratp.fr/groupe-ratp/metro-ferre/prolongement-de-la-ligne-14-a-mairie-de-saint-ouen>, consulté le 09/05/2019.

²⁶⁵ Source : http://docks-saintouen.fr/wp-content/uploads/2017/01/docks-de-saint-ouen-ecoquartier-chiffres_cles.jpg, consulté le 09/05/2019.

²⁶⁶ Source : <http://docks-saintouen.fr/le-projet-urbain/les-maitres-doeuvre-du-parc/>, consulté le 16/05/2019.

²⁶⁷ Source : <http://docks-saintouen.fr/le-projet-urbain/les-maitres-doeuvre/>, consulté le 16/05/2019.

²⁶⁸ Source : <http://docks-saintouen.fr/le-projet-urbain/le-contexte/>, consulté le 06/05/2019.

Carte du contexte urbain du quartier des Docks



Figure 7.7 les Docks : plan de contexte et plan masse du quartier en reconversion d'un ancien site industriel

Source : capture d'écran de la page internet <http://docks-saintouen.fr/explorer-les-cartes-interactivees/programmation/>, consulté le 08/05/2019.

Il s'agit donc d'un projet de conversion d'une friche industrielle intégrant la gestion alternative des eaux de pluie dans sa conception. Il est symbolique de la mutation d'une commune de première couronne parisienne et de la construction de la métropole du Grand Paris : il joue donc un rôle de démonstrateur urbain, dans lequel la gestion de l'eau tient sa place. La proximité du quartier à la Seine ne semble pas positive puisque la voie départementale l'en sépare.

L'écoquartier de Clause Bois Badeau à Brétigny-sur-Orge (91)

L'écoquartier Clause Bois Badeau est situé aux franges de l'agglomération parisienne, à Brétigny-sur-Orge, membre de la communauté d'agglomération Cœur d'Essonne. Le site est une ancienne friche agro-industrielle de quarante-deux hectares aux pieds de l'arrêt Brétigny du RER C. Il est localisé dans la vallée de l'Orge, à l'est du domaine régional des Joncs Marins, comportant notamment une zone humide classée en espace naturel sensible, et du bassin du Carouge, tous deux accessibles à pied par des chemins de campagne. À l'est des voies du RER C se trouve le cœur de la commune de Brétigny. Un peu plus à l'est, sur la commune du Plessis-Pâte, une ancienne base aérienne du ministère de la Défense est en voie de reconversion : une grande partie du site sera transformée en zone d'activités économiques, une autre sera dédiée à la recherche scientifique, notamment en agronomie, et une partie du site sera convertie en zone de maraîchage²⁶⁹ (cf. figure 7.8).

Carte du contexte urbain de l'écoquartier Clause Bois Badeau



²⁶⁹ Source : <https://www.iau-idf.fr/wp/interco/commune/91103/>, consulté le 16/05/2019.



Figure 7.8 Le quartier Clause Bois Badeau : une frange urbaine bénéficiant d'une liaison directe à Paris, assimilé à une cité-jardin par ses concepteurs

Source : <http://www.germeetjam.com/clause-bois-badeau-breigny-sur-orge-409>, consulté le 08/05/2019.

L'écoquartier Clause Bois Badeau rassemble deux ZAC : la ZAC Clause Bois Badeau et la ZAC des Sorbiers²⁷⁰. Il doit son nom à Lucien Clause, grainetier de grande renommée, qui y installe son affaire en 1889. Son fondateur meurt en 1940, l'entreprise Clause a ensuite été rachetée plusieurs fois après la guerre, et a périclité dans les années 1980²⁷¹. L'usine de Breigny est fermée depuis 2012²⁷² : la communauté d'agglomération a racheté son terrain et l'a intégré à la ZAC. Le maître d'ouvrage de l'opération est la SORGEM, société d'économie mixte de la communauté d'agglomération Cœur d'Essonne²⁷³. Le foncier est porté par Cœur d'Essonne depuis le début de l'opération, en 2003. 2 400 logements doivent être construits d'ici à 2025, et les premières livraisons ont eu lieu en 2014. La moitié du foncier est dédiée à l'espace public, dont dix hectares aux espaces verts, le parc au centre de l'opération a une superficie de sept hectares (cf.

²⁷⁰ Source : <https://www.ekopolis.fr/operation-amenagement/ecoquartier-clause-bois-badeau>, consulté le 09/05/2019.

²⁷¹ Source : https://www.ecoquartierbreigny91.com/Hier-Lucien-Clause-seme-son-savoir-faire-a-Breigny-sur-Orge_a40.html, consulté le 07/05/2019.

²⁷² Source : <http://www.leparisien.fr/breigny-sur-orge-91220/demolition-de-l-usine-clause-breigny-promet-de-limiter-les-nuisances-10-07-2018-7814829.php>, consulté le 09/05/2019.

²⁷³ La SORGEM a initialement été créée en 1998 par la commune de Sainte-Geneviève-des-Bois. En 2003, elle est devenue « l'opérateur urbain de la Communauté d'Agglomération du Val d'Orge [...]. Sa compétence territoriale n'est pas limitée au territoire de la Communauté d'Agglomération mais s'étend au département de l'Essonne. » Source : https://www.ecoquartierbreigny91.com/Acteurs-et-partenaires-du-projet_a2.html, consulté le 09/05/2019.

figure 7.8). Le projet comporte également « 7 000 m² d'équipements publics ; 5 000 m² de commerces ; 16 000 m² de bureaux et de surfaces d'activités »²⁷⁴.

Le quartier a reçu quelques récompenses pour sa conception environnementale : une partie de l'énergie du quartier est renouvelable (bois et soleil), les bâtiments ont été conçus selon des principes architecturaux bioclimatiques, notamment. Il a été labellisé par l'État en écoquartier à deux reprises : en 2013 et en 2017, selon un nouveau cahier des charges ; en 2009, il a également été lauréat de l'appel à projets « 100 quartiers innovants et écologiques » de la région Île-de-France²⁷⁵, comme le quartier des Docks à Saint-Ouen. Une charte d'aménagement durable a été signée entre la ville de Brétigny, la communauté d'agglomération du Val d'Orge, le Conseil général de l'Essonne et la région Île-de-France. Sa proximité avec la gare RER en fait un site de densification urbaine et d'expansion urbaine possible dans le schéma directeur de la région.

Seuls la partie nord, au-dessus du Parc, et le parc du quartier Clause Bois Badeau ont été visités : le reste de l'opération n'était pas encore bâti lors de notre visite. Le quartier, aux franges de l'agglomération parisienne, permet d'étudier la mise en œuvre de la gestion alternative des eaux de pluie dans un site initialement peu équipé en réseaux d'évacuation, et à proximité de sites aquatiques préservés.

La zone d'activités des Chanteraines à Villeneuve-la-Garenne (92)

La zone d'activités des Chanteraines est située à Villeneuve-la-Garenne, dans le creux de la deuxième boucle de Seine à l'aval de Paris. La commune appartient à l'établissement public territorial Boucle Nord de Seine. Comme sa voisine Gennevilliers connue pour son port²⁷⁶, elle est fortement marquée par le développement industrialo-portuaire du XX^{ème} siècle. Son tissu est aujourd'hui constitué de petites et moyennes entreprises et industries et de grandes entreprises industrielles. Les zones d'habitat sont éloignées du site ; elles se trouvent à l'est du parc des Chanteraines (cf. figure 7.9). La zone d'activité étudiée a une superficie de vingt hectares, elle est enserrée par le parc départemental des Chanteraines dont elle porte le nom (cf. figure 7.9). Ce grand parc d'aujourd'hui quatre-vingt-deux hectares est un des grands équipements du nord des Hauts-de-Seine²⁷⁷.

Le projet prend place sur des friches de Gaz de France. Une partie du site est concernée par le risque d'inondation lié aux crues de la Seine. La zone d'activité est difficilement accessible par les transports en commun : l'accès par l'arrêt Gennevilliers du RER C est séparé par l'autoroute, son accès se fait à travers le parc des Chanteraines. Elle est par contre bien desservie par la route notamment par l'A 86 qui sectionne le parc des Chanteraines en deux (cf. figure 7.9). Au nord, se trouvent la Seine et la pointe nord de l'île-Saint-Denis, classée en zone Natura 2000. Les berges de Seine sont occupées par le secteur des Mariniers du parc, qui fait partie de la promenade bleue²⁷⁸ des Hauts-de-Seine (cf. figure 7.9). Au cœur du site étudié, un espace vert doté d'une zone humide forme une extension du parc des Chanteraines : c'est le secteur de la Garenne. Une petite mare et une zone de prairie en forment l'essentiel. Depuis la petite mare, un chemin traverse la ZAC des Louvresses vers l'ouest et permet d'accéder à une coulée verte donnant sur le secteur des Mariniers

²⁷⁴ Source : <https://www.ekopolis.fr/operation-amenagement/ecoquartier-clause-bois-badeau>, consulté le 09/05/2019.

²⁷⁵ Source : <https://www.ekopolis.fr/operation-amenagement/ecoquartier-clause-bois-badeau>, consulté le 09/05/2019.

²⁷⁶ Le port de Gennevilliers est un des principaux ports d'Île-de-France : c'« est la première plateforme portuaire d'Île-de-France en termes de superficie et d'activité. » Source : <https://www.haropaports.com/fr/paris/port-de-gennevilliers>, consulté le 09/05/2019.

²⁷⁷ Le parc date de 1975, Source : <https://www.iau-idf.fr/wp/interco/commune/92078/> consulté le 06/05/2019.

²⁷⁸ La promenade bleue des Hauts-de-Seine est un chemin pédestre et cycliste conçu dans le cadre du schéma de gestion durable de la Seine du département, approuvé en 2006. Il a pour objectif de presque doubler les chemins existants le long de la Seine, et d'ainsi les porter à soixante-six kilomètres. Source : <http://www.hauts-de-seine.fr/cadre-de-vie/patrimoine-vert/les-promenades-et-randonnees/promenade-bleue/>, consulté le 16/05/2019.

et sur la Seine. Le site est donc parcouru par cette promenade de la boucle de Seine, conçue à partir du parc (cf. figure 7.9).



Figure 7.9 Les Chanteraines, une zone humide entre tissu d'activités, parc et Seine

Source : (Conseil départemental des Hauts-de-Seine, 2017)

L'opération de la zone d'activités des Chanteraines débute en 2006 et la dernière tranche est livrée en 2008 : cinq bâtiments d'activités et de bureaux sont construits autour du secteur de la Garenne alors créé²⁷⁹. Le maître d'ouvrage est le groupe SIRIUS « promoteur investisseur de locaux d'activités et bureaux en Île-de-France »²⁸⁰, la société Expertise Urbaine est assistante à maîtrise d'ouvrage. L'agence d'environnement Trans-faire, le bureau d'études techniques TCI et l'Atelier LD²⁸¹ spécialement missionné pour la gestion alternative de l'eau, font partie de la maîtrise d'œuvre, qui comporte également un écologue (IAU Île-de-France, 2011 : 73). Au sud-est de la zone d'activités des Chanteraines, la ZAC des Louvresses de Gennevilliers, traversée par une sente du parc, met également en œuvre les principes de gestion des eaux de pluie à la parcelle.

Le site des Chanteraines est l'occasion d'étudier la mise en œuvre de la gestion alternative des eaux de pluie en zone d'activités. La spécificité du site est son insertion dans une extension d'un grand parc départemental : son cœur en forme une partie, et il est lié par l'ouest aux berges de Seine. L'ouverture de la zone d'activité au public par l'extension du parc et la présence du risque d'inondation par crue de la Seine expliquent la valorisation de l'eau dans l'espace rendu public.

La zone humide du Vignois à Gonesse (95)

La zone humide du Vignois est un ouvrage de gestion des crues du Croult, qui prend la forme d'une zone humide d'expansion de crue dans un site de treize hectares. Cette zone humide gère également les eaux pluviales de la zone d'activités économiques adjacente et d'une ZAC de la ville (chapitre 6, T3 V10, 21/07/2017). Elle est localisée entre Gonesse, Arnouville, Garges-Lès-Gonesse et Bonneuil-en-France (cf. figure 7.10) : c'est donc un lieu symbolique d'entrée de ville pour ces communes. Gonesse est membre de la communauté d'agglomération Roissy Pays de France : ce territoire est caractérisé par son histoire agricole²⁸² et par son développement aéroportuaire récent. L'aéroport du Bourget se situe directement au sud et l'aéroport Paris Charles-de-Gaulle à sept kilomètres au nord-est, le site est donc touché par les nuisances sonores des deux aéroports. Plusieurs grands projets de développement sont en cours autour du site : la communauté d'agglomération est signataire de trois contrats de développement territoriaux, qui sont notamment source de conflits²⁸³ ou du moins de débats.

Deux cours d'eau principaux parcourent le territoire, le Croult, dont une opération de renaturation est ici étudiée, et le Petit Rosne, qui a notamment fait l'objet d'une valorisation dans la commune de Sarcelles (chapitre 6, T3 V10, 21/07/2017). Le vallon du Petit Rosne est identifié comme un axe patrimonial et paysager fort du territoire (Le Mélédo, 2013). La zone humide du Vignois est située à l'amont de la confluence entre le Petit Rosne et le Croult, elle est considérée comme une opportunité de prolongation de la mise en patrimoine des vallées du territoire.

²⁷⁹ Source : <https://www.villeneuve92.com/carre-entreprises/implanter-son-entreprise/zones-industrielles-zones-dactivites/>, consulté le 09/05/2019.

²⁸⁰ Source : <http://codevest.fr/organisation/>, consulté le 09/05/2019.

²⁸¹ L'atelier LD est aussi responsable de la gestion de l'eau du quartier Hoche de Nanterre.

²⁸² Source : <https://www.iau-idf.fr/wp/interco/200055655/>, consulté le 08/05/2019.

²⁸³ On citera notamment le projet Europa City dans le triangle de Gonesse, qui a fait l'objet d'une vive opposition de d'une partie de la société civile et a donné lieu à des litiges judiciaires, notamment parce que le projet est en extension sur des terres agricoles et qu'il met en œuvre une politique de développement économique estimée comme non bénéfique aux territoires locaux.

Carte du contexte urbain de la zone humide du Vignois

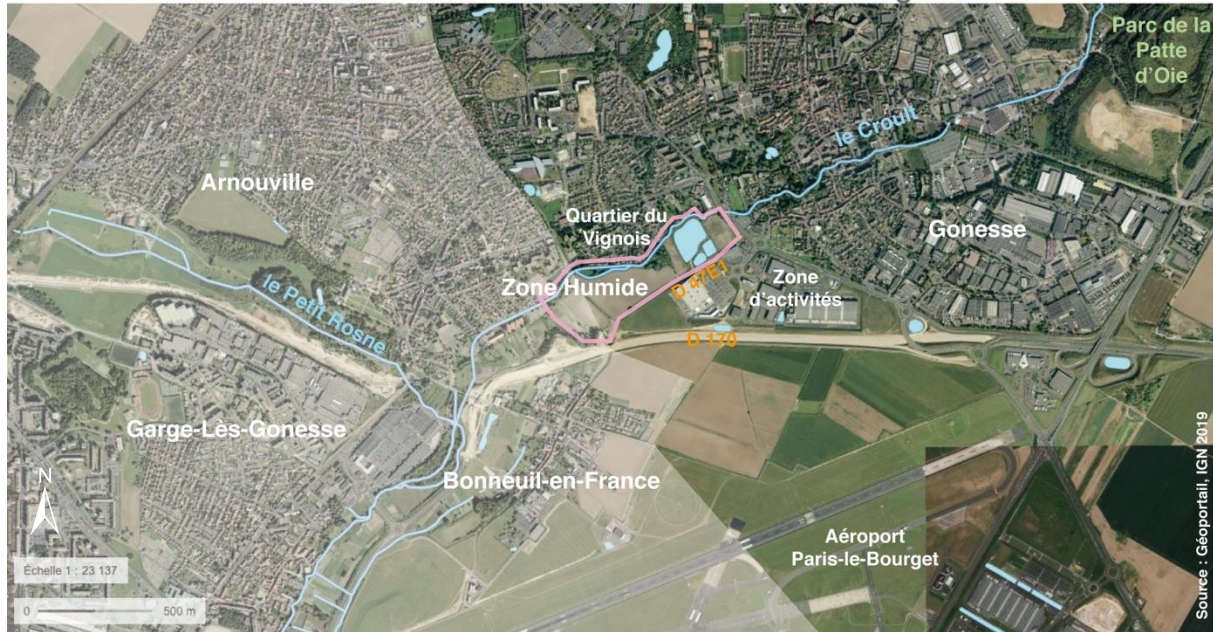


Figure 7.10 La zone humide du Vignois, un site de renaturation soumis aux nuisances urbaines

Le site de la zone humide est une ancienne zone agricole, dont le syndicat du Croult et du Petit Rosne (SIAH) a acquis les terrains, notamment au moyen d'une déclaration d'utilité publique (SIAH, 2016 : 63). Il est bordé par une voie départementale et par une zone d'activités au sud, qui le sépare de l'aéroport du Bourget. L'opération est menée par l'Atelier Cépage, agence de paysage et de génie urbain spécialisée dans la « création de parcs naturels urbains » et la « renaturation de cours d'eau »²⁸⁴, associée au bureau d'études techniques Hydratec pour les aspects hydrauliques. L'agence a notamment travaillé à la première réouverture de la Bièvre à Fresnes²⁸⁵.

La zone humide du Vignois est un ouvrage de gestion des inondations typique de la doctrine de restauration des cours d'eau en milieu urbain ; elle est située dans un territoire soumis à de fortes nuisances, et peut être assimilée à un projet de renversement de l'image négative d'un territoire et d'un site. Le site est un territoire symbolique, car situé en entrée de ville de quatre communes, et dans un secteur de frange urbaine et de grandes infrastructures, voué à être transformé par l'arrivée du Grand Paris Express et par les contrats de développement territoriaux. Il joue à la fois un rôle de zone d'expansion des crues et de gestion des eaux de pluie de terrains artificialisés adjacents.

La présentation de ces sites montre la place prise par la gestion de l'eau de pluie dans les projets affichant des ambitions environnementales, ainsi qu'une diversité de situations urbaines et hydrologiques dont devrait découler une diversité d'aménagements de l'eau.

1.2. Une méthode simple d'arpentage et d'observation

Les six sites ont chacun fait l'objet d'une demi-journée de visite au mois d'août 2018, en compagnie de Manuel Pruvost-Bouvattier. Nous avons arpenté les sites outillés d'appareils photographiques, de carnets de notes et de la grille d'analyse présentée dans le tableau 7.2. Manuel Pruvost-Bouvattier a délivré au cours de ces visites une expertise sur les habitats et la biocénose des sites, retranscrite dans les analyses qui suivent.

²⁸⁴ Source : <https://www.atelier-cepage.com/presentation>, consulté le 16/05/2019.

²⁸⁵ Source : <https://www.atelier-cepage.com/parc-de-la-bievre>, consulté le 16/05/2019.

Ces analyses concernent essentiellement la composition végétale des sites, et leur potentiel en termes d'habitats et de ressources pour la faune. La visite du quartier de la Noue à Montreuil a été accompagnée par la responsable du service Assainissement de la ville de Nanterre à l'établissement public territorial Paris Ouest la Défense.

Tableau 7.2 La grille d'analyse des sites : cinq thèmes observés dans le site et le tissu urbain alentour

Thèmes	L'opération	Entre l'opération et le tissu urbain
Hydrologique	<ul style="list-style-type: none"> Dispositifs techniques : fonctionnement, lien, visibilité, intégration des objets au bâti, au mobilier urbain ; Topographie du site : traitement des points hauts, points bas ; Sols et sous-sols : espaces imperméables, perméables, végétalisés ? 	<ul style="list-style-type: none"> Bassin versant géré par le site ; Présence de techniques alternatives dans le tissu alentour ; Lien avec le réseau enterré ; Utilisation de la trame viaire pour la gestion des pluies ; Contraintes/atouts du territoire du site ?
Urbanistique	<ul style="list-style-type: none"> Effets de la gestion de l'eau sur le plan masse de l'opération ; Place des dispositifs dans l'espace : concurrence éventuelle avec d'autres objets ; Caractère structurant des dispositifs : trame urbaine, influe sur les usages/déplacements ? 	<ul style="list-style-type: none"> Continuité dans les quartiers alentours ou logiques propres à ce quartier ? Propagation de la gestion aux quartiers alentours Organisation de l'espace liée à la gestion de la pluie mais reproduite dans les quartiers alentours sans forcément de gestion ?
Paysager	<ul style="list-style-type: none"> Grandes lignes du paysage selon points de vue : entrée dans le quartier, parc, périphérie ; Place visuelle de l'eau ; Visibilité, mise en valeur de la topographie, d'un thalweg urbain Couleurs Essences végétales évoquant l'eau ? 	<ul style="list-style-type: none"> Identité paysagère spécifique au quartier, liée à l'eau ? Propagation des essences ou d'une esthétique dans les quartiers alentour ? Contraintes/atouts du territoire du site ?
Social	<ul style="list-style-type: none"> Usages constatés des espaces de gestion de la pluie ou traces des usages ; Subversion des usages originels ; Rôle social conféré aux espaces (climatique, ludique, esthétique...) 	<ul style="list-style-type: none"> Usages reproduit dans les quartiers alentours Contraintes/atouts du territoire du site ?
Écologique	<ul style="list-style-type: none"> Milieux humides créés, trames de milieux ; Présence de végétation et faune typiques des milieux humides ; Nuisances urbaines pour la faune et la flore ? 	<ul style="list-style-type: none"> Isolat dans un tissu aride ou bien trame à l'échelle du territoire ; Contraintes/atouts du territoire du site ?

La grille comporte cinq thèmes d'analyse abordés selon deux échelles : celle du site et de ses environs immédiats. L'attention est portée sur le fonctionnement des ouvrages, leur insertion dans le site d'un point de vue fonctionnel, paysager, social et écologique, ainsi sur leurs liens avec les quartiers alentours. Ces cinq thèmes doivent permettre de saisir la place des aménagements de l'eau dans le tissu urbain, leur composante écologique et sociale. L'analyse se limite à ces six sites. Cependant, nous avons eu l'occasion de visiter bien d'autres sites et de participer à des réunions de chantier aux côtés d'Est Ensemble (cf. tableau 7.3 du chapitre 6). Ces multiples visites nourrissent l'analyse des sites à l'étude, elles sont parfois mobilisées grâce à nos

cartes de terrain, et présentées par des photographies dans la troisième section de ce chapitre, dont elles étaient la montée en généralité.

Les grandes caractéristiques de la gestion des eaux de pluie en milieu urbain sont ainsi présentes dans ces sites d'études. La gestion de l'eau de pluie en surface de la ville est souvent associée à un cahier des charges de conception environnementale plus général. Ceux-ci sont pour la plupart en renouvellement urbain, l'un en rénovation urbaine, les projets urbains en grande partie dédiés au logement – priorité dans la planification régionale - doivent refonder une identité à partir de friches ou de sites industriels : ils sont donc représentatifs des valeurs aujourd'hui mobilisées dans la reconversion de sites urbains. La méthode d'analyse choisie met en regard l'aménagement effectif de l'eau de pluie et de la zone humide, ainsi que leur composante écologique et les éléments paysagers qui lui sont associés, ou bien l'espace urbain qu'elle structure si tel est le cas. L'objectif est donc de voir la correspondance entre ce niveau très concret de l'aménagement et les conceptions qui en sont à l'origine

2. La place de l'eau dans les six sites à l'étude est partagée entre conception technique et paysagère

Les différents sites étudiés ont pour point commun une gestion ambitieuse de l'eau de pluie ou des cours d'eau. La gestion alternative, souvent décriée pour les ouvrages enterrés auxquels elle a pu donner lieu (cf. chapitre 5), est ici réalisée au moyen d'ouvrages à ciel ouvert souvent végétalisés, ayant une place paysagère et supportant des fonctions autres qu'hydraulique. Ils peuvent, si l'on en croit la doctrine (cf. chapitre 3), jouer un rôle climatique et écologique. La forme la plus valorisée de ces ouvrages est aujourd'hui la zone humide, favorable à la présence d'espèces rares, espace symbolique de paix et de régénération de la vie (Muratet *et al.*, 2007 ; Donadieu, 2007 ; Mahaut, 2009). Les déplacements de l'eau en surface ont aussi une fonction de structuration de l'espace, très visible dans les architectures vernaculaires, pour lesquelles les canalisations enterrées n'étaient généralement pas la norme (Ravéreau, 1981 ; Mahaut, 2009). L'étude des systèmes techniques mis en œuvre sur les six sites étudiés permet-elle de conclure à la résurgence du caractère structurant de la gestion de l'eau dans l'espace urbain ? Les systèmes techniques apportent-ils aux sites urbanisés une qualité écologique mettant en balance leur densification ? Sont-ils support d'une relation entre citadins et eau ?

Les six terrains d'études sont ici partagés en trois sous-sections selon une typologie mêlant caractéristiques urbaines et hydrologiques : la première concerne deux quartiers essentiellement résidentiels, où des noues et bassins secs végétalisés servent la gestion de l'eau de pluie. La deuxième sous-section aborde deux grands quartiers urbains dotés de parcs et de bassins en eau, et la troisième l'aménagement de l'eau dans la zone d'activités des Chanteraines et sur le site du Vignois à Gonesse, entre une zone d'activités et un quartier pavillonnaire.

2.2. Noues et bassins secs végétalisés dans les quartiers résidentiels

Des ouvrages végétalisés de grande taille dans l'espace public contraint de la Noue

Le projet de rénovation urbaine du quartier de la Noue est soumis à la contrainte de rejet aux réseaux du zonage d'assainissement départemental de la Seine-Saint-Denis. La commune de Montreuil a en effet transféré sa compétence assainissement à l'établissement public territorial Est Ensemble en 2010, mais le règlement d'assainissement communautaire n'est pas encore approuvé au moment de la conception de l'opération (Est Ensemble, 2016 : 2-3). La limite de rejet préconisée par le département sur ce secteur est de 10 L/s/ha pour une pluie décennale (ville de Montreuil, 2015c : 15). Cependant, au cours de la réunion de chantier avec les maîtres d'œuvre du projet, une limite de 2 L/s/ha pour une pluie décennale est présentée

comme le résultat de la concertation avec le département de Seine-Saint-Denis et avec Est Ensemble (chapitre 6 T3 V16, réunion de chantier 24/05/2017). L'Agence HYL et le bureau d'études techniques EPDC ont conçu un système de retenue de la pluie et d'infiltration des petites pluies pour les espaces publics du quartier : il est essentiellement composé de noues de transport et de stockage, de bassins secs paysagers, mais s'appuie également sur l'augmentation de la perméabilité des sols (réduction de 15 % de la surface imperméabilisée par rapport au quartier initial) (ville de Montreuil, 2015c : 21-29). Le domaine privé est soumis à la même régulation départementale des rejets. Il est préconisé une végétalisation des dalles et des aménagements de pleine terre sur le domaine privé, nous ne connaissons cependant pas les ouvrages effectivement mis en œuvre (si ce n'est que les dalles des parkings n'étaient, au moment de notre visite, apparemment pas réaménagées) (ville de Montreuil, 2015c : p. 29). Le projet a également obtenu une subvention de l'agence de l'eau Seine Normandie de 300 000 euros : les espaces publics étudiés ici respectent donc probablement les principes de la gestion des eaux de pluie à la parcelle. Il a fait également une déclaration au titre de la loi sur l'eau auprès de la direction régionale interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France (DRIEE) : les doctrines de l'État en termes de gestion des eaux de pluie sont appliquées (ville de Montreuil, 2015c).

Le projet a été fragilisé par des aléas : l'établissement public territorial Est Ensemble se désengage financièrement en cours de route (aucun engagement formel n'avait été contracté) et une très forte pollution du site est découverte au moment des études de sols (chapitre 6 T3 V16, réunion de chantier 24/05/2017 et T1 E17, chef de projet Espace public, Montreuil, 20/07/2017). La pollution liée à l'ancienne activité industrielle (fonderies d'aluminium et fabrique de meubles) était attendue (ville de Montreuil, 2015c : 48), mais le site est également pollué par les gadoues de Paris, avec une teneur notable en mercure (chapitre 6 T1 E17, chef de projet Espace public, Montreuil, 20/07/2017) (ville de Montreuil, 2015a : 14-15). Le projet prévoyait initialement de déblayer une partie des terres du site et de les mettre à la décharge, mais le coût de la mise en décharge, au vu de la pollution des sols, s'élève alors à la moitié du budget du projet (2,2 millions d'euros, (chapitre 6 T3 V16, réunion de chantier 24/05/2017). L'équipe le revoit donc en limitant les évacuations de déblais et en rehaussant le niveau des sols : les zones de déblais sont réinvesties sur place dans des zones de remblais confinées qui permettent d'éviter l'évacuation des sols pollués (chapitre 6 T3 V16, réunion de chantier 24/05/2017) (ville de Montreuil, 2015c : 49-53). D'autres difficultés apparaissent au moment du chantier : les plans des réseaux d'électricité ne sont pas exacts, ce qui entraîne la modification d'un bassin paysager, par conséquent plus profond que prévu (le bassin 3, de figure 7.11).

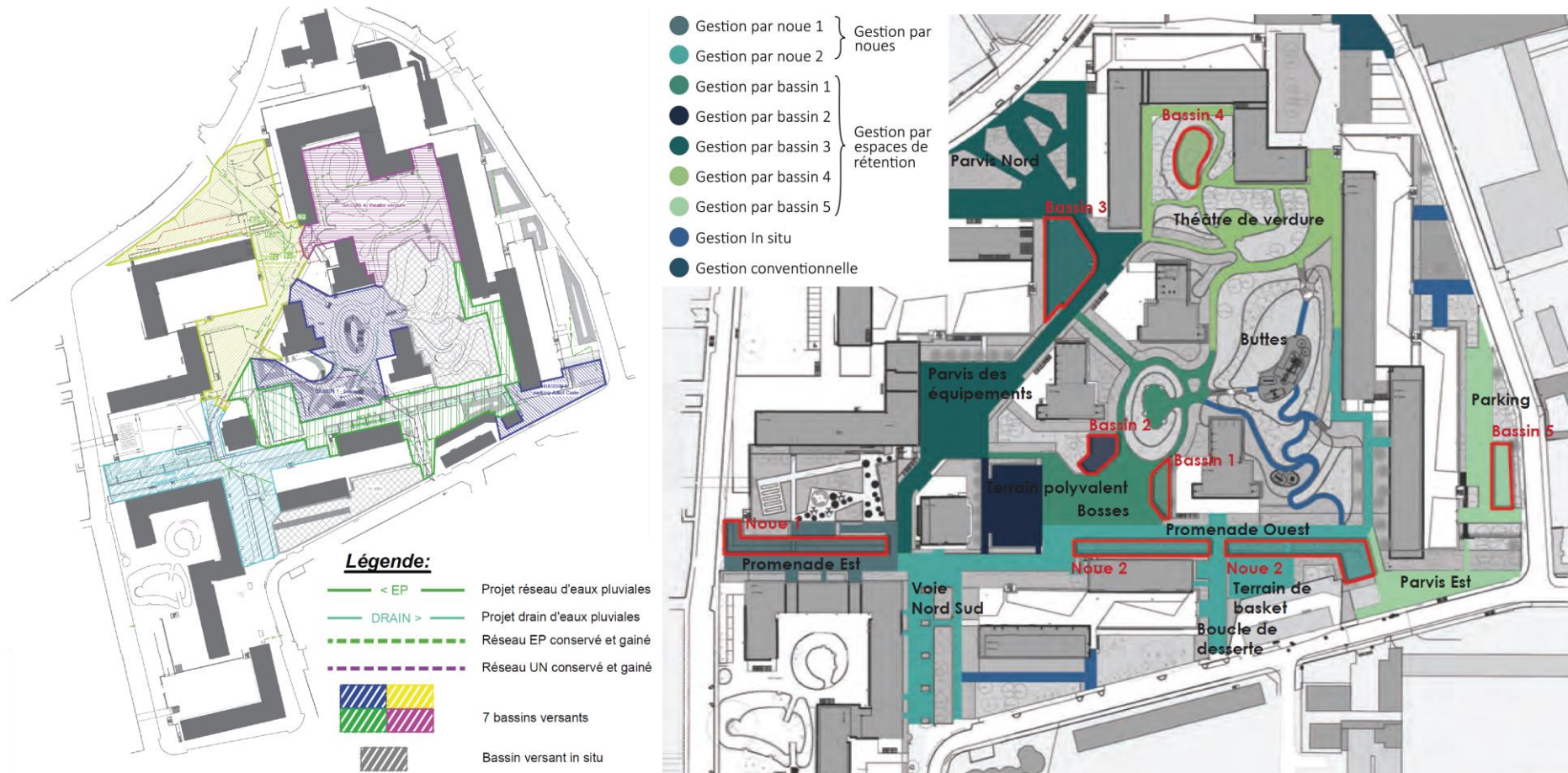


Figure 7.11 Les bassins versants de gestion de la pluie dans le quartier de la Noue

Source : (ville de Montreuil, 2014 : 22 ; ville de Montreuil, 2015b)

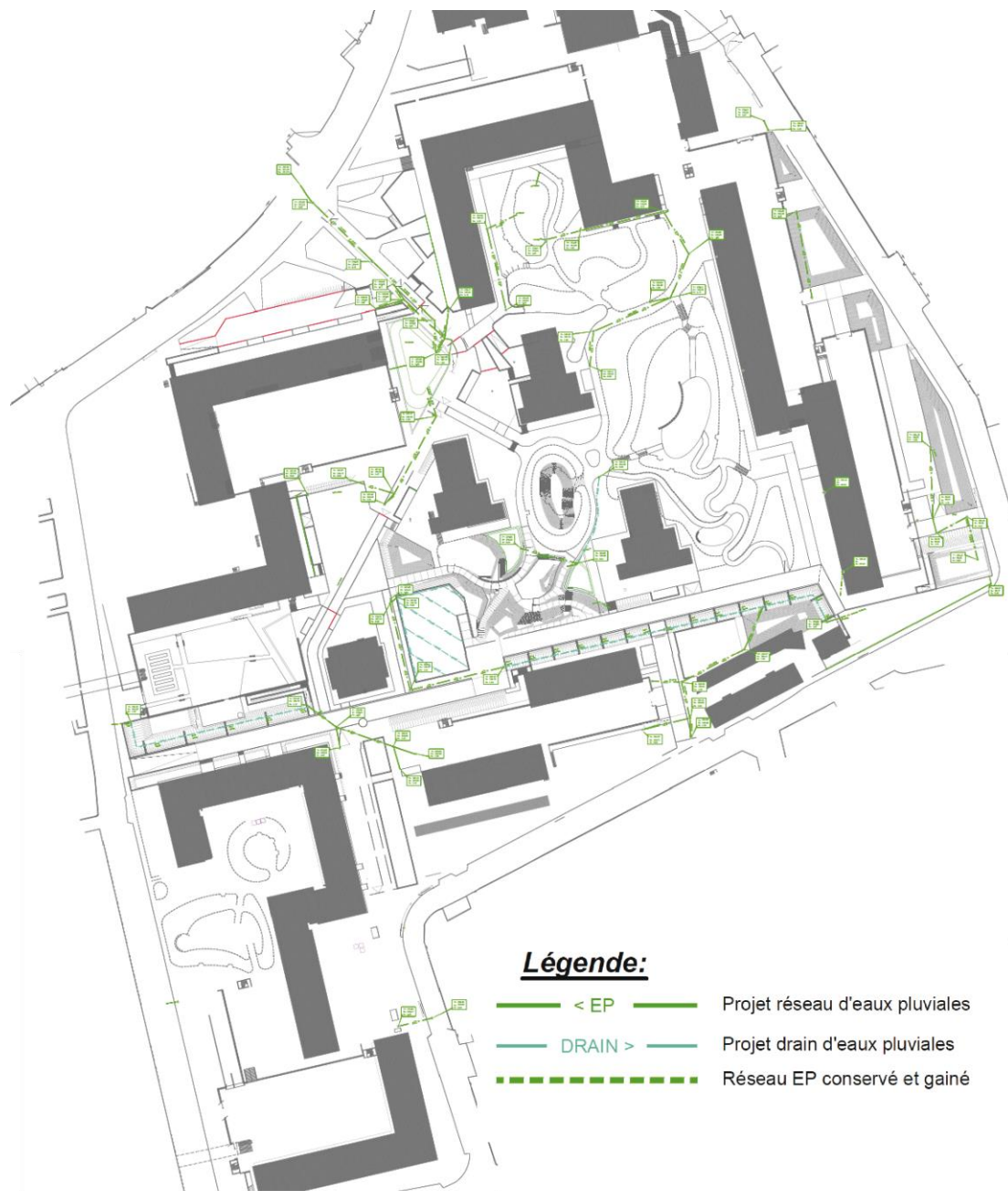


Figure 7.12 La mise en œuvre d'un réseau spécifique pour la gestion à ciel ouvert dans le quartier de la Noue

Source : (ville de Montreuil, 2015b)

Le site est divisé en sept petits bassins versants, chacun géré par un ouvrage de retenue (cf. figure 7.11). Les deux bassins versant au sud, hachurés en vert et en cyan sur la figure de gauche, sont gérés par des noues de retenue et de stockage (cf. figure 7.11). Tous les autres bassins versants sont équipés de bassins de retenue. En bleu très foncé sur le second plan de la figure 7.11, tout au nord de l'opération et en son centre deux espaces sont gérées de manière conventionnelle, par rejet au réseau, car la gestion alternative y est impossible (ville de Montreuil, 2014 : 22) (la zone sud est notamment marquée par une contrainte géologique, (ville de Montreuil, 2015c : 45-47). Les espaces en bleu marine sur la seconde figure ne sont pas

imperméabilisés et leurs eaux ruissellent vers les bassins versants adjacents en cas de grosse pluie (cf. figure 7.11).

Le quartier de la Noue est situé dans une zone de réseaux départementaux unitaires, néanmoins les réseaux de desserte sont en partie séparatifs (ville de Montreuil, 2015c : 62). Les petits bassins versants du site sont liés aux ouvrages de stockage par ruissellement direct ou bien par des réseaux ou des drains : un réseau spécifique est réalisé pour ces équipements, visible sur la figure 7.12. Selon les maîtres d'œuvre, ces équipements sont surdimensionnés et répondent à des normes trop drastiques, propres à la Seine-Saint-Denis, plus sévères du moins que celles du Val-de-Marne, cependant si l'on en croit la carte de la figure 6 de l'introduction générale de cette thèse, qui présente les différentes règles de rejets au réseau dans la métropole du Grand Paris, il semble que cela ne soit pas exact. L'architecte du projet déplore l'installation d'un drain dans la noue principale du projet (noue 2, figure 7.11, plan de droite) car il rend impossible la montée du niveau d'eau dans l'ouvrage : l'eau sera principalement évacuée par le drain. La volonté des maîtres d'œuvre de mettre les ouvrages en eau, qui se heurte aux logiques gestionnaires, présentée dans la section 3 du chapitre 6 est également présente dans ce projet. Selon les maîtres d'œuvre, les aménagements sont très contraints par leur intégration à un site dont le plan masse est préexistant, et leur conciliation avec les nombreux autres enjeux d'aménagement de l'espace public est difficile à réaliser (chapitre 6 T3 V16, réunion de chantier 24/05/2017). Les aménagements du site doivent en effet également prévoir la mise en place de points d'apports volontaires pour les déchets, des voies pour les collectes d'épaves et pour le passage des véhicules des pompiers. Une cheffe de service de la commune de Montreuil avait fait état de difficultés similaires dans le quartier Bel Air Grands Pêcheurs, pourtant en partie démoli, où par exemple il était difficile d'accorder la volumétrie des noues et les normes de protection dédiées aux personnes à mobilité réduites²⁸⁶. L'infiltration des eaux de pluie en pied d'immeuble, interdite par le PLU à moins d'un mètre des fondations, posait également problème (chapitre 6, T3 V14, réunion de chantier et visite du quartier du Bel Air Grands Pêcheurs, Montreuil, 13/04/2017). Les ouvrages réalisés dans le quartier de la Noue sont assez remarquables par leur taille : à l'entrée du quartier au sud les noues occupent une place importante dans la promenade piétonne, qu'elles bordent (noue 2, figure 7.11). Ces noues sont équipées de seuils qui les partitionnent (cf. figure 7.13). La variété des espèces végétales qui ont été choisies en fait des espaces qualitatifs esthétiquement et écologiquement : les trois strates, herbacée, arbustive, arborée, sont présentes, et fournissent probablement des refuges pour les insectes, les arbustes et arbres de potentiels perchoirs et niochirs pour les oiseaux. Elles sont également colorées et touffues : elles forment une poche végétale sur un parvis minéral en pente (cf. figure 7.13). Une collaboration avec le bureau d'études et entreprise de paysage Marcel Villette a d'ailleurs été menée pour la végétalisation du site (chapitre 6 T3 V16, réunion de chantier 24/05/2017).

Le bassin n°3 (cf. figures 11) associé au parvis nord est un bassin végétalisé et paysager, planté d'arbres, profond et enclos (cf. figure 7.14). Il est tapissé de plantes herbacées vert foncé et vert vif, marque de la forte humidité du milieu, un filet d'eau semble y séjourner ; lors de la réunion de chantier la cheffe de projet indique que la terre végétale choisie est argileuse et imperméabilise trop fortement le bassin. Avec sa strate de végétation basse très dense et sa forte humidité, le bassin pourrait accueillir des batraciens, son enclosure leur fournit un espace de tranquillité (cf. figure 7.14) Les pentes et le chemin de l'eau sur les bassins versants sont par moment perceptibles, comme dans la zone des bosses (ce sont des buttes de confinement des terres polluées), extrêmement pentue, ou sur le terrain de basket présenté dans les photographies de la figure 7.13 La plupart du temps cependant, le déplacement de l'eau est peu lisible, et pour cause, il est en partie souterrain.

²⁸⁶ Selon lesquelles un garde-corps doit être mis en place pour tout dénivelé de quarante centimètres ou plus pour un mètre.



Figure 7.13 Photographies des noues, quartier de la Noüe

Auteure : Emma Thébault, 12/04/2017 et 09/08/2019

1. La noue n°1 (cf. figure 7.11) pendant les travaux : elle est remplie de terre végétale, recouverte de copeaux de bois, et jalonnée de seuils. Le fond est bâché afin de faire circuler l'eau et d'éviter le creusement. La présence de la bâche est assez étonnante dans la mesure où le fond de la noue est censé être équipé par un drain.
2. La noue n°2 (cf. figure 7.11) : au premier plan une rigole longeant la noue est visible. Elle dirige l'eau ruisselée sur le sol imperméable de la promenade vers les différents biefs de la noue.
3. 4. et 5. Détails du bief. Sur la première image le bief se fond harmonieusement dans la végétation, sur la deuxième photographie figure le petit canal de direction de l'eau de la rigole vers la noue. Enfin la

troisième image présente la petite plateforme en biais qui dirige l'eau amenée par la rigole et le canal de direction vers la portion de noue aval.

5. Strate basse et arbustive de végétation formant un abri potentiel pour les insectes et les oiseaux.

6. Le terrain de basket, partie du bassin versant de la noue n° 2, est en pente, comme tout le site, vers l'est.



Figure 7.14 Photographies du bassin et des espaces publics de la Noue

Auteure : Emma Thébault, 12/04/2017 et 09/08/2019

1. Le bassin n° 3 (cf. figure 7.11) au moment des travaux : des tranchées sont creusées au fond du bassin pour conduire l'eau qui est amenée par une bouche en haut à gauche de la figure. Des bouches

d'évacuation des eaux en surverse de la pluie décennale pour laquelle le bassin est calibré sont aussi visibles (les trois autres bouches visibles sur la photographie). Le bassin est fermé par une ganivelle.

2. Le même bassin, deux ans plus tard : une strate herbacée vive et dense s'est installée en fond de bassin, de hautes herbes se sont développées sur ses pentes, et des arbustes et arbres occupent le pourtour et le fond. Les trois strates végétales sont présentes (herbacée, arbustives, arborée), favorables au développement de la faune.

3. et 4. Les espaces de pleine terre occupent une partie de l'espace public et permettent la gestion des petites pluies par stockage dans les sols, évapotranspiration et éventuellement infiltration.

5. Le bassin versant des bosses (cf. figure 7.11), également butte de confinement des terres polluées, est un espace au relief très marqué.

6. Un large pied d'arbre végétalisé entre les buttes et les bosses fait apparaître un contraste entre la végétation des pentes et des fonds de reliefs : la première est sèche, la seconde est vive et verte, elles ne profitent pas de la même irrigation, du fait de leur localisation distincte.

Les espaces végétalisés du site sont assez divers, certains sont plutôt humides comme le bassin végétalisé et la noue, d'autres sont très secs. Les espaces végétalisés représentent une place importante de l'espace public (la noue prend trop de place dans l'espace public selon l'architecte du projet, chapitre 6, T3 V16, réunion de chantier 24/05/2017), ils ne sont cependant pas directement liés entre eux ni avec les quartiers alentours, le lien avec le parc des Guilands n'est pas réalisé : la zone sud du site est gérée de manière conventionnelle et à l'ouest le parc n'est pas limitrophe du quartier. Aucune espèce particulière n'a été rencontrée pendant la visite du site, cependant, en raison de la pluie, les insectes étaient probablement dissimulés.

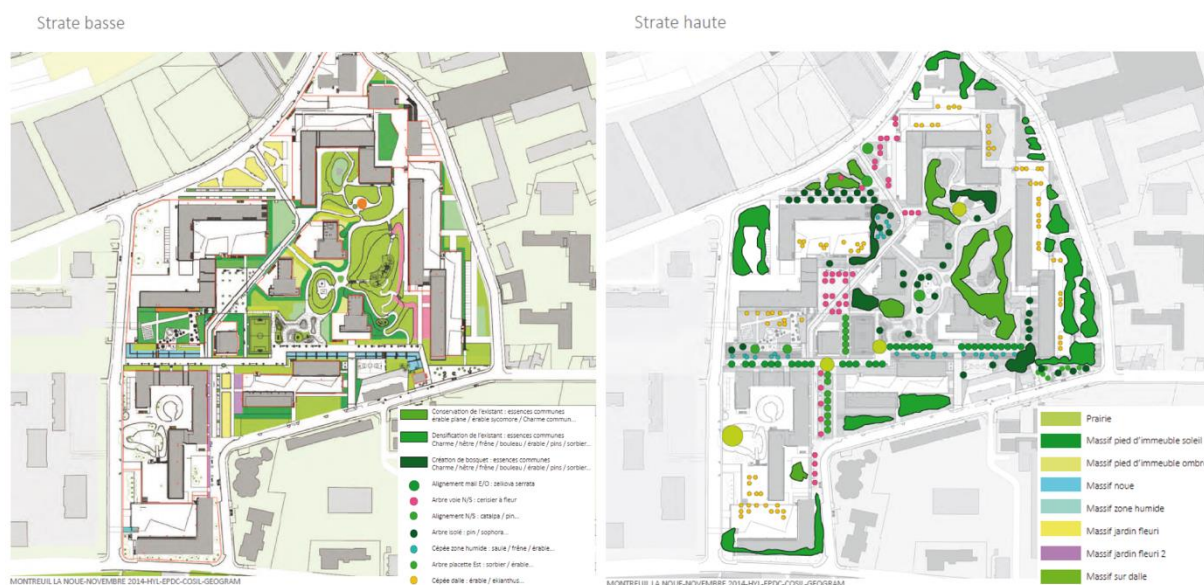


Figure 7.15 La Noue : une trame végétale polarisée par le cœur du quartier

Source : (ville de Montreuil, 2014 : 12-13)

Les maîtres d'œuvre du projet affirment que la gestion des eaux de pluie à la parcelle apporte essentiellement des contraintes au projet et ne contribue pas à la qualité urbaine. Pourtant, il semble que la variété des milieux créés dans ce site, les dimensions et l'originalité des espaces végétalisés sont liés à cette gestion, et qu'elle contribue à la diversité des paysages urbains. Aucune trame aquatique n'est clairement visible dans le quartier, cependant l'association entre la noue et la promenade piétonnière est explicitée par les petits dispositifs présentés dans la figure 7.13, et le bassin paysager a été conçu pour être humide (figure 7.14). La gestion de l'eau de pluie est très liée à la topographie du site, conformément à l'importance

que lui donnent hydrologues urbains et paysagistes (cf. chapitre 6, section 1.3.). Cependant le quartier est peu intégré à la trame intercommunale du Parc des Hauteurs, ou même au tissu urbain contigu.

Des noues et un bassin végétalisé secs pour la gestion des eaux de pluie à Hoche

La commune de Nanterre a récemment élaboré une politique contraignante de gestion des eaux de pluie formalisée par le règlement d'assainissement approuvé en février 2016 : selon ce dernier, la pluie décennale doit être gérée à la parcelle, et, si ce n'est pas possible, les rejets aux réseaux sont régulés à 2 L/s/ha pour une pluie décennale dans la zone étudiée (Ville de Nanterre, 2016 : 7). Le quartier Hoche est situé dans une zone où les rejets régulés d'eau pluviale vers la Seine sont conseillés²⁸⁷ et où l'infiltration est déconseillée (Ville de Nanterre, 2016 : 11). Le Plan Local d'Urbanisme de la commune impose aussi de consacrer 80 % de la surface des toits à la production d'énergies renouvelables ou de les végétaliser avec au moins dix centimètres de substrat (selon la responsable du service Assainissement de la ville de Nanterre à l'établissement public territorial Paris Ouest la Défense). Le règlement d'assainissement des Hauts-de-Seine porte la gestion des eaux pluviales à la parcelle depuis le début des années 2000 (cf. chapitre 4). Le quartier, bien qu'antérieur à ces règlements, respecte une limitation des rejets vers le réseau départemental de 2 L/s/ha en surverse de la pluie décennale pour laquelle les ouvrages sont calibrés. Il est hors des zones submersibles du plan de prévention du risque d'inondation de la Seine malgré la proximité du fleuve.

Les parcelles des promoteurs et bailleurs mettent en œuvre la régulation à 2 L/s/ha, souvent au moyen de bassins de stockage-restitution enterrés sous ou dans les parkings, au détriment d'une gestion qualitative de surface (selon la responsable du service Assainissement de la ville de Nanterre à l'établissement public territorial Paris Ouest la Défense). Les toits terrasses étaient initialement végétalisés, et des espaces de pleine terre en cœur d'îlot permettent de réduire les espaces imperméabilisés et le ruissellement associé. Les toitures semblent cependant aujourd'hui peu végétalisées ou simplement équipées d'un sedum rouge peu efficace pour la gestion des eaux de pluie lorsqu'on les observe par photographie aérienne. Une partie des eaux de pluie des parcelles est réutilisée pour l'arrosage des espaces végétalisés ou le nettoyage des espaces publics (Ekopolis, 2012 : 17).

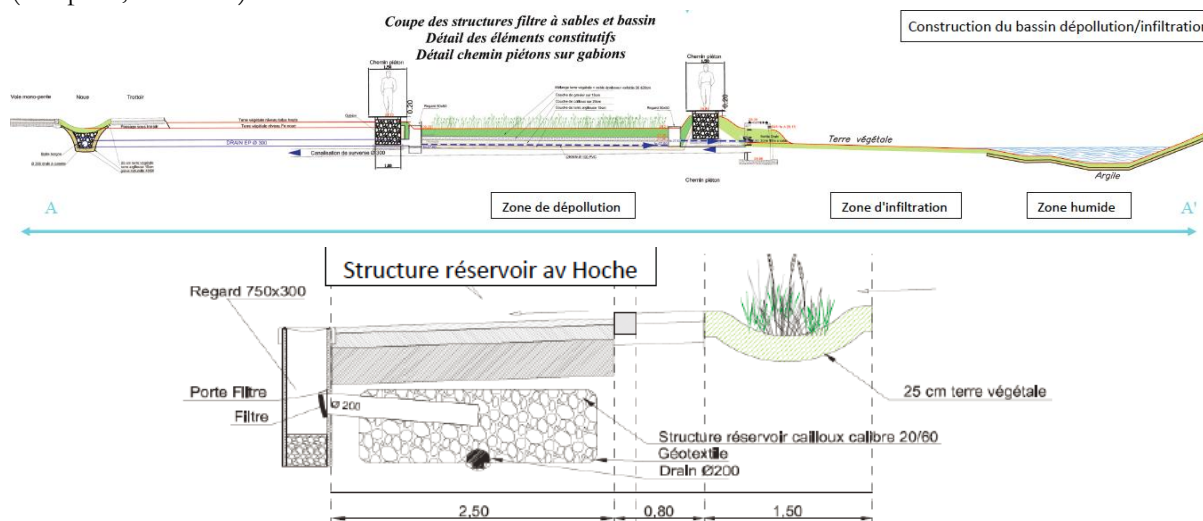


Figure 7.16 Schéma en coupe longitudinale du bassin de retenue et schéma en coupe d'une structure réservoir de l'avenue Hoche

Source : (Département des Hauts-de-Seine, 2015)

²⁸⁷ Le rejet direct en Seine augmente la régulation des débits rejetés à 10 L/s/ha pour une pluie décennale, et après autorisation de la police de l'eau.

Les espaces publics du quartier sont équipés de noues et de tranchées drainantes : l'eau ruisselant sur les voies de desserte et les chemins piétonniers est gérée par des noues végétalisées, qui se déversent grâce à un réseau de drains dans le bassin de retenue du quartier. Celui-ci a une dimension de 400 m³, il est composé de deux compartiments, le premier est imperméable, il est atteint après un passage en chambre à sable, et est dédié à la dépollution des eaux par décantation. Les eaux sont ensuite amenées dans un second bassin par des drains, celui-ci est conçu comme une zone d'infiltration puis une zone humide (cf. figure 7.16). Ce système est dimensionné pour une pluie d'occurrence centennale ; le bassin possède tout de même une surverse vers le réseau départemental déjà évoqué. Les chambres à sables sont situées sous les chemins piétonniers, encadrant la zone de dépollution. Dans le compartiment de droite sur ce schéma en coupe, une couche d'argile imperméabilise le sol et permet la formation d'une petite zone humide.

Les eaux de ruissellement de l'avenue Hoche, départementale qui sépare le quartier du parc du Chemin de l'île, sont gérées différemment. Cette voie est très empruntée, car elle est conduite à la gare de triage des bus de la Défense : elle est considérée comme polluée par la direction régionale interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France qui proscrit l'infiltration de ses eaux (selon la responsable du service Assainissement de la ville de Nanterre à l'établissement public territorial Paris Ouest la Défense). Elles sont injectées dans des tranchées drainantes isolées par une géomembrane qui les conduisent vers le collecteur départemental, avec également une régulation à 2 L/s/ha. L'eau de pluie est injectée dans la structure réservoir, située sous le trottoir, à la fois par la noue végétalisée, en infiltration, à la fois par une bouche d'injection venant des regards qui récupèrent l'eau de la chaussée et du trottoir après filtration. Un drain permet à l'eau de circuler dans la structure réservoir, vers le collecteur départemental.

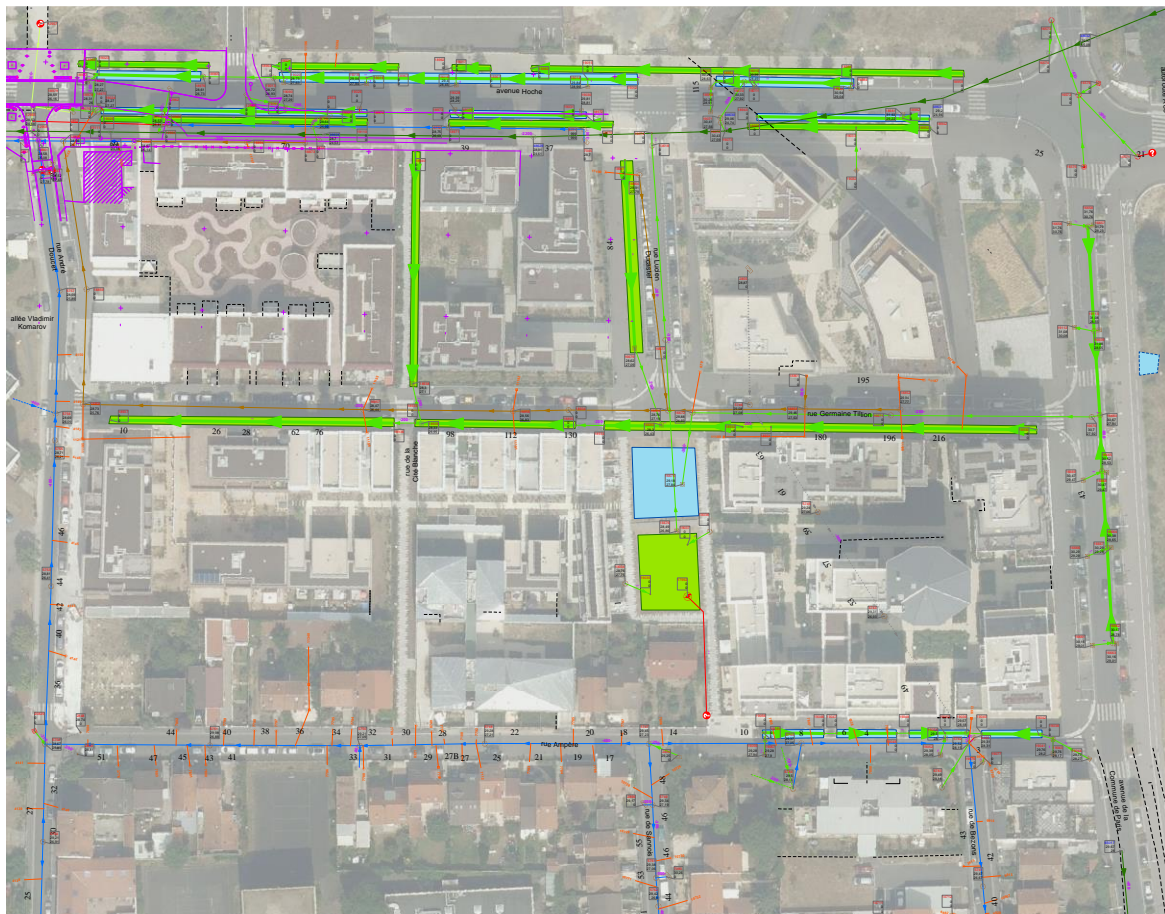


Figure 7.17 Un traitement différencié selon les voiries drainées, l'écoquartier Hoche

Source : extrait du plan de réseau d'assainissement de Nanterre fourni par la responsable du service Assainissement de la ville de Nanterre à l'établissement public territorial Paris Ouest la Défense.

Sur le plan de la figure 7.17 sont figurées en vert fluo les noues et tranchées ainsi que par des flèches le sens de l'écoulement de l'eau. Les lignes et flèches vert foncé au nord du site figurent le réseau départemental dans lequel se rejettent les noues et tranchées de l'avenue Hoche. Les deux compartiments sont représentés par deux carrés de couleur : le premier, destiné à l'épuration, est bleu, le second est vert. La surverse du deuxième bassin vers le collecteur départemental est visible. Le lien entre les ouvrages de surface et le réseau est encore une fois ici très fort.

Sur les chaussées et dans les espaces publics, l'eau s'écoule en surface librement vers les noues qui prennent en charge les petites pluies. La voirie et les trottoirs sont donc en pente vers les noues, ou vers les avaloirs qui les renvoient vers des noues. Les noues jouent ici un rôle de délimitation entre voirie et trottoirs. L'espace au sol est assez marqué par l'absence de nivellement, contrairement au quartier de la Noue où le relief était très sensible et les ouvrages très délimités ; ici le sol est plan et les pentes difficiles à percevoir. Le bassin de retenue est souvent asséché, car il est surdimensionné et trop perméable (selon la responsable du service Assainissement de la ville de Nanterre à l'établissement public territorial Paris Ouest la Défense). Les espèces végétales ont été choisies pour résister aux variations climatiques, et la diversité des essences doit préserver les espaces végétalisés des épidémies (Département des Hauts-de-Seine, 2015). Il n'y a pas de continuité végétale entre la trame de noues plantées et le parc du Chemin de l'Île.



Figure 7.18 Photographies des noues et du bassin de retenue de l'écoquartier Hoche

Auteure : Emma Thébaud, 25/05/2016 et 07/08/2018

1. Noue séparant la piste cyclable de la voirie sur l'avenue Hoche. Il reste peu d'espace pour les piétons et la strate basse aux pieds des arbres est piétinée.
2. Le bas-côté de gauche dans la sente piétonnière au nord-ouest de l'opération est dédié au stockage et au transport des eaux de pluie vers la rue Germaine Tillon. Le bas-côté de droite est végétalisé par des arbustes plus denses qui cachent le cœur d'îlot ouvert sur la sente.
3. L'absence de nivellement entre le trottoir et la chaussée est particulière dans la rue Germaine Tillon : la séparation entre les trames de déplacements est réalisée par une bordure striée en fonte et par une noue plantée d'herbes hautes.
4. Une plaque ajourée en fonte maintient la continuité de la noue devant une entrée de garage : l'eau s'écoule sous et à travers la plaque.

5. et 6. Vues depuis le deuxième compartiment du bassin vers la rue Germaine Tillon et vers la rue Ampère : profond, il est planté d'une strate herbacée et d'arbres.

Malgré la conception conjointe du quartier et de la gestion des eaux de pluie à la parcelle, aucun lien ne semble être fait entre la gestion des espaces publics et celle des espaces privés, peu maîtrisée par les aménageurs selon la responsable du service Assainissement de la ville de Nanterre à l'établissement public territorial Paris Ouest la Défense. La gestion de l'eau de pluie est ambitieuse en termes de fréquence de pluie gérée (*i. e.* la centennale), cependant, cette forte ambition a mené à la conception d'ouvrages prévus pour des événements extrêmes et ne fonctionnant au quotidien pas comme prévu ; les bassins sont des espaces très secs, et profonds, ils sont peu appropriables par les habitants. Selon une habitante du quartier, le bassin est aujourd'hui consacré aux besoins canins. Le système de noue du quartier, accompagnant les voiries peu circulées, est fonctionnel et contribue à la qualité paysagère du site. Cependant, ces espaces sont trop restreints et leur végétation trop peu variée pour constituer des zones d'habitats substantielles pour la faune et la flore.

2.2 Les grands quartiers urbains polarisés par une pièce d'eau

Une boucle d'eau épuratrice dans le quartier des Docks

L'arrêté préfectoral n°2017-2256 du 20 juillet 2017 portant autorisation d'aménagement de la ZAC des Docks à Saint-Ouen, indique que le quartier est contraint par une limitation des rejets des eaux de pluie dans les réseaux à 10 L/s/ha pour une pluie décennale ; cette limitation a fait l'objet d'une convention entre les maîtres d'ouvrage (Sequano et la Métropole du Grand Paris), l'établissement public territorial Plaine Commune et le département de la Seine-Saint-Denis (Préfecture de Seine-Saint-Denis, 2017 : 4). Le site est en grande partie en zone d'aléas forts et très fort du plan de prévention du risque inondation : cette cartographie du risque conditionne son aménagement. Le grand parc des Docks est situé au niveau de la zone d'aléa très fort, au nord de l'opération. Afin de respecter le règlement du plan de prévention du risque d'inondation, aucun remblai ne peut être effectué dans les zones d'aléas : les nouveaux volumes apportés par le bâti sont compensés par des volumes soustraits. Le parc des Docks est en creux ; il forme une zone d'expansion de crue de la Seine. Les immeubles construits en zone inondable font l'objet d'une conception particulière : les rez-de-chaussée ne sont pas habités, les parkings sont inondables, ils constituent des volumes capables d'accueillir les eaux de Seine si celle-ci déborde.

La cartographie de l'aléa inondation dans la commune de Saint-Ouen n'indique pas à quelle catégorie de la nomenclature du plan de prévention du risque d'inondation appartient le site. On a cependant estimé que la partie du site soumise aux aléas inondations très forts (cf. figure 7.19) relève de la zone orange, c'est-à-dire à une « zone urbaine- hors centre urbain- en aléa très fort », où il convient de « ne pas augmenter la vulnérabilité des biens et des personnes. De manière générale toute construction y est interdite, l'entretien des bâtiments est autorisé notamment pour réduire la vulnérabilité » (Préfecture de la Seine-Saint-Denis, Direction départementale de l'Équipement de Seine-Saint-Denis, 2007 : 7). Les espaces de loisirs et de sport ainsi que les jardins familiaux sont notamment autorisés en zone orange, ce qui explique la localisation du grand parc en zone d'aléas très forts (Préfecture de la Seine-Saint-Denis, Direction départementale de l'Équipement de Seine-Saint-Denis, 2007 : 25). Le secteur concerné par des aléas forts correspond à la zone jaune, dans laquelle « il y a lieu de permettre le développement et la restructuration de la ville, tout en tenant compte du risque pour les personnes et les biens. Les constructions nouvelles et l'entretien des bâtiments existants sont autorisés et soumis à certaines règles destinées à diminuer la vulnérabilité des biens » (Préfecture de la Seine-Saint-Denis, Direction départementale de l'Équipement de Seine-Saint-Denis, 2007 : 8). En zone jaune seuls les sous-sols à usage autre que le stationnement et les remblaiements sont

interdits (Préfecture de la Seine-Saint-Denis, Direction départementale de l'Équipement de Seine-Saint-Denis, 2007 : 27)

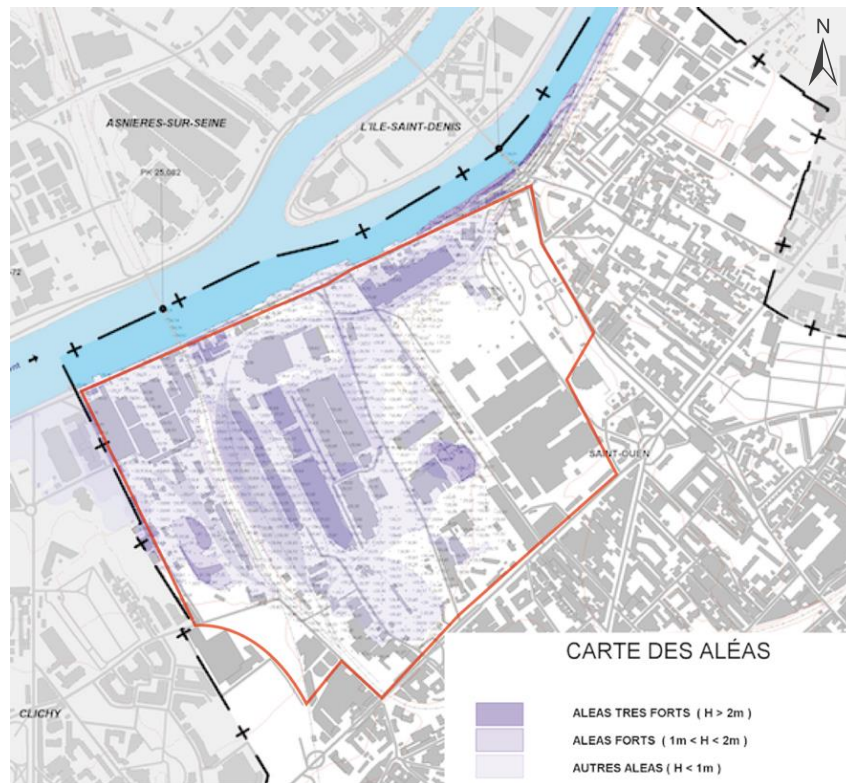


Figure 7.19 les Docks, un quartier construit en zone inondable du plan de prévention du risque inondation

Source : (Préfecture de Seine-Saint-Denis, 2007)

Dans les parcelles privées, l'eau de pluie est gérée par des toitures terrasses, des espaces de pleine terre en cœur d'îlot et des ouvrages enterrés. L'eau non gérée par les ouvrages des parcelles privées est redirigée vers les espaces publics dont les ouvrages de stockage doivent assurer la protection des biens et des personnes (Préfecture de Seine-Saint-Denis, 2017 : 4).



Figure 7.20 Les toitures terrasses comme argument promotionnel dans le quartier des Docks

Sources : <https://www.atelierdupont.fr/4346251/les-docks> et <http://www.lepenhuel.net/zac-des-docks-saint-ouen>, consultés le 12/05/2019.

La végétalisation de la toiture est présentée par les architectes et les promoteurs des opérations comme un élément de qualité du cadre de vie. Au sein d'une opération dense, d'habitat collectif, les toitures aménagées en terrasses végétalisées constituent des espaces verts privés pour les habitants des résidences, voire de potentiels jardins potagers :

« Au rez-de-chaussée, un passage privé traverse l'îlot via un jardin paysagé tandis que le socle du bâtiment accueille des commerces. Il y a des terrasses plantées à presque tous les niveaux et un vaste jardin potager collectif sur le toit ouvert aux habitants. À l'heure où consommer local est une nécessité, où les surfaces libres de nos villes sont rares, utiliser les toits est une heureuse alternative. » (page internet de présentation d'un lot conçu par l'Atelier du Pont Architecte et Architecte d'intérieur²⁸⁸)

L'agence d'architecture Atelier du Pont présente ainsi l'omniprésence de la végétation, à tous les niveaux de l'immeuble, avec comme pièce maîtresse les jardins potagers collectifs (cf. figure 7.19).

Dans le domaine public, l'eau de pluie est gérée de manière gravitaire par un réseau de noues, elle est en partie amenée dans le bassin du Grand Parc. Dans ce parc sont mis en œuvre différents systèmes de traitement des eaux de pluie et des eaux grises, dédiés au nettoyage des rues, à l'arrosage des espaces verts, et pour une petite portion, à l'arrosage des jardins partagés et ouvriers (Préfecture de Seine-Saint-Denis, 2017 : 4).

Les eaux grises de la serre pédagogique située dans le parc sont récupérées, elles sont injectées dans des filtres plantés qui en assurent l'épuration ; les eaux ainsi traitées sont utilisées pour arroser la zone d'infiltration (cf. figure 7.21, schéma 1) (chapitre 6, T1 E13, cheffe de projet, Phytorestore, 30/05/2018). Les eaux pluviales sont gérées par une « boucle filtrante » : « L'objectif est de rendre le parc autonome hydrauliquement et d'éviter le recours à l'eau potable » (Le Doujet, Jacquet, 2011 : 2). L'eau de pluie des rues des secteurs et parvis adjacents est récupérée dans le grand bassin, le bassin A de 10 000 m³ (cf. figure 7.21). L'eau est ensuite pompée par la station de pompage (cf. figure 7.21, schéma 1) jusqu'en haut d'un canal planté et partitionné par des seuils (« bassins en cascades » sur les figures), ce canal traverse le parc, épure et oxygène les eaux (Le Doujet, Jacquet, 2011 : 4). L'eau ainsi épurée arrive ensuite dans le bassin B de 3 000 m³, d'où elle est pompée pour l'arrosage de la végétation du parc et des voiries. Ce bassin communique en surverse avec le premier. Cette boucle filtrante fonctionne en permanence. Les eaux sur le parvis et les voiries sont traitées avant l'arrivée dans le bassin par des filtres de piégeage situés sur le parvis au sud du bassin (cf. figure 7.21, schéma 2). Les eaux de la rue d'une rue perpendiculaire au parc sont traitées par décantation et par filtration dans le jardin filtrant B (cf. figure 7.21) avant d'être renvoyées dans le bassin de 3 000 m³.

Une partie des eaux de cette boucle filtrante est prélevée pour être utilisée dans les jardins collectifs : « afin de répondre aux normes sanitaires imposées par l'arrêté ministériel du 2 août 2010 » (Le Doujet, Jacquet, 2011 : 6), elle est traitée avant d'être stockée dans une cuve de 30 m³ destinée à l'irrigation des potagers. Le traitement se fait au moyen de deux filtres : un filtre vertical, dédié au piégeage des matières en suspension, composé de couches de graves de plus en plus fines, et de racines de végétaux, puis d'un filtre horizontal, qui fonctionne en situation d'anoxie, destiné à piéger les micropolluants, notamment grâce aux racines des plantes :

« [Le] jardin filtrant [...] c'est un ouvrage terrassé, étanche avec une géomembrane, avec un support de type cailloux ou autres - ça dépend de ce qu'on a à traiter - et planté. Et en fait c'est par le passage de l'eau à travers ce filtre, organique ou minéral, c'est-à-dire le passage des cailloux et des racines, que c'est dépollué. Parce que les bactéries qui sont au niveau des racines, ça s'appelle la rhizosphère, permettent de traiter. Donc tout se fait au niveau des parties souterraines et pas au niveau de la partie aérienne. [...] [C]e qui va différer c'est si on veut changer les substrats selon ce qu'on a à traiter et les écoulements

²⁸⁸ Source : <https://www.atelierdupont.fr/4346251>, consulté le 12/05/2019.

aussi. Par exemple, ici sur le [jardin filtrant] A on a gardé une filtration verticale, en fait c'est un filtre vertical, ça permet de garder les matières en suspension à la surface du filtre, [...] et l'horizontal va permettre plutôt traiter ce qu'on appelle les matières dissoutes. Donc la technique de filtration, de percolation, elle va être différente selon ce qu'on a à traiter.» (chapitre 6, T1 E13, cheffe de projet, Phytorestore, 30/05/2018)

Dans les filtres verticaux, l'eau est aspergée sur le dessus et se déplace de manière verticale, traversant les graves pour atteindre le fond étanché, d'où elle est drainée. Les filtres verticaux précèdent les filtres horizontaux, dans lesquels l'eau circule plus lentement, se déplaçant à l'horizontale. Elle y séjourne, les matières dissoutes peuvent ainsi être traitées. Ils permettent notamment de piéger les hydrocarbures présents dans les eaux pluviales, constitués de longues chaînes carbonées dont la dégradation par les bactéries est longue (chapitre 6, T1 E13, cheffe de projet, Phytorestore, 30/05/2018). Les espèces de plantes choisies pour épurer les eaux sont diverses : si la partie souterraine seule importe pour l'épuration des eaux, la partie aérienne n'est pas dénuée d'intérêt esthétique selon ses concepteurs : « [l]e rendu final [des filtres plantés] est une zone végétalisée variée en taille et en couleur » (Le Doujet, Jacquet, 2011 : 3).

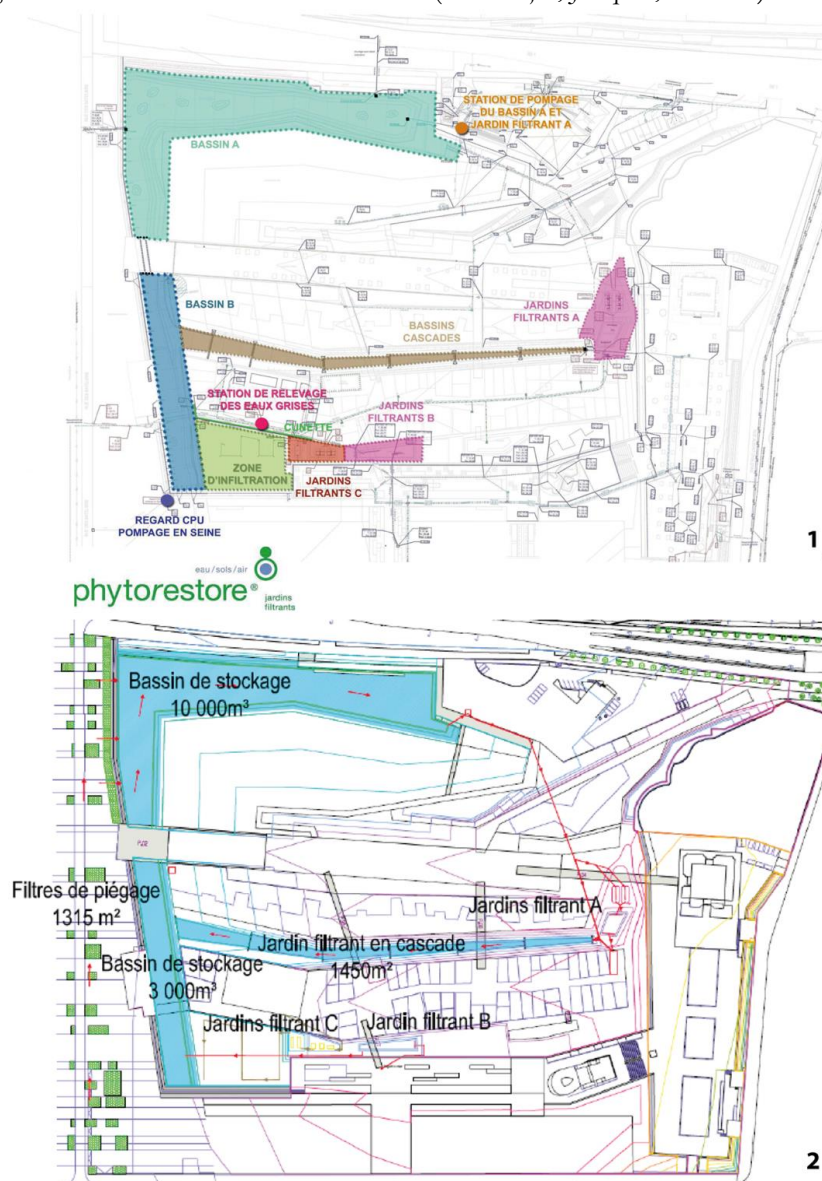


Figure 7.21 Schéma du fonctionnement des ouvrages du Grand Parc des Docks de Saint-Ouen

Sources : 1. Plan communiqué par la chef de projet de Phytorestore à l'occasion de l'entretien mené (cf. chapitre 6), 2. (Le Doujet, Jacquet, 2011 : 6)



Figure 7.22 Photographies des bassins, noues et ouvrages de gestion des eaux de pluie dans le quartier des Docks

Auteure : Emma Thébault, 10/07/2017, 06/04/2018 et 09/08/2018

1. Les bassins en cascade vus depuis l'aval : l'eau est oxygénée par le mouvement donné à l'écoulement par la pente, les seuils et les roches disposés dans son lit.
2. Dans le mur en gabions, on distingue des bouches d'amenée de l'eau de pluie dans le bassin B : l'eau qui s'écoule est donnée à la vue.
3. Au fond de certaines noues, de l'eau stagnante est visible devant un avaloir équipé d'une grille.
4. La parcelle d'Alsthom dans le secteur Dhallenge, est longée par une noue aménagée dans le sens d'une pente assez marquée : comme le canal du jardin, elle est ponctuée de seuils, ici plutôt destinés à ralentir l'eau. L'eau de pluie a, ailleurs, raviné les berges de la noue le long du muret.
5. Les noues sont traversées par des passages piétonniers, elles sont liées par des ajutages.
6. et 7. La même noue, à différents stades de pousse de la végétation : en fond de noue une cunette²⁸⁹ en béton empêche l'eau de stagner, les avaloirs et bouches d'amenées de l'eau sont grillées, elles sont visibles mais camouflées par la végétation une fois poussée. Celle-ci est composée de plantes herbacées assez hautes, avec des fleurs colorées vives.
8. Une grille ajourée mène à dans un bassin végétalisé filtrant à l'amont du bassins B sur le parvis au sud-ouest du parc.
9. L'écriteau indique que le robinet délivre de l'eau non potable, dédiée à l'arrosage : elle vient de la cuve dédiée aux jardins collectifs, elle a été filtrée par le jardin filtrant A.
10. Filtre planté horizontal du jardin filtrant C. Au second plan se trouve la serre pédagogique dont les eaux grises sont recyclées (cf. figure 7.21, schémas 1).
11. Jardin filtrant A (cf. figure 7.21 schémas 1).

Les eaux grises de la serre pédagogique sont également traitées hors de la boucle filtrante : elles sont récupérées, puis traitées par le jardin filtrant C (cf. figure 7.21, schéma 1) et irriguent ensuite la zone d'infiltration (cf. figure 7.21, schéma 1) composée de plantes horticoles, où il est prévu qu'elles servent à recharger la nappe phréatique.

La végétation des bassins en eau est pensée pour l'épuration des eaux. Similaire à la végétation d'une zone humide, elle est composée de strates selon l'étagement des berges : en pieds de berges se trouve une ceinture de plantes herbacées, composées majoritairement d'hélophytes, qui fait place à une strate arbustive « de type saulaies – aulnaies - frênaies » (Le Doujet, Jacquet, 2011 : 2) en haut des berges. Dans le bassin, flottent des nénuphars blancs, qui ne sont pas des espèces exotiques contrairement aux nénuphars roses que l'on trouve souvent dans les plans d'eau urbains, selon Manuel Pruvost-Bouvattier. Les bassins végétalisés sur le modèle des zones humides naturelles attirent une faune avicole nombreuse : on y croise des canards, des oies bernaches, des hérons, des foulques et des poules d'eau. Des poissons sont également visibles. Peu d'insectes ont été aperçus pendant notre journée d'observation : le temps était à l'orage, les insectes sont ordinairement peu visibles dans ces conditions.

Le parc est composé de plusieurs zones de végétation ; outre la zone humide une prairie dotée d'arbres et d'arbustes, les jardins, une fruticée peuvent fournir des habitats à de nombreux insectes et éventuellement des petits mammifères. La mosaïque de milieux créée est fertile pour la faune selon Manuel Pruvost-Bouvattier. Le lien avec la Seine n'est réalisé que par la surverse des bassins, en cas de montée en eau (une vanne de sécurité permet également de fermer cette surverse en cas de pollution accidentelle (Préfecture de Seine-Saint-Denis, 2017 : 4). Les noues des rues adjacentes restent trop étroites malgré leurs dimensions généreuses, pour former des milieux de vie : aucune trame ne relie directement le parc à un espace végétalisé important.

²⁸⁹ Les cunettes sont des petits caniveaux.



Figure 7.23 Photographies des oiseaux et de la mosaïque de milieux du Grand Parc des Docks de Saint-Ouen

Auteure : Emma Thébault, 10/07/2017, 06/04/2018 et 09/08/2018

1. Une zone de verger, avec des arbres fruitiers qui nourrissent les oiseaux, et une meule de fauche de prairie en arrière-plan, excellente pour les insectes selon Manuel Pruvost-Bouvattier.
2. Les potagers des jardins ouvriers du parc : toutes les parcelles sont jardinées et riches en légumes.
3. Fruticée, excellente pour les oiseaux et les insectes, selon Manuel Pruvost-Bouvattier, derrière le bâtiment d'Alstom.
4. On distingue un héron cendré derrière une barrière d'hélophytes, notamment composée de massettes, réputées pour leur capacité à épurer les eaux, mais également pour leur caractère invasif. En premier plan, les nénuphars forment un parterre dense de végétation hydrophyte. Au troisième plan, une barrière orange isole la berge de la partie fréquentée par les citoyens.

5. Le profil d'un autre héron se distingue sur les pierres de l'embouchure du canal planté : celles-ci forment des reposoirs pour les oiseaux, mais aussi des caches et des zones d'ombres pour les poissons.
6. Les nénuphars blancs composent des zones de cache et d'habitat pour les batraciens.
7. Quelques foulques ou poules d'eau sortent de la végétation de berge.
8. Une oie bernache nage devant les hélrophytes sèches en hiver.

Le quartier des Docks de Saint-Ouen se distingue par la dimension expérimentale de son traitement de l'eau de pluie et des eaux grises : un système complexe de lagunage, différenciant eaux grises et eaux pluviales, et offrant aux eaux de pluie réutilisées dans les potagers un traitement spécifique. Il mobilise des maîtres d'œuvre et entreprises experts de ces sujets. Ce lagunage est l'occasion de la création d'une pièce d'eau sur le modèle d'une zone humide, alimentée par un canal mimant également le fonctionnement d'un cours d'eau. Le parc associe des milieux divers, vergers, fruticée, prairie sèche et plan d'eau. C'est de plus un espace de grande taille, situé en zone non constructible de la parcelle : il est favorable à l'installation et au développement d'une faune variée. Le lien entre l'espace privé et l'espace public est fait par la gestion du risque inondation : les espaces privés rejettent en cas de forte pluie vers les ouvrages de stockage du quartier et les sous-sols sont conçus comme des volumes utiles en cas de crue. Les pluies modérées sont, comme dans les opérations précédentes, gérées à la parcelle. Cet aménagement nécessite cependant un appareillage mécanique.

La trame verte du quartier Clause Bois Badeau

Le quartier de Clause Bois Badeau à Brétigny-sur-Orge a *a minima* pour contraindre le respect de la limitation des rejets d'eau pluviales du règlement d'assainissement de la communauté d'agglomération Cœur d'Essonne à 1 L/s/ha pour une pluie décennale. La charte d'aménagement durable du quartier indique que « les promoteurs s'engagent collectivement sur l'objectif zéro rejet à l'échelle de la ZAC : (cheminements, toitures végétalisées si possible) Les eaux pluviales seront recueillies et recyclées pour le nettoyage des locaux collectifs, les voiries, les véhicules et l'arrosage des espaces verts » (Brétigny-sur-Orge, Sorgem, 2008 : 22). Cependant, les photographies aériennes ne montrent aucune toiture végétalisée sur la partie déjà sortie de terre.

De manière générale, l'eau de pluie est gérée par la limitation de l'imperméabilisation des parcelles aménagées et par des noues et jardins de traverse qui amènent les eaux collectées vers la zone humide du parc (cf. figure 7.24). Seuls les quartiers situés au nord de celui-ci (faubourg du Mesnil et quartier des Sorbiers), dans lesquels la densité construite est plus importante, et dont les terrains sont en aval en termes hydrologiques, sont gérés de « manière plus traditionnelle » : leurs eaux sont recueillies et rejetées vers les réseaux avec des débits régulés (Atelier Jam *et al.*, 2010 : 16). Les eaux du Faubourg du Mesnil sont récoltées sur le cours Clause (cf. figure 7.24). La place des Sorbiers et le Parc comportent des prairies humides, noues et espaces inondables. Ces derniers sont également présents dans la trame de la portion sud du quartier. Le quartier est donc structuré par des noues de stockage est-ouest, des noues d'écoulement sud-nord et des zones humides dans les espaces publics.

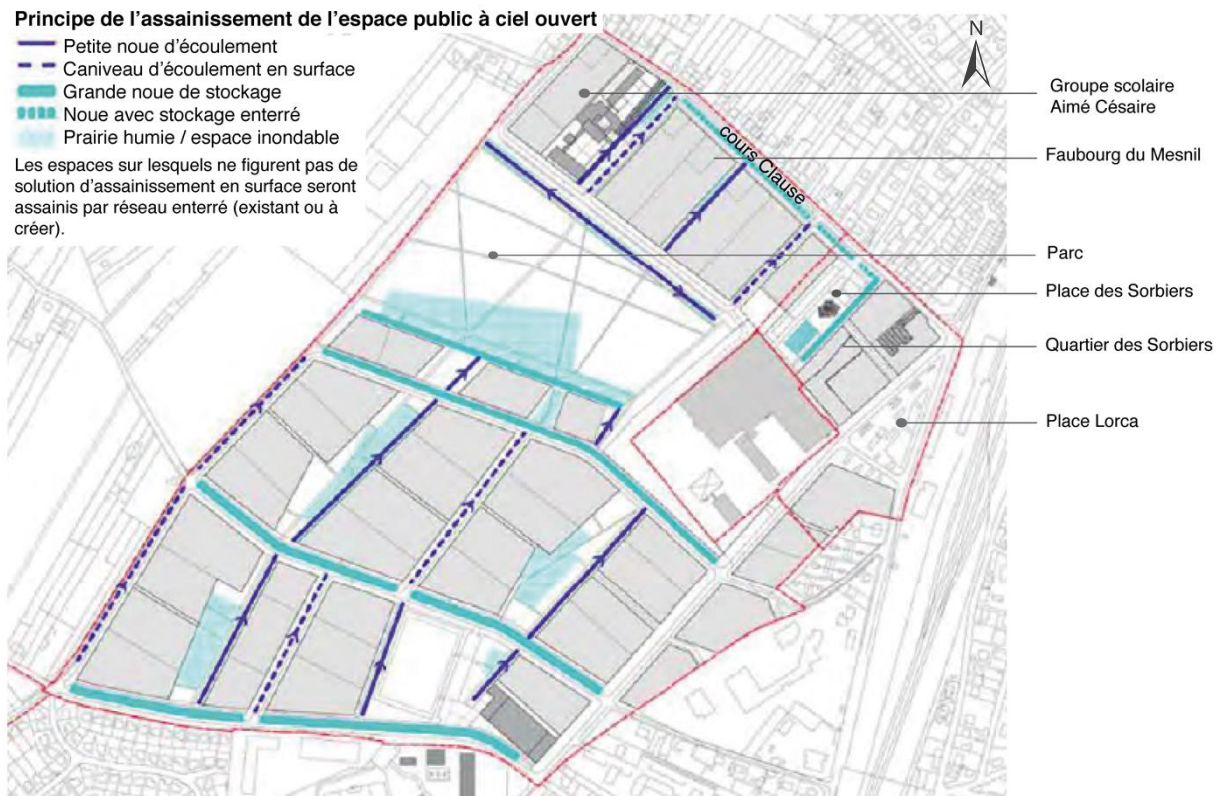


Figure 7.24 Schéma de principe de gestion des eaux de pluie du quartier Clause Bois badeau

Source : (Atelier Jam *et al.*, 2010 : 16)

La place Lorca, en entrée de quartier depuis la gare RER, non intégrée à ce schéma de gestion, est également équipée pour une gestion alternative des eaux de pluie. Elle est constituée d'une surface qui pente vers l'est, où une noue remplie de cailloux et de prèles géants récupère et stocke les eaux, le long de la rue Pierre Brossolette. L'eau de la voirie y est amenée par des drains souterrains. L'eau du parvis de la place ruisselle jusqu'à la noue par l'intermédiaire de trois cunettes. Sur cette place, la végétation est seulement composée d'une strate arborée et de jardinières horticoles peu favorables au développement de la faune. Dans la noue, des prèles géantes forment une barrière végétale esthétique, mais peu intéressante en matière d'habitat, selon Manuel Pruvost-Bouvattier. Les aménagements sont seulement favorables aux oiseaux.



Figure 7.25 Photographies de la Place Lorca, une place minérale équipée pour gérer ses eaux de ruissellement, quartier Clause Bois Badeau

Auteure : Emma Thébault, 08/08/2018

1. La Place Lorca : une place très minérale légèrement en pente vers une zone boisée derrière laquelle une noue délimite la place.
2. Le chemin de l'eau rendu visible par la déteinte du bois d'une jardinière.
3. Des petites noues en bordures de trottoirs récupèrent leur eau, en haut de la place Lorca.
4. Une cunette traverse la place d'ouest en est, dans le sens de la pente, vers la noue derrière la zone boisée.
5. Partie boisée à l'est de la place, le long de la rue Pierre Brossolette. Un banc est installé dans l'ombre des arbres. Les espaces boisés sont relativement pauvres au sol où aucune strate moyenne ou basse ne fournit d'abri pour la faune.
6. Arrivée de la cunette dans la noue remplie de cailloux, de prêles et de agrémentées de quelques arbres. Un avaloir grillé est visible au sol.

La maison des Sorbiers, ancienne demeure de Lucien Clause, est située sur la place des Sorbiers au nord-est de l'opération. Sur le schéma de la figure 7.24, celle-ci semble comporter un bassin de retenue, il n'est pourtant pas présent sur le site. Une grande noue est en revanche aménagée à l'est du site, et à l'ouest, en parallèle, se trouve une promenade plantée d'espèces végétales souvent horticoles aux strates complémentaires (herbacées, arbrisseaux et arbres) liées avec le jardin ouvert du cœur d'îlot adjacent (cf. figure 7.26, photographie 1). La noue associe un milieu sec, avec les pierres sèches de meulière, et des herbacées et arbrisseaux qui font également le lien avec les jardins des îlots d'habitats, souvent arborés. La trame végétale entre espace public et jardins privés est continue. La présence conjointe de fleurs et de fruits sur la place en fait un espace très favorable à la vie d'une faune variée.

De belles noues généreusement plantées longent le cours Clause au nord du quartier (cf. figure 7.24 et photographies 3 à 6 de la figure 7.26) : les eaux du faubourg du Mesnil et du quartier des Sorbiers y sont amenées et les noues sont reliées aux canalisations d'évacuation souterraine avec un débit régulé. Elles sont plantées de phragmites et de saules, espèces potentiellement envahissantes selon Manuel Pruvost-

Bouvattier. Ce sont des noues de stockage, elles forment une trame continue jusqu'à la rue Aimé Césaire, de petits ponts les enjambent permettant la circulation des piétons. Dans la rue perpendiculaire Aimé Césaire menant au parc, une vaste emprise végétalisée borde le groupe scolaire du même nom : il s'agit d'une grande noue dans laquelle le groupe scolaire rejette ses eaux.



Figure 7.26 Une trame de noues végétalisées parcourt les quartiers au nord du parc du quartier Clause Bois Badeau

Auteure : Emma Thébault, 08/08/2018

1. La noue de la place des Sorbiers est composée d'un milieu sec, elle est remplie de pierres de meulière, et d'une rangée de grandes herbes desséchées, puis des arbrisseau et arbustes font le lien avec les haies et jardins des parcelles attenantes.
2. La promenade plantée de la place des Sorbiers traverse une zone végétalisée aux strates variées, hautes en couleurs, bien qu'horticoles.
3. La noue du cours Clause est plantée de phragmites et de saules.
4. La même noue est très large et dotée d'un bief qui partitionne son cours : elle semble démesurée au vu de la sécheresse de sa végétation.

5. Un cœur d’îlot résidentielisé du faubourg du Mesnil, le long du cours Clause : des ponts levis en entrée des petits collectifs ont deviner la présence d’une noue.
6. Arbre, banc, et petit pont pour les piétons sur la noue du cours Clause.
7. Devant l’entrée du groupe scolaire Aimé Césaire une petite cunette traverse le parvis de l’école, et amène l’eau en contrebas dans la deuxième partie de cette noue qui suit la pente de la rue.
8. Dans la même noue un peu plus haut, la végétation est dense, aux pieds des arbres des herbes croissent.
9. Les eaux de toitures du groupe scolaire Aimé Césaire sont envoyées au fond de noue via une cunette en sortie de gouttière.

Le parc du quartier a été conçu par l’Agence HYL²⁹⁰. La conception de la gestion des eaux de pluie a donné lieu à un travail particulier sur le nivellement du site : celui-ci a plusieurs fonctions, dont celle d’augmenter les pentes qui sont très faibles pour améliorer la circulation de l’eau (Atelier Jam *et al.*, 2010 : 15). Comme le parc de la ZAC des Docks, le parc est délimité par des espaces en creux, des sortes de douves permettant de retenir l’eau. Son boisement et sa zone de prairie ont été conçus dans la continuité des zones boisée et agricoles adjacentes. Des noues bordent les chemins et structurent le parc, celui-ci est marqué par un relief accentué, sur lequel des jeux sont installés, comme dans le quartier de la Noue à Montreuil : ce relief est lié, comme à Montreuil, à la réutilisation sur site des déblais de chantier (en partie seulement), qui forment donc les buttes du parc (Atelier Jam *et al.*, 2010 : 51).

Dans le parc deux mares ont été identifiées, chacune à l’une des extrémités de la zone humide et inondable du parc, alimentées notamment par les eaux de pluie du site (cf. figure 7.27). Une petite mare est située à l’est du parc, elle est recouverte d’hélophytes. Un bassin paysager en eau se trouve à l’ouest du parc : sa végétation est très fournie, de très beaux phragmites (hélophytes), des nymphéas et des nénuphars sauvages (hydrophytes) s’y développent, la végétation aquatique est très diversifiée. Une strate arbustive protège le pourtour. Une zone arborée en hauteur est complémentaire de cet étang (il s’agit du « bois humide » sur le plan de la figure 7.27). Des pontons en bois permettent d’accéder à la pièce d’eau : des libellules, des grenouilles, des canards, des poules d’eau et d’autres oiseaux, des poissons y ont été observés.

²⁹⁰ Également mandataire du groupement de maîtrise d’œuvre pour l’opération de la Noue à Montreuil étudiée dans ce chapitre.

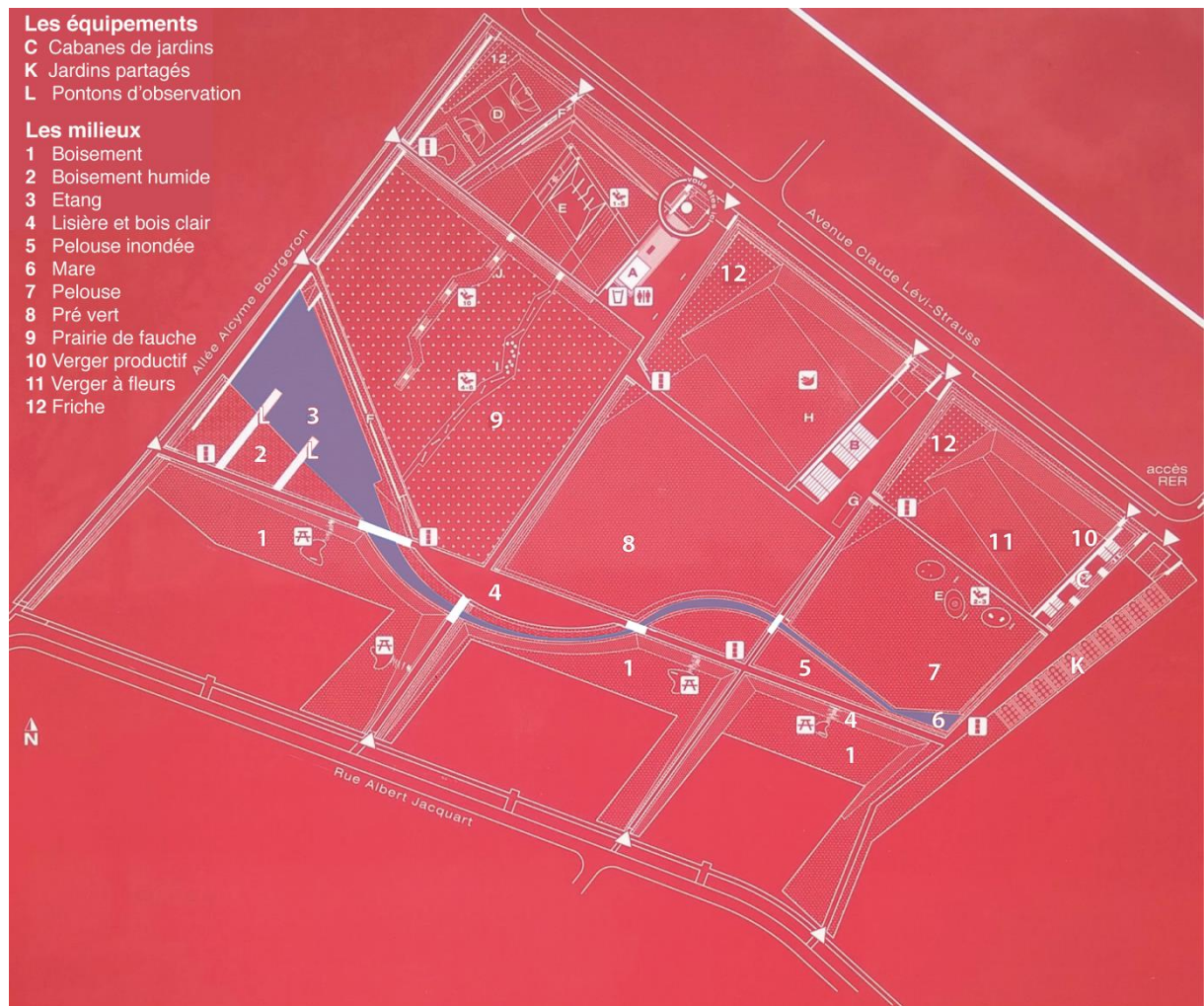


Figure 7.27 Plan du Parc du quartier Clause Bois Badeau

Source : panneau d'information du parc, retravaillé par l'auteure.

À l'est du parc, des cabanes de style pagode sont associées à des jardins partagés (C. sur la figure 7.27) : elles sont dotées de cuves de récupération d'eau de pluie et de robinets ; cependant, contrairement à ceux des Docks, ceux-ci ne sont apparemment plus en état de fonctionner. Un mur de gabions sépare le parc des espaces agricoles, et un chemin longe le parc : il permet probablement, par le nord, d'aller jusqu'au bassin du Carouge. Des friches, des arbres fruitiers, des zones de fauches sont présentes dans le parc, encore une fois favorables à la présence d'une faune variée (cf. figure 7.28).



Figure 7.28 Parc de l'écoquartier Clause Bois Badeau, une mosaïque de milieux différenciés notamment par leur humidité (Atelier Jam *et al.*, 2010 : 16)

Auteure : Emma Thébault, 08/08/2018

1. L'étang photographié depuis le boisement sud (cf. figure 7.27, 1) forme une poche de verdure en contre-bas des prairies et boisements du parc.
2. Des noues et tranchées accompagnent les chemins du parc.
3. Un panneau pédagogique renseigne sur les milieux humides du parc.
4. Longeant l'avenue Claude Lévi-Strauss au nord, un fossé sépare le parc des quartiers résidentiels : des ponts constituent les entrées.
5. L'étang du parc photographié depuis la pointe nord : des hydrophytes flottent à la surface de l'eau, nénuphars sauvages et nymphéas, et des héliophytes ceignent la pièce d'eau.
6. Zone de vergers dans le parc.
7. La mare à l'extrémité est de la zone humide (cf. figure 7.27, 6), aux héliophytes asséchés au cœur du mois d'août.
8. Une cabane de jardins, au style de pagode, dont l'eau des toits est récupérée par une cuve (en rouge) pour la réutilisation dans les jardins collectifs. La cuve et les robinets sont cependant hors d'usage.

Les espaces publics, vastes en proportion de la surface du quartier de Clause Bois Badeau, sont largement équipés pour la gestion de l'eau de pluie : noues et zones humides sont associées au relief maîtrisé du quartier. Ils sont conçus comme des ouvrages de stockage mais aussi de conduite des eaux de pluie vers le parc central. Comme le parc des Docks, le parc de ce quartier associe des types variés de milieux, favorables au développement de la faune. La gestion de l'eau de pluie est ici aussi l'occasion de composer une mosaïque de milieux dans un parc favorable à la vie des espèces animales.

2.3. Zones d'activités et gestion des crues et de la pluie

Milieu humide et prairie dans les Chanteraines

Le quartier d'activités des Chanteraines respecte la limitation des rejets d'eaux pluviales à 2 L/s/ha pour une pluie décennale du schéma d'assainissement départemental des Hauts-de-Seine (IAU Île-de-France, 2011 : 73). Le site est contraint par la pollution des sols de l'ancienne usine Gaz de France et par sa situation en zone d'aléa d'inondation : deux hectares du site sont inconstructibles au plan de prévention du risque inondation (IAU Île-de-France, 2011 : 73).

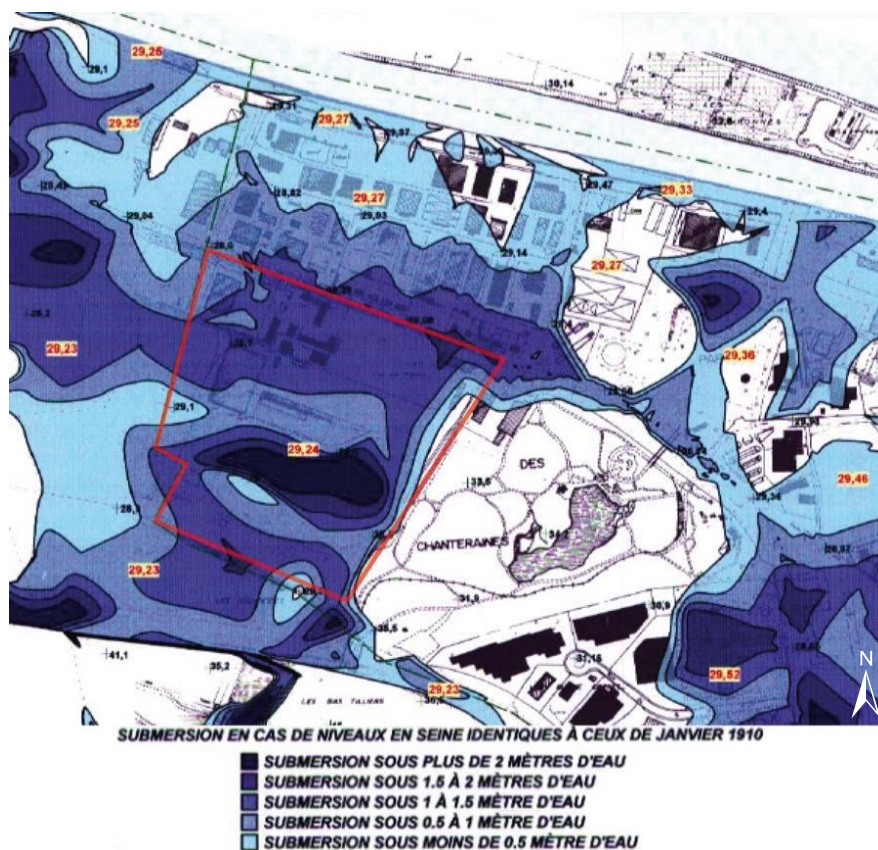


Figure 7.29 Un site contraint par le risque inondation, les Chanteraines

Source : (Département des Hauts-de-Seine)

Le secteur de la Garenne est un terrain non constructible, servant à la fois de zone d'expansion de crue de la Seine et de zone de récupération des eaux de pluie. Le quartier est équipé d'un bassin central de récupération des eaux de pluie et d'expansion de crue ; l'eau de pluie y est amenée par un réseau de noues qui trament l'espace public. Celles-ci accompagnent la voirie de desserte du quartier, qui est assez circulée : des voitures et des camionnettes y ont été observées, et de gros dos d'âne modèrent la vitesse de circulation.

Le volume total constitué par les noues sur l'espace public et le bassin est de 2 500 m³ (IAU Île-de-France, 2011 : 73).



Figure 7.30 Zone humide (en bleu pâle), bassins secs (en jaune) et noues (lignes bleues) de la zone d'activités des Chanteraines et parc (en vert)

Auteure : Emma Thébault

Les parcelles privées respectent la régulation des rejets à 2 L/s/ha : des noues sont visibles en point bas des parkings, et souvent en limite de site. Des bassins de retenue ont également été observés, notamment sur le site de l'entreprise de logistique DHL. Les toitures plates ne sont pas végétalisées, et l'absence de visibilité des gouttières laisse présager un stockage souterrain. Il est en effet difficile de réaliser une sortie de gouttière intégrée à la façade au-dessus du niveau du sol : celle-ci plonge souvent en souterrain, car il faudrait trouser la façade pour l'en faire sortir (chapitre 6, T3 V13, visite accompagnée de la ZAC Peugeot PSA Peugeot à Asnières-sur-Seine (92), 21/08/2018). Les plans locaux d'urbanisme interdisant les gouttières en façades de bâtiment contraignent donc la gestion des eaux de toitures.



Figure 7.31 Ouvrages de gestion des eaux de pluie sur les parcelles privées

Auteure : Emma Thébault, 07/08/2018

1. Une noue profonde associée à un parking en limite de parcelle au nord du site : on perçoit une buse au fond de la noue, qui renvoie certainement l'eau vers une autre portion de l'ouvrage.
2. Un bassin profond, probablement en sortie de gouttière, sur la parcelle de DHL. Le bassin est envahi par le *buddleia*, espèce ornementale évadée des jardins et naturalisée²⁹¹ (Muratet *et al.*, 2007).
3. Une noue en fond de parking et en limite d'une parcelle privée.

Deux niveaux de gestion sont donc articulés sur le site : celui des parcelles et celui des espaces publics. La zone de la Garenne associe prairie sèche, fruticée et zone humide, ainsi que strate herbacée, strate arbustive et arbres de grande hauteur : ont été identifiés par Manuel Pruvost-Bouvattier des sureaux, des muriers, des églantiers, des cornouillers, des plantes rudérales, et une roselière importante au niveau de la zone humide. Des crapauds, des lapins de garenne, des libellules, des orthoptères, des lézards, des oiseaux peu communs en ville ont été observés. Encore une fois, la combinaison des différentes strates végétales, ainsi que niveaux d'humidité divers sont favorables à une faune variée. Le chemin de la zone des Louvresses est bordé par des prairies de différents types. Le plan d'eau de la Garenne fait écho aux grands étangs du parc des Chanteraines, mais aucune pièce d'eau ne fait ensuite le lien vers la Seine.

²⁹¹ Les qualificatifs de naturalisées et d'envahissantes renvoient au développement d'une espèce végétale dans un territoire dont elle n'est pas originaire : « Une hiérarchie au sein des espèces végétales introduites est définie en fonction de leur degré d'implantation dans ce nouvel environnement. Une espèce occasionnelle (casual en anglais) apparaîtra de manière fugace et ne se maintiendra pas de façon durable. Une espèce naturalisée se maintiendra régulièrement et de manière autonome, c'est-à-dire que ses populations présenteront une dynamique démographique positive. Enfin les espèces envahissantes (invasive species en anglais) connaissent une dynamique d'expansion importante et rapide, au point d'exercer finalement sur les écosystèmes indigènes une pression telle qu'elles parviennent souvent à supplanter des taxons autochtones. » (Munoz, 2010: 136). Ces notions sont controversées dans le milieu des biologistes parce qu'elles peuvent apparaître comme une manière anthropocentrée et xénophobe, d'envisager les migrations des espèces.



Figure 7.32 Mosaïque de milieux plus ou moins humides dans la zone de la Garenne des Chanteraines

Auteure : Emma Thébault, 07/08/2018

1. Un pont enjambe la noue longeant la voie de desserte du quartier, à l'entrée d'une parcelle privée.
2. Un seuil est disposé dans la même noue, sur une section en pente, dont il ralentit probablement le débit quand elle est en eau.
3. Le bassin sec de stockage des eaux de pluie dans la courbe de la voie de desserte, en surverse des parcelles privées adjacentes.
4. Meule de fuchage dans une zone de prairie du secteur des Louvresses, elle constitue un excellent habitat pour les insectes selon Manuel Pruvost-Bouvattier.
5. Le chemin en platelage bois traverse la zone de prairie de la Garenne du nord au sud : elle est bordée d'arbres et de hautes herbes et permet aux piétons de circuler dans la végétation dense. Elle sert aussi en cas d'inondation : le secteur de la Garenne serait alors rempli d'eau et la passerelle permettrait de le traverser.
6. Vue de la Garenne depuis le parc des Chanteraines : la zone humide est directement en contrebas du parc.

7. Les différentes strates végétales de la prairie : herbacée, arbustive, arbres hauts. Les insectes sont observés sur cette partie du site.

8. Zone humide avec ses héliophytes. Dans cette zone on entend les crapauds chanter et plonger à notre approche.

La gestion de l'eau de pluie répond à la même logique que les quartiers précédents : un espace végétalisé de grande taille, en point bas d'un site, en recueille les eaux de ruissellement, principalement issues de l'espace public, les parcelles privées étant dotées de systèmes autonomes pour les pluies modérées. Le risque inondation permet de dégager une grande parcelle très peu équipée au cœur de la zone d'activité, et la zone humide est complémentaire de milieux de prairies sèches et de fruticée, rendant le site particulièrement accueillant. Les chemins piétonniers parcourent ce site, en lien avec le parc des Chanteraines auquel le site est directement relié, formant une trame écologique pour la faune et la flore.

Une zone humide prend place dans un ancien site agricole à Gonesse

La zone humide de Gonesse a pour objectif de protéger le quartier pavillonnaire du Vignois des crues du Croult, qui inondent le quartier par débordement mais aussi par montée en charge des réseaux d'évacuation des eaux de pluie (SIAH, Atelier CEPAGE, 2013b : 19). L'opération a également pour but de contribuer à la qualité de la rivière qui doit atteindre le bon potentiel écologique d'ici à 2017 et d'améliorer la qualité paysagère et écologique du site (SIAH, Atelier CEPAGE, 2013a : 5). Treize hectares et 750 mètres linéaires du Croult sont ainsi renaturés (SIAH, Atelier CEPAGE, 2013a : 6). Les travaux consistent en :

« le reprofilage du lit du Croult sur sa portion naturelle ; le déplacement du lit du Croult sur sa portion canalisée ; l'aménagement de plusieurs bassins de rétention le long du Croult au droit du quartier du Vignois afin d'abaisser la ligne d'eau pour isoler les points bas du réseau d'eaux pluviales du quartier et prévenir ainsi les inondations dans les propriétés bâties. » (SIAH, Atelier CEPAGE, 2013a : 6)

Le Croult est en effet canalisé au nord du site, le long du quartier, tandis que la partie sud est considérée comme encore naturelle : les parties nord et sud, dont l'emplacement est conservé, sont reprofilées. Le Croult est déplacé dans son ancien méandre, identifié notamment grâce à de vieux saules alignés qui marquent l'ancien lit (SIAH, Atelier CEPAGE, 2013b : 22). Deux zones de bassins, au nord et au sud du bosquet, se distinguent. Les bassins au nord sont cernés de végétation, des îles végétalisées occupent le plan d'eau. Le Croult devient ensuite sinueux et traverse le centre du site, il est enjambé par trois ponts. En arrière-plan du méandre se trouve le bosquet. Au sud du site, la zone humide créée est traversée par un ponton en platelage bois. La zone humide est composée de hauts fond, d'îlots, d'enrochements, de souches, la composition est variée, en été, les couleurs ocres, brunes, vertes foncés et blanches offrent un paysage accidenté. Une butte au sud du site offre un panorama sur la nouvelle zone humide, la perspective profonde achoppe sur les peupliers et leurs feuilles argentées, le saule pleureur et les autres essences plus foncées du bosquet.

L'illustration du haut de la figure 7.33 présente l'ancien tracé du Croult : celui-ci longe le quartier du Vignois, des étoiles rouges signalent les exutoires d'eau pluviale du quartier, dont les différents bassins versants sont représentés par différents aplats de couleurs. Avant l'opération, lors de la montée du niveau de la rivière, ces exutoires, dont le débit est plus faible que celui du cours d'eau, montaient en charge et inondaient le quartier. Sur l'image du bas de la figure 7.33, le nouveau tracé du Croult contourne l'ancien bosquet et libère les exutoires, qui se déversent dans un drain souterrain, car le canal est remblayé. Les petites bandes rouges représentent les seuils de surverse du Croult vers les quatre bassins. Ceux-ci doivent être toujours en eau, et connaissent différents niveaux de marnage en fonction des apports de la rivière, donc de ses crues. Le bassin tampon du Vignois est destiné aux eaux pluviales du quartier, qu'il stocke en cas de grosses pluies.

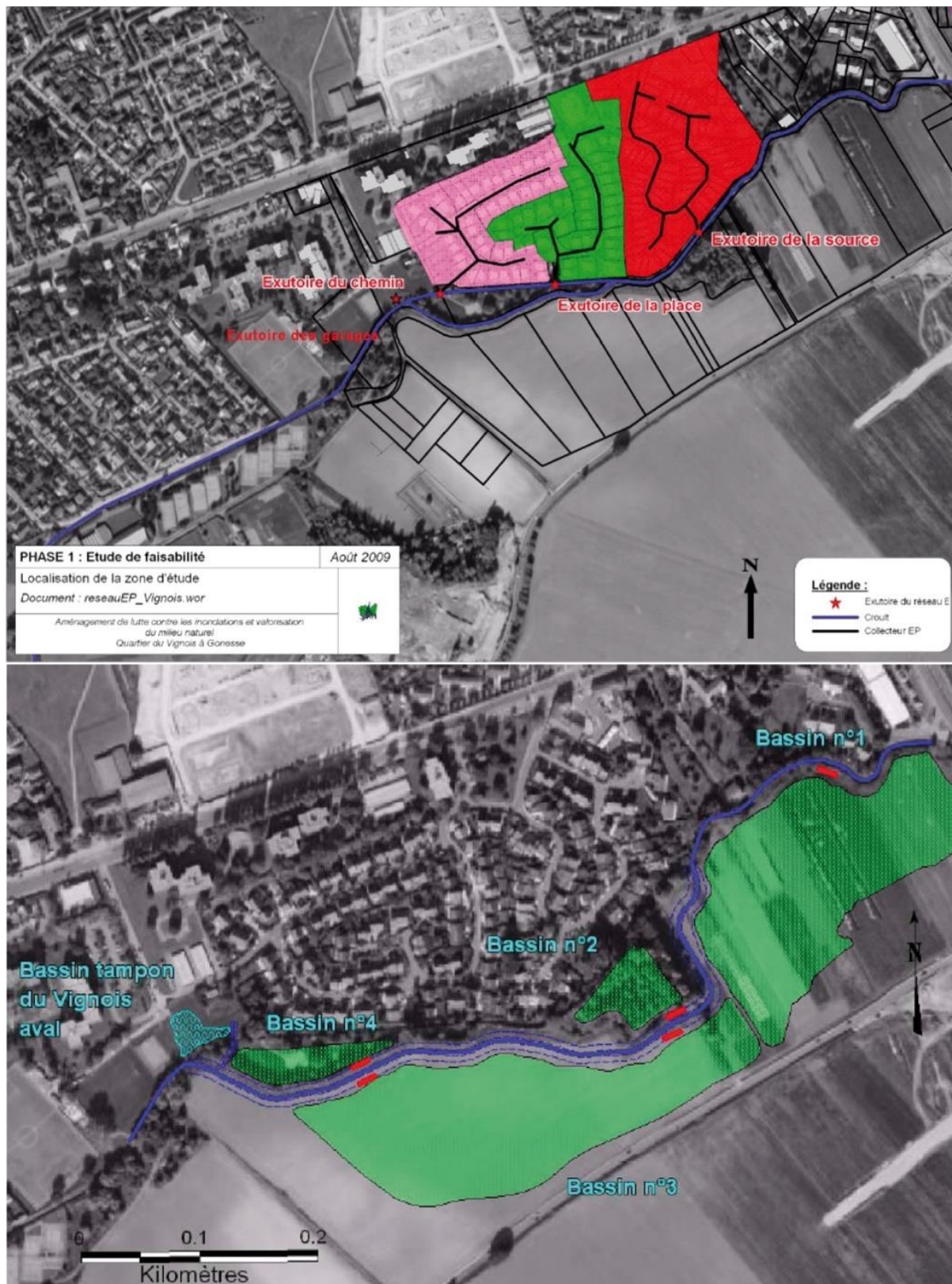


Figure 7.33 La transformation du tracé du Croult : libération des exutoires du quartier du Vignois et création d'un système de surverse vers les bassins

source : (SIAH, Atelier CEPAGE, 2013b : p. 31)

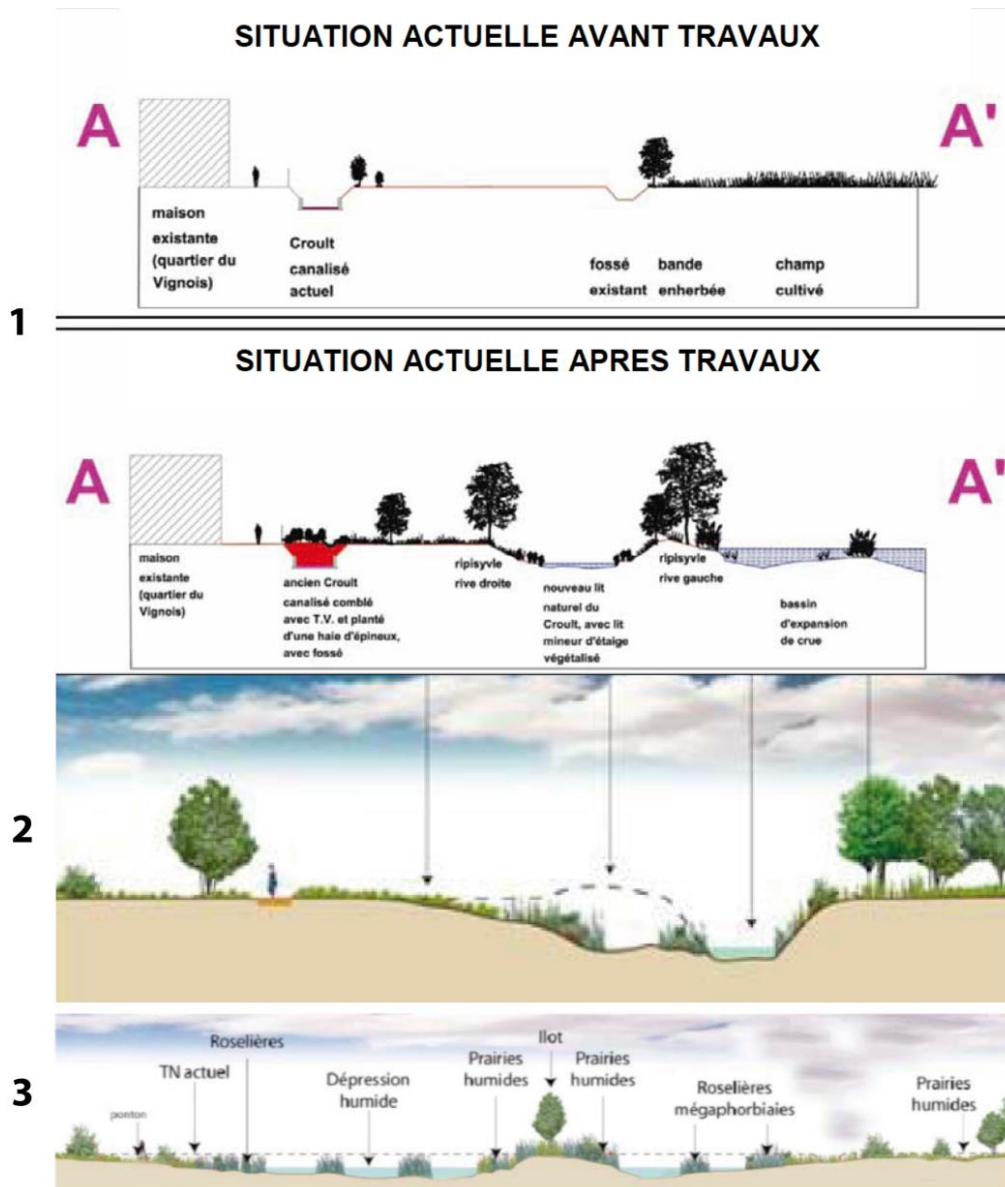


Figure 7.34 Les différents profils en travers du site renaturé de la zone humide du Vignois

Source : (SIAH, Atelier CEPAGE, 2013b : pp. 33, 36, 37)

L'ancien lit canalisé est remblayé avec des déblais du site, le nouveau lit du cours d'eau n'est pas bétonné, il est large avec des berges douces (cf. figure 7.34, en haut). Le bassin d'expansion de crue, tout à droite de la figure remplace un champ cultivé. La végétation, notamment ligneuse, est considérablement augmentée. Les berges sont adoucies sur la rive droite de la partie naturelle du Croult, non déplacée ; elles berges sont conservées en l'état du côté du quartier du Vignois où il n'y a pas de recul (cf. figure 7.34, milieu). Le bassin d'expansion de crue n°3, où l'on voit la faible hauteur d'eau, le caractère accidenté du fond du bassin, est doté d'îles et d'une végétation semi-aquatique dans les zones soumises au marnage (cf. figure 7.34, bas).

Le site est donc conçu comme une véritable zone humide, avec de petites îles dans les bassins accessibles seulement à la faune et la flore. La passerelle en platelage bois, en partie financée par le département du Val-d'Oise, a intégré une piste cyclable départementale. Des petits ponts enjambent la rivière et permettent aux promeneurs d'explorer le parc. Une « clôture végétale », selon les termes du directeur du syndicat des vallées du Croult et du Petit-Rosne forme linéaire dense d'arbres et arbustes à épines entre le quartier du Vignois et le site, afin de l'isoler de la zone humide (chapitre 6, T3 V10, visite

accompagnée, 21/07/2017). Des tourbes blondes et noires présentes dans les sols du site ont été exhumées et valorisées, ainsi qu'une petite source qui jaillit maintenant sur la berge de la rive droite du Croult, dans son méandre. Le sol tourbeux oblige à fonder les ouvrages de génie civil (les ponts et la passerelle) sur pieux. La butte créée au sud-est du site offre une vue panoramique sur la zone humide. Elle est formée par les déblais du site, selon la même logique que dans le quartier de la Noue et dans le quartier Clause Bois Badeau. La butte est à la fois une zone de valorisation du déblai, un belvédère pour les passants et un mur anti-bruit pour protéger le site de la voie départementale. Des bassins techniques de stockage des eaux de pluie d'une ZAC adjacente (nommée « entrée Sud ») ont été intégrés à la zone humide, d'abord sous la forme d'un ouvrage paysager de préfiguration temporaire (cf. figure 7.36, photographie 1.) et aujourd'hui intégré au projet²⁹² (chapitre 6, T3 V10, visite accompagnée, 21/07/2017).



Figure 7.35 Schémas du réaménagement du Croult et de la zone humide associée

Source : (SIAH, Atelier CEPAGE, 2013a : 6 ; SIAH, Atelier CEPAGE, 2013b : 44)

²⁹² Ces eaux auraient dû être gérées à la parcelle mais l'entreprise Leroy Merlin, source d'emplois, a fait pression sur les élus pour que les eaux soient prises en charge par le syndicat



Figure 7.36 Photographies du site du Vignois: une zone humide de grande envergure, 21/07/2017, 11/09/2017, 08/08/2018

Auteures : Emma Thébault, sauf photographie n° 10 : Ariane Lamarsaude

1. Une vue sud-nord du bassin n°1 : on distingue au centre une île plantée.
2. Le bassin n°2, situé dans le bosquet : un martin pêcheur y a été aperçu.
3. La source résurgente sur la rive droite du nouveau lit du Croult : une grenouille y a été observée.
4. Un des ponts enjambant le lit du Croult reprofilé, au sud du site : les berges, bien qu'adoucies, sont encore abruptes, elles sont protégées par un géotextile.
5. Le lit du Croult au sud du bosquet, une courbe aux berges douces.
6. Le ponton en platelage bois traverse le bassin n° 3.
7. Un héron cendré dans le bassin n°3.
8. Dans le même bassin on aperçoit des canards, des oies bernaches et des foulques.
9. Vue depuis la butée au sud du site : une perspective sur la zone humide et ses terres émergées, et en arrière-plan le bosquet.
10. Vue du bassin n° 3 depuis le méandre du Croult vers la départementale : une zone humide en contexte agricole.

Manuel Pruvost-Bouvattier estime qu'un bond qualitatif est à venir sur ce site en termes écologiques : la très vaste zone humide créée a selon lui peu son pareil dans l'agglomération. La zone humide et la trame bleue constituée par le nouveau tracé du Croult pourraient offrir des lieux de frayères pour les poissons, les îlots de la zone humide constituent des abris pour les oiseaux, qui y sont protégés par l'eau. La proximité d'un boisement est importante pour toutes les espèces, oiseaux, poissons et batraciens. La zone de prairie est favorable aux insectes.

Les problèmes d'inondations par montée en charge des canalisations d'eau pluviale dans le quartier du Vignois ont donc donné lieu à une opération de renaturation de grande ampleur. Celle-ci utilise un système de mise en charge de bassins, conçus comme une zone humide, par les crues du Croult et par les eaux de pluie du quartier pavillonnaire et de la zone d'activités adjacente (qui n'a pas respecté l'obligation de gestion à la parcelle de ses eaux). Le Croult est remis dans son ancien lit, et les bassins sont soumis à un marnage qui doit permettre le développement d'espèces typiques de zones humides. La végétalisation du site – son bosquet central, ses prairies sèches et la ceinture végétale autour des plans d'eau – est également de grande qualité écologique car elle compose une mosaïque de milieux favorable à la diversité du vivant. Enfin le site est aménagé pour le public : promenade et belvédère, circuit pédagogique, donnent une place de promeneurs et d'observateurs aux citoyens.

La description des systèmes de gestion des eaux de pluie et éventuellement des zones d'expansion de crue des six sites permet maintenant de rassembler les points saillants de ces aménagements. Tout d'abord, contrairement à ce qui est parfois présenté par la littérature scientifique, il ne nous semble pas possible d'avancer que les projets urbains sont structurellement modifiés par ces aménagements. Une partie de la gestion des eaux de pluie est en effet réalisée en souterrain, par deux moyens : soit par des drains entre deux ouvrages de gestion à ciel ouvert, qui permettent de faire communiquer les petits bassins versants entre eux, soit tout simplement parce que ces ouvrages sont presque toujours liés aux réseaux d'évacuation. Ainsi, sauf peut-être dans le quartier Clause Bois Badeau, les ouvrages ne forment pas des trames déterminant l'organisation de la voirie et du bâti, mais plutôt s'insèrent dans ces trames pré-existantes. Les trames aquatiques sont discontinues, et principalement associées aux voiries, ce sont en fait des sortes de caniveaux de pleine terre, plus ou moins stockants. Soulignons enfin que si la zone humide étend l'espace dédié à l'eau, ce sont des parcelles agricoles qui sont réquisitionnées, et le cours d'eau, en réintégrant son lit historique, est éloigné des habitations et non l'inverse : le bâti a toujours l'ascendant sur la gestion de l'eau.

Les ouvrages relèvent en partie d'une conception hydraulique : ce sont des ouvrages de stockage et de circulation des eaux, servant en grande partie à atermoyer et limiter son évacuation aux réseaux. Tout un panel de petits ouvrages hydrauliques est déployé : drains, ouvrages de décantation, chambres à sable, pompes... Cependant, le principe de gestion des petites pluies, qui veut que l'eau ne soit pas concentrée en un point mais gérée de manière diffuse, par les sols et la végétation (cf. chapitre 3), fait l'objet de réalisations :

tous les petits ouvrages diffus, même s'ils communiquent les pluies passées une certaine intensité, ont cette fonction. Ils permettent donc en principe de gérer la pollution des petites pluies. Les sites présentent donc plusieurs niveaux de gestion, comme le préconisent les guides les plus récents : un fonctionnement prévaut pour la gestion des petites pluies (gestion par l'évapotranspiration et l'infiltration dans les sols), un autre pour les pluies moyennes (stockage restitution diffus, écoulement des eaux vers des bassins, eux-mêmes en surverse vers le réseau). Le dernier niveau, celui de la gestion des pluies très intenses, n'est presque jamais évoqué, sauf dans le quartier Hoche où le bassin de retenue est dimensionné pour une pluie centennale, mais ne fonctionne pas comme prévu pour les petites pluies.

La partition entre espace public et espace privé est maintenue. Les pluies sont majoritairement gérées en souterrain ou sur les toitures dans les parcelles privées. Le bâti est peu modifié sauf peut-être pour ce qui est de la toiture : celle-ci devient une surface utile, notamment valorisable pour les promoteurs, alors qu'au sol l'utilisation du foncier pour les ouvrages végétaux est difficile, l'espace public urbain étant déjà occupé par une multitude de réseaux et équipements de rue. Les ouvrages de gestion intégrée de l'eau de pluie changent cependant la place du végétal dans l'espace urbain, la nature des sols et la topographie des sites : ceux-ci, habituellement nivelés par les projets urbains, (Muratet *et al.*, 2007) intègrent ce relief à leur conception. Les aménagements visent à désimperméabiliser les sols urbains, même si la pollution de ceux-ci contrevient souvent à cet objectif. Les noues n'ont pas une fonction écologique très marquée car ce sont des linéaires trop étroits et soumis aux circulations urbaines pour que la faune et la flore puissent s'y développer. Les eaux de pluie alimentent cependant des petites zones humides dans les projets urbains, conçus et gérés dans l'optique de recréer des milieux aquatiques et naturels (le parc de Clause Bois Badeau présente par exemple des petites friches). L'uniformité des choix et des règles techniques est enfin notable : les ouvrages, même lorsqu'il s'agit des petites zones humides, sont très similaires, dans ces sites pourtant éloignés, appartenant à des ensembles géographiques distincts, aux histoires différentes. La dernière section de ce chapitre entreprend de généraliser et approfondir l'analyse de ces différents éléments, en intégrant des observations faites sur d'autres sites, et mobiliser les observations faites à propos des vocations sociales et paysagères des aménagements (cf. tableau 7.2, section 1.1).

3. Trois composantes de la gestion de l'eau de pluie dans l'agglomération parisienne

Au moins à l'échelle de l'agglomération parisienne, mais probablement à l'échelle régionale, voire nationale et internationale si l'on en croit les influences et références des doctrines techniques, les aménagements et les ouvrages de gestion des eaux de pluie en surface de la ville sont très similaires. Trois composantes de cette gestion ont été identifiées : les ouvrages situés dans les parcelles privées, les noues et autres ouvrages linéaires associés aux voiries, les bassins ou ouvrages de stockage ponctuels. Quelle synthèse peut être faite de la place de l'eau de pluie dans l'espace urbain, et de l'évolution des bassins de retenue en zone humide ? Cette synthèse dessine-t-elle les contours d'une nouvelle technique urbaine ? Sont donc successivement présentées les trois composantes, à savoir, la place prise par cette gestion dans les îlots bâtis, la propagation de trames de noues végétales dans les nouveaux quartiers urbains et enfin le goût urbain pour les plans d'eau. Aux observations faites dans les six sites à l'étude, sont ajoutées celles menées lors des visites de différents sites de l'agglomération (cf. chapitre 6, T3, section 1.1).

3.1. Les îlots bâtis en gestion alternative

La plupart du temps, il est difficile de déceler depuis l'espace public quelle est la gestion de l'eau de pluie mise en œuvre dans un ensemble d'habitat. Parfois, un îlot ouvert ou des éléments végétaux dépassant des toitures permettent de soupçonner un cœur d'îlot végétalisé. D'autres fois, les gouttières donnent directement aux pieds des bâtiments et le lien entre la rue et le bâti est tracé par l'eau. Mais généralement les gouttières sont invisibles, dissimulées dans la façade du bâtiment, et le cœur d'îlot est fermé aux passants. Les bâtiments sont cependant peu modifiés par la gestion de l'eau de pluie : la récupération des eaux de

pluie est rendue difficile par les restrictions et interdictions concernant l'usage domestique d'eau non potable (cf. partie I, chapitre 3). L'infiltration au pied des bâtiments pose également problème pour certains acteurs, en lien avec les risques géotechniques.



Figure 7.37 Photographies de cœurs d'îlots, de toitures, de noues en pied de bâti dans les sites étudiés

Auteure : Emma Thébault

1. Avant le projet de renaturation, les habitants du quartier pavillonnaire du Vignois (Gonesse) cherchaient déjà à s'isoler du site de l'opération. Ce site, originellement non bâti et boisé, était un lieu de décharge sauvage, de squat, et les habitants craignaient les cambriolages (chapitre 6, T3 V10, 21/07/2017).

2. Les îlots d'habitations sont fermés par une grille du faubourg du Mesnil de l'écoquartier Clause Bois Badeau : ici aussi la nécessité d'isoler la zone d'habitat d'une voie empruntée, menant au parc et au domaine régional des Joncs Marins, est sensible. Derrière la grille cependant, on aperçoit des espaces de pleine terre et des noues, les entrées des résidences sont marquées par des petits ponts levés. Les toits des

bâtiments visibles sur la photographie sont équipés en panneaux solaires, qui concurrencent parfois les toitures végétalisées.

3. 4. 5. Aperçu d'un cœur d'îlot dans le quartier des Docks de Saint-Ouen : les espaces communs des immeubles sont végétalisés, peut-être de pleine terre, ils gèrent une partie de l'eau de pluie des toits.

6. Un chemin inaccessible aux passants, de pleine terre du quartier Hoche permet également de ne pas créer de ruissellement.

La rupture entre l'espace public et l'espace privé est notamment marquée par tous les dispositifs de résidentialisation (essentiellement des barrières à code). Cette tendance urbaine générale exprime une crainte des espaces ouverts, qui englobent notamment les espaces en friche. Ainsi, la création d'espaces considérés comme naturels en ville peut être l'occasion de maîtriser une friche urbaine qui inquiète, investie par des usages illégaux ou des populations marginales : c'est notamment le cas d'une zone d'expansion de crue réalisée à Villeneuve-Saint Georges, auparavant occupée par des gens du voyage (chapitre 6, T3 E26, directeur du pôle Rivière, syndicat de l'Yerres, 27/04/2016), ou de certaines portions des berges de Seine ou sont installés des sans-abris. L'utilisation du registre environnemental pour mettre en patrimoine et restreindre la fréquentation d'un lieu sans le bâtir a été analysée dans d'autres contextes urbains. Le registre environnemental justifie la mise en place de dispositifs de surveillance et de restriction de l'accès à un site : il permet de créer un espace ouvert sous contrôle, auquel l'eau, qui restreint l'accès physique, participe. La mise en place d'une haie de végétaux piquants décrits comme un mur de barbelés entre la zone humide du Vignois et le quartier pavillonnaire est on ne peut plus explicite de l'utilisation qui peut être faite du végétal. Fanny Romain remarque ailleurs en France, à Montpellier et à Perpignan, le cahier des charges sécuritaire utilisé pour la renaturation des bords du Lez et du Têt (Romain, 2010a). Ces questions sont aussi présentes à l'international où elles ont parfois bien plus vives : dans la ville du Cap, en Afrique du Sud, elles font pleinement partie des luttes pour le droit à la ville. Le registre environnemental est instrumentalisé dans sa version conservatrice pour préserver les anciens espaces tampons de l'apartheid de toute construction nouvelle, alors qu'une partie de la population est reléguée à 30 km du centre-ville où sont situés les emplois. La présence d'espèces rares sur un site justifie la mise en place d'une surveillance, et l'interdiction de l'occupation collective des sites, instrument d'un État policier. L'instrumentalisation est cependant réciproque puisque dans certains quartiers défavorisés les espaces ouverts sont protégés, encore au nom de leur qualité environnementale (Houssay-Holzschuch, Thébaud, 2017). Les espaces naturels sont donc en partie les outils de stratégies territoriales de contrôle des interstices et espace ouverts urbains, et tiennent leur place dans les luttes pour l'appropriation et le contrôle des espaces urbains.

Les préconisations et règles concernant la conception du bâti ont une influence sur la gestion des eaux de pluie : l'obligation de cacher les gouttières dans les façades formulées dans certains PLU rend par exemple difficile la valorisation des eaux des toitures. L'interdiction d'infiltrer les eaux au pied des bâtiments ou la possibilité de transformer une obligation de proportion de pleine terre sur une parcelle bâtie contre une surface de toiture végétalisée conditionnent également les réalisations. La possibilité d'intégrer la gestion de la pluie dans le bâti est très limitée aussi en termes de réutilisation par la réglementation. La crainte vis-à-vis de l'eau non potable dans les foyers fait écho à l'opposition entre espaces bâtis et espaces naturels. Ceux-ci intègrent à un autre niveau des stratégies de planification et de contrôle des espaces ouverts qui engagent les voisins de ces espaces, alors que la scission entre espaces publics et espaces privés est très marquée par la résidentialisation des îlots d'habitat.

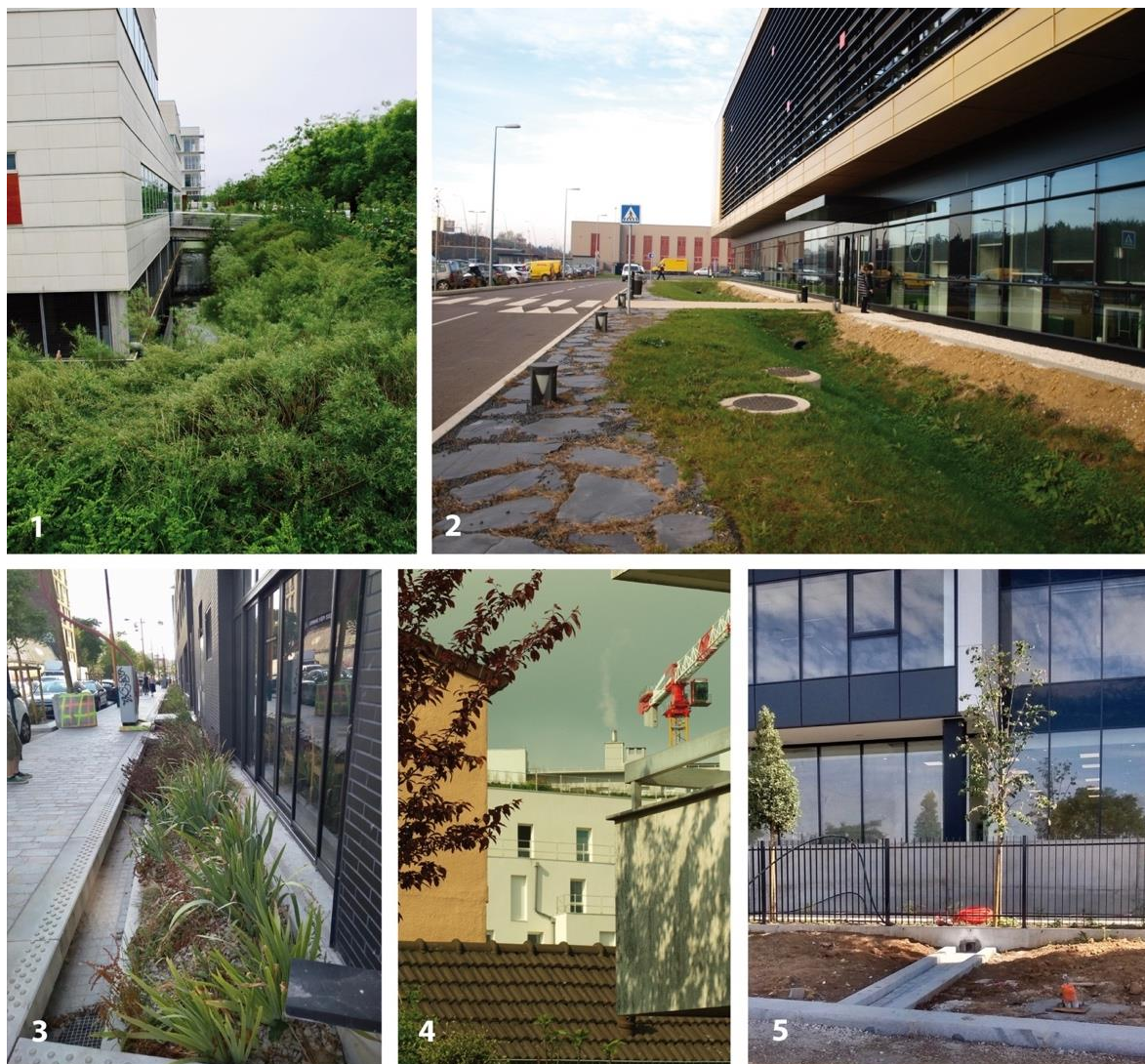


Figure 7.38 La gestion de l'eau dans d'autres quartiers urbains en gestion alternative

Auteure : Emma Thébault, 07/12/2016, 13/04/2017

1. Un bassin en eau, sous la forme d'une douve, en pied de bâtiment dans la zone d'activités des Louvresses, voisine de la zone d'activités des Chanteraines à Gennevilliers (92).
2. Nœud de récupération des eaux de parking aux pieds du bâtiment de logistique de Sogaris, Créteil (94) (chapitre 6, T3 V6, visite organisée, 07/12/2016)
3. Le « canaletto », comme l'ont nommé ses concepteurs, est une noue minérale malgré le talus planté, en pied de bâtiment, dans le quartier des Docks de Pantin (93). Au premier plan, le bas d'une gouttière déverse de l'eau dans le talus. Une cunette béton en structure le fond.
4. En arrière-plan, le bâtiment blanc avec la rambarde a une toiture végétalisée visible depuis la rue, probablement au substrat important dans l'écoquartier Bel Air Grands Pêcheurs de Montreuil (93). Le promoteur de l'immeuble a utilisé la règle du coefficient de biotope du PLU de la ville pour transformer une obligation de pleine terre en toiture végétalisée (chapitre 6, T3, V14, réunion de chantier, 13/04/2017).
5. Une cunette en béton traverse la barrière d'une parcelle de la ZAC du Port à Pantin (93). L'eau semble cependant arrêtée par la bordure du trottoir et être vouée à déborder dans la rue.

3.2. Trames aquatiques : canaux, noues, fossés, bassins secs

Les noues et les bassins secs jalonnent l'espace des différents quartiers étudiés : ils ne transforment pas le plan des quartiers, n'en modifient pas la trame, mais ils modifient la topographie des espaces publics et leurs paysages. Les profils de voirie ont changé, plutôt que d'être bombés comme les rues de la doctrine hygiéniste (Barles, 1999), les voiries sont souvent dotées d'une seule pente et inclinées vers une noue ou vers un avaloir qui amène l'eau dans un ouvrage de stockage.



Figure 7.39 Une trame urbaine végétale et aquatique entremêlée aux chemins urbains

Auteure : Emma Thébault

1. La sente piétonnière du quartier Hoche de Nanterre joue sur l'alternance de matériaux minéraux et végétaux : les dalles de béton ne sont pas alignées sur les côtés, elles donnent l'impression que le chemin n'est pas achevé et que la végétation a envahi les bas-côtés. Cette esthétique rappelle celle de la High Line

de la ville de New York : la mise en évidence de l'alternance entre espaces de pleine terre et espaces minéraux, dans les espaces de promenades, relève d'une grammaire urbaine très standardisée.

2. La noue et la bordure en fonte tracent une perspective alliant esthétique industrielle et végétale dans la rue Germaine Tillon du quartier Hoche.

3. Sur le parvis minéral du quartier des Docks, un parterre d'herbes aux allures champêtres crée une rupture dans un paysage minéral.

4. Dans les noues du quartier des Docks la végétation la plus exposée au soleil semble mieux vivre ; à gauche de la cunette en béton en fond de noue, qui mène l'eau à une buse faisant le lien avec les noues en arrière-plan.

5. Devant l'école primaire le Petit Prince du quartier des Docks à Saint-Ouen, la végétation de la noue a disparu, une membrane en plastique noir est visible, elle est déchirée. L'écart entre la conception idéale d'un ouvrage potentiellement trame écologique, et la réalisation, présenté dans le chapitre 6, est encore visible ici.

6. La noue généreuse de la rue de la Clé des champs du quartier des Docks est composée de deux linéaires de végétation, séparé par la cunette béton, et dessinant la limite entre trottoir et route.

7. Un petit pont enjambe la noue du quartier de Montreuil vers le terrain de basket au sud du site.

8. Dans le recoin d'une noue du même quartier, un Vélib' gît au milieu d'ordures.

9. Un pont franchit les fossés du parc du quartier Clause Bois Badeau à Brétigny-sur-Orge. Il fait surgir un paysage imaginaire immergé.

10. Une passerelle en platelage traverse du nord au sud la prairie du site la Garenne à Villeneuve-la-Garenne : il permet de maintenir la circulation en cas de crue de type 1910, et trace un chemin de promenade à travers la zone d'expansion de crue.

11. Un ponton en platelage bois sinueux surplombe la zone humide de Gonesse : en miroir au méandre du cours d'eau elle permet de survoler cette zone sinon inaccessible aux passants.

Les noues sont des ouvrages esthétiques, elles sont plantées, elles contribuent à la composition de l'espace public. Aussi quand elles sont boueuses, piétinées, elles sont mal vues des citoyens et des politiques : le changement de majorité à la mairie de Saint-Ouen-sur-Seine dans le quartier des Docks a par exemple mis en péril ces ouvrages qui généraient les plaintes des habitants car ils étaient dégradés par les piétinements (cf. figure 7.39, photographies 4 et 5). Ils ont été maintenus mais leur gestion a été modifiée par un choix d'espèces végétales plus adapté et par un remplacement plus soutenu des plantes. La présence de végétation dans la trame fine de l'espace urbain semble cependant être en adéquation avec l'appétit de végétalisation de la rue, qui se traduit notamment par le permis de végétaliser parisien²⁹³ ou la *guerilla gardening* dans ses formes non institutionnelles, cependant elle n'en tire pas parti. Les noues insèrent des espaces végétalisés dans l'espace public urbain minéral, et participent de ce mouvement de végétalisation diffuse des paysages de rue. Cependant leur gestion n'est pas ouverte aux habitants, elle est réservée aux professionnels, car ce sont des ouvrages techniques : les habitants sont essentiellement perçus comme potentielles sources de dégradation des ouvrages (Cossais *et al.*, 2016 ; Cossais *et al.*, 2018 ; Cossais, 2019). Les noues ne sont pas faites pour les citoyens.

Les noues sont des ouvrages assez complexes dans la mesure où elles allient la dimension hydraulique, souvent visible par une cunette béton, et la gestion d'une végétation très soumise aux passages et disposant de peu d'espace et de substrat. En creux dans l'espace public elles se font également réceptacles des déchets qui gênent les gestionnaires et les habitants. Elles combinent donc des intentions et des pratiques contrastées : pour les intentions, celle d'insérer de la végétation dans la trame très fine de la ville, celle de faire circuler l'eau de pluie, de la canaliser – même stockantes les noues sont longilignes et engendrent une

²⁹³ Il s'agit d'une autorisation de végétaliser un site dans l'espace public, hors parcs, jardins et bois. Source : <https://www.paris.fr/permisdevegetaliser>, consulté le 23/07/2019.

circulation d'eau, dessinent le chemin du flux -, et pour les pratiques, le dépôt de déchets et le piétinement. Les fossés, plus rares, sont utilisés pour délimiter l'espace. En bordure de parcs, semblables à des douves et combinés aux barrières, ils ferment les accès.

Si la trame des noues urbaines est visible, elle est tout de même positionnée sous la trame des déplacements : les noues sont souvent franchies par un chemin, une voie, elles sont alors busées, souterraines de nouveau pour quelques mètres, ou surmontées par un petit pont. Des ajutages, des regards, des avaloirs, et parfois des grilles à travers lesquelles on peut voir l'eau s'écouler en souterrain, articulent ainsi la trame de l'eau et celles des déplacements. Des garde-corps isolent les ouvrages trop profonds, le lien entre surface ruisselée et ouvrages infiltrant est souvent visible aux bordures de trottoirs troués. Certaines noues sont absolument sèches et semblent n'avoir jamais été au contact de l'eau, d'autres au contraire sont ravinées par l'écoulement des pluies, et parfois, au fond d'une cunette, un peu d'eau boueuse stagne (cf. figure 7.39, photographie 6). Les bassins secs forment des trouées végétales, souvent composées avec des essences champêtres, sur les parvis minéraux. Tous ces ouvrages intègrent donc la vie plus prosaïque de l'espace public urbain, où ils ont, outre la fonction hydraulique, divers rôles, de hiérarchisation des flux de circulations dans les rues notamment. Ils deviennent les outils banals du projet urbain, avec une dimension esthétique, et une dimension d'ordonnancement, d'induction des comportements dans ces espaces communs, mais ils ne sont pas destinés à avoir des usages directs par les citoyens.



Figure 7.40 Autres ponts, chemins, places et voies urbains liées à la pluie dans l'agglomération parisienne

Auteure : Emma Thébaud

1. Une noue de saules tressés, essence ligneuse classique en génie végétal, dans le quartier Bel Air Grands Pêcheurs de Montreuil (93).
2. Dans le même quartier, sur la parcelle d'une résidence pour les personnes âgées, une large noue en bordure de parking peut être traversée grâce à des parallélépipèdes de béton disposés en marelle.
3. Entre le quartier des Trois Rivières et le parc départemental Georges Valbon à la Courneuve (93), une passerelle avec un ajutage traverse une pelouse en creux, dessinant la possibilité d'une inondation.
4. Une noue en pieds d'immeubles et une chaussée poreuse dessinent des lignes de fuites dans le quartier Paul Bert à Villeneuve-le-Roi (94).
5. Des pavés poreux en pieds d'arbre au sud du quartier des Batignolles (Paris 17^{ème} arrondissement) font croire à une propagation de la végétation depuis les individus plantés. L'infiltration de l'eau est cependant probablement très marginale.
6. Une noue en pieds d'immeubles, protégées du stationnement par une bordure trouée laissant l'eau s'y écouler, semble prendre la place de l'automobile dans l'écoquartier des Docks (Ris-Orangis).
7. La place centrale du quartier des Docks à Ris-Orangis (91) allie un patrimoine industriel restauré, la structure d'une halle Freyssinet, et une intense végétalisation : des alignements d'arbres suivent longent les rails également conservés et forment des tunnels végétaux sur la place.
8. Dans le même quartier une passerelle en platelage bois équipée de garde-corps traverse une zone végétalisée en creux.

La conception des espaces urbains est donc modifiée par les ouvrages de gestion de l'eau de pluie : ceux-ci prennent du relief, une trame végétale ténue mais continue parcourt les quartiers. Les circulations de l'eau en surface sont élaborées sous la trame des déplacements urbains, un ensemble de petits ouvrages techniques permet la superposition des deux réseaux : petits ponts, buses, pavés non jointifs... Les ponts et passerelles surplombent parfois des espaces en creux, qui rendent visible la possibilité de la présence de l'eau dans l'espace public, en cas de fortes pluies. Cette superposition rend cependant parfois le chemin de l'eau discontinu, difficile à comprendre, à percevoir, surtout lorsqu'il devient souterrain. De plus, un troisième réseau doit être associé à ces trames de surface : celui des canalisations souterraines, auxquels les bassins et les noues sont très souvent raccordés, et qui joue, selon l'expression d'Olivier Coutard, un rôle de fourniture de service en dernier recours (Coutard, 2010). Ces trames ont cependant également comme exutoire aérien les bassins secs et en eau.

3.3 Parcs et bassins : formes et esthétique

Les zones humides sont liées à différentes traditions : celle des bassins de retenue d'eau de pluie, que l'on a exposée dans la partie I de cette thèse, entre génie civil et écosystèmes, mais aussi, du fait de leur situation dans les parcs urbains, dans la tradition des parcs et jardins, et enfin, dans celle plus récente de la restauration et de la création de milieux naturels aquatiques. Ce sont à la fois des espaces dédiés à la gestion hydraulique, à la vue des citadins et à leurs loisirs, et aux espèces animales et végétales aquatiques. La possibilité de tenir ces trois fonctions ensemble est souvent mise en cause et sujet à débats : comme on l'a vu dans le chapitre 6, certains écologues opposent esthétique, technique et écologie. La conception du métier de paysagiste de Pierre Donadieu, et des paysagistes interrogés, permet cependant cette synthèse entre les propriétés physiques, écologiques et humaines d'un espace. Le manque de relation effective entre citadins et espaces en eau est également souvent souligné, principalement au sujet de la baignade. Cet éloignement (Frioux, 2010) est cependant inscrit dans les aménagements, qu'il ait un motif écologique – la préservation d'un cœur de nature – ou hygiéniste.



Figure 7.41 Des pièces d'eau spéculaires et spectaculaires

Auteure : Emma Thébault

1. Le front bâti forme une ligne d'horizon esthétique depuis les potagers des jardins collectifs et ouvriers, en contrebas dans le Grand Parc de Saint-Ouen.
2. Les immeubles colorés de la même opération se reflètent dans l'eau du bassin du Grand Parc, tout comme la cheminée de l'usine du Sycotom et son panache de fumée.
3. Les nénuphars du plan d'eau troublent le reflet des immeubles du front du Grand Parc.
4. L'eau s'écoule en continu, amenée à l'amont du canal par une pompe depuis le point bas du parc : si l'eau de pluie est tolérée dans l'espace public, elle est vive, dans la boucle filtrante du Grand Parc.
5. Dans le Grand Parc de Saint-Ouen encore, l'eau est mise en scène au moyen de brumisateurs installés dans des mâts près des jeux d'enfants : l'eau prend une tournure ludique, et salvatrice les jours de canicule.
6. Au bord des bassins du quartier Hoche à Nanterre, qui devaient former des zones humides, des bancs ont été installés, témoins de la dimension paysagère originellement conférée au lieu.
7. La butte du parc du quartier de Brétigny-sur-Orge est située juste au nord de l'étang. C'est un espace attractif, équipé de jeux d'enfants, qui fournit également un point de vue sur le parc.
8. Des marches en bois mènent vers un espace en hauteur, également point de vue sur le parc du parc du quartier Clause Bois Badeau et les champs alentours. La campagne est mise en paysage depuis ce promontoire.

9. Le sentier piétonnier qui traverse le secteur de la Garenne du parc des Chanteraines est dissimulé par la végétation : les sentiers du parc mènent le passant au cœur de la prairie, éventuellement vers la mare de la Garenne, selon une conception plus intimiste. Il fait partie d'une promenade plus qu'il n'est un lieu de destination.

Les bassins en eau sont mis en valeur, donnés à la vue dans les projets urbains : ce sont avant tout des paysages qui relèvent de et intègrent une tradition de la composition visuelle des sites, de la mise en scène, ou de la « traduction » paysagère selon le terme employé par Fanny Romain dans sa thèse, c'est-à-dire l'explicitation d'un espace par sa composition paysagère (Romain, 2010a). La maîtrise de l'eau est symbolisée par une eau vive, une eau qui s'écoule, symbole de vie (Mahaut, 2009), ou par la mise en scène d'une pièce d'eau bordée de végétation aux allures naturelles, selon une esthétique sauvage dérivée de l'esthétique américaine des *wild rivers* (Barraud, 2011), ou selon une esthétique de naturalité plus générale aux espaces végétalisés urbains (Romain, 2010b). L'eau est ainsi rarement stagnante : elle tourne en boucle à Saint-Ouen, elle s'écoule et monte et descend à Gonesse, à Brétigny et aux Chanteraines, elle varie avec la pluviométrie. La naturalité de ces espaces est bel et bien factice : on a vu qu'elle peut dissimuler un cahier des charges, elle est également plus destinée aux regards qu'aux écosystèmes. La symbolique qui y est développée est d'ailleurs très forte. La présence de plantes aquatiques, d'oiseaux, de poissons, de libellules, etc. est un gage de maîtrise environnementale. Pour Pierre Donadieu, les oiseaux incarnent pour les habitants la vie des sites en créant du mouvement dans les sites, par leur envol notamment, et un paysage sonore (Donadieu, 1998). Les bassins sont situés au point bas des parcs, car l'eau peut ainsi s'y écouler de manière gravitaire, et car ils forment des espaces en creux, mais cette situation leur permet aussi d'être vus de loin et de composer un paysage au sens romantique et historique du terme c'est-à-dire un espace à embrasser du regard (Donadieu, 2007). Lorsque le site ne comporte originellement pas de point haut comme à Gonesse, des promontoires sont créés. Le Croult est ainsi sorti du bosquet à Gonesse, est placé au centre du paysage panoramique créé par la butte paysagère du site. Les pièces d'eau sont des miroirs pour le bâti autour, elles esthétisent l'opération urbaine en la reflétant, grâce à l'image du bâti dans l'eau. Cependant, les milieux humides laissés à eux-mêmes ont tendance à se fermer, c'est-à-dire que la végétation colonise le plan d'eau, l'espace en eau disparaît de la vue et devient tourbeux sous les végétaux. Les mares créées sont donc des mares idéales, des milieux ouverts avec de l'eau claire visible, tout comme la biodiversité est un idéal de nature gérée, puisque laissés à eux même les milieux végétaux s'uniformisent (Muratet *et al.*, 2007). Culture du jardin sauvage et des fontaines sont donc au cœur de ces espaces qui sont symboliquement sauvages et naturels, mais effectivement très composés et contrôlés.

Les habitants et les citoyens sont ainsi placés en situations de spectateurs et de promeneurs autour de ces pièces d'eau. Les jardins partagés permettent cependant la réutilisation de l'eau de pluie. Les habitants bénéficiant des jardins partagés forment une petite communauté privilégiée, ayant un accès spécial à l'eau de pluie épurée. La dimension politique est sensible dans l'opération de Saint-Ouen, emblème du mandat du maire sortant : l'esthétique « sauvage » du Grand Parc de Saint-Ouen peut être lue comme la forme contemporaine de la modernité édilitaire. Alors qu'au début du XX^{ème} siècle les maires s'illustraient par leur capacité à fournir aux habitants le confort de l'eau courante et de l'électricité, qu'à partir des années 1950 la création d'espaces verts indifférenciés était la marque d'une bonne administration (Emelianoff, 2000), au début du XX^{ème} siècle, la résurgence d'espaces aux atours de milieux naturels en ville fait figure de bon gouvernement des villes (cf. chapitres 4 et 6). Les bassins en eau participent au traitement de l'eau de pluie : elle est épurée, puis elle est utilisée comme élément de fertilisation des sites. Ainsi la richesse végétale et à sa suite, animale, dépend de sa valorisation. L'épuration concerne à la fois l'eau et les sols : la mémoire de l'eau est parfois évoquée pour désigner la dissolution des substances des territoires traversés par l'eau, qui porte donc la marque de toutes les activités humaines rencontrées. Cette notion peut être élargie aux sols : tous les sites visités présentent des enjeux de dépollution industrielle ou agricole. L'épuration est aussi une opération d'effacement de ce passé moléculaire.

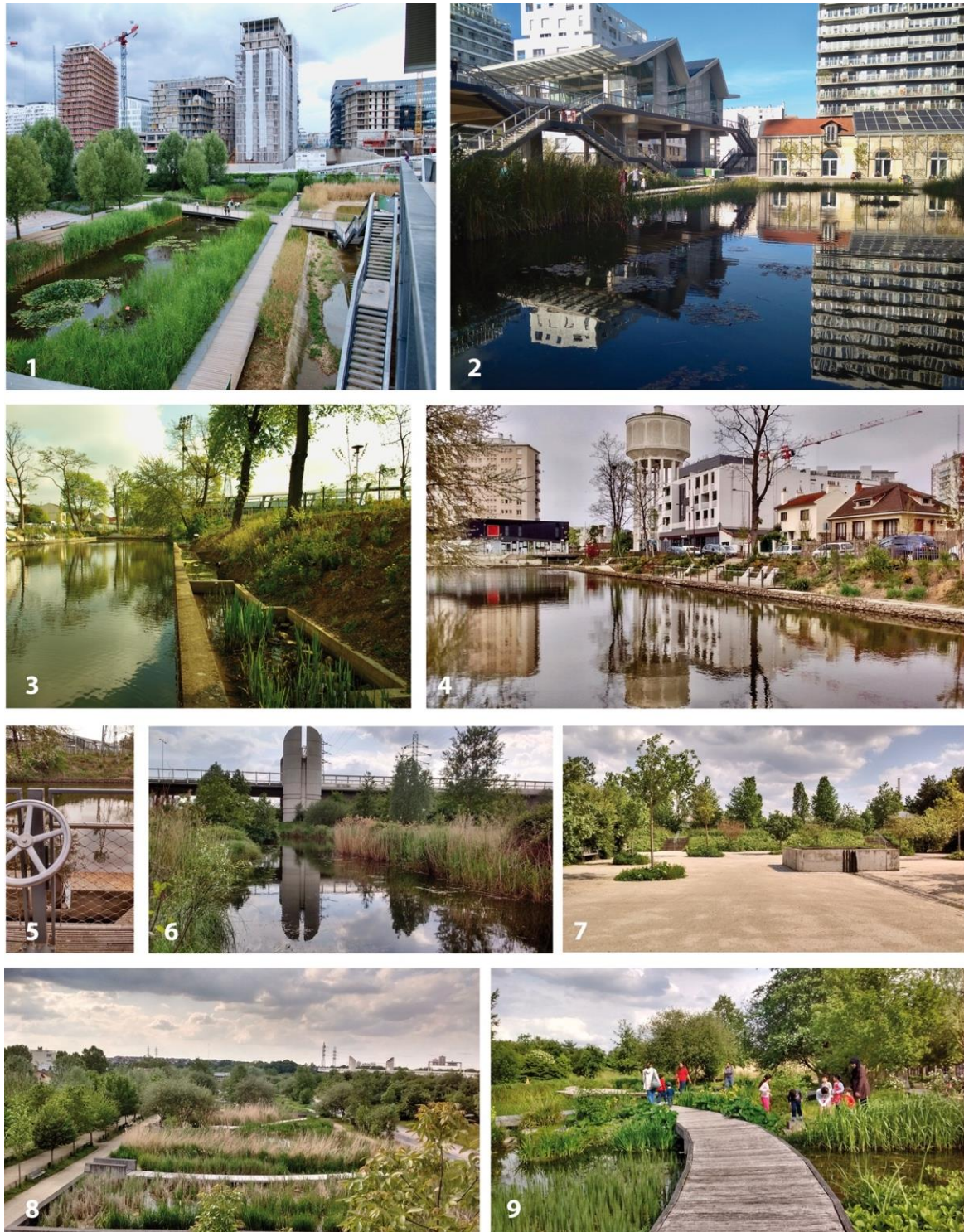


Figure 7.42 Miroirs d'eau et eau partagée, ailleurs dans l'agglomération parisienne

Auteure : Emma Thébault

1. Le bassin en eau du quartier des Batignolles à Paris (17^{ème} arrondissement), également bassin de gestion des eaux de pluie du quartier est situé au pied d'une plateforme haute enjambant les rails qui coupent le parc en deux. De forme rectangulaire, le bassin est doté de deux passerelles qui permettent de le traverser. Des zones denses d'hélophytes sont visibles sur ses pourtours, des hydrophytes, nénuphars ou nymphéas, en son centre. Un héron cendré y a été observé, signe de la présence de poissons dans le bassin.

2. Dans le bassin des Batignolles se reflètent trois types de bâti : la plateforme promontoire de la gare, le bâtiment de la Forge de plain-pied rénovée, et un immeuble contemporain en arrière-plan, qui quadrille le plan d'eau.
3. Dans le quartier Bel Air Grands Pêcheurs de Montreuil (93), un bassin industriel en béton a été reconverti : il recueille notamment les eaux de pluie du quartier. Une petite zone d'eau affleurante plantée d'hélophytes a été aménagée sur les pourtours du bassin. Les habitants du quartier empoissonnent le bassin avec des carpes afin de pêcher.
4. Dans l'eau du même bassin, se reflète un ancien château d'eau désaffecté, que les habitants du quartier ont souhaité conserver lors de l'opération de rénovation. Sur la rive opposée du bassin, une berge végétalisée, pourtant sans lien avec le plan d'eau, a été aménagée. C'est une berge exclusivement esthétique, puisqu'elle ne subit pas l'influence du marnage de l'eau du bassin.
5. Une vis d'Archimède est actionnable par ce volant, posé sur une plateforme en platelage bois au bord du bassin : l'eau et ses mouvements conservent leur aspect ludique, que l'aménagement force parfois.
6. Dans le Parc du Chemin de l'Île à Nanterre, les infrastructures massives de l'autoroute se reflètent dans les plans d'eau. Le long du chemin, non visible sur cette photographie, des structures en fer forgé à l'aspect rouillé représentent des squelettes d'oiseaux.
7. Dans le même parc, un petit bassin alimenté par les eaux épurées de la Seine constitue une ressource pour les jardins partagés voisins. Une surverse du bassin laisse l'eau s'échapper dans une rigole, vers la Seine.
8. Le Parc du Chemin de l'Île puise l'eau de la Seine, et l'amène en haut de jardins filtrants, dans lesquels elle s'écoule. Ce système est probablement une source d'inspiration du jardin des Docks. L'eau de Seine est puisée au moyen d'une vis d'Archimède motorisée. Cette photographie est prise depuis l'extrémité sud-est du parc, en haut de la butte située au bout des jardins filtrants. Elle offre sur ceux-ci et sur la bretelle d'autoroute, sur son autre versant, une vue imprenable.
9. Des passerelles permettent aux promeneurs de déambuler dans les jardins filtrants, chacun étant végétalisé différemment, dans certaines parties la végétation haute fait du parcours un labyrinthe. Les citadins peuvent se fondre dans le paysage, y participer.

Ces espaces sont également transformés en jardins botaniques modernes : des panneaux pédagogiques guident la compréhension du passant, lui expliquant le cheminement de l'eau et la composition végétale qu'il a sous les yeux, comme une notice pour la lecture du paysage. Ces sites sont donc perçus esthétiquement mais aussi intellectuellement et unissent ces deux appréhensions des paysages (Donadieu, 1998 ; Romain, 2010a). Le patrimoine industriel sur ces sites reconvertis est parfois mis en valeur : l'association entre patrimoine industriel et milieux naturels évoque la renaissance d'un site, son épuration, sa nouvelle vie, comme on l'a exposé juste avant. Mais elle établit aussi un parallèle entre l'activité industrielle disparue et la biodiversité en voie de disparition, comme les parcs romantiques célébraient des paysages pittoresques, à l'esthétique sauvage monumentale, au moment même où celle-ci était conquise mais quelque peu mise en péril par le développement de l'industrie et des chemins de fer. La mise en scène de la biodiversité peut donc être vue comme la patrimonialisation d'une nature défaite, d'un univers biologique qui s'étiole. Des ossatures d'animaux en fer forgé jonchent le parc du chemin de l'île, le passé ouvrier du quartier des Docks a fait l'objet d'une exposition dans la serre du parc, assimilant les jardins partagés aux jardins ouvriers, dans le quartier PSA à Asnières-sur-Seine sur la rive opposée de la Seine, la structure d'une halle industrielle est conservée, comme à Ris-Orangis ; elle domine un espace public très végétalisé, aux fonctions climatiques et écologiques affirmées. L'évolution de la société, de ce passé industriel à la ville durable, est ainsi condensée et mise en scène dans l'espace.

Ainsi, si l'on reprend la définition de la technique utilisée dans le chapitre 6, les bassins et milieux humides des parcs et jardins sont caractérisés par la disproportion de leur caractère symbolique, de leur mise

en scène, relativement à leur efficacité somme toute restreinte, localisée. L'eau de pluie gérée est circonscrite aux voiries adjacentes et la trame aquatique des quartiers est très contrainte en termes hydrologiques et écologiques, par tous les usages urbains. Les pratiques habitantes sont très peu modifiées par le traitement des paysages, si ce n'est au cœur des parcs par la réutilisation de l'eau de pluie, et dans certains bâtiments qui bravent la réglementation (dans la ville des Mureaux certains bâtiments administratifs utilisent de l'eau de pluie pour les toilettes par exemple). Ce sont des lieux symboliques, qui peuvent être assimilés à des espaces de démonstration, où l'action environnementale est d'abord mise en scène, même si une efficacité locale est effective.

Conclusion du chapitre 7

La gestion intégrée de l'eau de pluie et des cours d'eau prend de l'ampleur dans les sites urbains. D'un point de vue hydrologique, les réalisations semblent bel et bien superposer les différents génies de l'eau : ce palimpseste technique était analysé par Bernard Barraqué et Martin V. Melosi pour la gestion de l'eau à l'échelle de la ville, au sujet des services urbains (Melosi, 2000 ; Barraqué, 2011a). Il est également valable au niveau local : les aménagements combinent des principes de composition de l'ingénierie écologique (usage des sols, de la végétation, création de milieux sur les modèles de milieux naturels), le génie environnemental : rétention des pollutions par la gestion des petites pluies en amont des réseaux, dégradation des pollutions à l'état diffus, et le génie hygiéniste : évacuation des eaux de pluie par les réseaux souterrains, dès lors qu'elles sont trop importantes pour être gérées sans risque de stagnation ou d'inondation. Ce dernier génie tend cependant à s'effacer dans certaines opérations, en particulier dans le quartier des Docks, ou à Brétigny-sur-Orge. La zone humide étudiée est pour sa part un magnifique exemple de gestion du risque d'inondation et de l'eau pluviale liée à l'urbanisation par la restauration d'un milieu aquatique, conçu comme un bassin de rétention écologique. Ces réalisations témoignent donc de l'effectivité de la gestion intégrée dans les opérations d'urbanisme contemporaines. L'homogénéité des moyens employés pour la gestion des eaux de pluie et des règles de composition, même si ces éléments sont sujets à des variations notables, est frappante, relativement à la diversité des sites étudiés. Pour ces différentes raisons, il est possible d'avancer que l'émergence d'un registre technique urbain dans le discours et les représentations (chapitre 6) a sa symétrie dans les réalisations.

Cependant, l'examen de ces dernières mène à penser que le projet de fonder un urbanisme aquatique est quelque peu utopique aujourd'hui : les différents ouvrages et systèmes techniques présentés composent avec le tissu urbain, ils sont intégrés à une trame déjà fortement occupée par diverses fonctions, dans des espaces publics, et à la marge dans le bâti, plutôt qu'ils ne dessinent une trame urbaine nouvelle. Ceci est cependant à nuancer par quelques points. Ce registre urbain se compose d'ouvrages linéaires associés à la voirie et d'ouvrages ponctuels associés aux espaces publics, voire aux parcs et jardins, dont ils sont les nouveaux ornements. Cette trame technique est parfois souterraine, parfois à l'air libre : elle nécessite de composer avec le relief urbain, et donc impose une topographie aux sites, ou répond à une certaine nécessité hydrologique qui peut contraindre l'espace urbain. Sur la fonction écologique et climatique des ouvrages, il est difficile de plus s'avancer : on ne sait pas quels sont les effets réels des trames végétales ou des bassins et milieux associés, il semble cependant que leur composition mobilise des milieux variés et que la présence de sols non imperméabilisés ne peut qu'être bénéfique en milieu urbain.

Enfin ce registre urbain n'est pas uniquement un registre technique – hydraulique, écologique – c'est aussi un registre urbain c'est-à-dire qu'il prend place et sens dans l'espace urbain dont il est un outil de composition. En ce sens, on peut affirmer que la résurgence de l'eau en ville, appelée depuis quelques cinquante ans par les hydrologues urbains, est effective. Les ouvrages linéaires comme les noues participent à l'ordonnement des espaces publics et notamment des circulations : ce sont des motifs de rupture de l'espace urbain, leur végétalisation signifie une délimitation. Les espaces de nature créés sont, comme tous les espaces publics, des lieux de mise en ordre du social : l'occupation de l'espace public par la végétation, par l'eau et la présence d'autres espèces donnent une teneur à un lieu et induit des comportements chez les

citadins, qui sont des promeneurs, des spectateurs. Enfin, en tant que paysage, ces espaces sont des lieux de représentations de la mise en patrimoine contemporaine de la nature et de représentation d'une nouvelle forme de progrès technique et social voulu par les pouvoirs publics, au centre desquels l'eau de pluie et l'eau des cours d'eau, ces eaux sauvages, font figures de symbole.

Conclusion de la Partie III

L'étude des représentations des professionnels et des sites urbains a permis de mettre en évidence l'existence d'un nouveau registre urbain, dont les ouvrages de gestion intégrée de la pluie et de renaturation des cours d'eau font partie. Ce registre repose en partie sur la présence de nouveaux experts techniques dans la fabrique urbaine, les spécialistes de l'ingénierie écologique. En lien, il repose également sur une redéfinition de la place de la végétation et des milieux naturels dans l'espace urbain, qui semble plus générale, et dont la gestion intégrée et la renaturation des cours d'eau profitent.

Selon sa conception idéale, le nouveau registre urbain articule le génie écologique, ou l'ingénierie écologique (cf. introduction générale pour leur distinction), avec les aménagements antérieurs de l'espace urbain : il est donc à charge d'une part contre la minéralisation de l'hydrologie urbaine, d'autre part contre l'usage esthétique des végétaux et des biotopes. A ce titre, les écosystèmes, principalement par l'usage de la végétation et des sols, font pleinement partie de la conception urbaine. Ce nouveau registre urbain, dans sa version idéale, fait une place à l'eau de pluie et aux cours d'eau dans l'espace public, et leur résurgence est conçue pour la mise en contact de l'eau avec les sols, la végétation et l'air, positive à la fois pour l'épuration des eaux et pour la réintroduction des espèces non humaines en ville. De véritables petits systèmes locaux, au sein desquels la conception hydraulique des circulations de l'eau et articulée aux principes écologiques de son séjour dans les sols végétalisés émergent donc. La dimension écologique de ce registre urbain doit cependant être liée à son esthétique : elle relève aussi bien d'une gestion efficace des pollutions véhiculées par l'eau de pluie et de la création de milieux en ville, que de la mise en scène d'une naturalité synonyme de progrès technique urbain. Les codes de l'ingénierie ne sont par conséquent pas du tout bousculés par ce nouveau registre : une conception de la gestion de l'eau, fondée en science, et associée à une idée de progrès, est encore mise en œuvre par la gestion intégrée : celle-ci passe sous silence les usages de l'espace public, et éventuellement de l'eau qui lui sont liés. L'absence de la potentielle fonction climatique des aménagements met notamment en évidence le peu d'intérêt pour la composition urbaine générale liée à l'intégration de l'eau de pluie dans les espaces urbains.

Ce registre technique se conforme donc à l'espace urbain, plus qu'il ne le transforme de fond en comble : les aménagements de la gestion de l'eau de pluie servent d'ailleurs à des fins tout à fait classiques de mise en ordre des comportements dans l'espace public urbain et de délimitation des circulations citadines, et les espaces en eau prennent place dans des stratégies de maîtrise des espaces ouverts. Ainsi, le registre technique de la gestion intégrée de l'eau de pluie et de la renaturation des cours d'eau participe d'un registre urbain plus classique, qui semble être plus au cloisonnement et à la partition des espaces qu'à la mise en œuvre de trames écologiques.

Conclusion générale

Cette thèse partait du constat de la multiplication des politiques urbaines relatives à l'eau, sur la scène internationale, notamment en vertu du rôle de résilience et de soutien de la biodiversité que pouvait jouer l'introduction d'espaces aquatiques dans des milieux urbains traditionnellement minéraux et imperméabilisés. Il nous a donc semblé que la gestion de l'eau en ville pouvait être vectrice d'une très forte mutation des milieux urbains, en lien avec les crises climatiques et écologiques contemporaines, auxquelles elle semble apporter une réponse concrète, en particulier à travers la gestion des eaux de pluie et la renaturation des cours d'eau.

Nous avons mobilisé trois entrées pour aborder la possibilité d'une mutation de la gestion de l'eau en ville vers des modèles intégrant des conceptions écologiques et climatiques réformant le milieu urbain. Ces trois entrées ont été appliquées au niveau national pour la première, et, pour les deux autres, dans le territoire de l'agglomération parisienne, symbolique en termes de politiques publiques puisqu'il s'agit d'une capitale, dont l'histoire de la gestion de l'eau est très bien connue jusqu'aux années 1970, dont l'hydrologie est fortement artificialisée, et qui présente une grande diversité de situations urbaines. D'une part, nous avons interrogé la doctrine technique, à travers les textes - guides et documents techniques - qui la composent et la propagent au niveau national ; d'autre part, nous avons examiné les réalisations effectives et les politiques publiques qui en sont à l'origine, afin de savoir si de nouvelles infrastructures urbaines sont produites ; enfin, nous avons examiné l'interprétation qui est faite de cette mutation dans les sites urbains, ainsi que les représentations qu'en ont les professionnels qui les portent, afin d'attester de ou d'infirmer l'émergence d'un nouveau registre technique de la gestion des eaux de pluie et des cours d'eau. Nous avons choisi de traiter de ces deux thèmes car leur gestion est de plus en plus mutualisée dans les faits, parce qu'ils relèvent de transformations similaires, et parce que dépasser les approches sectorielles permet une plus grande généralisation sur la gestion de l'eau en surface de la ville. Nous avons mobilisé des matériaux divers, qui permettent de mettre en rapport différentes analyses : les guides et documents techniques déjà évoqués, une série d'entretiens avec les maîtres d'ouvrages et d'œuvre de la gestion intégrée de l'eau, une base de données rassemblant la connaissance territoriale des différentes techniques et opérations mettant en œuvre une gestion alternative de l'eau pluviale ou la renaturation des cours d'eau, et enfin des visites de sites. Nous proposons dans la suite de cette conclusion, d'abord de répondre aux grandes hypothèses qui les structures, et ensuite de dessiner quelques perspectives de recherche.

La première hypothèse formulée est celle d'une transformation forte de la doctrine technique de gestion des eaux de pluie et des cours d'eau en milieu urbain. Celle-ci fonde et explique l'apparition d'ouvrages techniques dédiés, sur lesquels seraient fondées les politiques urbaines contemporaines de résilience et de soutien à la biodiversité. Selon cette hypothèse, la doctrine technique mute depuis les années 1970, période à laquelle la littérature identifie le tournant environnemental du rapport entre sociétés et milieu, mais aussi période à partir de laquelle les eaux de pluie ne sont plus systématiquement évacuées et peuvent être retenues dans le tissu urbain, et où les paysages fluviaux font l'objet d'un effort de valorisation. Nous partions donc de l'idée que la mutation de la doctrine technique s'inscrivait dans une mutation plus générale des sociétés urbaines dans leur rapport à l'environnement. Or, cette doctrine était principalement étudiée par la littérature du point de vue, pour l'eau pluviale, de l'hydrologie urbaine ou, pour les cours d'eau, de la transformation de leur aménagement, sans que soit abordée, pour cette période, l'éventuelle implication des savoirs et notions écologiques et climatiques.

Notre étude de la doctrine technique a permis de mettre en évidence l'absence d'approche climatique, et, au contraire, la présence, pendant toute la période, d'approches fondées sur des savoirs et notions écologiques, d'abord identifiées dans la gestion des eaux pluviales. Le climat n'est pas, ou très peu, mobilisé pour l'aménagement des eaux de pluie et des cours d'eau : cette manière d'approcher l'environnement ne constitue pas un cadre de pensée pour les doctrines, non plus un outil. La mention la plus frappante du

climat est celle des spécificités du climat urbain évoquées par l'étude bibliographique internationale de l'association française pour l'Étude des eaux (AFEE, 1987), étudiée dans le chapitre 2 de la thèse. Dans le domaine des cours d'eau, les facteurs climatiques et météorologiques sont relativement absents, de même que leur temporalité. Dans le domaine de la gestion des eaux de pluie, le climat est abordé essentiellement par la pluviométrie. Cependant, on a vu que la pluie elle-même n'est pas au cœur des guides techniques : les modèles de dimensionnement sont plutôt focalisés sur l'écoulement de l'eau sur les surfaces urbaines, à partir de pluie hypothétiques et schématiques, ou simplement des taille et pentes des bassins versants, de la rugosité de leur sol. La pluie, quand elle est caractérisée plus précisément, est abordée au moyen de séries historiques et modèles types, selon une conception fixiste et rétrospective du climat, dont l'évolution n'est pas abordée. La doctrine de la gestion des eaux pluviales se spécialise dans la compréhension des phénomènes à l'échelle de petits bassins versants urbains : le grand cycle de l'eau, présent dans les premiers guides étudiés, est peu à peu délaissé, et laisse place au cadre de pensée du bassin versant urbain, c'est-à-dire de petite taille, marqué par l'imperméabilisation des sols et la présence de réseaux souterrains. Cette approche à l'échelle du projet urbain, se développe au détriment d'une approche macroscopique, qui pourrait faire jouer des paramètres climatiques. Des propositions de conceptions à l'échelle de bassins versants plus larges, sont également présentes mais elles concernent essentiellement les documents de planification, peu opérationnel, et des territoires mi-ruraux mi-urbains : ce sont plutôt les relations amont-aval entre ces territoires qui en font l'objet.

Il semble aussi, qu'en même temps qu'ils se focalisent sur les projets urbains, les guides deviennent plus descriptifs et analytiques, et que leur portée utopique, la présentation d'un grand modèle d'aménagement souhaitable, est moins sensible. Elle s'efface derrière des préconisations qui concernent l'extension des paramètres de site à intégrer à la conception de la gestion de l'eau de pluie, ainsi que les moyens de lui donner du poids dans les projets. La portée spatiale et temporelle qui fonderait une approche climatique de la gestion des eaux de pluie et des cours d'eau est absente : ceux-ci ne sont pas prospectifs, et ne considèrent pas le territoire urbain dans son ensemble, et dans sa relation avec l'hydrologie.

L'écologie est à l'inverse largement présente dans les guides techniques : celle-ci est d'abord, chronologiquement, et en principe, un outil pour l'aménagement de l'eau ; elle tend à devenir un principe éthique de sa gestion, indirectement utile pour la préservation des sociétés urbaines. Des schèmes similaires apparaissent dans la gestion des eaux de pluie et dans celle des cours d'eau, qui permettent de fonder l'idée d'une évolution commune du traitement des eaux de surface en milieu urbain. Dans le domaine de la gestion des cours d'eau, l'écologie – ici il s'agit essentiellement de la connaissance des végétaux et de leur développement – est utilisée en combinaison avec l'hydraulique : elle fonde la pratique technique du génie végétal. Ce génie a deux objectifs : d'une part il entend se substituer au génie civil pour la protection des berges, il prolonge donc ses objectifs de stabilisation du lit mineur du cours d'eau. D'autre part, il entend inverser la tendance de longue durée d'artificialisation des cours d'eau urbain, dans une perspective de recréation des milieux aquatiques. Dans les années 2000, l'écologie est complémentaire d'une approche hydromorphologique des cours d'eau, c'est-à-dire du modelage des lits mineurs et majeurs par le cours d'eau, et de la création de milieux vivants qui en découle. L'écologie est donc centrale dans ces deux périodes de la doctrine de restauration : elle est utilisée pour concevoir les aménagements des milieux aquatiques, en combinaison avec les sciences physiques. La création d'une diversité de milieux aquatiques urbains, susceptibles d'abriter des espèces diverses, est présente, cependant les aménagements mis en valeur sont très peu variés, et sont standardisés. Mais l'écologie devient également une fin, car elle acte la nécessité de reconstituer des milieux naturels. Sont donc dépassées les oppositions entre artificiel et naturel, ainsi qu'entre technique et milieux. Les milieux sont des moyens techniques, à la fois artificiels parce qu'ils sont créés, à la fois naturels, parce qu'ils utilisent le vivant, qui évolue selon ses propres principes, que la pratique technique consiste à installer et à encadrer.

Dans la gestion des eaux de pluie, l'observation de l'utilisation de savoirs écologiques est antérieure dans notre corpus technique. En effet, l'emploi de notions et de savoirs relevant de l'écologie, ici encore de la connaissance des végétaux, est présent dès la fin des années 1970, fait peu relevé par la littérature. Dans

L'Instruction technique de 1977, des propositions sur la composition des bassins de retenue comme de petits écosystèmes aquatiques sont formulées. L'influence du bureau d'études Sauveterre, notamment impliqué dans la conception des villes nouvelles, dont s'inspire l'Instruction technique est sensible. L'écologie est d'abord un outil pour des fins relevant de la pensée hygiéniste : elle permet de contrôler la qualité des eaux qui stagnent dans les bassins. Elle reconduit en quelque sorte le principe ancien de la fonction autoépuratrice des cours d'eau, en l'inversant : puisque les milieux naturels sont autoépurateurs, il s'agit de créer des milieux naturels en ville pour épurer les pollutions urbaines. La visée des aménagements n'est pas à la conservation des espèces ou à la biodiversité (ce dernier terme est de plus anachronique dans les années 1970-1980). Les savoirs écologiques sont donc employés en combinaison de techniques de génie civil - ici les bassins de retenue - elles s'appliquent au sein d'ouvrages de génie civil, plutôt qu'elles ne s'y substituent. L'usage des sciences écologiques est ensuite mineur dans les guides jusqu'aux années 2000 ; elles sont un peu mobilisées par des propositions relevant plutôt de l'emploi de techniques vernaculaires dans le guide *Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert* (Foncier Conseil, 1991). Mais surtout, dans les années 1990, l'esprit des propositions techniques est à la précision et à la sophistication des caractéristiques hydrauliques des dispositifs techniques. L'écologie réapparaît avec force dans la décennie suivante : l'atteinte du bon état ou bon potentiel écologique préconisé par la directive cadre européenne sur l'eau de 2000 devient un objectif opérationnel de l'assainissement. Cet objectif conduit à ne pas considérer seulement les pollutions massives liées au mélange des eaux usées et pluviales, mais aussi les pollutions diffuses qui sont transportées par les petites pluies de manière plus quotidienne, et qui génèrent une pollution délétère pour le développement de la biocénose aquatique. Une visée de restauration écologique émerge donc également dans la doctrine de gestion des eaux de pluie : elle se traduit par la doctrine de gestion et d'épuration des pluies quotidiennes *in situ*. Celle-ci mobilise de nouveau la connaissance de la végétation, et la notion d'autoépuration des eaux par les milieux naturels. Les sols et les systèmes racinaires des plantes sont mobilisés par cette nouvelle période de la doctrine : la restauration des milieux en fonde le principe, elle est cependant très peu incarnée dans les préceptes techniques. Ainsi les savoirs écologiques s'imposent dans la gestion urbaine de l'eau de surface à la fois par les normes qu'ils fondent et par les usages opérationnels qui en sont faits. La dimension éthique de la création de milieux humides favorables à la vie des espèces apparaît à la toute fin de la période, avec la plaquette de sensibilisation du CEREMA (CEREMA, 2015). Celle-ci synthétise ces usages divergents de l'écologie, qui sont finalement à l'image de la polarisation de l'ingénierie entre utilisation et préservation du vivant (Doré *et al.*, 2014).

Outre cette dualité entre utilisation et préservation des fonctionnements écologiques, et en lien avec elle, une autre évolution dans la doctrine technique apparaît fortement : les mécanismes propres aux milieux écologiques sont considérés comme supérieurs aux réalisations humaines. On retrouve ici un thème très ancien dans la pensée critique de la modernité technique, bien résumé par la citation de Jacques Ellul dans la thèse de Valérie Mahaut : la technique humaine est vectrice d'une hyperspécialisation des fonctionnements, ceux-ci entraînent la constitution de milieux « plus vulnérable[s] et moins susceptible[s] de s'adapter » (Ellul, 1977 *in* Mahaut, 2009: 209), alors que les milieux écologiques parviennent à la stabilité « au travers d'une complexité toujours croissante » (ce que les sciences écologiques réfutent par ailleurs²⁹⁴) (Mahaut, 2009: 209). Les aménagements utilisant le vivant sont en principe supérieurs aux techniques conçues seulement selon des savoirs et des principes physiques, car ils possèdent en eux-mêmes une forme d'autonomie et une capacité d'adaptation, qui n'est pas créée de main d'humain. Les aménagements utilisant les savoirs écologiques et le vivant sont donc des techniques au sens anthropologique en ce qu'ils relèvent de schèmes de conception puis de pratiques de transformation du monde matériel selon ces schèmes. Cependant, les réalisations sont des milieux car elles excèdent l'anticipation de leur fonctionnement, caractéristique centrale de la technique, puisqu'elles évoluent par elles-mêmes, sous l'action de leur contact avec le milieu environnant. Les milieux créés participent en quelque sorte à l'amélioration et à l'affinement

²⁹⁴ Les milieux naturels non entretenus ont tendance à s'uniformiser avec le temps (Muratet *et al.*, 2007).

de leur fonctionnement, orienté par la technique vers des fins humaines. Ainsi, la doctrine d'aménagement de l'eau de pluie et des cours d'eau urbains est toujours structurée par les principes fondamentaux de ces champs pratiques, qui sont la maîtrise de la qualité et la délimitation des circulations d'eau transportant des polluants. Elles sont cependant fortement transformées par les outils techniques et par la fin de préservation des milieux, même si celle-ci est indirectement destinée à la préservation des sociétés urbaines.

La deuxième hypothèse concernait la mutation effective de l'hydrologie de l'agglomération parisienne : l'idée de départ était que pour qu'advienne, comme on le proposait, un nouveau temps de l'eau en ville, il fallait que la mutation de la doctrine technique – dont on a exposé les limites – ne reste pas de papier, mais qu'elle donne effectivement lieu à une réforme des systèmes techniques urbains et de l'hydrologie urbaine. Cette vérification était d'autant plus nécessaire qu'elle est confrontée à un écueil : elle pourrait ne concerner que des quartiers conçus selon des normes environnementales particulières et non l'ensemble de l'espace urbain, si bien que des isolats techniques pourraient apparaître çà et là sans participer d'une transformation majeure de l'hydrologie urbaine. Il s'agissait donc de savoir si les techniques alternatives et de renaturation transforment la place de l'eau dans l'hydrologie urbaine, sa circulation, sa présence dans le tissu de l'agglomération parisienne. Il s'agissait également de savoir si ces transformations sont réservées à des espaces spécifiques, ou si elles font l'objet d'un régime général de la gestion de l'eau en ville.

L'analyse des techniques mises en œuvre dans l'agglomération parisienne nous a permis de démontrer que le tissu urbain n'est pas massivement et globalement transformé par la gestion alternative des eaux de pluie, ni par la renaturation des cours d'eau. Ce résultat a été obtenu grâce à une analyse des différents types de techniques mis en œuvre. Les techniques de gestion alternative sont nombreuses, elles sont pour moitié enterrées et uniquement stockantes : on peut donc affirmer que les politiques de gestion alternative de l'eau de pluie entraînent en grande partie l'atermoisement des rejets aux réseaux, mais pas leur diminution. Les techniques de gestion à ciel ouvert, conformes à la doctrine étudiée, composent l'autre moitié de l'inventaire. Celles-ci sont également en grande partie stockantes, elles contribuent donc à la transformation de l'hydrologie urbaine selon les mêmes modalités que les premières (le ralentissement de l'évacuation des eaux par les réseaux). Cependant, elles sont pour partie végétalisées, infiltrantes, en eau... elles contribuent de ce fait à la gestion hors réseau de la pluie et à l'émergence de milieux aquatiques en ville. Si le phénomène n'est pas massif, il est présent, et en tendance, la gestion à ciel ouvert et végétalisée s'étoffe. La production de ces ouvrages est due aux politiques de régulation des rejets des eaux de pluie aux réseaux : on peut donc dire qu'elle n'est pas spécifique à des territoires privilégiés, puisqu'elle concerne, comme on l'a vu, l'intégralité de l'agglomération parisienne. Cependant, les moyens techniques engagés sont aux mains des propriétaires des parcelles – qui peuvent être des acteurs publics, maîtres d'ouvrage de leur propre patrimoine – et donc on peut avancer que des réponses différenciées à des politiques territoriales également variables apparaissent. En effet, la règle n'est pas la même sur tous les territoires administratifs, elle fait l'objet de zonages au sein de ces territoires, et, de plus, à une même règle, différentes options techniques correspondent. Tout ceci induit des spécialisations territoriales du patrimoine, et donc une inégale résurgence de l'eau de pluie en surface de la ville.

L'inégale mutation de l'hydrologie urbaine est également observée sur les cours d'eau de l'agglomération parisienne. Elle est plus probante du côté des petits cours d'eau urbains : ils sont élargis, dotés d'annexes hydrauliques ou bien la continuité de leur lit mineur est restaurée. Les grands cours d'eau urbains quant à eux semblent sujets aux mêmes dynamiques que celles observées par Fanny Romain il y a de cela une petite dizaine d'années : un investissement paysager, un regain de centralité urbaine, mais pas de transformation notable de leur emprise foncière très restreinte (Romain, 2010a). Paradoxalement, ce sont les cours d'eau dont le foncier est en partie privé qui sont les plus investis par la renaturation : cela s'explique en partie par le fait que les cours d'eau navigables et domaniaux traversent le cœur dense de l'agglomération, mais c'est aussi la marque de la faible puissance de la doctrine de renaturation en milieu urbain dense et relativement aux usages économiques qui en sont faits : leur qualité de voies de transport prime. De plus, pour tous les cours d'eau, les ouvrages de renaturation sont plutôt une réinterprétation des ouvrages de génie civil ou des

préceptes de la restauration hydromorphologique dans les formes du génie végétal, plutôt qu'une véritable transformation des vallées en vue de la libération de la dynamique du cours d'eau.

La très bonne connaissance du patrimoine d'aménagements de renaturation sur les cours d'eau contraste avec la connaissance somme toute faible des techniques alternatives par leurs autorités organisatrices. Le foncier de certains cours d'eau non domaniaux fait l'objet de politiques d'acquisition : ceux-ci sont investis comme patrimoine public. De plus, les collectivités territoriales et leurs établissements sont maîtres d'ouvrages des opérations de renaturation, dont elles gardent par conséquent une mémoire précise, associée pour finir à leur gestion, aux mains des mêmes acteurs. Les techniques alternatives, bien que liées aux réseaux, ne relèvent pas d'une maîtrise d'ouvrage publique, sauf sur le foncier appartenant aux collectivités. Ces ouvrages sont en partie considérés comme des dispositifs privés. Cependant, de leur bonne mise en œuvre et de leur bon fonctionnement dépendent celui du patrimoine de réseaux et l'efficacité des politiques publiques. Leur production, et de manière moins marquée leur gestion, sont donc encadrées par les collectivités territoriales mais aussi par les services de l'État. Cet encadrement, à la fois financier et technique, est parfois dissuasif pour la mise en œuvre de la doctrine de la gestion des pluies *in situ* : les ouvrages modifiant l'hydrologie urbaine doivent être autorisés par le préfet ou déclarés à ses services et donnent lieu à des procédures administratives lourdes, les usages de l'eau non potable sont limités, la réglementation de la gestion des eaux de pluie dépend d'une cartographie de la nature des sols susceptibles de les prendre en charge et donc identifie des territoires où elle n'est pas possible, etc. Les techniques alternatives de gestion des eaux de pluie ne sont donc pas à proprement parler considérées comme un patrimoine infrastructurel commun des collectivités, mais plutôt comme un ensemble de techniques individuelles, qui font l'objet d'un droit de regard et de contrôle des pouvoirs publics parce qu'elles engagent un rapport collectif à la ressource, et que d'elles dépend le bon fonctionnement du patrimoine technique territorial, le réseau. Le rôle des pouvoirs publics quant à la mise en œuvre de l'interface technique entre citoyens et environnement a donc évolué dans le domaine des eaux de pluie d'une production très centralisée, à territorialisée, puis enfin vers l'encadrement d'une production privée. Cependant les moyens et les outils de cet encadrement semblent peu adaptés ou fragiles.

Selon notre troisième hypothèse, les nouveaux aménagements de l'eau sont à l'origine d'une transformation de l'espace urbain, approché non plus à l'échelle de la ville, mais des quartiers. Nous suggérons que la gestion de l'eau peut transformer l'organisation de la trame de ces quartiers. Sa logique peut par exemple s'imprimer dans la trame viaire, les sols peuvent être considérablement désimperméabilisés, les îlots bâtis et l'espace public participent ensemble à cette gestion et que des milieux humides apparaissent de manière diffuse dans les quartiers. Cette transformation de l'espace urbain est de plus liée à une évolution des conceptions des professionnels : ceux-ci composent l'espace urbain à partir de la gestion de l'eau, ou réorganisent l'espace urbain autour de la restauration des cours d'eau. En somme, un registre de conception urbaine fondée sur la gestion de l'eau dans le tissu urbain émerge.

Dans les quartiers aux conceptions de gestion de l'eau de pluie ambitieuses que nous avons étudiés, où des ouvrages à ciel ouvert sont présents, la conception du projet urbain est transformée par la gestion de l'eau de pluie, mais celle-ci n'est pas centrale. Cette gestion impose une certaine logique aux sites urbains : une logique gravitaire de déplacement de l'eau sur les sols, comme l'expliquent les spécialistes de l'hydrologie urbaine. Cette logique fait sa force, elle inscrit le cheminement de l'eau de pluie dans les sols urbains dont elle accentue le relief et qu'elle met à nu. Des trames végétales sont créées dans les sols des quartiers concernés, et mettent en contact eau, terre et air, contact qui avait été banni par l'hygiénisme et qui est propice à la vie des espèces végétales et animales en ville. La pluie est valorisée *in situ* : elle est réutilisée pour l'arrosage ou sert à la création de petites zones humides dans les parcs. On peut donc avancer que l'espace public et l'organisation du foncier urbain, au moins son relief, sont transformés par la gestion de la pluie *in situ*. L'opération de création d'une zone humide dans le lit du Croult permet à peu près le même constat : le site et sa trame de déplacements, ainsi que sa topographie, sont entièrement modelés autour du fonctionnement de la zone humide, une passerelle sur pilotis permet par exemple de ne pas perturber

l'écoulement des eaux. Les zones humides sont de magnifiques ouvrages paysagers et écologiques, en ce sens qu'ils sont composés d'écosystèmes, souvent associés à des zones boisées ou sèches qui en font des espaces de valeur pour les espèces animales et végétales, mais aussi des aménités urbaines. Un modèle de ville aquatique émerge donc, où l'eau est présente et où sa circulation est visible et impose au moins en partie sa logique à la composition urbaine.

Cependant, cette logique ne prévaut qu'en partie sur bien d'autres logiques de composition de l'espace urbain, dont elle participe sans les dominer, loin s'en faut. Dès lors que le cheminement de l'eau est contrarié par les circulations urbaines, l'eau de pluie est enfouie, rendue à des réseaux qui tendent, selon les professionnels, à faire des aménagements des ouvrages trop sophistiqués, contrairement à la connotation rustique dont ils sont initialement dotés. La partition entre espace privé et espace public n'est pas franchie par l'eau de pluie : la gestion sur les parcelles privées se fait principalement au moyen d'ouvrages enterrés, et ce sont essentiellement les espaces publics, sur lesquels les collectivités ont la main, qui mettent en œuvre la gestion à ciel ouvert. La trame des lots immobiliers n'intègre pas la logique de l'écoulement des eaux de pluie. De plus, la ville aquatique idéale se heurte à la réalité urbaine : l'épuration des eaux de pluie par les sols est rendue impossible par la pollution desdits sols ; la crainte est maintenue de la présence d'une eau fangeuse dans l'espace urbain ; l'infiltration est relative aux risques géotechniques qu'elle peut engendrer, par conséquent, beaucoup d'ouvrages sont bâchés.

La gestion de l'eau de pluie dans le tissu urbain se marie, mais aussi se dissout dans une esthétique urbaine plus générale de naturalité dans un espace dense et minéral, dans un goût pour le contraste entre esthétique naturelle et urbaine, au sens de minéral, bâti, bétonné, ou industrielle. Les noues et ouvrages formant la trame de la gestion de l'eau de pluie dans l'espace public sont des sortes de nouveaux caniveaux végétalisés, et les petits bassins ponctuels des jardinières intégrées aux sols : ces ouvrages participent largement de la conception paysagère des espaces publics, dans lesquels ils sont des équipements associés à la voirie, selon une logique de voiries et réseaux divers. Les petites zones humides créées pour la gestion des eaux de pluie témoignent de cette vocation esthétique et symbolique des ouvrages, chargés de transfigurer une ancienne friche ou une ancienne zone industrielle dont la connotation négative de zone polluée est neutralisée par ces paysages sauvages. Ces espaces jouent donc d'autres fonctions qu'écologiques ou hydrologiques, ce sont des espaces symboliques utilisés dans la rhétorique du renouvellement urbain, assimilé à un renouveau, une renaissance de l'espace urbain, de même que la densité urbaine de ces espaces est modérée par le contraste de trames végétales : ces différents ouvrages ont cependant une portée écologique limitée, et celle-ci est finalement secondaire car elle ne transforme fondamentalement ni le bâti ni l'espace public, même si elle lui imprime çà et là sa logique.

Dans les milieux professionnels, la conception des ouvrages de gestion de l'eau en milieu urbain repose en grande partie sur des principes écologiques qui sont communs aux diverses professions : celui de l'utilisation des végétaux, de la gestion diffuse, de la renaturation des cours d'eau... La conviction des professionnels va finalement à l'abandon d'une pensée technique confinée dans des objets techniques, au profit d'une gestion à partir des sites entiers, même si celle-ci est dans les faits contrariée. Ceux-ci envisagent de plus une transformation lente et diffuse de l'espace urbain, vers le modèle de la ville aquatique. Cependant, la conception des milieux aquatiques est liée à des réflexions, des engagements personnels et des débats qui ne sont pas présents dans la doctrine technique : ces débats portent sur la place des milieux naturels en ville et sur l'accès des citoyens aux ressources environnementales, ainsi que sur l'instrumentalisation qui peut être faite des réalisations écologiques au nom de leur dimension éthique. Des idées radicales surgissent, par exemple celle de l'inadéquation entre propriété privée et politiques environnementales, ou bien celle de l'action sur les véritables émetteurs des polluants qui remet en cause les principes de l'assainissement. Finalement, André Guillerme montrait que la révolution urbaine de l'hygiénisme était liée non seulement à un bouillonnement d'idées, à un changement de paradigme scientifique, mais également à des prises de positions politiques et à la réforme fondamentale du système productif urbain, de ses mœurs. Il semble qu'un nouveau temps de l'eau ne peut émerger de la seule gestion de l'eau, mais doit plutôt venir de la ville, des politiques urbaines, des élus, des citoyens.

De manière plus pragmatique, on propose quelques perspectives de recherche découlant de ces travaux, pour nous ou pour d'autres. Des recherches pourraient être menées du côté de la doctrine de gestion des eaux de pluie et des cours d'eau, de manière collaborative avec des paysagistes, des architectes, et des écologues. Des principes d'aménagement de l'espace urbain à une échelle macro ainsi que des propositions d'aménagement en zone dense pourraient être élaborés en fonction de scénarios prospectifs intégrant le changement climatique et la perte de biodiversité. Les études de l'atelier parisien d'Urbanisme sur la mutation des territoires urbains denses pour la gestion des petites pluies, principalement dans Paris et en petite couronne, et celles de l'agence régionale de la Biodiversité sur la conception écologique des bâtiments et des espaces publics pourraient notamment nourrir ces travaux prospectifs. La connaissance du climat de l'agglomération parisienne, notamment en lien avec les formes bâties et leur répartition spatiale, développée à l'IAU pourraient également être mises à profit.

Dans une toute autre perspective, une réflexion collective, mêlant ici encore diverses disciplines et métiers, et non restreinte au milieu de la recherche, pourrait être ouverte sur l'usage du vivant dans la technique et dans les compositions urbaines. De nombreuses zones d'ombre conceptuelles et éthiques sont liées à cet usage, qui concerne tous les acteurs de l'urbain. La compréhension de la technique et de l'environnement urbain pourrait être investiguée plus avant : que devient l'environnement urbain quand il est équipé d'ouvrages écologiques impliquant le vivant ? Que devient la technique urbaine quand elle intègre le vivant ? L'environnement a toujours été l'objet de l'urbanisme et du génie urbain, mais les milieux vivants, la mobilisation des écosystèmes pour la gestion et pour l'aménagement de l'environnement urbain, n'ont jamais été utilisés de cette manière et à cette échelle. Il serait intéressant de continuer la réflexion sur l'ingénierie urbaine dans ses rapports avec l'écologie. L'investissement du champ de l'urbain par l'ingénierie écologique, dont le spectre d'action est très large, bouleverse les catégories classiques de la techniques, les frontières entre artificiel et naturel, le trouble éthique du champ lui-même en témoigne. À la manière des travaux d'Élisabeth Lehec, les concepts des anthropologues pourraient plus amplement être mobilisés pour explorer ce domaine, en collaboration avec ses acteurs.

La recherche sur la gestion de la pluie et celle des cours d'eau pourrait être associée à d'autres secteurs de gestion, notamment celui de la gestion des eaux usées, aujourd'hui objet de recherches passionnantes portées par le programme Ocapu du laboratoire Eau Environnement et Systèmes urbains, mais aussi du secteur de l'eau potable. Il est également apparu au cours de nos recherches que le secteur agricole tient une grande part dans la dégradation des eaux et dans la disparition, encore en cours aujourd'hui, des cours d'eau. Si l'on ajoute les relations de dépendance entre villes et campagnes – objet des travaux de la doctorante Laetitia Verhaeghe au laboratoire Géographie-cités, et la fragilisation de la ressource en lien avec le changement climatique, il semble que les réflexions sur l'hydrologie ne peuvent rester urbaines, et qu'un dialogue plus général devrait être initié.

Enfin, des recherches pourraient être engagées plus fermement sur la constitution des services publics écologiques, et sur la réforme de l'urbanisme qui doit l'accompagner : on a vu que l'avènement d'un autre temps de l'eau dépend de mesures politiques fondamentales, peut-être faudrait-il explorer leur possibilité. Ces recherches pourraient s'appuyer notamment sur des travaux collaboratifs avec les collectivités, dans la continuité et utilisant la base de données Eaubaine que nous avons constituée dans le cadre de cette thèse. Celle-ci permet à la fois de concrétiser le dialogue avec les acteurs, comme on l'a montré, et, utilisée à son plein potentiel, permettrait de mieux comprendre la dynamique de production des techniques alternatives, ses acteurs, ses motifs spatiaux ; elle pourrait aider à la réflexion sur le rôle des collectivités relativement à ce patrimoine.

Bibliographie

Ouvrages scientifiques

ABBADIE, L., BASTIEN-VENTURA, C., FRASCARIA-LACOSTE, N., 2015. « Bilan et enjeux du programme interdisciplinaire Ingeco du CNRS (2007-2011) : un tournant pour l'ingénierie écologique en France ? », *Natures Sciences Sociétés*, vol. 23, p. 389-396.

AUBERTEL, P., 2015. *La Recherche urbaine, le Plan Urbain (1971-1998). Une dynamique pour se saisir des enjeux de société*, PUCA, 76 p.

BACKOUCHE, I., 2000. *La trace du fleuve, La Seine et Paris (1750-1850)*, Paris, Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 430 p.

BARLES, S., 1999. *La ville délétère : médecins et ingénieurs dans l'espace urbain, XVIIIe-XIXe siècle*, Champ Vallon, 388 p.

BARLES, S., 2007. « Urban metabolism and river systems: an historical perspective – Paris and the Seine, 1790–1970 », *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, vol. 4, n. 3, p. 1845-1878.

BARLES, S., 2012. « Une avant-garde en matière d'écologie urbaine », in ORILLARD, C., PICON, A., *De la ville nouvelle à la ville durable : Marne-la-Vallée*, Marseille, p. 205-221.

BARLES, S., 2015. « L'urbanisme, le génie urbain et l'environnement : une lecture par la technique », *RIURBA*, [En ligne] URL : <http://riurba.net/Revue/lurbanisme-le-genie-urbain-et-lenvironnement-une-lecture-par-la-technique>

BARLES, S., 2017. « Écologie territoriale et métabolisme urbain : quelques enjeux de la transition socio-écologique », *Revue d'économie régionale et urbaine*, vol. 5, p. 819-836.

BARLES, S., THEBAULT, E., 2018. « Des réseaux aux écosystèmes : mutation contemporaine des infrastructures urbaines de l'eau en France », *Tracés. Revue de Sciences humaines*, vol. 2, n. Infrastructures, p. 117-136, [En ligne], DOI : 10.4000/traces.8299

BARRAQUE, B., 1993. *La ville et le génie de l'environnement*, Paris, France, Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, 249 p.

BARRAQUE, B., 1995. « Les politiques de l'eau en Europe », *Revue française de science politique*, vol. 45, n. 3, p. 420-453.

BARRAQUE, B., 2004. « Aspects institutionnels de la gestion durable de l'eau en Europe », *Cybergeo: European Journal of Geography*, [En ligne], DOI : 10.4000/cybergeo.1260

BARRAQUE, B., 2011a. « Les trois génies de l'eau », in BARRAQUE, B., ROCHE, P.-A. (dir.), *Peurs et Plaisirs de l'Eau*, Editions Hermann, p. 327-349.

BARRAQUE, B., 2011b. Préface, in BOULEAU, G., GUERIN-SCHNEIDER, *Des tuyaux et des hommes*, Indisciplines, Editions Quae, p. 7-12.

- BARRAQUE, B., 2015. « Pour une histoire des services d'eau et d'assainissement en Europe et en Amérique du Nord », *Flux*, n. 97-98, p. 4-15.
- BARRAUD, R., 2011. « Rivières du futur, wild rivers ? », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, [En ligne], DOI : 10.4000/vertigo.11411
- BARRAUD, R., GERMAINE, M.-A. (dir.), 2017. *Démanteler les barrages pour restaurer les cours d'eau - Controverses et représentations*, Paris, Librairie Quae, 260 p.
- BELHOSTE, B., 1994. « De l'École des ponts et chaussées à l'École centrale des travaux publics. Nouveaux documents sur la fondation de l'École polytechnique », *Bulletin de la Sabix. Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de l'École polytechnique*, n. 11, [En ligne], URL : <http://journals.openedition.org/sabix/617>
- BERDOULAY, V., SOUBEYRAN, O., 2002a. *L'écologie urbaine et l'urbanisme*, Paris, Recherches, La Découverte, 272 p.
- BERDOULAY, V., SOUBEYRAN, O., 2002b. « Un "vaste programme" », in *L'écologie urbaine et l'urbanisme*, La Découverte, p. 21-50.
- NATHALIE BLANC ET CYRIA EMELIANOFF, « Réappropriation du sol et société civile dans deux villes russes », *Environnement Urbain / Urban Environment* [En ligne], Volume 1 | 2007, mis en ligne le 25 janvier 2016, consulté le 28 juillet 2019. URL : <http://journals.openedition.org/eue/1049>
- BOULEAU, G., 2017. « Écologisation de la politique européenne de l'eau, gouvernance par expérimentation et apprentissages », *Politique européenne*, n. 55, p. 36-59.
- BOULEAU, G., GUERIN-SCHNEIDER, 2011. *Des tuyaux et des hommes*, Indisciplines Éditions Quae, 200 p.
- BOULEAU, G., RICHARD-FERROUJJI, A., WEREY, C., 2011, « Chapitre 2. Patrimoines à réapprécier », in BOULEAU, G., *Des tuyaux et des hommes. Les réseaux d'eau en France*, Quae, p. 49-65.
- BOURDIEU, P., 1993. « Comprendre », in *La Misère du Monde*, Points, p. 1389-1454.
- BRAY, F., 2010. « Qu'est-ce qu'un texte technique ?. Réflexions à propos de la Chine et des Andes », *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, n. 54-55, p. 185-199.
- BRET, P., CHATZIS, K., PEREZ, L. (dir.), 2008. *La presse et les périodiques techniques en Europe 1750-1950*, L'Harmattan, 324 p.
- CARRE, C., DEUTSCH, J.-C., 2015. *L'eau dans la ville. Une amie qui nous fait la guerre*, La Tour d'Aigues, Éditions de l'Aube, 320 p.
- CARRE, C., LESTEL, L. (dir.), 2017. *Les rivières urbaines et leur pollution*, 1^{re} éd. Versailles, Éditions Quae, 282 p.
- CASTONGUAY, S., EVENDEN, M., 2012. *Urban Rivers: Remaking Rivers, Cities, and Space in Europe and North America*, University of Pittsburgh Press, 302 p.
- CHAUVEAU, J., SOUAMI, T., 2017. « Les eaux pluviales dans les espaces publics : une évolution des modes de gestion ? », *Cahiers RAMAU*, vol. Concevoir la ville durable, n. 8, p. 184 p.
- CHOCAT, B., 1997. *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement*, Tec & Doc, Paris, Lavoisier, 1124 p.

- CHOCAT, B., 2008. « *État de l'art sur la gestion urbaine des eaux pluviales et leur valorisation* », ONEMA, 36 p.
- Clément, G., 2003, *Manifeste du Tiers-paysage*, Paris, Sujet-Objet, 69 p.
- CLERGEAU, P., BLANC, N., 2013. *Trames vertes urbaines De la recherche scientifique au projet urbain*, Paris, Éditions du Moniteur, 339 p.
- CORBIN, A., 1986. *Le miasme et la jonquille : l'odorat et l'imaginaire social, XVIIIe-XIXe siècles.*, ChampsParis, Flammarion, 336 p.
- CORMIER, L., 2010. « La planification des trames vertes, du global au local : réalités et limites », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], DOI : 10.4000/cybergeo.23187
- CORMIER, L., 2011. *Les Trames vertes : entre discours et matérialités, quelles réalités ?*, Géographie, Université d'Angers, 386 p.
- CORMIER, L., 2015. « Les urbanistes et l'approche écologique de la nature en ville : une conciliation possible ? », *Innovations Agronomiques*, n. 45, p. 83-93.
- COSSAIS, N., [à paraître] « Gestion intégrée des eaux pluviales : position des services techniques urbains et évolution induite des métiers. Métropole de Lyon. », *Urbia*.
- COSSAIS, N., HONEGGER, A., SIBEUD, E., MARTOUZET, D., 2018. « Gestion à la source des eaux pluviales : évolution des services techniques et des métiers - Approche socio-anthropologique au sein de la Métropole de Lyon », *Techniques Sciences Méthodes*, n. 4, p. 41-54.
- COSSAIS, N., SIBEUD, E., FLORIAT, M., 2016. « *The "Pervious City" project: life cycle assessment of public stormwater management facilities. Métropole de Lyon* », p. 5.
- COUTARD, O., 2010. « Services urbains : la fin des grands réseaux ? », in *Écologies urbaines*, paris, Economica/Anthropos, p. 102-129.
- COUTARD, O., RUTHERFORD, J., 2015. *Beyond the Networked City: Infrastructure reconfigurations and urban change in the North and South*, London; New York, Routledge, 18 p.
- DONADIEU, P., 1998. « Des sciences écologiques à l'art du paysage ou l'invention du sauvage dans les marais paysagistes », *Courier de l'environnement de l'INRA*, vol. 35, p. 13-24.
- DONADIEU, P., 2007. « Le paysage, les paysagistes et le développement durable : quelles perspectives ? », *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, n. 297-298, p. 10-22.
- DORE, A., GOSSELIN, F., REY, F., 2014. « L'écologie au service de l'ingénierie : organisation d'un collectif scientifique et pratique », in *Action par et/ou pour le vivant ?*, Éditions Quae, p. 165.
- DUPUY, G., 1978. *Urbanisme et technique : chronique d'un mariage de raison*, Paris, Centre de Recherche d'Urbanisme, 420 p.
- DUPUY, G., 1991. *L'urbanisme des réseaux, théories et méthodes*, Paris, Armand Colin, 198 p.
- DUPUY, G., KNAEBEL, G., 1982. *Assainir la ville, hier et aujourd'hui*, Paris, Dunod, 1982, 92 p.

- DUPUY, G., TARR, J.A., 1988. *Technology and the Rise of the Networked City in Europe and America*, Temple University Press, 339 p.
- EMELIANOFF, C., 2000. « L'écologie urbaine entre science et urbanisme », *Quaderni*, vol. 43, n. 1, p. 85-99.
- FABRE, P., PREVOT, A.-C., SEMAL, L., 2016. « Le Grand Paris, ville durable ? Limites pour la biodiversité urbaine dans un projet de métropolisation emblématique », *Développement durable et territoires*, vol. 7, n. 1, [En ligne], DOI : 10.4000/developpementdurable.11131
- FISCHER-KOWALSKI, M., 2011. « Analyzing sustainability transitions as a shift between socio-metabolic regimes », *Environmental Innovation and Societal Transitions*, vol. 1, n. 1, p. 152-159.
- FLORENTIN, D., 2015. *Shrinking networks ? : les nouveaux modèles économiques et territoriaux des firmes d'infrastructure face à la diminution de la consommation*, Thèse de doctorat sous la direction d'Olivier Coutard, Université Paris-Est, 388 p.
- FRIOUX, S., 2008. « Aux origines de la ville durable : améliorer l'environnement urbain en France, fin XIXe – milieu XXe siècles », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 52, n. 4, p. 60-67.
- FRIOUX, S., 2009. *Les réseaux de la modernité : amélioration de l'environnement et diffusion de l'innovation dans la France urbaine (fin XIXe siècle - années 1950)*, Thèse de doctorat sous la direction de Jean-Luc Pinol, Université Lyon 2, 685 p.
- FRIOUX, S., 2010. « Fléau, ressource, exutoire : visions et usages des rivières urbaines (XVIIIe-XXIe s.) », *Géocarrefour*, n. Vol. 85/3, p. 188-192.
- GANGBAZO G., 2004, *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant : concepts et application*, Direction des politiques de l'eau, Bureau de la gestion par bassin versant, Environnement Québec, 46 p.
- GHIOTTI, S., 2006. « Les Territoires de l'eau et la décentralisation. La gouvernance de bassin versant ou les limites d'une évidence », *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, [En ligne], DOI : 10.4000/developpementdurable.1742
- GRAHAM, S., MARVIN, S., 2001. *Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition*, Routledge, 512 p.
- GUILLERME, A., 1983. *Les temps de l'eau : la cité, l'eau et les techniques - nord de la France, fin IIIe-début XIXe siècle*, Éditions Champ Vallon, 272 p.
- HABERMAS, J., 1973. *La Technique et la science comme « idéologie »*, Paris, Gallimard, 213 p.
- HABETS, F., BOE, J., DEQUE, M., DUCHARNE, A., GASCOIN, S., HACHOUR, A., MARTIN, E., PAGE, C., SAUQUET, E., TERRAY, L., THIERY, D., OUDIN, L., VIENNOT, P., THERY, S., 2011. « Evolution potentielle du régime des crues de la Seine sous changement climatique », Colloque SHF "Risques inondation en Ile de France", Mar 2010, Paris, France. 8 p. [En ligne], URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00593763/document>
- HELLIER, E., CARRE, C., DUPONT, N., LAURENT, F., VAUCELLE, S., 2009. *La France. La ressource en eau : usages, gestions et enjeux territoriaux*, Paris, Armand Colin, 320 p.

- HILAIRE-PEREZ, L., NEGRE, V., SPICQ, D., VERMEIR, K., 2017. *Le livre technique avant le XXe siècle - À l'échelle du monde*, CNRS éditions, 502 p.
- HOUSSAY-HOLZSCHUCH, M., THÉBAULT, E., 2017. « *Dis-locating Public Space: Occupy Rondebosch Common, Cape Town* », *Environment and Planning A: Economy and Space*, vol. 49 issue 3, 555-571 p. First Published September 9, 2015. DOI : <https://doi.org/10.1177/0308518X15603985>
- INGOLD, A., 2011. « Écrire la nature De l'histoire sociale à la question environnementale ? », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 66, n. 1, p. 11-29.
- JARRIGE, F., 2014. *Technocritiques, Du refus des machines à la contestation des technosciences*, Hors collection Sciences Humaines, La Découverte, 420 p.
- JARRIGE, F., MORERA, R., 2006. « Technique et imaginaire », *Hypothèses*, vol. 9, n. 1, p. 163-174.
- KISS, A.C., 1987. « "Tchernobâle" ou la pollution accidentelle du Rhin par des produits chimiques », *Annuaire Français de Droit International*, vol. 33, n. 1, p. 719-727.
- KISS, A.C., DOUMBÉ-BILLÉ, S., 1992. « Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Rio de Janeiro-juin 1992) », *Annuaire Français de Droit International*, vol. 38, n. 1, p. 823-843.
- LASCOUMES, P., 2010. *L'éco-pouvoir : Environnements et politiques*, La Découverte, 325 p.
- LATOUR, B., 1995. « Moderniser ou écologiser. A la recherche de la Septième Cité », *Écologie politique*, vol. 13, p. 5-27.
- LARRERE, R., 2005, « Quand l'écologie, science de l'observation devient science de l'action. Remarques sur le génie écologique », in Marty et al. (Éds), *Les biodiversités. Objets, théories, pratiques*, Paris, CNRS éditions, p. 173-193.
- LE MELEDO, M., 2013. *Le vallon du Petit Rosne, chambre paysagère au coeur d'une renaissance urbaine*, Travail personnel de fin d'étude, Ecole Supérieure d'Architecture des Jardins, Paris, 91 p.
- LEESU, 2019. « *OCAPI - Programme de recherche & action sur les systèmes alimentation/excrétion urbains et la séparation à la source des eaux usées* » [En ligne], URL : <https://www.leesu.fr/ocapi/>
- LEHEC, E., 2018. *La remise en cause des services urbains en réseau, une approche par la technique - Le cas du compostage des déchets en pied d'immeuble à Paris*, Thèse de doctorat sous la direction de Sabine Barles, Université Paris 1, 469 p.
- LELONG, C., DEUTSCH, J.-C. (dir.), 1995. *L'Eau dans la ville, bilan général d'un programme de recherche et d'expérimentation*, Paris, Presses de l'Ecole des Ponts et Chaussées, 317 p.
- LEMONNIER, P., 1996. « Et pourtant ça vole ! L'ethnologie des techniques et les objets industriels », *Ethnologie française*, vol. 26, n. 1, p. 17-31.
- LESTEL, L., CARRE, C., MOUCHEL, J.-M., SERVAIS, P., HAGHE, J.P., EUZEN, A., 2017. « Paris et la Seine : l'impossible équipement d'une agglomération », in *Les rivières urbaines et leur pollution*, Versailles, p. 23-78.
- LIMOUSIN, C., BERNARD, M., MONCOND'HUY, V., 2016. « Les Mureaux : une gestion intégrée des eaux pluviales au service d'une rénovation urbaine d'envergure et de qualité », *Novatech*, GRAIE, Lyon, 6 p.

- LOTFI, Z., CHANCIBAULT, K., JOANNIS, C., ANDRIEU, H., CHEBBO, G., AZIMI, S., ROCHER, V., 2016. « Fonctionnement du réseau d'assainissement à l'échelle de Paris et sa petite couronne », *Rapport PIREN-Seine – phase VII*, 26 p.
- LUGINBÜHL, Y., 2001, *La demande sociale de paysage*, rapport pour le conseil national du Paysage, ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 21 p.
- MAHAUT, V., 2009. *L'eau et la ville, le temps de la réconciliation : jardins d'orage et nouvelles rivières urbaines*, Thèse de doctorat sous la direction d'André de Herde, Université Catholique de Louvain, 426 p.
- MATTHEY, L., MAGER, C., 2016. « La fabrique des urbanistes. Une identité professionnelle controversée ? », *Cybergeog : European Journal of Geography*, [En ligne], URL : <http://journals.openedition.org/cybergeog/27553>
- MAUSS, M., 1936. « Les techniques du corps », *Journal de Psychologie*, vol. XXXII n°3/4.
- MELOSI, M.V., 2000. *The Sanitary City: Environmental Services in Urban America from Colonial Times to the Present*, Baltimore and London, Johns Hopkins University Press, 578 p.
- MORANDI, B., 2014. *La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action. Éléments de recherche applicables*, Thèse de doctorat sous la direction d'Hervé Piégay, École normale supérieure de Lyon, 430 p.
- MUNOZ, F., 2010. « Plantes introduites, naturalisées et envahissantes : modifications de la flore lyonnaise marquées par les activités humaines », *Publications de la Société Linnéenne de Lyon*, vol. 2, n. 1, p. 136-142.
- MURATET, A., MACHON, N., JIGUET, F., MORET, J., PORCHER, E., 2007. « The Role of Urban Structures in the Distribution of Wasteland Flora in the Greater Paris Area, France », *Ecosystems*, vol. 10, n. 4, p. 661-671.
- NARCY, J.-B., 2004. *Pour une gestion spatiale de l'eau. Comment sortir du tuyau ?* Bruxelles : PIE-Peter Lanf, EcoPolis n° 4, 342 p.
- PETT, F., PERPINIEN, G., DEROANNE, C., 2000. « Détermination des puissances spécifiques critiques dans des rivières à charge de fond caillouteuse », *Revue Géographique de l'Est*, vol. 40, n. 1-2, [En ligne], URL : <http://journals.openedition.org/rge/4203>
- PETRUCCI, G., 2012. *La diffusion du contrôle à la source des eaux pluviales urbaines : confrontation des pratiques à la rationalité hydrologique*, Thèse de doctorat sous la direction de Bruno Tassin, Université Paris-Est, 358 p.
- PICON, A., 2001. « Imaginaires de l'efficacité, pensée technique et rationalisation », *Réseaux*, no 109, n. 5, p. 18-50.
- PRITCHARD, S.B., 2011. *Confluence: The Nature of Technology and the Remaking of the Rhône*, Cambridge, Mass, Harvard University Press, 392 p.
- RAVEREAU, A., 1981. *Le M'Zab, une leçon d'architecture*, Sindbad Actes Sud, 220 p.
- RODGER, R., MADGIN, R., 2016. *Leicester: A Modern History*, Lancaster, Carnegie Publishing Ltd, 416 p.

- ROMAIN, F., 2010a. « Le fleuve, porteur d'images urbaines : formes et enjeux », *Géocarrefour* [En ligne], Vol. 85/3 | 2010, mis en ligne le 15 mars 2011, consulté le 28 juillet 2019. URL : <http://journals.openedition.org/geocarrefour/8001> ; DOI : 10.4000/geocarrefour.8001
- ROMAIN, F., 2010, *La construction contemporaine des paysages fluviaux urbains. Le cas de deux villes nord méditerranéennes : Perpignan et Montpellier*, Thèse de doctorat sous la direction de H. Davodeau et P. Donadieu, AgroParisTech, 418 p.
- ROUX, C., 1996. *Analyse des précipitations en hydrologie urbaine. Exemple de la Seine-Saint-Denis*, École Nationale des Ponts et Chaussées, Centre d'Enseignement et de Recherche pour la Gestion des Ressources Naturelles et de l'Environnement, 291 p.
- SIGAUT, F., 1998. « Entre pratiques raisonnées et sciences efficaces : l'âge des doctrines en agronomie », in AMOURETTI M.-C., SIGAUT, F. (dir.), *Traditions agronomiques européennes, élaborations et transmission de l'Antiquité*, Paris, éditions du CTHS, p. 197-221.
- SIGAUT, F., 2003. « La formule de Mauss », *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, n. 40, [En ligne], DOI : 10.4000/tc.1538
- SILBERSCHLAG, J.-I., *Théorie des fleuves, avec l'art de bâtir dans leurs eaux et de prévenir leurs ravages*, Charles-Antoine Jombert, 130 p.
- SIMONDON, G., 1989. *Du Mode d'Existence des Objets Techniques*, Paris, Aubier, 367 p.
- SOYER, M., 2014. *Solidité de l'expertise, prudence de l'innovation : chercheurs et praticiens dans les observatoires d'hydrologie urbaine*, Thèse de doctorat sous la direction de Gilles Hubert, Université Paris-Est, 569 p.
- SOYER, M., DEROUBAIX, J.-F., DE GOUVELLO, B., HUBERT, G., 2013. « L'innovation dans les métropoles dépend-elle de leur capacité à nouer des relations spécifiques avec leur environnement scientifique ? Formes, échelles des réseaux et trajectoires d'innovation dans la gestion des eaux pluviales en France », *Novatech*, GRAIE, Lyon, URL : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/51219?show=full>
- TARR, J. A., MCCURLEY III, J., MCMICHAEL, F. C., YOSIE, T., 1984, « Water and Wastes: A Retrospective Assessment of Wastewater Technology in the United States, 1800-1932 », *Technology and Culture*, vol. 25, n. 2, p. 226-263.
- THEYS, J., EMELIANOFF, C., 2001. « Les contradictions de la ville durable », *Le Débat*, vol. n° 113, n. 1, p. 122-135.
- THIBAUT, S., 2000. « Le Génie urbain », in LUSSAULT M., BODY-GENDREAU S., PAQUOT T., *La ville et l'urbain, l'état des savoirs*, Paris, La Découverte, p. 244-254.
- THOENIG, J.-C., 1987. *L'Ère des technocrates. Le cas des Ponts et Chaussées*, L'Harmattan, 317 p.
- TRIBOUT, S., 2017. « La conception à l'épreuve de la gestion des eaux pluviales », *Cahiers RAMAU*, vol. Concevoir la ville durable, n. 8, p. 184 p.
- TVEDT, T., OESTIGAARD, T. (dir.), 2014. *History of Water, A, Series III, Volume 1: Water and Urbanization*, London; New York, I.B.Tauris, 650 p.

VERIN, H., 2007. « La technologie : science autonome ou science intermédiaire ? », *Documents pour l'histoire des techniques. Nouvelle série*, n. 14, p. 134-143.

WEREY, C., CHERQUI, F., LE NOUVEAU, N., RODRIGUEZ, F., SIBEUD, E., JOANNIS, C., BARRAUD, S., 2016. « Gestion patrimoniale des techniques alternatives : une nouvelle histoire à écrire pour la gestion des eaux pluviales en ville », *Novatech*, GRAIE, Lyon, p. 5, [En ligne], URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01350684v2/document>

Littérature grise et guides techniques

ADEME, 2015. « Le coefficient de biotope par surface (CBS) », in *Ecosystèmes dans les Territoires*, p. 63-64.

AESN, 2012. *Dixième programme de l'agence de l'eau Seine Normandie (2013 – 2018)*, 103 p.

AESN, 2013. *Guide juridique et pratique sur la gestion des milieux aquatiques et humides*, 157 p.

AESN, 2015a. *Le PDM 2016-2021, Programme de mesures du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands*, 223 p.

AESN, 2015b. *Gestion durable des eaux pluviales*, 1 p.

AESN, COMPOSANTE URBAINE, LEESU, 2013. *Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines Document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement*, 63 p.

AESN, STU, 1994. *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales*, Paris, Lavoisier, Tec & Doc, 275 p.

AFEE, 1987. *Les eaux pluviales en milieu urbain (Bilan ordonné des connaissances bibliographiques françaises)*, STU Paris, 145 p.

APUR, 2015. *Préservation et valorisation de la ressource en eau brute, une gestion parisienne des eaux pluviales*, Paris, 117 p.

APUR, 2018. « Pourquoi une gestion à la source des eaux pluviales ? », in *Référentiel pour une gestion à la source des eaux pluviales dans la métropole*, Paris, 60 p.

ASTEE, 2015. *Récupération et utilisation de l'eau de pluie Informations et recommandations relatives à la réalisation de dispositifs utilisant les eaux issues de toitures et stockées in situ*, 65 p.

ATELIER JAM, LATITUDE NORD, MISSION MOREL, JEOL, 2010. *Le projet Clause Bois-Badeau à Brétigny-sur-Orge (91)*, Séminaires Détours Prospectifs 2010 Ville renouvelée, de l'intention à la réalisation, [En ligne], URL : <https://docplayer.fr/7672302-Seminaires-detours-prospectifs-2010-ville-renouvelee-de-l-intention-a-la-realisation-le-projet-clause-bois-badeau-a-bretigny-sur-orge-91.html>

BIOTEC-MALAVOI, (ADAM, P., DEBIAIS, N., MALAVOI, J.-R.), 2007. *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, Agence de l'eau Seine-Normandie, 64 p.

CEREMA, 2015. *Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain - Des valeurs à partager sur le territoire*, 8 p. [En ligne], URL : http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/ACCIDR/doc/IFD/IFD_REFDOC_0548117/integrer-les-milieux-humides-dans-l-amenagement-urbain-des-valeurs-a-partager-sur-le-territoire

- CERTU, 1998. *Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial*, 155 p.
- CERTU, 2000. *Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain*, Dossier Eau et Aménagement, n. 102, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 123 p.
- CERTU, 2003. *La ville et son assainissement - Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau*, CERTU, 503 p.
- CERTU, 2007. « Fascicule 1 : assainissement urbain » in *Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau*, CERTU, 100 p.
- 2007b. « Fascicule 2 : aménagement de bassin versant » in *Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau*, CERTU, 99 p.
- CERTU, CETE DU SUD-OUEST, 2008. *Assainissement pluvial intégré dans l'aménagement. Éléments clés pour le recours aux techniques alternatives*, CERTU, 155 p.
- CERTU, (VIGNERON, S., DEGARDIN, F.), 2002. *Aménager des rivières en ville - Exemples et repères pour le montage d'opération*, CERTU, 168 p.
- CITY OF LOS ANGELES, 2017. *Los Angeles River Revitalization*, [En ligne], URL : <https://www.lariver.org/>
- DEPARTEMENT DES HAUTS-DE-SEINE, 2017. *Parc départemental des Chanteraines*, 7 p. [En ligne], URL : <https://www.hauts-de-seine.fr/cadre-de-vie/patrimoine-vert/les-parcs-et-jardins/le-parc-des-chanteraines/>
- DEPARTEMENT DES HAUTS-DE-SEINE, 2011. *Cartographie de l'infiltrabilité dans les sols du département des Hauts-de-Seine, notice explicative*, Nanterre, 39 p. [En ligne], URL : <http://applis.hauts-de-seine.fr/v3fichiers/cadreDeVie/cartographieInfiltrabilite-2011.pdf>
- DEPARTEMENT DES HAUTS-DE-SEINE, 2015. *Inf'eau techniques alternatives de gestion des eaux pluviales ZAC Seine Arche -Secteur Hoche à Nanterre*, 2 p. [En ligne], URL : <https://www.hauts-de-seine.fr/cadre-de-vie/eau/eaux-pluviales/parcours-des-techniques-alternatives/>
- DEPARTEMENT DU VAL-DE-MARNE, 2014. *Zonage pluvial départemental, carte de synthèse - carte des débits de restitution admissibles et du bilan de l'infiltrabilité en sous-sol*, Bonneuil-sur-Marne, 1 p. [En ligne], URL : <http://www.val-de-marne.gouv.fr/content/download/11164/84253/file/2.18-1%20Zonage%20pluvial%20d%C3%A9ptal%2094.pdf>
- SEINE-SAINT-DENIS, 2014. *Règlement pluvial d'assainissement de la Seine-Saint-Denis, Assainissement collectif*, 56 p.
- DIRECTION GENERALE DES COLLECTIVITES TERRITORIALES, 2016. *Note d'information relative aux incidences de la loi n°2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République sur l'exercice des compétences "eau" et "assainissement" par les établissements publics de coopérations intercommunale*, [En ligne], URL : <http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&retourAccueil=1&r=41128>
- EKOPOLIS, 2012. *Quartier Hoche, Nanterre (92), retour d'expérience*, 28 p. [En ligne], URL : <https://www.ekopolis.fr/ressource/quartier-hoche-nanterre-92-retour-dexperience>.

EPADESA, 2012. *Réalisation d'un parc urbain entre les quartiers République et Chemin de l'Île à Nanterre, la Défense*, 4 p.

EST-ENSEMBLE, 2016. *Aménagement urbain, assainissement et gestion des eaux pluviales - Prescriptions relatives à la conception, à la réalisation et aux conditions de la remise d'ouvrages*, 33 p. [En ligne], URL : https://www.est-ensemble.fr/sites/default/files/ee_assainissement_web_pl.pdf

EST-ENSEMBLE, IAU-IDF, 2017. *Le parc des Hauteurs, un projet stratégique pour Est-Ensemble et le Grand Paris*, 2 p. [En ligne], URL : https://www.iau-idf.fr/fileadmin/DataStorage/SavoirFaire/NosTravaux/Amenagement/parcdeshauteurs/PDH_16-06_BAT.pdf

FONCIER CONSEIL, 1991. *Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert*, Le quotidien du maire hebdo, Paris, 80 p.

GRAND LYON METROPOLE, 2017. *Projet ville perméable, Comment réussir la gestion des eaux pluviales dans nos aménagements ?* 81 p.

IAU ÎLE-DE-FRANCE (ADAM, M., CORMIER, T., GLOBLED, L.), 2019. « Vers un développement urbain raisonné et durable », *Note Rapide de l'IAU*, vol. 797, 4 p.

IAU ÎLE-DE-FRANCE (TRICAUD, P.-M.), 2017a. « L'identité de l'Île-de-France façonnée par ses paysages », *Note Rapide de l'IAU*, vol 738, 6 p.

IAU ÎLE-DE-FRANCE (BORDES-PAGES, E., PRUVOST-BOUVATTIER, M.), 2017b. « Vallée rive gauche : un projet global de valorisation de la voirie et des berges », *Note Rapide de l'IAU*, vol. 754, 6 p.

IAU ÎLE-DE-FRANCE (OMHOVERE, M., FOULARD, S.), 2013. « Résultats du Mos 2012 : la ville se construit majoritairement en recyclage », *Note Rapide de l'IAU*, vol. 636, 4 p.

IAU ÎLE-DE-FRANCE, 2011. « Les Carnets pratiques - Comment prendre en compte le fonctionnement des espaces ouverts ? », *Carnets pratiques de l'IAU*, 88 p.

IAU ÎLE-DE-FRANCE (TRICAUD, P.-M., FESTAL, M., LEGENNE, C., BARDON, A.), 2010. *Unités paysagères de la région d'Île-de-France - Méthodologie, notice d'utilisation de la base de données et atlas*, IAU-IdFParis, France, 80 p.

IAURIF, 1982. *La maîtrise des eaux du ruissellement des eaux pluviales - quelques solutions pour l'amélioration du cadre de vie*, Service Technique Urbain, 61 p.

IPBES, 2019. « Communiqué de presse : Le dangereux déclin de la nature : Un taux d'extinction des espèces "sans précédent" et qui s'accélère », [En ligne], URL : <https://www.unenvironment.org/fr/news-and-stories/communiquede-presse/le-dangereux-declin-de-la-nature-un-taux-dextinction-des>

MINISTERE DE L'INTERIEUR, 1977, *Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations*, 70 p.

ONU, 1992. *Déclaration de Rio*, [En ligne], URL : <https://www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm>

PHYTORESTORE (LE DOUJET, M., JACQUET, T.), 2011. *Mission de maîtrise d'œuvre. Parc de la ZAC des Docks de Saint-Ouen. Notice descriptive. Gestion du cycle de l'eau*, 7 p. [En ligne], URL : <http://docplayer.fr/39773156-Mission-de-maitrise-d-oeuvre-parc-de-la-zac-des-docks-de-saint-ouen-93.html>

PLAINE COMMUNE GRAND PARIS, 2013. *Référentiel d'aménagement soutenable du territoire de Plaine Commune*, 95 p. [En ligne], URL : [https://plainecommune.fr/fileadmin/user_upload/Portail Plaine Commune/LA_DOC/THEMATIQUE/ES/Ecologie_urbaine/referentiel_aménagement_soutenable.pdf](https://plainecommune.fr/fileadmin/user_upload/Portail_Plaie_Commune/LA_DOC/THEMATIQUE/ES/Ecologie_urbaine/referentiel_aménagement_soutenable.pdf)

PREFECTURE DE LA SEINE-SAINT-DENIS, DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'ÉQUIPEMENT DE SEINE-SAINT-DENIS, 2007. *Plan de prévention du risque inondation de la Seine dans le département de la Seine-Saint-Denis, approuvé par arrêté préfectoral du 21 juin 2007*, 32 p.

PREFECTURE DE SEINE-SAINT-DENIS, 2007. *Plan de Prévention du Risque d'Inondations par débordements direct de Seine, Carte des aléas, Saint Ouen, annexé à l'arrêté n° 072104*.

PREFECTURE DE SEINE-SAINT-DENIS, 2017. *Arrêté préfectoral n°2017-2256 du 20 juillet 2017 portant autorisation d'aménagement de la ZAC des Docks à Saint-Ouen*. URL : http://www.drie.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/arrete_prefectoral_no2017-2256_du_20_juillet_2017.pdf

PREFET DE LA REGION ÎLE-DE-FRANCE, 2016. *Avis de l'autorité environnementale sur le projet de modification de la ZAC Seine Arche située à Nanterre (Hauts-de-Seine)*, 13 p. [En ligne], URL : http://www.drie.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/AVIS_AE_-_Projet_de_la_ZAC_Seine-Arche_a_Nanterre_92_-_19_Juin_2019.pdf

REGION ÎLE-DE-FRANCE, 2013a. « Île-de-France 2030, défis, projet spatial régional et objectifs », in *Schéma directeur de la région Île-de-France (SDRIF)*, Paris, 176 p.

REGION ÎLE-DE-FRANCE, 2013b. *Carte Générale de Destination du SDRIF*, [En ligne], URL : https://www.iau-idf.fr/fileadmin/DataStorage/SavoirFaire/NosTravaux/planification/sdrif/CDGT_declinaison_HD.pdf

REGION ÎLE-DE-FRANCE, 2013c. « Évaluation environnementale du SDRIF », in *Schéma directeur de la région Île-de-France (SDRIF)*, Paris, 263 p.

REGION ÎLE-DE-FRANCE, 2013d. « Île-de-France 2030, Orientations réglementaires et carte de destination générale des différentes parties du territoire », in *Schéma directeur de la région Île-de-France (SDRIF)*, Paris, 55p.

SIAAP, 2014. *Règlement du service d'assainissement du SIAAP - Adopté par le Conseil d'Administration du 15 octobre 2014*, 80 p.

SIAAP, 2018. *Le SIAAP et les eaux pluviales, Des enjeux pour l'assainissement vers une action territoriale mutualisée*, présentation en réunion, 13/09/2018.

SIAH, 2016. *Rapport d'activités*, SIAH, 84 p.

SIAH, ATELIER CEPAGE, 2013, *Aménagement de lutte contre les inondations et valorisation du milieu naturel Quartier du Vignois à Gonesse, Note de présentation non technique du projet, Sous-dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique des travaux et acquisitions – OP n°484*, 6 p.

SIAH, HYDRATEC, 2013. *Aménagement de lutte contre les inondations et valorisation du milieu naturel - Quartier du Vignois à Gonesse, Dossier de mise en compatibilité du Plan Local de l'Urbanisme de la commune de Gonesse*, 18 p.

SILENE-BIOTEC, 1994. *Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales*, Ministère de l'Aménagement, du Territoire et de l'Environnement, DIREN Rhône-Alpes, 143 p.

- STU, 1989. *Mémento sur l'évacuation des eaux pluviales*, Paris, 349 p.
- SYAGE, 2015. *Objectif zéro-rejet, Guide pratique de bonne gestion des eaux pluviales*, Syndicat mixte pour l'Assainissement et la Gestion des Eaux du bassin versant de l'Yerres, 61 p.
- VILLE DE BRETIGNY-SUR-ORGE, SORGEM, 2008. Charte d'aménagement durable du quartier Clause Bois-Badeau à Brétigny-sur-Orge, 27 p.
- VILLE DE MONTREUIL, 2014. *Mission de maîtrise d'œuvre pour l'aménagement des espaces publics du quartier de la Noue* Projet de rénovation urbaine et sociale PRUS, quartier de la Noue, notice explicative, 22 p.
- VILLE DE MONTREUIL, 2015a. *Réaménagement des espaces publics quartier de la Noue, clos Français Montreuil (93)* Diagnostic complémentaire de pollution des sols - Plan de gestion, 63 p.
- VILLE DE MONTREUIL, 2015b. PRO/DCE Plan de gestion des eaux pluviales au 500ème, 1 p.
- VILLE DE MONTREUIL, 2015c. *Quartier du parc de la Noue, Dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau en application des articles L 214-1 à L214-6 du Code de l'Environnement*, 82 p.
- VILLE DE NANTERRE, 2015. « Règlement, partie I », in *Plan local d'urbanisme*, Nanterre, 253 p.
- VILLE DE NANTERRE, 2016. *Règlement d'assainissement de Nanterre*, [En ligne], URL : <https://www.nanterre.fr/1010-le-reglement-d-assainissement.htm>
- VILLE DE PARIS, DIRECTION DE LA PROPRETE ET DE L'EAU, 2018. *Le plan ParisPluie - guide d'accompagnement pour la mise en œuvre du zonage pluvial*, 108 p.
- VILLE DE PARIS, 2016. *Zonage d'assainissement de la ville de Paris, Évaluation environnementale, Résumé non technique*, Paris, 51 p.
- VILLE DE PARIS, 2014. *Note statistique : Retour sur l'application du zonage pluvial de Paris sur le bâti*, Paris, 5 p + annexes.
- VILLE DE PARIS, 2018a. *Le plan ParisPluie - guide d'accompagnement pour la mise en œuvre du zonage pluvial*, Paris, 108 p.

Articles de presse

- LE MONDE, 2018a. « Fermeture des voies sur berge à Paris : le difficile bilan de la pollution », [En ligne], URL : https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2018/03/07/fermeture-des-voies-sur-berge-a-paris-le-difficile-bilan-de-la-pollution_5267153_4355770.html
- LE MONDE, 2018b. « Ce qu'il faut retenir du rapport du GIEC sur la hausse globale des températures », [En ligne], URL : https://www.lemonde.fr/climat/article/2018/10/08/ce-qu-il-faut-retenir-du-rapport-du-giec-sur-la-hausse-globale-des-temperatures_5366333_1652612.html
- THE GUARDIAN (ROXBURGH, H.), 2017. « China's "sponge cities" are turning streets green to combat flooding », [En ligne], URL : <https://www.theguardian.com/world/2017/dec/28/chinas-sponge-cities-are-turning-streets-green-to-combat-flooding>

Annexe Le corpus 209, guides et documents techniques, 1970 - 2015

Auteur individuel (NOM Prénom) si signalé ¹	Structure auteure ² - Commanditaire si signalé	Editeur (si différent de la structure auteure) ³ - Lieu d'édition	Année	Titre	Nb de pages ¹	Type de document	Producteur
						Ces critères se réfèrent à la typologie établie dans le chapitre 1	
¹ La mention N/A signifie que l'information n'a pas pu être recueillie (<i>not available</i>) ou que la catégorie ne s'applique pas à la source correspondante (<i>not applicable</i>). ² Les structures dont l'appellation constitue un acronyme sont nommées une fois <i>in extenso</i> , puis sont désignées par leur acronyme. ³ Plusieurs structures auteures disposent de leurs propres services d'édition. Le cas échéant, l'éditeur n'est pas mentionné; il convient de se reporter à la colonne précédente.							
N/A	Sauveterre, Ingénieurs- conseils - Secrétariat général du Groupe central des villes nouvelles	Documentation française - Paris	1975	Approche écologique des retenues d'eau pluviale : étude	88	Étude	Divers
ROBBE Daniel	Laboratoire central des Ponts et Chaussées (LCPC) (Ministère de l'Équipement)	Paris	1975	Influence des matières minérales en suspension sur la qualité des eaux de surface (Rapports de Recherche)	123	Étude	LCPC
FOUQUET Pierre et COSTE Christian (dir.)	Association amicale des ingénieurs anciens élèves de l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC)	Paris	1978	Evacuation des eaux pluviales urbaines	165	Guide	ENPC

GIRAUD M. (dir.) ; BACHOC André ; DECAILLOT M. ; HELARY M; LANGRAND M	Service technique de l'Urbanisme (STU) (Ministère de l'Environnement et du cadre de vie)	Paris	1979	L'eau et déchets solides dans les plans d'occupation des sols	50	Étude	STU/CERTU /CEREMA
BORIE Alain ; MICHELONI Pierre ; PINON Pierre	Comité de la recherche et du développement en architecture (CORDA) et Groupe d'études des formes architecturales et urbaines (GEFAU)	Rueil- Malmaison	1981	Formes urbaines et sites de méandres	449	Recherche	Divers
N/A	STU	Paris	1981	Méthodologie de caractérisation du phénomène de pollution du ruissellement pluvial urbain	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	Sauveterre, Ingénieurs- conseils - STU	Paris	1981	Comportement écologique de quelques retenues d'eau pluviale	84	Étude	STU/CERTU /CEREMA
N/A	Société hydrotechnique de France (SHF)	Paris	1982	L'assainissement de demain : hydraulique des eaux pluviales et usées / 17e Journées de l'hydraulique, Nantes, 14- 16 septembre 1982	N/A	Actes	Divers
N/A	STU	Paris	1982	Maîtriser les eaux de ruissellement quelques solutions pour l'amélioration du cadre de vie	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Île-de-France (IAURIF)	Paris	1982	Les Villes fluviales : répartition des surfaces urbanisées de part et d'autre du cours d'eau	N/A	Étude	Divers
RANCHET Jean et RUPERD Yves	LCPC	Paris	1982	Moyens d'action pour limiter la pollution due aux eaux de ruissellement en système séparatif et unitaire : Synthèse bibliographie	103	Étude	LCPC

N/A	STU ; LCPC	Paris	1983	Notes sur l'état de la technique des chaussées poreuses	N/A	Étude	STU/CERTU /CEREMA
N/A	IAURIF - Direction départementale de l'Équipement (DDE) de Seine-et-Marne	Paris	1983	Des Fossés dans la ville ? : recherche d'une solution " non conventionnelle " limitant le ruissellement pluvial sur la zone III NA d'urbanisation nouvelle de Vaux-le-Pénil (77)	67	Étude	Divers
BENNETON Jean Paul	LCPC	Paris	1984	Eutrophisation des plans d'eau : Inventaire des principales sources de substances nutritives azotées et phosphorées : Etude bibliographique	72	Étude	LCPC
MALET Michel et TA THU THUI M.	Secrétariat permanent du Plan urbain (Ministère de l'Équipement, du logement, de l'aménagement du territoire et des transports)	Paris	1985	Techniques alternatives en assainissement pluvial. Impact sur le milieu social et sur l'environnement. Vol. 1 : synthèse générale et conclusions	73	Guide	Plan urbain
N/A	Plan urbain	Paris	1985	Eau dans la ville Plan Urbain bilan 1983-1984	78	Recherche	Plan urbain
BEZAUD Martine	STU	Paris	1986	Maîtrise des eaux pluviales ; le bassin à sec	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
CHOCAT Bernard et SEGUIN Daniel	STU	Paris	1986	Méthodes d'estimation de l'imperméabilisation	49	Étude	STU/CERTU /CEREMA
N/A	STU	Paris	1986	Efficacité des ouvrages de traitement des eaux de ruissellement	121	Étude	STU/CERTU /CEREMA

N/A	STU	Paris	1987	Efficacité des ouvrages de traitement des eaux de ruissellement	121	Étude	STU/CERTU /CEREMA
N/A	STU	Paris	1987	Les eaux pluviales en milieu urbain	185	Étude	STU/CERTU /CEREMA
ANDRIEU Hervé	LCPC	Paris	1987	Interprétation de mesures du radar Rodin de Trappes pour la connaissance en temps réel des précipitations en Seine-Saint-Denis et Val-de-Marne : Intérêt pour la gestion automatisée d'un réseau d'assainissement	190	Étude	LCPC
PHILIPPE Jean Pierre et RANCHET Jean	LCPC	Paris	1987	Pollution des eaux de ruissellement pluvial en zone urbaine : Synthèse des mesures sur dix bassins versants en région parisienne	76	Étude	LCPC
OLIVRY Didier et HUBERT Gilles	Centre d'enseignement et de recherche pour les Ressources naturelles et l'Environnement (CERGRENE) - Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse et le Ministère de l'Environnement	Noisy-le-Grand	1988	Des villes redécouvrent l'eau ; quelques exemples d'aménagement de rivières urbaines	N/A	Etude	ENPC
N/A	Groupe de recherche, animation technique et information sur l'eau (GRAIE)	Villeurbanne	1988	Approche méthodologique pour l'étude des cours d'eau urbains et périurbains	101	Etude	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1988	3 Vendredis au bord de l'eau : Aménagement de rivières en milieu urbain / Colloque, septembre 1988, Annecy, Cran-Gevrier, Annemasse, Genève, Bourg en Bresse	55	Actes	GRAIE

BACHOC André et DESBORDES Michel	Plan urbain	Paris	1989	Synthèse-prospective des recherches et expérimentations en hydrologie urbaine. (Connaissance des phénomènes et exploitation des réseaux). Période 1984-1988	N/A	Recherche	Plan urbain
N/A	Plan urbain	Paris	1989	L'eau dans la ville ; outils institutionnels, juridiques et financiers pour la valorisation des cours d'eau en milieu urbain	132	Guide	Plan urbain
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1989	La prise de décision pour l'aménagement et la gestion des espaces aquatiques urbains / Journées du plan urbain - 17 avril 1989 - Lyon (69)	117	Actes	GRAIE
N/A	STU	Documentation française - Paris	1989	Mémento sur l'évacuation des eaux pluviales	349	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	ENPC	Paris	1990	Perception de l'eau en milieu urbain : Les urbains et leurs rivières périurbaines (Attentes et réactions vis-à-vis de l'eau) / Journée d'étude, 6-7 juin 1990, Paris	5	Actes	ENPC
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1990	L'eau dans la ville, comme un long fleuve tranquille / Colloque Tourisme fluvial, 26-29 mars 1990, Lyon	14 + annexes	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1990	La gestion intégrée des rivières urbaines : Mythe ou réalité ?, n° 92-93 de "L'eau urbaine", p 29-37	9	Étude	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1990	Formation ENPC : Les outils institutionnels et juridiques pour la mise en valeur des cours d'eau non domaniaux, urbains et périurbains / Journées d'étude, 6-7 juin 1990, Villeurbanne	12	Actes	GRAIE
VALIRON François (dir.)	ENPC	Paris	1990	Gestion des eaux. - principes - moyens – structures (2e éd. rev. et corr.)	350	Guide	ENPC

N/A	Plan urbain	Paris	1991	L'eau dans la ville / Actes du colloque de Nancy (Novembre 1990)	233	Actes	Plan urbain
N/A	STU	Paris	1991	Réconcilier l'eau et la ville par la maîtrise des eaux pluviales	64	Recherche	STU/CERTU /CEREMA
HIRSCHAUER Alain	Conseil général de Seine-Saint-Denis	Bobigny	1991	Les bassins de retenue d'eaux pluviales ; incidences de l'environnement géotechnique sur leur conception	243	Étude	CG 93
LERY Françoise (dir. publ.)	Le Quotidien du maire hebdo : le journal de la décentralisation	Gennevilliers	1991	Gestion des eaux pluviales et urbanisme vert	N/A	Guide	Divers
N/A	STU ; LCPC	Paris	1991	Réconcilier l'eau et la ville par la maîtrise des eaux pluviales	64	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	Centre international de l'automobile	Conseil général de Seine-Saint-Denis - Bobigny	1992	Hydrotechnologie urbaine : les bassins nouvelle vague / Actes du colloque sur les bassins de retenue, le 16 et 17 juin 1992, organisé par le Centre international de l'automobile Pantin/Seine Saint-Denis	325	Actes	CG 93
MEURET B. et al.	GRAIE	Villeurbanne	1992	Enquête sur les freins et les motivations pour l'utilisation des techniques alternatives au réseau d'assainissement	42	Étude	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1992	As-tu ta technique alternative ? Ou comment réconcilier aménagement urbain et eau ? / Journée d'information, 10 juin 1992, Villeurbanne	120	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE et Eurydice 92	Villeurbanne et Neuilly-sur-Marne	1992	Re-découvrir l'eau, une priorité : Conférence Internationale sur les Nouvelles Technologies en Assainissement Pluvial / Novatech 92, du 3 au 5 novembre 1992, Lyon, France	553	Actes	GRAIE

N/A	Sauveterre, Ingénieurs-conseils	Paris	1992	Des Plans d'eau en ville	N/A	Guide	Divers
N/A	SHF ; Conseil général de Seine-Saint-Denis ; Institut National des sciences appliquées (INSA) ; Agence de l'eau Seine Normandie (AESN)	Paris	1992	Bassins nouvelle vague : bassins de retenue des eaux pluviales	N/A	Guide	AESN
MARCHAND Alain ; BADOT René ; DE BELLY Bruno ; ROMAIN Michel (et al.)	NANCIE, Centre international de l'eau	Vandoeuvre-lès-Nancy	1993	Les bassins de rétention des eaux pluviales : mode d'emploi : 20 ans d'expérience au District urbain de Nancy	222	Guide	Divers
N/A	SHF	La Houille Blanche, n° 1/2, pp. 97 -105 - Paris	1993	La pluie « source de vie, choc de pollution », bulletin spécial de la section hydrologie urbaine / Extraits des actes, colloque du 17 et 18 mars 1993	8	Actes	Divers
N/A	Conseil général de Seine-Saint-Denis	Bobigny	1993	Pour concilier l'eau et la ville	N/A	Guide	CG 93
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1993	Stocker l'eau pluviale, une alternative au réseau d'évacuation / Journée d'information, 17 novembre 1993, Villeurbanne	110	Actes	GRAIE
ROCHE Michèle France (dir.) ; LEROUX M. ; BALADES M.	STU	Paris, La Défense	1993	La maîtrise des eaux pluviales ; des solutions "sans tuyau" dans l'agglomération bordelaise	63	Guide	STU/CERTU /CEREMA

N/A	STU ; AESN	Lavoisier Tech & Doc - Paris	1994	Guide technique des bassins de retenue d'Eau Pluviale	275	Guide	STU/CERTU /CEREMA
FAURE Dominique ; ANDRIEU Hervé ; CREUTIN Jean Dominique	LCPC	Paris	1994	Application à l'hydrologie du radar météorologique	292	Recherche	LCPC
CORNU Michel-J.	Ecole supérieure des géomètres et topographes	Paris	1994	Evacuation et utilisation des eaux de pluie à des fins de loisirs	N/A	Étude	Divers
CHOCAT Bernard	GRAIE ; ENVIRHONALPES	Lyon	1994	Mieux gérer les eaux pluviales : les techniques alternatives d'assainissement	24	Sensibilisat ion	GRAIE
AZZOUT Yolande ; BARRAUD Sylvie ; CRES François- Noël ; ALFAKIH E.	GRAIE ; LCPC ; Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU) (Ministère de l'Environnement) - INSA de Lyon, laboratoire Méthodes génie civil et urbanisme	Lavoisier Tech & Doc - Paris	1994	Techniques alternatives en assainissement pluvial : choix, conception, réalisation et entretien	371	Guide	GRAIE
LACHAT B. ; ADAM Philippe ; FROSSARD Pierre-André ; MARCAUD René ; SAUCY Martine ; SURMONT Claude	Bureau d'études Silène- Biotec ; Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement ; Direction régionale de	Paris	1994	Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales	143	Guide	Divers

	l'Environnement (DIREN) Rhône-Alpes						
DESBORDES M. et NOYELLE J.	Ministère de l'Environnement, Direction de la prévention des pollutions et des risques ; EURYDICE 92 ; Institut de prévention et de gestion des risques urbains	La Documentation française - Paris	1994	Ruissellement pluvial urbain : guide de prévention, évaluation du risque, éléments de méthode	85	Guide	Divers
DESCHAMPS Jean-Dominique (avant-propos)	Immergence - Omnium de traitement et de valorisation (OTV, Véolia)	Boulogne- Billancourt	1994	Dépolluer les eaux pluviales : contribution à l'élaboration d'une stratégie	349	Guide	Divers
DUHEM Bernard ; LELONG Claude ; DEUTSCH Jean- Claude	Plan urbain ; CERGRENE ; ENPC	Paris	1994 / 1995	Hydrologie urbaine ; éléments de bilan du programme "eau dans la ville"	111	Recherche	Plan urbain
BOURRIER Régis et LEMAIRE Jean- Paul (dir.) ; SATIN Marc ; SELMI Béchir	N/A	Le Moniteur - Paris	1995	Guide technique de l'assainissement : évacuation des eaux usées et pluviales, conception et composants des réseaux, épuration des eaux et protection de l'environnement, exploitation et gestion des systèmes d'assainissement	663	Guide	Divers
N/A	Association générale des hygiénistes et techniciens municipaux (AGHTM) ; SHF	Paris	1995	Maîtrise de l'assainissement par temps de pluie - de la théorie à la pratique / Colloque, Créteil, 11 et 12 octobre 1995	257	Actes	ASTEE
N/A	GRAIE ; Eurydice 92	Villeurbanne	1995	Nouvelles technologies en assainissement pluvial : 2e Conférence internationale / Novatech 95 : 30, 31 mai et 1er juin 1995, Lyon, France	665	Actes	GRAIE

LELONG Claude et DEUTSCH Jean-Claude	Plan urbain	Presses de l'ENPC - Paris	1995	L'eau dans la ville. Bilan général d'un programme de recherche expérimentation 1983-1994	317	Recherche	Plan urbain
N/A	Conseil général de Seine- Saint-Denis	Bobigny	1996	L'eau pluviale dans la ville	N/A	Sensibilisat ion	CG 93
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1996	Aménagement et gestion des milieux aquatiques : La mise en œuvre de démarches globales et collectives / Conférence - 25 octobre 1996 - Villeurbanne (69)	160	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1996	Aménagement durable et eaux pluviales : nouvelles exigences, nouvelles potentialités / 1ère Conférence nationale, 13 juin 1996, Villeurbanne	130	Actes	GRAIE
CHOCAT Bernard (coord.)	Eurydice 92	Tec & doc- Lavoisier - Paris	1997	Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement	1124	Guide	Divers
CHAÏB Jérôme et ROUSSEL Pierre (préface)	Sang de la terre : Foncier conseil	Paris	1997	Les eaux pluviales : gestion intégrée	173	Guide	Divers
N/A	Conseil général de Seine- Saint-Denis	Bobigny	1997	L'aménagement et la maîtrise de eaux pluviales en Seine- Saint-Denis	N/A	Sensibilisat ion	CG 93
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1997	Infiltration et qualité des eaux souterraines / Séminaire de recherche, 3 avril 1997, Villeurbanne	100	Recherche	GRAIE
TASSIN Bruno ; THEVENOT Daniel ; LE-COZ Christian	ENPC	Paris	1997	Pluie et Environnement / Actes des huitièmes journées du Diplôme d'Etudes Approfondies Sciences et techniques de l'environnement organisées les 15 et 16 mai 1997	183	Actes	ENPC

N/A	AGHTM ; groupement Aquitain pour la recherche et l'innovation en hydrologie ; SHF	Paris	1997	Eaux dans la Ville	281	Actes	ASTEE
N/A	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) ; LCPC	Paris	1998	Dimensionnement SAUL en assainissement pluvial	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	CERTU (Réseau national RES')	Lyon	1998	Guide pratique pour la gestion des projets d'assainissement. Fascicule n1. Les réseaux	44	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	Conseil général de Seine-Saint-Denis	Bobigny	1998	Les noues urbaines, des espaces multifonctionnels temporairement inondables	N/A	Guide	CG 93
N/A	Conseil général de Seine-Saint-Denis	Bobigny	1998	Les parkings inondables, des espaces aménagés pour une immersion localisée et temporaire, sûre et sans nuisance	N/A	Guide	CG 93
N/A	Service d'études techniques des routes et autoroutes (SETRA) ; Ministère de l'Équipement	Bagneux	1998	L'eau & la route. Volume 7, Dispositifs de traitement des eaux pluviales	42	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1998	Les nouvelles technologies en assainissement pluvial / Novatech 1995. 2e Conférence internationale, 30 mai-1 juin 1995, Villeurbanne	927	Actes	GRAIE
NOROTTE Olivier et THOMAZEAU Robert (dir.) ; GAIDE Paul-André ;	CERTU	Lyon	1998	Ruissellement urbain et POS (plan d'occupation des sols) : approche et prise en compte des risques	100	Étude	STU/CERTU /CEREMA

NOYELLE Jean ; BALADES D. ; RUPERD Y. ; TRINCAT A.-M.							
ROBIN François- Xavier	Ville de Metz	Metz	1998	Les noues. Quelques arguments pour convaincre.	58	Étude	Divers
GUITON Martine	LCPC	Paris	1998	Ruissellement et risque majeur : Phénomènes, exemples et gestion spatiale des crues	315	Recherche	LCPC
N/A	CERTU	Lyon	1999	Chaussées poreuses urbaines : guide technique	150	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	CERTU	Paris	1999	Res'eau - 1ère journées-rencontres, 16 et 17 septembre 1998	N/A	Actes	STU/CERTU /CEREMA
N/A	GRAIE	Villeurbanne	1999	Aménagement durable et eaux pluviales : exemples voisins européens / 3e Conférence nationale, 1 avril 1999, Villeurbanne	79	Actes	GRAIE
COLANDINI Valérie	LCPC	Paris	1999	Effets des structures réservoirs à revêtement poreux sur les eaux pluviales : Qualité des eaux et devenir des métaux lourds	205	Recherche	LCPC
RAIMBAULT Georges	LCPC	Paris	2000	Bilan de la chaussée à structure-réservoir de la rue de la Classerie à Rezé dix ans après sa construction	117	Recherche	LCPC
N/A	AGHTM	Paris	2000	La réhabilitation et l'aménagement des cours d'eau en milieu urbain / 2ème Symposium international Québec-Paris, Paris, 18 au 20 octobre 2000	865	Actes	ASTEE
N/A	CERTU	Lyon	2000	Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain	123	Guide	STU/CERTU /CEREMA

N/A	GRAIE	Villeurbanne	2000	Traitement par macrophytes : perspective pour les eaux pluviales / Rendez-vous du Graie, 1 février 2000, Le Bourget du Lac	30	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE ; Observatoire de terrain en hydrologie urbaine (OTHU)	Villeurbanne	2000	Infiltration des eaux pluviales : planification, mise en œuvre et gestion / Journée technique, 20 juin 2000, Villeurbanne	95	Recherche	OTHU
N/A	CEREMA	Paris	2001	Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial	-	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2001	Gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants : eaux pluviales ? (1) / Journée d'information départementale, 4 décembre 2001, Montrond les Bains	250	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2001	L'intégration de la demande sociale dans les projets de restauration de rivières urbaines	106 + annexes	Étude	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2001	Aménagement durable et eaux pluviales : pluie, ressource urbaine / 4e Conférence nationale, 25 janvier 2001, Villeurbanne	200	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2001	Les nouvelles technologies en assainissement pluvial, volume 2 / Novatech 2001. 4ème conférence internationale, 25-27 Juin 2001, Lyon,	1135	Actes	GRAIE
TASSIN Bruno et THEVENOT Daniel (dir.)	ENPC	Paris	2001	Du milieu naturel à la ville, vers une gestion durable du péri-urbain / Actes des dixièmes Journées du diplôme d'études approfondies Sciences et techniques de l'environnement organisées les 20 et 21 mai 1999, à Paris	138	Actes	ENPC
N/A	Agence de l'eau Artois-Picardie	Boulogne-sur-Mer	2002	Inondation et gestion de la ville par temps de pluie	N/A	Actes	AESN
VIGNERON Sylvie et DEGARDIN Francis	CERTU	Lyon	2002	Aménager les rivières en ville, Exemples et repères pour le montage d'opération	161	Guide	STU/CERTU /CEREMA

N/A	Conseil général de Seine-Saint-Denis	Bobigny	2002	La maîtrise des eaux pluviales dans les collèges de Seine-Saint-Denis	N/A	Guide	CG 93
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2002	Gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants : eaux pluviales ? / Journée d'information départementale, 9 octobre 2002, Thiez	130 + annexes	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE ; OTHU	Villeurbanne	2002	Métrologie de terrain, pollution des rejets urbains en temps de pluie, état écologique, données environnementales en hydrologie urbaine	N/A	Recherche	OTHU
N/A	CERTU	Lyon	2003	La ville et son assainissement, principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	CERTU (Réseau Eau)	Lyon	2003	Guide pratique pour la gestion des projets d'assainissement 3. Les eaux pluviales	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	Conseil général de Seine-Saint-Denis ; Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP)	Bobigny	2003	A la découverte de la Vieille Mer, étude de faisabilité pour la remise au jour d'une rivière en Seine-Saint-Denis	N/A	Étude	CG 93
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2003	Intégration de la demande sociale et gestion des milieux aquatiques / Rendez-vous du Graie - 25 mars 2003 - Parc de Miribel-Jonage (69)	9	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2003	Aménagement durable et eaux pluviales : réutilisation locale à des enjeux d'agglomération / 5e Conférence nationale, 12 juin 2003, Lyon	200	Actes	GRAIE

VARRAULT Gilles (dir.) ; OLIVA Jean-Claude ; TASSIN Bruno ; THEVENOT Daniel	ENPC	Paris	2003	Eau dans la ville et développement durable / Actes des treizièmes Journées du diplôme d'études approfondies Sciences et techniques de l'environnement organisées les 15 et 16 mai 2002, à Créteil	135	Actes	ENPC
N/A	Conseil général de Seine- Saint-Denis ; Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement de Seine-Saint-Denis (CAUE 93)	Bobigny	2004	Approvoiser l'eau pluviale une démarche de projet urbain pour une ville durable / Actes de la journée d'échanges et de débat du 27 novembre 2003, Bourse départementale du travail, Bobigny	126	Actes	CG 93
N/A	Agence de l'eau Artois- Picardie	Douai	2004	Vers une nouvelle politique de l'aménagement urbain par temps de pluie	58	Guide	AESN
N/A	Conseil général de Seine- Saint-Denis ; Centre d'Etudes et de Recherche Eau Ville Environnement (CEREVE, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées)	Bobigny	2004	L'hydrologie au cœur de l'urbain / Journées scientifiques franco-brésiliennes en hydrologie, 21 septembre 2004, Rosny- sous-Bois	N/A	Actes	CG 93
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2004	Les hydrocarbures dans les eaux pluviales / Rendez-vous du Graie, 8 décembre 2004, Annemasse	42	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2004	Techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie / Novatech 2004. 5e Conférence internationale, 6-10 juin 2004, Lyon	863 + 1711	Actes	GRAIE
CHERON James et PUZENAT Alix	N/A	Editions Johanet -	2004	Les eaux pluviales : récupération, gestion, réutilisation	127	Guide	Divers

		Paris					
RUBAN Véronique (éd)	LCPC	Paris	2005	Caractérisation et gestion des sédiments de l'assainissement pluvial	151	Recherche	LCPC
VIAU Jean-Yves (dir.)	N/A	Techni.Cités - Voiron	2005	Gestion et traitement des eaux pluviales	N/A	Guide	Divers
N/A	Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (ASTEE)	Paris	2005	Guide pour l'évaluation d'un risque sanitaire dans le cadre d'une étude d'impact d'une installation de stockage	N/A	Guide	ASTEE
N/A	GRAIE ; OTHU	Villeurbanne	2005	Infiltration des eaux pluviales : nouveaux acquis / 2e Journée technique de l'OTHU, 27 novembre 2005, Lyon	100	Actes	OTHU
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2005	Gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants : eaux pluviales ? (3) / Journée d'information départementale, 15 décembre 2005, Péronnas (01)	107	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2005	Aménagement durable et eaux pluviales : du bâtiment à la ville / 6e Conférence nationale, 13 octobre 2005, Lyon	90	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2005	Rés'eau régional sur l'aménagement et l'assainissement de surface : Voiries et espaces publics / 1ère Journée d'échanges, 25 novembre 2005, Brindas	50	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE ; OTHU	Villeurbanne	2005	Fiche technique OTHU N°10 : Autoépuration des rejets urbains de temps de pluie par les bassins d'infiltration (janvier 2005). Synthèse des résultats opérationnels des programmes de recherche basés sur l'OTHU	4	Recherche	OTHU

VILLESSOT, Daniel (dir.) ; AUSSOLEIL Jean-Louis ; BERGUE Jean-Michel ; GRAINDORGE Joël	N/A	Techni.cités - Voiron	2005 rééd. 2010 rééd. 2016	Le guide de l'assainissement des collectivités. Vol 1. et 2	400	Guide	Divers
VINCENT Marjolaine ; CHOUCHENE Latifa ; SANCHEZ Julien	Office international de l'eau (Oleau) ; Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF)	Limoges	2005	Gestion de la ressource et des écosystèmes	N/A	Étude	Divers
RODRIGUEZ Fabrice et BALADES Jean-Daniel	LCPC	Paris	2005	Effluents urbains de temps de pluie et risque hydrologique : synthèse de l'opération de recherche	122	Recherche	LCPC
VU Brigitte	N/A	Eyrolles - Paris	2006	Récupérer et gérer les eaux pluviales	100	Guide	Divers
HEBRARD-LABIT Céline	LCPC	Paris	2006	Recommandations pratiques pour la gestion des produits de l'assainissement pluvial : guide technique	55	Guide	LCPC
N/A	Ministère du Développement durable	Rouen	2006	La ville et son assainissement / Formation délivrée au Centre de valorisation des ressources humaines de Rouen, le 12 octobre 2006	N/A	Étude	Divers
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2006	La constitution et l'instruction des dossiers de la loi sur l'eau sur les ouvrages et rejets d'assainissement pluvial / 3e Séminaire d'échanges régional, 12 janvier 2006, Lyon	73	Actes	GRAIE

N/A	GRAIE	Villeurbanne	2006	Recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain / Programme "MGD Infiltration" du RGCU, coordonnateur Sylvie Barraud	60	Guide	GRAIE
N/A	Centre d'études techniques de l'Équipement (CETE) de l'Est (Ministère des Transports et de l'Équipement)	Paris	2006	La Ville et son assainissement. Intégrer l'eau dans les politiques urbaines / Journée d'information Pont-à-Mousson le 11 avril 2006, au Centre interrégional de formation professionnelle	N/A	Actes	STU/CERTU /CEREMA
N/A	Conseil régional des Rhône-Alpes	Charbonnières-les-Bains	2006	Pour la gestion des eaux pluviales : Stratégie et solutions techniques	29	Guide	Divers
N/A	SHF	Paris	2007	Transports solides et gestion des sédiments en milieu naturel et urbain / Colloque d'hydrotechnique, 187ème session du Comité scientifique et technique de la Société hydrotechnique de France, Lyon, 28-29 novembre 2007	270	Actes	Divers
ADAM Philippe ; DEBIAIS Nicolas ; MALAVOI Jean-René	Bureau d'études Biotec ; Malavoi ingénierie - AESN	Nanterre	2007	Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau	100	Guide	AESN
N/A	CERTU	Lyon	2007	Manuel de recommandations pour la prise en compte du développement durable dans la gestion du cycle de l'eau	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2007	Les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie / Novatech 2007. 6e Conférence internationale, 24-28 juin 2007, Lyon	1778	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2007	Gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants : que fait-on des eaux pluviales ? / Journée d'information départementale, Davezieux (07), septembre 2007	301	Actes	GRAIE

N/A	GRAIE ; OTHU	Villeurbanne	2007	Les petites rivières périurbaines : Connaissance des risques, évaluation de la qualité, aide à la décision / 3e Journée technique de l'OTHU - 25 janvier 2007 - Lyon (69)	153	Recherche	OTHU
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2007	La LEMA – nouvelle loi sur l'eau et les milieux aquatiques : quelles évolutions pour la gestion de l'eau en ville ? / Conférence et Assemblée Générale du Graie - 19 avril 2007	40	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE ; OTHU	Villeurbanne	2007	Microcapteurs pour l'état des petites rivières périurbaines, estimation de la transformation du régime des crues due à l'urbanisation, méthode de typologie hydro-géomorphologique d'états de référence des cours d'eau : vers un outil de gestion des hydrosystèmes urbains	4	Recherche	OTHU
DE GOUVELLO Bernard et NOEUEGLISE Madeleine	Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies (ARENE) Île-de-France ; Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)	Paris	2007	Récupération et utilisation de l'eau de pluie dans les opérations de construction : retours d'expériences et recommandations	62	Guide	Divers
N/A	Atelier parisien d'urbanisme (APUR)	Paris	2008	Un nouveau regard pour le site de la Seine : accessibilité, attractivité, biodiversité : décembre 2007	103	Étude	Divers
N/A	Grand Lyon Communauté urbaine, Direction de l'eau	Lyon	2008	Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon : guide à l'usage des professionnels	52	Guide	Divers
GONTHIEZ Bertrand	N/A	Eyrolles - Paris	2008 rééd. 2013	Utiliser l'eau de pluie	130	Guide	Divers
LUNEAU Sylvie	N/A	Ulmer - Paris	2008	Récupérer l'eau de pluie pour le jardin et la maison : les solutions existantes et leur mise en œuvre	144	Guide	Divers

BALADES Jean-Daniel ; TRINCART Anne-Marie ; OUSTRIC André ; VIGNERON Sylvie	CERTU	Lyon	2008	Assainissement pluvial intégré dans l'aménagement, éléments clés pour le recours aux techniques alternatives	195	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	CEREMA	Paris	2008	Les collectivités locales et le ruissellement pluvial	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2008	Aménagement et eaux pluviales : pour des opérations durables / 7e Conférence, 12 juin 2008, Lyon	192	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2008	Nouveaux enjeux de la gestion durable des eaux pluviales et orientations de la recherche	N/A	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE ; OTHU	Villeurbanne	2008	Résultats de recherche et données acquises / 3ème séminaire scientifique de l'OTHU - Insa de Lyon, 4 décembre 2008	127	Recherche	OTHU
RUBAN Véronique (dir.)	LCPC	Paris	2009	Les sédiments de l'assainissement pluvial routier et urbain : caractérisation, risques pour l'environnement, traitement et valorisation	152	Étude	LCPC
N/A	CEREMA	Paris	2009	Trames Vertes et Bleues - fiches, Rome, Chicago, Berlin, Bois-Guillaume	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2009	Aménagement durable et eaux pluviales : conception et gestion de l'espace public / 8e Conférence nationale, 25 juin 2009, Villeurbanne	105	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2009	L'infiltration en questions : recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain ; Programme ECOPLUIES - version 2, janvier 2009	62	Guide	GRAIE

N/A	GRAIE	Villeurbanne	2009	Les eaux pluviales dans l'aménagement : principes, stratégies et solutions techniques / 2e Journées de l'eau de l'APS, 26-27 Mai 2009, Annecy - Bassens	106	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE ; OTHU	Villeurbanne	2009	Rejets Urbains : 10 ans d'observation et de recherche au service de l'action / 4e Journée technique OTHU - 20 octobre 2009, Lyon	172	Recherche	OTHU
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2009	Guide pour la prise en compte des eaux pluviales dans les documents de planification et d'urbanisme / Ouvrage collectif Groupe de travail régional sur la gestion des eaux pluviales, 2009, révisé en avril 2014	79	Guide	GRAIE
LE QUENTREC Michel ; RAVARD Jean-Louis ; VERDEAUX Pierre	Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGED) (Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire)	Paris	2009	Le ruissellement urbain et les inondations soudaines - Connaissance, prévention, prévision et alerte	68	Étude	Divers
RUBAN Véronique (dir.) ; ARNAUD G ; CONIL P ; PETAVY, F ; VIAU J.-Y.	LCPC	Paris	2010	Traitement et valorisation des sédiments de l'assainissement pluvial routier et urbain : Apport des tris physiques	46	Étude	LCPC
DANIEL Marie-Angèle et BORDES-PAGES Élisabeth	IAURIF	Paris	2010	Les collectivités locales et le fleuve en Île-de-France : première enquête régionale	170	Étude	Divers
SANSON Christophe ; BARNIER Michel ; TOURET Thierry	AESN	Nanterre	2010	Guide juridique et pratique sur la gestion des milieux aquatiques et humides	239	Guide	AESN

N/A	CEREMA	Paris	2010	Décryptage Grenelle - Biodiversité : Trames Vertes et Bleues, protection des espèces et des habitats, taxe eaux pluviales, récupération des eaux pluviales	N/A	Guide	STU/CERTU /CEREMA
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2010	Conférence associée à l'Assemblée générale du Graie. Eclairages sur le Grenelle de l'environnement / 2 avril 2010 - Usine des eaux de Croix-luizet, Villeurbanne	55	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2010	Film « L'eau, la nature et la ville : regards croisés sur l'eau dans sa parenthèse urbaine » / Juin 2010 - Production : GRAIE - Media Pro - DVD disponible gratuitement (film 52 min, 13 min, + 5 séquences thématiques)	N/A	Sensibilisation	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2010	Techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie / Novatech 2010 – 7e conférence internationale - 27 juin au 1er juillet 2010 – Lyon	N/A	Actes	GRAIE
GOETGHEBEUR Philippe ; SCHWAB Thomas ; QUEMBRE Laurent	Les Agences de l'eau ; Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA)	Paris	2010	Hydromorphologie : les retours d'expériences et perspectives / Conférences dans le cadre du Salon des Maires et des Collectivités - Paris, les 23-24 novembre 2010	6	Actes	AESN
BERTHIER Emmanuel et JOANNIS Claude	LCPC	Paris	2010	Hydrologie des milieux urbains pour la maîtrise de la pollution des eaux et des sols	148	Guide	LCPC
LE NOUVEAU Nathalie (dir.)	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR)	Paris	2011	Les structures alvéolaires ultra-légères (SAUL) pour la gestion des eaux pluviales	169	Guide	LCPC

N/A	CETE de l'Ouest ; CETE de Lyon ; CETE Nord-Picardie ; CETE du Sud-Ouest	Paris	2011	Etude sur la gestion de l'eau dans les projets présentés à l'appel à projets EcoQuartiers 2009	178	Étude	STU/CERTU /CEREMA
LEHOUCQ Chrisophe ; QUILLIEN Ronan ; GALANO Mercedes (et al.)	AESN ; Conseil général des Hauts-de-Seine ; Conseil général de Seine- Saint-Denis ; Conseil général du Val-de- Marne ; SIAAP ; Mairie de Paris ; Région Ile-de- France ; Eau de Paris	Nanterre	2011	Harmoniser le territoire, la ville et la pluie / Synthèse d'atelier international des 21, 22 et 23 septembre 2011	18	Actes	AESN
SOUAMI Taoufik (coord.) ; CHAUVEAU Juliette ; CHAUCHEFOIN Pascal ; GOUVELLO Bernard (de) ; KASDI Ida ; SAUVENT, Annabelle	Laboratoire Techniques, territoires et sociétés (LATTS) ; Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains (LEESU) ; Université de Poitiers ; Centre national de la recherche scientifique (CNRS)	Marne-la- Vallée	2011	Quels référentiels pour quels liens entre ville et écosystème ? L'utilisation de l'eau de pluie en ville, ses normes, labels, certifications, marques	70	Recherche	ENPC
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2011	Schéma « Cycle de l'eau » / Janvier 2011 - Ingédia – Graie	N/A	Sensibilisation	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2011	Eléments pour l'élaboration d'un Schéma Directeur de Gestion des eaux pluviales adapté au contexte local	78	Guide	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2011	La taxe eaux pluviales : textes réglementaires, guide d'application et études d'opportunités / Rencontre élargie du groupe de travail régional 14 octobre 2011 - Roanne (42)	31	Actes	GRAIE

N/A	GRAIE	Villeurbanne	2011	La taxe eaux pluviales : textes règlementaires, guide d'application et études d'opportunités / Rencontre élargie du groupe de travail régional 14 octobre 2011 - Roanne (42)	31	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE ; OTHU	Villeurbanne	2011	Impacts de l'urbanisation sur les rivières péri-urbaines – Compréhension et modélisation des phénomènes hydro-géomorphologiques / 1ère Conférence thématique de l'OTHU - Programme Avupur - INSA de Lyon - Villeurbanne (69)	98 + 42	Recherche	OTHU
MUCIG Charlotte	CETE de l'Est ; Laboratoire régional des ponts et chaussées (Nancy)	Nancy	2011	Les jardins familiaux et collectifs, un exemple de nature en ville : état de l'art et focus sur l'utilisation de l'eau et la pratique de récupération et d'utilisation des eaux de pluie	39 + 20	Étude	STU/CERTU /CEREMA
HUBERT Gaspard	CETE de Nord-Picardie ; CETE Nord-Picardie	Saint-Quentin	2012	Gérer durablement les eaux pluviales en zones urbaines	N/A	Étude	STU/CERTU /CEREMA
N/A	GRAIE ; OTHU	Villeurbanne	2012	Eaux pluviales : Connaissance, mesure et suivi pour une meilleure gestion des ouvrages / 5e Journée technique OTHU - 9 février 2012 - Lyon-Villeurbanne (69)	107	Recherche	OTHU
N/A	AESN	Nanterre	2012	Eaux de pluie dans la ville, horizon 2030 / Atelier international, 21, 22 et 23 septembre 2011 – Paris	121	Actes	AESN
N/A	IFSTTAR ; CERTU ; ONEMA	Nantes	2013	Quelles innovations pour la gestion durable des eaux pluviales en milieu urbain ? / Colloque de restitution des projets de recherche INOGEV et GDEP, des 3, 4 et 5 décembre 2013 à Nantes	156	Actes	STU/CERTU /CEREMA
N/A	AESN	Nanterre	2013	Maîtriser les pollutions dès l'origine du ruissellement dans les aménagements urbains	N/A	Guide	AESN
N/A	ASTEE	Paris	2013	Etude sur la mise en œuvre des programmes de mesures dans le cadre de la DCE	68	Étude	ASTEE

CHOCAT Bernard	ASTEE ; ONEMA	Paris	2013	Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques : pourquoi, comment ?	357	Recherche	ASTEE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2013	Clarifier la compétence eaux pluviales / Rencontre élargie du groupe de travail régional - 18 avril 2013 - Lyon (69)	40	Étude	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2013	Les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie / Novatech 2013. 8ème Conférence internationale sur les Techniques et Stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie, Palais des Congrès de Lyon (69)	-	Actes	GRAIE
N/A	ASTEE	Paris	2013	Au service de villes durables et responsables / 92ème congrès de l'ASTEE à Nantes, du 4 au 7 juin 2013	N/A	Actes	ASTEE
N/A	Association française de normalisation (AFNOR)	La Plaine-Saint-Denis	2013	Récupération des eaux de pluie. Recueil de normes / Disque électronique	N/A	Guide	Divers
GROMAIRE M.C. ; VEIGA L. ; GRIMALDI M. ; AIRES N.	AESN ; Composante Urbaine ; Laboratoire Eau Environnement Systèmes Urbains (LEESU)	Nanterre	2014	Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines : Document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement	64	Guide	AESN
TORTEROTOT Jean-Philippe ; TRAISNEL Christian	ASTEE	Nanterre	2014	Innovier dans les services de l'eau et des déchets / Ouvrage introductif au 93e congrès de l'Astee : 3-6 juin 2014 Orléans	184	Recherche	ASTEE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2014	Gestion intégrée de l'eau dans la ville : OMEGA – Outil méthodologique d'aide à la gestion des eaux urbaines / Conférence de restitution du programme de recherche ANR OMEGA - 22 mai 2014 - Lyon (69)	62	Étude	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2014	Forum « Eaux pluviales et aménagement » / 16 octobre 2014, Lyon-Villeurbanne	44	Actes	GRAIE

N/A	GRAIE	Villeurbanne	2014	Observatoire Rhône-Alpes : Opérations innovantes pour la gestion des eaux pluviales	N/A	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2014	Pourquoi faut-il laisser de l'espace aux rivières dans les villes ? Méli Mélo - Démêlons les fils de l'eau - Les rivières en ville - Juin 2014 (Saison 1). Document de synthèse et Vidéo sur Youtube	9	Sensibilisation	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2014	Les barrages sont-ils un bien pour l'environnement ? Méli Mélo - Démêlons les fils de l'eau - Les barrages et les cours d'eau - Octobre 2014 (Saison 1) Document de synthèse et Vidéo sur Youtube	24	Sensibilisation	GRAIE
N/A	GRAIE ; INSA	Villeurbanne	2014	Techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales : risques réels et avantages	N/A	Sensibilisation	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2014	Eaux pluviales en ville : "tout-à-l'égout" bonne solution ? Méli Mélo - Démêlons les fils de l'eau - Les rivières en ville - Juin 2014 (Saison 1). Document de synthèse et Vidéo sur Youtube	N/A	Sensibilisation	GRAIE
N/A	Office international de l'eau	Limoges	2014	Les eaux pluviales	48	Sensibilisation	Divers
N/A	ASTEE	Nanterre	2015	Guide sur la récupération et utilisation de l'eau de pluie	65	Guide	ASTEE
N/A	ASTEE	Nanterre	2015	Des villes et des territoires sobres et sûrs : comment les services urbains relèvent-ils le défi ? / 94^{ème} congrès de l'ASTEE, 2 – 5 juin 2015, Montauban	120	Recherche	ASTEE
BARBAUX Sophie (préface)	ICI Interface	Paris	2015	Ville perméable : l'eau, ressource urbaine	263	Étude	Divers

SAULAIS Muriel ; BIAUNIER Joris ; MENETRIEUX Céline (et al.)	CEREMA	Bron	2015	Milieux humides et aménagement urbain, 10 expériences innovantes	240	Étude	STU/CERTU /CEREMA
SAULAIS Muriel et GUEZO, Bernard	CEREMA	Bron	2015	Intégrer les milieux humides dans l'aménagement urbain - des valeurs à partager sur le territoire	8	Sensibilisation	STU/CERTU /CEREMA
N/A	Délégation interservices de l'eau DISE) (Seine-Maritime) ; Association régionale pour l'étude et l'amélioration des sols (ARFAS) (Haute-Normandie)	Rouen	2015	Intégrer la gestion des eaux pluviales dans un projet d'urbanisation ; opérations de superficie supérieure ou égale à 1 ha et opérations de superficie inférieure à 1 ha mais comprenant au moins 3 lots	6	Guide	Divers
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2015	L'ingénierie écologique : faut-il vraiment laisser faire la nature ? Méli Mélo - Démêlons les fils de l'eau - L'ingénierie écologique - Mai 2015 (Saison 3). Document de synthèse et Vidéo sur Youtube	16	Sensibilisation	GRAIE
N/A	GRAIE	Villeurbanne	2015	Efficacité d'une gestion à la source des eaux pluviales et apports de la modélisation sur de longues chroniques / Groupe de travail régional "eaux pluviales et aménagement" - juillet 2015	7	Actes	GRAIE
N/A	GRAIE ; CEREMA	Villeurbanne	2015	Eaux pluviales : des responsabilités partagées, une compétence à clarifier. Compétence eaux pluviales, renforcement de la gouvernance, exemple de la communauté du pays de Gex	16	Étude	GRAIE

N/A	GRAIE Méli-mélo	Villeurbanne	2015	Faut-il infiltrer les eaux pluviales en ville ? Méli Mélo - Démêlons les fils de l'eau - L'infiltration des eaux pluviales - Juin 2015 (Saison 3). Document de synthèse et Vidéo sur Youtube	17	Sensibilisation	GRAIE
GUILBAUD Mélanie ; JOURBERT Willem ; PROVOST Camille	APUR	Paris	2015	Préservation et valorisation de la ressource en eau brute. Une gestion métropolitaine des eaux pluviales	60	Guide	Divers

Sigles et acronymes

ADOPTA	Association pour le développement opérationnel et la promotion des techniques alternatives en matière d'eaux pluviales
AESN	Agence de l'eau Seine Normandie
AFB	Agence française pour la biodiversité
AFEE	Association française pour l'étude des eaux
AGHTM	Association générale des hygiénistes et techniciens municipaux devenue ASTEE en 2004
APUR	Atelier parisien d'urbanisme
ARCEAU	Association recherche collectivités dans le domaine de l'eau
ASTEE	Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement
BNF	Bibliothèque nationale de France
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CERTU	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques
CETUR	Centre d'études des transports urbains
CETE	Centre d'études techniques de l'équipement
CETMEF	Centre d'études techniques maritimes et fluviales
CLE	Commission locale de l'eau
DCE	Directive cadre européenne sur l'eau de 2000
DDE	Direction départementale de l'équipement
DDT	Direction départementale des territoires
DRIEA	Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement
DRIEE IdF	Direction régionale interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France
ENPC	Ecole nationale des ponts et chaussées
ENS	Espace naturel sensible
EPCI-FP	Etablissement public de coopération intercommunale à fiscalité propre
EPT	Etablissement public territorial
EPTB	Etablissement public territorial de bassin
GEMAPI	Double compétence communale introduite par la loi MAPTAM – gestion des milieux aquatiques et protection contre les inondations
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GRAIE	Groupe de recherche Rhône-Alpes sur les infrastructures et l'eau
Grenelle II	loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement dite « Grenelle II »
IAU-RP/ IAURIF/IAU- ÎdF/IPR	Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région parisienne créé en 1984, il sera nommé Institut Paris Region à la rentrée 2020
IFSTAR	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière (auparavant Institut géographique national)
INRETS	Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité

INSA	Institut national des sciences appliquées
IOTA	Installations, ouvrages, travaux et aménagements
IPBES	Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques
IRSTEA	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
LCPC	Laboratoire central des Ponts et Chaussées
LEMA	loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques
LEESU	Laboratoire eau environnement et systèmes urbains (laboratoire commun à l'École des Ponts ParisTech, l'Université Paris Est Créteil et AgroParisTech)
MAPTAM	loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles
MEDD	Ministère de l'écologie et du développement durable
MOS	Mode d'occupation des sols
NOTRÉ	Loi n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République dite « loi NOTRÉ »
NPNRU	Nouveau programme national de renouvellement urbain
ONEMA	Office national de l'eau et les milieux aquatiques
OTHU	Observatoire de terrain en hydrologie urbaine
PIREN Seine	Programme interdisciplinaire de recherche sur l'eau et l'environnement du bassin de la Seine
PLH	Programme local de l'habitat
PLU	Plan local d'urbanisme
POS	Plan d'occupation des sols
PPRI	Plan de prévention du risque d'inondation
PUCA	Plan urbanisme construction architecture
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SAUL	Structure alvéolaire ultra légère
SCoT	Schéma de cohérence territoriale
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SDRIF	Schéma directeur de la région Île-de-France
SESTRA	Service d'études sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements
SIAAP	Syndicat interdépartementale d'assainissement de l'agglomération parisienne
SRCE	Schéma régional de cohérence écologique
STU	Service technique de l'urbanisme
VRD	Voirie et réseaux divers
ZAC	Zone d'aménagement concerté

Table des figures et des planches

Figure 1 L'eau de pluie transforme la rue en petit torrent, scène du film <i>Parasite</i>	5
Figure 2 Résurgences de l'eau en milieu urbain : la ville éponge et la restauration des cours d'eau	6
Figure 3 L'agglomération parisienne, ses départements et ses cours d'eau.....	29
Figure 4 Les sols et l'hydrographie de l'agglomération parisienne sont fortement artificialisés	30
Figure 5 Deux types historiques de réseaux d'évacuation des eaux de pluie sont présents sur le territoire de l'agglomération parisienne.....	33
Figure 6 Le territoire du SIAAP est composé d'un cœur administratif historique et d'un territoire de gestion élargi par conventionnement	34
Figure 7 Régulation des rejets aux réseaux dans la métropole du Grand Paris.....	37
Figure 8 La planification de l'eau n'est ni spatialement exhaustive ni directement réglementaire	39
Figure 1.1 Les auteurs institutionnels, corpus 209, frise chronologique, 1970-2015.....	53
Figure 1.2 La part relative des auteurs institutionnels dans la production d'ouvrages, corpus 209, pourcentage d'ouvrages par auteur et par décennie, 1970-2015	58
Figure 1.3 Les types de documents techniques, corpus 209, nombre de publication en pourcentage par décennie, 1970-2015.....	66
Figure 1.4 Les thèmes et leurs variations, corpus 209, schéma de synthèse, 1970-2015	71
Planche 2.1 Le cycle urbain de l'eau : représenter un environnement hybride	91
Planche 2.2 La modélisation de la pluie par l'hydrologie urbaine	109
Planche 2.3 Planification et projets urbains : la place des eaux pluviales en milieu urbain	127
Planche 2.4 Les bassins de retenue, ouvrages de génie civil.....	137
Planche 2.5 Les techniques de gestion de la pluie camouflées dans l'espace urbain	143
Planche 3.1 La règle et l'exemple.....	166
Planche 3.2 Cadrage des diagnostics, outils d'anticipation	181
Planche 3.3 Ingénieries de la restauration et de la gestion des polluants	197
Planche 3.4 Les techniques en contexte	207
Planche 3.5 Aménagement et restauration des cours d'eau.....	217
Figure 4.1 Cartes des territoires enquêtés, agglomération parisienne, entre octobre 2015 et décembre 2017	244
Figure 4.2 Une cartographie de l'infiltrabilité des sols en petite couronne de l'agglomération parisienne	256
Figure 4.3 Les guides de bonnes pratiques des syndicats comme outils d'accompagnement des particuliers et des aménageurs.....	258
Figure 4.4 Le Plan ParisPluie : zonage d'infiltration et règle d'abattement des petites pluies.....	261
Figure 4.5 VNF, gestionnaire de la Seine, de la Marne et de l'Oise dans l'agglomération parisienne	263
Figure 4.6 Les différents périmètres et servitudes du domaine public fluvial	264
Figure 4.7 Les espaces naturels sensibles et leurs zones de préemption dans l'agglomération parisienne	266
Figure 5.1 Les techniques de renaturation des cours d'eau en regard des territoires enquêtés	295
Figure 5.2 Cartes des techniques alternatives de gestion de l'eau de pluie recensées, en regard des territoires enquêtés	297
Figure 5.3 Cartes des techniques hybrides, en regard des territoires enquêtés.....	299
Figure 5.4 Les trois couches d'Eaubaine : un système d'informations emboîtées.....	301
Figure 5.5 Les typologies des techniques recensées dans la base de données Eaubaine	305
Figure 5.6 Cartes des objectifs des opérations de renaturation des cours d'eau	308
Figure 5.7 Cartes des techniques de renaturation du lit mineur et du lit majeur des cours d'eau, Eaubaine	312
Figure 5.8 Cartes des types de techniques selon la typologie regroupée : des localisations préférentielles ?	316

Figure 5.9 Carte des ouvrages à potentiel bioclimatique : végétation, présence de l'eau, infiltration et réutilisation de l'eau de pluie.....	320
Figure 5.10 Graphiques des profils des patrimoines départementaux, eaux de pluie	324
Figure 5.11 Graphique des proportions de techniques alternatives par type d'occupation des sols	325
Figure 5.12 Graphiques des sommes de volumes et d'emprises au sol des techniques de gestion des eaux de pluie	327
Figure 5.13 Graphiques des distributions de volumes et d'emprises au sol des techniques de gestion des eaux de pluie.....	328
Figure 5.14 Cartes des densités volumes et des surfaces associés aux techniques de gestion des eaux de pluie	330
Figure 5.15 Cartes et graphiques de l'évolution des techniques de la gestion des eaux de pluie dans le temps, Eaubaine, 1970-2018.....	334
Figure 5.16 Graphique des rapports entre surfaces urbanisées et surfaces gérées par les techniques alternatives entre 1982 et 2012, Eaubaine, en %.....	337
Figure 6.1 Proportions des différentes fonctions professionnelles dans les entretiens formels (en nombre puis en pourcentage).....	352
Figure 7.1 Carte de localisation des six sites : des terrains représentatifs d'une diversité de situations urbaines et hydrologiques dans l'agglomération parisienne.....	396
Figure 7.2 La Noue : un quartier inséré dans une trame verte intercommunale.....	398
Figure 7.3 Un travail sur la délimitation de l'espace public et sur la trame de circulation du quartier de la Noue.....	399
Figure 7.4 Hoche, un quartier nanterrois intégré au périmètre de renouvellement urbain de l'axe de la Défense	401
Figure 7.5 Le quartier Hoche : coupures infrastructurelles et renouvellement urbain.....	402
Figure 7.6 Plan masse du quartier Hoche : un quartier quadrillé par huit lots	403
Figure 7.7 les Docks : plan de contexte et plan masse du quartier en reconversion d'un ancien site industriel	405
Figure 7.8 Le quartier Clause Bois Badeau : une frange urbaine bénéficiant d'une liaison directe à Paris, assimilé à une cité-jardin par ses concepteurs.....	407
Figure 7.9 Les Chanteraines, une zone humide entre tissu d'activités, parc et Seine	409
Figure 7.10 La zone humide du Vignois, un site de renaturation soumis aux nuisances urbaines	411
Figure 7.11 Les bassins versants de gestion de la pluie dans le quartier de la Noue	415
Figure 7.12 La mise en œuvre d'un réseau spécifique pour la gestion à ciel ouvert dans le quartier de la Noue	416
Figure 7.13 Photographies des noues, quartier de la Noue	418
Figure 7.14 Photographies du bassin et des espaces publics de la Noue	419
Figure 7.15 La Noue : une trame végétale polarisée par le cœur du quartier	420
Figure 7.16 Schéma en coupe longitudinale du bassin de retenue et schéma en coupe d'une structure réservoir de l'avenue Hoche	421
Figure 7.17 Un traitement différencié selon les voiries drainées, l'écoquartier Hoche	422
Figure 7.18 Photographies des noues et du bassin de retenue de l'écoquartier Hoche	423
Figure 7.19 les Docks, un quartier construit en zone inondable du plan de prévention du risque inondation	425
Figure 7.20 Les toitures terrasses comme argument promotionnel dans le quartier des Docks	425
Figure 7.21 Schéma du fonctionnement des ouvrages du Grand Parc des Docks de Saint-Ouen.....	427
Figure 7.22 Photographies des bassins, noues et ouvrages de gestion des eaux de pluie dans le quartier des Docks	428
Figure 7.23 Photographies des oiseaux et de la mosaïque de milieux du Grand Parc des Docks de Saint-Ouen.....	430

Figure 7.24 Schéma de principe de gestion des eaux de pluie du quartier Clause Bois badeau.....	432
Figure 7.25 Photographies de la Place Lorca, une place minérale équipée pour gérer ses eaux de ruissellement, quartier Clause Bois Badeau	433
Figure 7.26 Une trame de noues végétalisées parcourt les quartiers au nord du parc du quartier Clause Bois Badeau	434
Figure 7.27 Plan du Parc du quartier Clause Bois Badeau	436
Figure 7.28 Parc de l'écoquartier Clause Bois Badeau, une mosaïque de milieux différenciés notamment par leur humidité (Atelier Jam <i>et al.</i> , 2010 : 16).....	437
Figure 7.29 Un site contraint par le risque inondation, les Chanteraines.....	438
Figure 7.30 Zone humide (en bleu pâle), bassins secs (en jaune) et noues (lignes bleues) de la zone d'activités des Chanteraines et parc (en vert).....	439
Figure 7.31 Ouvrages de gestion des eaux de pluie sur les parcelles privées	440
Figure 7.32 Mosaïque de milieux plus ou moins humides dans la zone de la Garenne des Chanteraines. 441	
Figure 7.33 La transformation du tracé du Croult : libération des exutoires du quartier du Vignois et création d'un système de surverse vers les bassins	443
Figure 7.34 Les différents profils en travers du site renaturé de la zone humide du Vignois.....	444
Figure 7.35 Schémas du réaménagement du Croult et de la zone humide associée.....	445
Figure 7.36 Photographies du site du Vignois : une zone humide de grande envergure, 21/07/2017, 11/09/2017, 08/08/2018	446
Figure 7.37 Photographies de cœurs d'îlots, de toitures, de noues en pied de bâti dans les sites étudiés..	449
Figure 7.38 La gestion de l'eau dans d'autres quartiers urbains en gestion alternative	451
Figure 7.39 Une trame urbaine végétale et aquatique entremêlée aux chemins urbains.....	452
Figure 7.40 Autres ponts, chemins, places et voies urbains liées à la pluie dans l'agglomération parisienne	454
Figure 7.41 Des pièces d'eau spéculaires et spectaculaires	456
Figure 7.42 Miroirs d'eau et eau partagée, ailleurs dans l'agglomération parisienne.....	458

Table des tableaux

Tableau 1.1 Les ouvrages techniques et leurs auteurs institutionnels, corpus 209, nombre de publications par décennie, 1970-2015.....	56
Tableau 1.2 Les auteurs et éditeurs de la catégorie « divers », corpus 209, détail des publications, 1970-2015	59
Tableau 1.3 Les types de documents techniques par décennie, corpus 209, nombre de publications, 1970-2015	65
Tableau 1.4 Les types de documents techniques selon les auteurs institutionnels, corpus 209, nombre de publications, 1970-2015	66
Tableau 2.1 Échantillon de textes techniques, corpus 18, sous-période 1970-2000.....	83
Tableau 3.1 Échantillon des textes techniques, corpus 18, sous-période 2000-2015.....	154
Tableau 4.1 Acteurs rencontrés lors de la phase exploratoire, mars 2015 – décembre 2015.....	234
Tableau 4.2 Entretiens menés au titre de l’inventaire des techniques, octobre 2015-septembre 2017	240
Tableau 5.1 Les données recueillies en fonction des contributeurs, Eaubaine	287
Tableau 5.2 Les informations contenues dans les trois couches d’Eaubaine	302
Tableau 5.3 Détails des techniques de transformation du lit du cours d’eau.....	310
Tableau 6.1 Les entretiens menés dans un cadre formel entre mars 2015 et mai 2018	347
Tableau 6.2 Synthèse par thème des disciplines d’origine des professionnels interrogés	353
Tableau 6.3 Visites de site accompagnées et situations d’observation, d’octobre 2015 à janvier 2018.....	355
Tableau 7.1 Des situations urbaines variées.....	396
Tableau 7.2 La grille d’analyse des sites : cinq thèmes observés dans le site et le tissu urbain alentour	412

Table des matières

Remerciements.....	i
Résumé.....	iii
Abstract.....	iii
Avant-propos	v
Sommaire	1
Introduction générale.....	3
Les milieux aquatiques au cœur des politiques environnementales urbaines	5
Causes et conséquences multiples de la mutation de la place de l'eau en ville	8
Les « temps de l'eau » ou la variation historique de la place de l'eau en ville	9
Ressacs temporels de l'eau dans la ville : les vecteurs de la transformation de la relation entre ville et eau	10
Les infrastructures de la ville moderne : du pré-hygiénisme à la révolution bactériologique, aux services urbains en réseaux	12
Le « génie de l'environnement » : remise en cause des réseaux urbains	14
Débats autour des mutations infrastructurelles urbaines.....	17
L'opposition entre grands réseaux urbains et techniques décentralisées résolue par le compromis d'un système combinatoire.....	18
Un patrimoine infrastructurel décentralisé	20
L'environnement comme opportunité de réforme de la fabrique urbaine	22
L'ingénierie bousculée par l'environnement et l'écologie	22
Le développement durable et l'écologie urbaine : sources d'un renouveau de l'urbanisme ?	25
Un nouveau temps de l'eau ?	27
Problématique et hypothèses	27
Un terrain, deux objets.....	28
L'agglomération parisienne : un territoire urbain aux enjeux aquatiques multiples.....	28
Deux objets pour une même problématique	31
En premier plan : la gestion de la pluie et les services urbains en réseau.....	32
En second plan : la gestion des cours d'eau et ses territoires mouvants	38
Méthode	41
Plan du mémoire	41
Partie I Production et formes de la doctrine technique	43
Introduction de la partie I	45
Chapitre 1. Auteurs et thèmes des documents techniques de 1970 à 2015.....	49
1. La constitution du corpus des guides et documents techniques, ses auteurs.....	49
1.1. Les fonds utilisés pour constituer le corpus de documents.....	49

1.2.	Analyse du corpus 209 : évolutions des auteurs	51
1.3.	Les documents « divers » : un autre éclairage sur les auteurs de documents techniques	58
2.	Les formes de la doctrine d'aménagement de la pluie et des cours d'eau.....	62
2.1.	Classement des ouvrages recensés	63
2.2.	Analyse des types d'ouvrages du corpus	65
3.	Les thématiques dans le temps	67
3.1.	Genres, styles, registres littéraires : un rapide aperçu des documents techniques.....	68
3.2.	Les thèmes structurants et leurs variations.....	70
	La ville, le milieu urbain	72
	Ressources urbaines	73
	Pollutions et inondations : risques associés aux eaux de pluie.....	74
	L'innovation autour des objets techniques	75
	L'écologie et l'environnement.....	76
	La gestion	77
	Conclusion du chapitre 1	78
Chapitre 2. Des années 1970 à l'année 2000 : les techniques alternatives et végétales au secours des infrastructures classiques		81
1.	L'histoire d'une refonte scientifique et pragmatique de la gestion urbaine de l'eau.....	84
1.1.	Changement de lecteur : du gestionnaire de réseaux à l'aménageur.....	84
1.2.	La tendance technologique.....	87
1.3.	L'inspiration rustique et traditionnelle	95
1.4.	L'histoire de la ville, mode d'emploi de l'environnement urbain contemporain.....	97
2.	Matrices d'aménagement : articuler sciences physiques et paysage.....	100
2.1.	La modélisation au cœur des systèmes techniques.....	100
2.2.	Les choix d'aménagement des systèmes d'assainissement et cours d'eau	117
2.3.	Maîtriser l'environnement urbain : planification, projet.....	122
2.4.	Valorisation paysagère de l'eau en ville	130
3.	Les techniques et systèmes techniques : stocker, infiltrer, évaporer, restaurer	132
3.1.	Les bassins de retenue, ouvrages multifonctionnels avant-gardistes.....	132
3.2.	Les techniques alternatives : stocker, infiltrer, évaporer.....	139
3.3.	Les techniques de consolidation et de modification des cours d'eau.....	150
	Conclusion du chapitre 2	151
Chapitre 3. De 2001 à 2015 : milieux humides, petites pluies, utilisation de l'eau de pluie		153
1.	Explicitation de la règle, apprentissage par l'exemple.....	155
1.1.	L'encadrement de la mise en œuvre locale des politiques nationale.....	155
1.2.	Les retours d'expérience : apprendre par l'exemple.....	158

1.3.	Une histoire de règles et de normes.....	162
1.4.	Les milieux aquatiques comme horizon.....	171
2.	L'art de la synthèse entre milieux aquatique et urbain	174
2.1.	L'importance prise par les données, diagnostics et évaluations	175
2.2.	L'intérêt pour les pluies banales	189
2.3.	L'espace aquatique urbain	192
3.	Opérations et plans pour l'hydrographie urbaine	201
3.1.	Gestion ponctuelle des pollutions diffuse	201
3.2.	Les techniques en série : des réseaux à ciel ouvert ?	204
3.3.	L'hydrographie urbaine : des espaces naturels artificiels	213
	Conclusion du chapitre 3	225
	Conclusion de la partie I.....	227
	Partie II Les mutations des infrastructures de l'eau dans l'agglomération parisienne.....	229
	Introduction de la partie II.....	231
	Chapitre 4. Mécanismes territoriaux de la production d'un patrimoine de techniques décentralisées ..	233
1.	Méthode d'enquête : phase exploratoire et recensement.....	233
1.1.	La phase exploratoire : tracer le paysage de la gestion de l'eau dans l'agglomération parisienne	233
1.2.	La phase de recensement : comprendre la production du patrimoine de techniques et l'inventorier	238
2.	Rouages de la production des techniques alternatives et des opérations de renaturation. 246	
2.1.	Aux mains des acteurs étatiques : la planification à l'échelle régionale et la réglementation.....	246
2.2.	La limitation et le contrôle des réseaux comme levier de la gestion <i>in situ</i> des eaux de pluie pour les intercommunalités et leurs établissements.....	252
2.3.	La conquête du foncier de fond de vallée et l'utilisation des outils de protection du patrimoine par les gestionnaires des cours d'eau.....	262
3.	Les relations entre acteurs : tensions et ralliements autour de la gestion intégrée de l'eau	270
3.1.	Coïncidence entre la gestion intégrée et les politiques urbaines	270
3.2.	Convaincre les communes et les aménageurs, saisir l'opportunité	273
3.3.	Les politiques intégrées vectrices de tensions entre les acteurs.....	278
	Conclusion du chapitre 4	283
	Chapitre 5. Eaubaine, un portrait du patrimoine de techniques alternatives et de renaturation.....	285
1.	La base de données Eaubaine : sources et structure	285
1.1	Les sources d'Eaubaine : un puzzle de données hétérogènes	285
1.2	Cartographies du patrimoine d'Eaubaine	293
1.3	La structure d'Eaubaine et les typologies pour l'analyse.....	300

2.	Le patrimoine de techniques alternatives et de renaturation dans l'agglomération parisienne	306
2.1	Les ouvrages de renaturation des cours d'eau : ampleur de la transformation du réseau hydrographique	306
2.2	Le patrimoine de gestion des eaux de pluie : entre techniques de génie civil et techniques intégrées	314
2.3	Des techniques de gestion des eaux de pluie bioclimatiques ou des excroissances des réseaux ?	318
3.	Spécialisations spatiales, pondération et dynamique des techniques de gestion des eaux de pluie	322
3.1	La localisation des techniques alternatives de gestion des eaux de pluie.....	322
3.2	Caractéristiques quantitatives de techniques alternatives.....	326
3.3	Les techniques dans le temps	332
	Conclusion du chapitre 5	338
	Conclusion de la partie II.....	339
	Partie III Sur le terrain : l'émergence d'un nouveau registre technique urbain	341
	Introduction de la partie III	343
	Chapitre 6. L'émergence d'une vision commune de l'intégration de l'eau à l'espace urbain.....	345
1.	La diversité ou l'adversité des professionnels engagés dans la gestion intégrée de l'eau de pluie et la renaturation des cours d'eau en ville.....	345
1.1.	Une enquête menée auprès des cadres de la gestion et de la conception des techniques intégrées	346
1.2.	Concurrences et collaborations entre les métiers pour l'aménagement intégré de l'eau en ville	359
2.	Une nouvelle technique urbaine ?	367
2.1.	La dissolution des objets techniques	367
2.2.	Dépassement de l'opposition classique entre rusticité et scientificité	370
2.3	L'efficacité par les propriétés structurantes et épuratrices des végétaux et le pouvoir morphogénique de l'eau.....	376
3.	À qui profitent les aménagements intégrés de l'eau en ville ?.....	383
3.1.	La création d'une distinction politique et commerciale	383
3.2.	Une nature technocratique.....	386
3.3.	Pour qui aménager l'eau dans l'espace urbain ?.....	389
	Conclusion du chapitre 6	392
	Chapitre 7. Six études de cas pour examiner les paysages de l'eau de pluie et des cours d'eau dans les opérations d'urbanisme contemporaines	395
1.	Un panel diversifié de sites.....	395
1.1.	Un panel représentatif d'une diversité de situations urbaines de l'agglomération parisienne. 395	
	Le quartier de grands ensembles de la Noue à Montreuil (93)	397

Le quartier Hoche à Nanterre (92).....	400
Les Docks de Saint-Ouen (93).....	403
L'écoquartier de Clause Bois Badeau à Brétigny-sur-Orge (91)	406
La zone d'activités des Chanteraines à Villeneuve-la-Garenne (92)	408
La zone humide du Vignois à Gonesse (95).....	410
1.2. Une méthode simple d'arpentage et d'observation.....	411
2. La place de l'eau dans les six sites à l'étude est partagée entre conception technique et paysagère	413
2.2. Noues et bassins secs végétalisés dans les quartiers résidentiels	413
Des ouvrages végétalisés de grande taille dans l'espace public contraint de la Noue	413
Des noues et un bassin végétalisé secs pour la gestion des eaux de pluie à Hoche	421
2.2 Les grands quartiers urbains polarisés par une pièce d'eau	424
Une boucle d'eau épuratrice dans le quartier des Docks	424
La trame verte du quartier Clause Bois Badeau	431
2.3. Zones d'activités et gestion des crues et de la pluie	438
Milieu humide et prairie dans les Chanteraines	438
Une zone humide prend place dans un ancien site agricole à Gonesse	442
3. Trois composantes de la gestion de l'eau de pluie dans l'agglomération parisienne.....	448
3.1. Les îlots bâtis en gestion alternative	448
3.2. Trames aquatiques : canaux, noues, fossés, bassins secs.....	452
3.3 Parcs et bassins : formes et esthétique.....	455
Conclusion du chapitre 7	460
Conclusion de la Partie III	463
Conclusion générale.....	465
Bibliographie	473
Ouvrages scientifiques.....	473
Littérature grise et guides techniques.....	480
Articles de presse.....	484
Annexe Le corpus 209, guides et documents techniques, 1970 - 2015	485
Sigles et acronymes.....	513
Table des figures et des planches	515
Table des tableaux	519
Table des matières	521