



HAL
open science

Le territoire-étagé : un outil d'ingénierie pour agir sur la vulnérabilité des espaces métropolitains

Bernard Guézo

► To cite this version:

Bernard Guézo. Le territoire-étagé : un outil d'ingénierie pour agir sur la vulnérabilité des espaces métropolitains. Géographie. Université de Grenoble, 2012. Français. NNT : 2012GRENA041 . tel-00806092

HAL Id: tel-00806092

<https://theses.hal.science/tel-00806092>

Submitted on 29 Mar 2013

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.

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

Spécialité : **Géographie**

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée par

« **Bernard GUÉZO** »

Thèse dirigée par « **Patrick PIGEON** »

préparée au sein du **Laboratoire EDYTEM**
dans l'**École Doctorale Sciences et Ingénierie des Systèmes,
de l'Environnement et des Organisations (SISEO)**

Le territoire-étagé : un outil d'ingénierie pour agir sur la vulnérabilité des espaces métropolitains

Thèse soutenue publiquement le « **19 décembre 2012** »,
devant le jury composé de :

Monsieur Daniel Le COUÉDIC (Président du jury et rapporteur)

Directeur de l'Institut de Géo-architecture
Université de Bretagne Occidentale (Brest)

Monsieur André GUILLERME (Rapporteur)

Professeur titulaire de la chaire d'histoire des techniques
CNAM-Laboratoire CDHTE (Paris)

Monsieur Marcel MIRAMOND

Directeur des études, Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat
Université de Lyon (Vaulx-en-Velin)

Monsieur Patrick PIGEON

Professeur de géographie
Laboratoire EDYTEM
Université de Savoie (Le Bourget-du-Lac)

Monsieur Juergen WEICHSELGARTNER

Professeur de géographie
Département de géographie
Université de Kiel (Allemagne)



La terre nous en apprend plus long sur nous que
tous les livres. Parce qu'elle nous résiste. L'homme
se découvre quand il se mesure avec l'obstacle.
Mais pour l'atteindre, il lui faut un outil.

Antoine de Saint-Exupéry.
Terre des hommes
(Premières phrases du préambule)

A mon épouse et mes enfants

Au moment de terminer ce travail, j'adresse mes remerciements les plus sincères ;

- à mon directeur de thèse, le Professeur Patrick Pigeon, pour l'appui qu'il m'a apporté, sa disponibilité, ses conseils éclairés afin que je puisse mener à bien ce projet qui me tenait à cœur.

- aux membres du jury pour le temps qu'ils auront consacré à l'étude de mon travail : Daniel Le Couédic et André Guillerme pour avoir consenti à en être les rapporteurs, Marcel Miramond et Juergen Weichselgartner pour avoir également accepté de l'analyser et de le critiquer.

- à Paul Martin, directeur du Certu, qui m'a permis de mener ce projet tout en exerçant mes responsabilités professionnelles ; à Jean-Claude Gallety, délégué aux collectivités locales, qui m'a donné de nombreux éclairages et m'a fait partager sa passion de l'urbanisme ; à Clara Villar et Michel Guicherd qui ont été mes soutiens au quotidien.

- à Michel Auroy et Marc Rodriguez (Neuville-sur-Saône), Pierre Petiot (Thoissey) et Jean-Paul Truffly (Givors) qui m'ont donné le point de vue des collectivités territoriales et apporté leur soutien sans faille, à ce titre, pour que ma démarche aboutisse.

- à Bruno Defrance, Direction Départementale des Territoires du Rhône, qui m'a enrichi par ses analyses.

- à Jean-François Sorro, responsable de la Cellule centrale interministérielle du plan séisme Antilles (MEDDE/DGPR) et Vincent Courtray, responsable du Bureau des Risques Naturels Terrestres (MEDDE/DGPR), qui m'ont appuyé et permis de développer certains principes de ce travail au service de la prévention du risque sismique aux Antilles Françaises.

D'autres appuis m'ont été précieux : Martine Gastinel, Sébastien Ruz, Blandine ma fille, étudiante à Rouen Business School, par ses avis pertinents et sa constante disponibilité.

Mon dernier remerciement - et non le moindre - sera pour mon épouse Marie-Christine qui m'a accompagné, a attendu avec patience et sérénité que cette période studieuse se termine.

Enfin, j'ai une pensée particulièrement reconnaissante pour le regretté Georges-Yves Kervern, qui m'a incité à m'engager dans cette recherche consacrée aux risques urbains.

Sommaire

Présentation générale de la démarche	1
Première partie	
De l'espace urbanisé à l'espace métropolitain : une redéfinition de l'ingénierie à l'aune de la complexité	27
1. 1982-2002 : l'urbanisation bouleverse les certitudes techniques	31
2. 2002-2011 : l'urbanisation défie la gestion des risques	81
3. Les espaces métropolitains : complexes et vulnérables	118
4. Conclusion : du bien-fondé du territoire-étagé, outil de monitoring de l'espace métropolitain	173
Deuxième partie	
Du territoire-étagé au monitoring : l'apprentissage de l'espace métropolitain et de sa vulnérabilité	179
1. La métropole lyonnaise : étude des cas de Givors et de Neuville-sur-Saône	181
2. L'imprévu, élément marquant de l'espace givordin	195
3. L'apprentissage collectif de l'espace neuvillois	265
4. Les enseignements des expérimentations	306
Conclusion générale	313
Cahier des représentations ou modèles proposés	325
Bibliographie	337
Table des matières	353

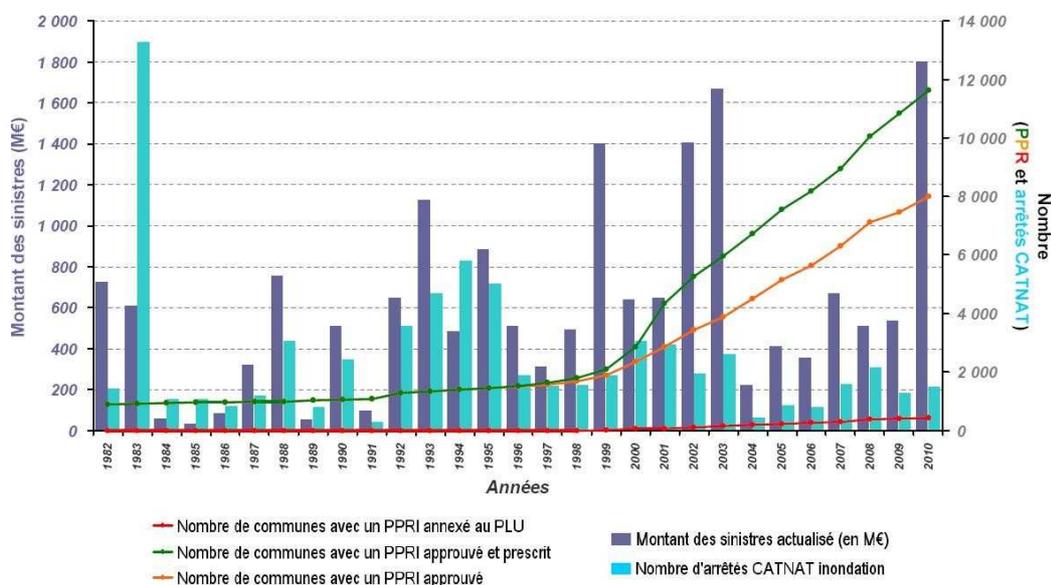
Présentation générale de la démarche

De longue date, l'ingénieur contribue à l'urbanisation des territoires et se préoccupe de protéger les lieux habités contre les aléas. Sa technicité croissante, les nombreux outils qu'il peut mobiliser, n'empêchent cependant pas des dommages de se produire, en relation ou non avec ces aléas. Les connaissances dont on dispose aujourd'hui montrent qu'une ingénierie des risques est plus que jamais nécessaire mais qu'elle ne peut agir comme un bouclier, à l'abri duquel l'urbanisation se développerait en toute sécurité. Les catastrophes posent en effet la question de la complexité. Elles mettent en relation des processus de différentes natures, qui n'ont pas été rapprochés préalablement, surprennent par leur survenue et leurs effets, déjouent les dispositifs mis en place pour les prévenir et révèlent ceux qui peuvent manquer. Si l'ingénieur s'efforce de coordonner les deux facettes de son activité : d'un côté la gestion des fonctions urbaines, de l'autre celle des risques, il hésite à s'en démarquer comme il le devrait, pour affronter la complexité spatiale, alors que celle-ci se manifeste à lui dans la réalisation des projets. En concevant un outil d'analyse spatiale : le *territoire-étagé*, en le dotant d'une fonction - le monitoring - nous proposons une voie qui lui permette d'anticiper du plus possible le développement de processus dommageables. En permettant une plus grande compréhension des mécanismes à l'œuvre au sein des espaces métropolitains [Ascher, 1995], l'ingénierie du *territoire-étagé* offre la possibilité d'agir en retour sur les pratiques de gestion pour espérer réduire, par la résilience, les perturbations ou leurs effets de différentes natures et intensités.

Prendre en compte la complexité pour réduire les dommages

La croissance urbaine qui s'est intensifiée à l'échelle mondiale depuis les cinquante dernières années [Paulet, 2000, pp.66-69] accentue la question de l'exposition des populations aux catastrophes naturelles. Il en est ainsi dès lors que l'urbanisation favorise la concentration des hommes et des activités, sans assurer un niveau de prise en compte adapté des risques dits naturels [Pigeon, 2005] - séismes, inondations ou mouvements de terrain - voire des risques directement produits par l'activité anthropique. Bien que des actions de prévention soient mises en œuvre, le fait est d'une augmentation régulière depuis trente ans à travers le monde, tant du nombre de catastrophes naturelles que de leurs coûts, humain et financier [NATCAST, 2010]. Si de grandes disparités peuvent être observées selon les continents et les pays, les Etats européens ne sont pas exempts de la problématique des relations à assurer entre le développement de l'urbanisation et la prévention des risques. De fait, en lien avec la survenue répétée d'événements dommageables, l'évolution des trois dernières décennies marque en France une tendance à l'augmentation de la sinistralité, que la politique de contrôle de l'urbanisation se donne pour objectif d'enrayer par une extension de la couverture géographique des plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN).

Evolution comparée de l'avancement des PPRi et de la sinistralité annuelle en France métropolitaine



Sources : FFSA-GEMA (2011) & MEDDTL / BD GASPAR (2011)
Auteur : MRN - mars 2011

Illustration 1: Evolution comparée de la sinistralité et de la mise en place des PPRN.

En France, des missions d'audit sont diligentées par les autorités administratives pour progresser dans la compréhension des catastrophes. Elles ont porté ces dernières années sur des épisodes dramatiques aussi différents que les crues rapides qui se sont succédées de 1987 (Le Grand-Bornand) à 2010 (Draguignan), l'avalanche de Montroc à Chamonix en 1999, les inondations en Bretagne en 2001, les crues du Sud-Est en 2003, les incendies de forêts également en 2003, la rupture de digues dans le delta du Rhône en 2004, les tempêtes en 2009, la submersion marine sur le littoral Atlantique en 2010 (tempête Xynthia). Bien que traitant d'événements localisés, ces audits produisent de la connaissance pour améliorer l'action publique de prévention sur des espaces étendus du territoire national. Ainsi, les constats et préconisations concernent les vallées fluviales pour les inondations, les vallées alpines pour les avalanches, le sud de la France pour les incendies de forêts, une partie du littoral pour la submersion marine et l'essentiel de la France pour le ruissellement urbain. De façon récurrente, les analyses effectuées mettent en évidence une prise en compte insuffisante des processus anthropiques dans la production des risques, alors que les trois quarts de la population française vivent maintenant en milieu urbanisé [Y. Fijalkow, 2004]. Dans le même temps, l'accentuation des phénomènes météorologiques extrêmes est prévue à l'échelle de la planète du fait du changement climatique [GIEC, 2007]. Cette tendance est d'ores et déjà prise en considération pour le quart sud-est de la France à l'horizon 2030-2050 [MEDCIE Grand Sud-Est, 2008, p.55]. Ces constats et perspectives interrogent les dynamiques d'urbanisation, dès lors que les territoires exposés aux aléas sont souvent attractifs et peuvent concentrer la croissance démographique [IFEN, 2006]. Qu'il s'agisse du changement climatique ou d'autres processus, les évolutions et les transformations à l'œuvre localement participent des perturbations qu'il convient de considérer pour réduire les dommages.

Pour limiter les effets des catastrophes, les audits peuvent proposer des mesures nouvelles mais ils préconisent surtout une utilisation plus forte des outils existants, qu'ils relèvent de l'aménagement, de la gestion urbaine ou de la gestion des risques proprement dite. Le constat qu'ils établissent, d'un recours insuffisant aux ressources disponibles, renvoie au paradoxe relevé par les scientifiques ces dernières années, de la double augmentation, de la connaissance liée au risque et des dommages occasionnés par les catastrophes naturelles [Gilbert F. White and *al.*, 2001]. Les interrogations soulevées par la recherche portent sur l'adéquation de la connaissance aux besoins, le bon usage de celle-ci ou encore les barrières à sa mobilisation [Weichselgartner, 2007]. Les préconisations faites pour rendre la connaissance opératoire portent sur son ciblage sur les questions soulevées et sur sa construction en relation étroite avec les acteurs concernés.

En complément des travaux menés au Certu pour améliorer les outils de la prévention des risques comme le PPRN, notre recherche a exploré la voie des relations entre la connaissance et l'action. Nous avons pour ce faire interrogé la façon dont l'ingénieur pourrait prendre en compte la complexité, sous l'angle de ses effets non maîtrisés.

Service technique central du ministère de l'Écologie, le Certu diffuse de la connaissance en urbanisme, en déplacements urbains et interurbains, en constructions publiques et en environnement au bénéfice des administrations, des collectivités et des professionnels. En donnant toute sa place aux démarches co-construites, en tissant des liens avec la recherche et en mettant l'accent sur les pratiques innovantes, ce service technique met à la disposition des praticiens des outils et des méthodes qu'il voudrait adaptés à la réalité urbaine d'aujourd'hui. Le Certu est légitime à favoriser des conditions propices à l'action, celle-ci étant elle-même facteur de renouvellement des connaissances. En particulier, ce service est en situation de s'interroger sur le paradoxe précité d'une augmentation des connaissances dans le champ des risques, sans qu'une traduction suffisante intervienne dans la gestion urbaine au delà de la mise en œuvre des outils réglementaires comme les PPRN. Or, *"L'appréhension des risques par les divers acteurs devrait être systématiquement l'objet d'une appropriation collective locale (aux échelles pertinentes), conduisant si possible à un accord suffisant sur les éléments essentiels (identification des dangers, niveaux de vulnérabilité, coût/bénéfice des mesures à prendre) et en tous cas à une bonne compréhension mutuelle de la diversité des points de vue"* [CGPC, 2008, p.5]. Se trouve alors posée la question d'un cadre d'analyse spatiale qui, répondant à ce besoin, ferait de la connaissance un savoir mobilisable collectivement pour agir sur l'urbanisation et la rendre moins vulnérable. Un tel cadre permettrait avant tout à l'ingénieur de reconsidérer son action dès lors qu'elle participe des processus d'urbanisation et de ses effets non maîtrisés.

Pour appréhender les liens entre gestion urbaine et gestion des risques, nous avons interrogé les relations entretenues au niveau européen entre ces deux registres d'action dans un souci de prise de recul par rapport au contexte français. Dédiée à la gestion des risques industriels, la directive SEVESO II 96/82 du 9 décembre 1996 traite des accidents majeurs impliquant des substances dangereuses. Son article 12 invite les États-Membres à contrôler l'urbanisation autour des sites industriels à risque. A la suite de l'accident de l'usine Grande-Paroisse à Toulouse le 21 septembre 2001 et pour répondre à cette demande, la loi du 31 juillet 2003 relative à la prévention de risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages propose la création d'un outil : le Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).

Le PPRT a pour objet d'agir au sein même de secteurs urbanisés pour réduire les effets d'un aléa technologique. Le séminaire européen des 22 et 23 novembre 2006 à Strasbourg, où nous sommes intervenu, a montré que cet outil était effectivement innovant par sa capacité à réunir les principaux acteurs concernés : l'industriel, l'État, les collectivités territoriales, sur un projet concerté. Les travaux auxquels nous participions pour définir la méthode d'élaboration du PPRT ont explicité les possibilités offertes à l'action régaliennne pour réduire le risque, mais aussi les limites de l'outil, confronté dans sa mise en œuvre à la complexité de l'urbanisation.

Sur la même période, le projet Interreg IIIC *Security and Trust in Cities* a exploré ce que pourrait être une gestion globale des risques à l'échelle d'une ville [SETRIC, 2006]. Cet échange, auquel nous étions partie prenante, a montré les municipalités attentives au déploiement d'une démarche d'ensemble, agrégeant des registres d'actions distincts relevant de temporalités différentes. Cependant, celles-ci étaient surtout préoccupées des conditions de prise en charge d'une catastrophe par le niveau municipal, c'est-à-dire de la gestion de la crise ; la proposition faite par certains partenaires de développer une boîte à outils, comme appui à une gestion stratégique des risques, n'a pu s'imposer.

Signée par les gouvernements le 24 mai 2007, la charte de Leipzig sur la ville européenne durable illustre la séparation des deux champs de la gestion urbaine et de la gestion des risques. Se préoccupant de préserver les équilibres sociaux et la diversité culturelle, comme de valoriser les atouts architecturaux et écologiques, ce document d'orientation ne va pas jusqu'à tisser du lien entre le développement durable, la gestion urbaine et les risques, alors que ces questions sont manifestement liées [Pigeon, 2010]. La même année, le 23 octobre 2007, est pourtant adoptée la directive 2007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation. Les plans de gestion des inondations (PGI) qu'elle introduit vont concerner les territoires. L'atelier européen que nous avons animé en novembre 2008, dans le cadre d'un colloque organisé à Paris par l'Association Française de Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN), sous l'égide du ministère en charge de l'écologie¹, nous a cependant montré que des métropoles européennes, comme Prague, Londres et Hambourg, prenaient bien en compte les risques. En fait, les approches menées diffèrent selon les contextes, le vécu des catastrophes ou les organisations institutionnelles. Celles-ci ne sont pas rattachées à la notion de ville durable mais à celle de *ville résiliente* dans un cadre qui reste encore à définir.

¹Colloque "Des catastrophes du passé au défi du changement climatique en Europe" organisé les 28 et 29 novembre 2008 à Paris à l'occasion de la présidence française de l'union européenne.

Recouvrant de multiples approches [Berkes et *al*, 2000], [Lagadec, 2000], [Dauphiné et Provitolo, 2007], [Pigeon, 2012], cette notion bien que débattue aujourd'hui s'impose progressivement pour traduire une prise en compte plus forte des effets en retour de la dynamique d'urbanisation sur la vulnérabilité des territoires². Ce principe de rétro-action de la gestion des risques sur la gestion territoriale, trouve de premières formes de traduction. Ainsi, en France, les Plans de Gestion des Risques d'Inondations (PGRI) introduits par la directive inondation s'imposeront demain aux schémas de cohérence territoriaux (ScoT) et aux Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), dont ils pourront infléchir les orientations. La capacité de réduire la vulnérabilité urbaine va prendre d'autant plus d'importance que, pour le risque inondation, la gestion territoriale sera encadrée au niveau stratégique par le PGRI, au niveau pratique par le PPRN.

Nous avons participé en qualité d'expert au projet européen COST³ C19 relatif à la sécurité des infrastructures techniques urbaines (eau, électricité, transport). Ce projet a mis en évidence les réticences des Instituts de recherche dépositaires d'une expertise dans l'évaluation des risques à intégrer les interactions entre ces infrastructures et l'espace urbain. Ces interactions ressortent comme un obstacle pour l'ingénierie qui cherche à s'en affranchir. Les aspects changeants et les imprévus bousculent la modélisation. En mars 2009, un atelier COST tenu à Amsterdam, conduit à la visite d'une galerie enterrée multi-réseaux, mettant en évidence la protection apportée par cette infrastructure sécurisée. De retour à Lyon le soir même, le quartier où se trouve le Certu vient d'être évacué pour cause d'une rupture de canalisation de gaz. Produite par des travaux, l'explosion a coûté la vie à un pompier et déstabilisé plusieurs immeubles d'habitation. Le gaz qui s'est répandu par les canalisations d'eaux pluviales a mis en danger d'autres bâtiments à l'échelle du quartier. Cette conjonction d'événements, si elle confirme l'intérêt des galeries multifonctions comme dispositif de sécurisation des réseaux techniques, rappelle les nombreux cas où cette technique n'est pas et ne sera pas mise en œuvre, pour une raison ou pour une autre. Pour ces situations les plus courantes, elle pose la question d'un cadre d'analyse spatiale traduisant les interactions possibles entre différents éléments en place, de nature à propager un aléa et à aggraver ses effets. Elle renvoie à des situations de risques auxquelles nous étions confronté, comme ingénieur en aménagement, sans disposer d'un tel outil. Nous avons pu vérifier nous-même qu'il n'existait pas de distinction de nature dans les mécanismes favorisant la production de dommages selon leur niveau de gravité [Bak, 1999, p.35]. Il est établi qu'un événement ordinaire peut déclencher une catastrophe [Gribbin, 2010, p.226]. Suivant l'image du feu n'ayant pu être circonscrit au moment de son

² Se reporter au glossaire p.19.

³ COST Urban Civil Engineering, C19 : Proactive Crisis management of Urban Infrastructure.

éclosion, il convient d'avoir anticipé du mieux possible les conditions favorisant l'incendie. En effet, même en mobilisant des moyens importants, sa propagation ne peut être interrompue avant que le processus n'arrive à son terme. Ceci conduit à interroger les différents facteurs, naturels et anthropiques, qui favorisent les dommages et les différentes perturbations possibles.

Traiter des relations entre la dynamique d'urbanisation et la gestion des risques, **nous a conduit à interroger notre parcours d'ingénieur**, construit à partir de 1982 au sein d'une pluralité de terrains d'action : le département de la Loire, la vallée de l'Ardèche, le Pays de Gex, le chantier du contournement routier de Moulins, le département de l'Eure-et-Loir. L'ingénierie développée sur vingt ans couvrait la gestion ou la construction d'infrastructures urbaines, la réhabilitation d'un barrage, la planification de l'urbanisme, l'aménagement de rivière, la protection des vues sur la cathédrale de Chartres, la réalisation de plans de prévention des risques, l'annonce des crues etc.

Bien que différents, ces cadres d'intervention constituaient de la même façon un *espace urbanisé*⁴ que nous définissons ici comme une portion d'espace géographique marquée par la disjonction qui s'y opère - du fait des mobilités toujours plus grandes des personnes, des biens et des informations - entre sa morphologie et la vie socio-économique et collective [Rémy et Voyé, 1992, p.10]. Les processus de production des espaces urbanisés affectent aussi bien des espaces urbains que des espaces ruraux. Ils peuvent relever d'une dynamique d'extension d'une aire urbaine, des effets produits localement par la création d'infrastructures nouvelles - comme un aéroport ou une gare TGV - de mouvements saisonniers de population liés à des attraits touristiques, de phénomènes de recomposition sociale prenant par exemple la forme d'une opération de renouvellement urbain d'un quartier ou de mécanismes de paupérisation. Plus généralement, l'espace urbanisé résulte du croisement de différentes réalités territoriales et urbaines. Si ses transformations sont pour partie voulues, certaines relèvent aussi d'effets non désirés. Ainsi, l'espace urbanisé nécessite d'être considéré sous l'angle des difficultés rencontrées pour agencer les différentes réalités qui le composent [Lévy et Lussault, 2009 (2003), p. 267, p.330]. Il interroge la gestion d'effets non maîtrisés, attachés à ses évolutions.

Au sein des espaces urbanisés, nous nous sommes trouvé confronté, à l'échelle de nos actions, à des imprévus, des intérêts contradictoires, des dysfonctionnements et aux effets non désirés de celles-ci. Si nous pensions contrôler à chaque instant, par la connaissance technique, nos interventions, les dispositions prévues se trouvaient de fait contrariées par la complexité spatiale. Les niveaux d'intervention en présence devaient être articulés, sans outil permettant de le faire.

⁴ Se reporter au glossaire p.19.

Pour réaliser les projets dont nous étions en charge, nous avons dû apprendre à développer des processus, c'est-à-dire à tracer les chemins permettant de les mener à bien [Olle in Colette Rolland, 1992]. Le recours aux processus traduit la souplesse dans la mise en œuvre du projet, rendue nécessaire pour tenir compte des autres dynamiques avec lesquelles il interfère. A l'inverse, le projet peut être un moyen utilisé pour infléchir des processus se développant au sein des espaces urbanisés sans être véritablement maîtrisés, certains d'entre eux pouvant produire des dommages. Dans les deux cas, l'ingénierie tente de composer avec la complexité. Pour faire face à des obstacles, tenir compte d'imprévus, limiter des dommages, l'ingénieur ajuste son action, sans que tout puisse être maîtrisé.

Ces expériences considérées rétro-activement montrent la nécessité pour l'ingénieur, sans renoncer à son savoir, de se défaire des certitudes en considérant le temps comme vecteur de différents possibles [Prigogine, 2001(1996), p.14 et p.22]. Ainsi, si l'ingénieur est dans son rôle de mettre la technique au service des transformations de la société [Castells, 1998, p.28], il doit le faire en prenant en considération les processus d'urbanisation. Or, en France, si l'aménagement dispose aujourd'hui des outils de la planification de l'urbanisme, des transports ou de l'habitat, si la prévention des catastrophes bénéficie des plans de prévention des risques ou des plans communaux de sauvegarde, il n'existe pas d'outil permettant d'anticiper du plus possible les mécanismes d'endommagements pouvant se développer du fait de ces processus.

Le travail de thèse nous a conduit à reconsidérer notre pratique de l'aménagement et celle de la gestion des risques, à interroger différentes notions nécessitant d'être reliées, et à mener de nouvelles investigations de terrain pour tenir mieux compte de la complexité spatiale. Il incite l'ingénieur à reconsidérer ses actions pour tenter de réduire les effets des catastrophes en reliant davantage dynamique d'urbanisation et production de risques.

Les questions soulevées nous ont amené, au Certu, à identifier en 2005, dans le cadre de la réflexion menée avec la Commission Consultative à l'Amélioration de la Qualité Scientifique et Technique⁵ (CCAQST), le thème de la *vulnérabilité urbaine*. Ce thème affirmait l'intention d'intégrer les actions menées au Certu dans le champ des risques naturels et des risques technologiques, dans une approche d'ensemble des espaces urbanisés. La possibilité fut offerte d'initier notre réflexion dans le cadre d'un séminaire organisé en mars 2006 à Béziers⁶ par le ministère en charge de l'Écologie, avec l'appui du Certu. Ce séminaire s'est appuyé sur une étude de cas locale.

⁵Instance d'évaluation des activités du Certu

⁶ DPPR, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Séminaire de Béziers des 6 et 7 mars 2006, *Réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens aux inondations*, Actes du séminaire, décembre 2006, Scénario 4, *Réduire la vulnérabilité et valoriser un espace stratégique*, Patrick Chotteau et Bernard Guézo, 39 p.

L'étude de cas biterroise a montré comment le quartier inondable du Faubourg disposait d'atouts significatifs sans disposer des moyens de les valoriser. Faute de bénéficier d'une dynamique d'urbanisation suffisante, l'agglomération biterroise ne pouvait engager les transformations urbaines qui réduiraient la vulnérabilité d'ensemble de ce quartier, perturbé de différentes façons. De façon concrète, la réduction des effets des inondations a été recherchée par l'aménagement hydraulique, bénéficiant des possibilités financières offertes par un programme d'actions de prévention des inondations (PAPI).

L'espace urbanisé pose la question de sa *complexité*⁷ que nous définissons ici comme l'impossibilité de prédire ses évolutions, comme ensemble à la fois stable et évolutif dans l'espace et dans le temps. Mettant en jeu des finalités qui leur sont propres, les différentes entités qui composent l'espace urbanisé interagissent entre elles et participent des modifications de leur environnement. Prendre en compte la complexité de cet espace, c'est le considérer comme un espace en transformation, sur lequel il est possible d'agir sans espérer maîtriser toutes ses évolutions. En mêlant l'ordre et le désordre, le prévu et l'imprévu [Prigogine, 1994, pp.40-42], la complexité conduit à considérer la notion *d'incertitude*⁸ que nous définissons comme les possibilités offertes au fil du temps, avec lesquelles il convient de composer pour éviter des effets non désirés trop importants. L'incertitude est tout à la fois attachée aux savoirs techniques, aux changements du contexte social et aux relations qui s'établissent entre ces deux champs [Callon et al, 2011 p.31 et p.45]. Elle est d'autant plus forte que le cadre d'action se transforme rapidement ou suivant des processus relevant de temporalités différentes. Considérer les incertitudes conduit l'ingénieur à tenir compte d'effets non désirés plus larges que ceux relevant des situations de risque cartographiées (décrites en intensité et en probabilité d'occurrence). Il doit agir sans pouvoir invoquer inconsidérément le principe de précaution. Ce principe suppose en effet de différer l'action dans l'attente de connaissances plus grandes quant à ses effets possibles. La complexité conduit à prendre en compte la capacité de *résilience*⁹ que nous définissons comme l'aptitude des acteurs à effectuer des apprentissages collectifs de la réalité complexe de l'espace urbanisé pour anticiper du plus possible les changements qui peuvent l'affecter [Berkes et al, 2000]. En considérant la complexité qui peut être attachée à l'espace urbanisé, l'incertitude qui en résulte et la possibilité d'adosser les connaissances aux facultés de résilience, nous établissons le nouveau cadre d'intervention que l'ingénierie pourrait mobiliser.

⁷ Se reporter au glossaire.

⁸ Se reporter au glossaire.

⁹ Se reporter au glossaire.

Pour mener à bien notre recherche sur ces bases, nous avons inscrit nos travaux dans la géographie comme discipline nous permettant de pratiquer les notions d'urbanisation, d'espace et de territoire, pour y traiter de problématiques, de phénomènes, de processus, et d'apprentissage, en recourant à la représentation et à la mise en relation des échelles [Scheibling, 1994, pp.141-163]. De cette façon, nous élargissons le cadre d'analyse de l'ingénieur, prédisposé par sa formation à détacher le projet de son contexte. Il s'agit d'assurer son action **paradoxalement** en le rendant conscient des limites des outils utilisés, vigilant aux effets inattendus des projets et attentif aux antinomies comme aux synergies possibles entre les systèmes d'actions et leurs composants. Pour intégrer ces effets non maîtrisés de façon positive, nous adoptons le principe "*d'ingenium*" imaginé dès 1708 par Giambattista Vico. Ce principe traduit la capacité de l'homme à relier promptement des choses séparées, à concevoir et pas simplement à appliquer des méthodes. Comprendre et faire sont deux notions qui, par *l'ingenium*, ne peuvent être dissociées [Le Moigne in Kourilsky, 2002, pp.25-36]. En acceptant de tâtonner, d'explorer, de relier différents registres d'action et d'articuler les échelles spatiales et temporelles, l'ingénieur s'ouvre à la prise en compte de la complexité.

Notre pratique tant de l'ingénierie de l'aménagement que de l'ingénierie des risques, montre l'importance de considérer la dynamique d'urbanisation dans sa production de dommages. En s'appuyant sur ce retour d'expériences de réalités vécues, il devient possible de mobiliser les apports théoriques [Scheibling, 1994, p.146] pour rechercher des voies d'amélioration. Sur ces bases, nous pouvons alors proposer un outil d'analyse du cadre spatial - le *territoire-étagé*¹⁰ - offrant des possibilités nouvelles pour agir dans la complexité par une compréhension plus grande des espaces urbanisés.

En quoi consiste le territoire-étagé ?

Pour relier gestion urbaine et gestion des risques, nous proposons un outil, le *territoire-étagé*, qui puisse considérer l'espace urbanisé sous l'angle de sa propension à l'endommagement. Le *territoire-étagé* est un cadre d'analyse spatiale permettant d'appréhender localement les effets non maîtrisés produits par l'urbanisation, en y intégrant les perturbations liées aux dynamiques anthropiques ou naturelles. Cet outil se distingue du PPR mis en place par l'État pour délimiter des espaces destinés à être réglementés afin de limiter les effets d'un ou plusieurs aléas particuliers. Comme ingénieur subdivisionnaire à Gex, alors que la question du PPR ne se posait pas, nous avons

¹⁰ Se reporter au glossaire.

appréhendé le besoin d'un outil d'aide à l'analyse de problématiques posées à la gestion territoriale, suivant la finalité de rechercher le moyen d'y répondre, mais sans chercher à supprimer le questionnement comme participant de la production d'un savoir [Meyer, 2008, p.64, p.100]. Cette relation prudente à la connaissance passe par un apprentissage de la complexité et par la prise en compte de l'incertitude associée. En faisant nôtre l'affirmation « *Face à cette complexité, il est urgent de comprendre le monde avant de songer à le transformer* » [Dupuy, 2002, p.24], nous défendons l'idée que le *territoire-étagé* participe de la compréhension de l'espace urbanisé, dès lors qu'il incite à une analyse partagée des interactions qui s'y produisent, pour mieux articuler dynamique d'urbanisation et risques.

Prévenir des dysfonctionnements conduira alors, par le recours à l'ingénierie du *territoire-étagé*, à mobiliser et à mieux coordonner différents niveaux de réponses. Cette démarche nous paraît de nature à amoindrir le paradoxe énoncé par J. Weichselgartner d'une insuffisante adaptation des connaissances et valorisation des ressources disponibles, pour éviter aux populations des dommages pouvant être, dans certains cas, catastrophiques.

Pour appréhender la dynamique d'urbanisation, nous nous sommes intéressé au processus de *métropolisation*¹¹ opérant en France sur des espaces pouvant compter plusieurs centaines de milliers d'habitants. Ce processus de croissance urbaine est reconnu pour agir de deux façons : d'un côté, concentration des fonctions stratégiques dans les centres urbains les plus importants, de l'autre influence des grandes agglomérations sur des espaces de plus en plus vastes conduisant à de nouvelles polarisations [Lévy et Lussault, 2009 (2003), p.612-613]. Il conviendrait cependant de considérer également les effets de décroissance induits sur des espaces urbanisés qui, pour être moins attractifs, peuvent connaître en retour les contre-coups de cette dynamique. Pour prendre en compte les transformations territoriales attachées au processus de métropolisation, nous nous référons au concept de *métapole*¹² [Ascher, 1995]. La *métapole* recouvre, dans une dynamique d'ensemble, différentes agglomérations et les espaces plus ou moins densément peuplés qui leur sont reliés. La notion de métapole permet de considérer des espaces multipolaires présentant des discontinuités et des hétérogénéités dans leur urbanisation [Lévy et Lussault, p. 614]. Ces espaces posent la question de leur vulnérabilité du fait de leur structure complexe et des transformations qu'ils connaissent.

.../...

¹¹ Se reporter au glossaire.

¹² Se reporter au glossaire.

Ainsi, se trouve établi le référentiel géographique de travail dès lors que ‘*Métropolisation et métapoles constituent le cadre dans lequel jouent ou joueront durablement les forces économiques, sociales, politiques et culturelles*’ [Ascher, 1995, p.40]. Le cadre d'action de la métropole est suffisamment intense pour produire ses propres transformations, générer ses problématiques et introduire au questionnement réflexif sur les effets non maîtrisés des évolutions qui y sont attachées.

Au sein de la métropole, nous nous sommes intéressé à un type d'espace particulier, l'espace métropolitain, pour le considérer dans sa structure même, comme un préalable à l'analyse de sa vulnérabilité. Nous qualifions d'*espace métropolitain*¹³, un espace qui agrège localement des secteurs d'habitat, des zones d'activités d'importance métropolitaine, des infrastructures de transport, des milieux physiques, des espaces agricoles. L'espace métropolitain est à appréhender à une échelle rendant visible le quartier résidentiel, comme gage de prise en compte de « l'homme-habitant », que la géographie place au centre de sa préoccupation de gestion de l'espace [Gumuchian, 1991, p.7]. Un tel espace, spécialisé dans ses fonctions, sans centralité véritable, se manifeste d'abord par son hétérogénéité [Sieverts, 2004, p.17]. Les rapports qui s'y établissent sont marqués par la complexité. Ainsi défini, l'espace métropolitain nous apparaît être l'espace urbanisé à considérer plus particulièrement pour aborder la dynamique d'urbanisation dans sa production locale de dommages.

Nous considérons l'espace métropolitain comme faisant *système* localement. Nous définissons le système comme un ensemble complexe d'éléments en interactions, tout à la fois stable et évolutif, en relation avec son environnement [de Rosnay, 1975, pp.91-110]. La notion *d'interaction* qui désigne l'action réciproque des éléments d'un système recouvre en particulier des rétroactions, c'est-à-dire des processus non-linéaires [de Rosnay, 1975], [Durand, 2006 (1979), pp.8-9]. Du fait même de sa complexité, le système répond à plusieurs finalités tandis que les interactions modifient sa nature et son comportement. Au sein de l'espace métropolitain, nous pouvons montrer que processus physiques d'endommagements et facteurs d'urbanisation interagissent [Pigeon, 2002 et 2007]. Si ces interactions exposent l'homme-habitant à des effets dommageables, les forces de transformation en présence et les co-évolutions qui se produisent peuvent être aussi mises à profit pour tenter de limiter par des actions concertées les perturbations possibles. En effet, "*l'urbanisation produit les conditions de son intensification, par rétro-action positive, malgré l'existence pourtant reconnue de multiples problèmes*" [Pigeon, 2007, p.112]. Les interactions se manifestent entre les milieux physiques et les milieux anthropiques, mais également entre des formes distinctes d'anthropisation : agriculture et habitat, activités économiques et infrastructures de transport,

¹³ Se reporter au glossaire.

entre des populations résidentes sociologiquement différentes, entre des acteurs institutionnels différents pouvant se contredire.

Prises en compte sous l'angle des dommages qu'elles peuvent produire, les interactions posent la question de la vulnérabilité de l'espace métropolitain de deux façons. Comme espace en transformation suivant des échelles spatiales et temporelles différentes, la vulnérabilité de l'espace métropolitain recouvre sa potentialité d'endommagement du fait des processus à l'œuvre, à savoir : ses modifications structurelles, ses évolutions progressives ou intermittentes et les événements qui peuvent l'affecter de façon imprévisible. Nous nous référons aux travaux théoriques menés par Turner [Turner et *al*, 2003] et aussi aux audits administratifs des catastrophes survenues en France (Grand-Bornand, Nîmes, Vaison-la-Romaine). A cette vulnérabilité liée à la complexité spatiale, nous adjoignons la vulnérabilité propre à chaque composante de l'espace métropolitain. La vulnérabilité propre combine des facteurs biophysiques, sociétaux et de dépendances territoriales [Reghezza, 2006]. Elle s'exprime vis-à-vis de différentes natures d'aléas, indépendamment des processus de transformation à l'œuvre.

Pour établir le *territoire-étagé*, comme outil d'analyse spatiale de l'espace métropolitain, nous introduisons les notions de composantes, de perturbations, d'entités en interactions et de monitoring.

Nous définissons la *perturbation*¹⁴ comme la manifestation de dysfonctionnements au sein de l'espace métropolitain, pouvant impliquer différentes composantes et entités. Ainsi, au titre du *territoire-étagé*, la coupure de circulation sur une section d'autoroute est une perturbation si celle-ci affecte des quartiers d'habitation ou des zones d'activités. Si la section d'autoroute traverse le *territoire-étagé* sans échanger avec celui-ci, cette interruption de circulation ne sera pas considérée comme perturbant l'espace considéré sous réserve d'autres effets possibles. La perturbation traduit des effets non désirés. Elle comporte une part plus ou moins grande d'imprévue. Elle peut affecter l'espace métropolitain de différentes façons : par une atteinte portée aux personnes, aux biens, aux activités, à l'attractivité de l'espace (qualité paysagère par exemple). Elle peut revêtir un degré de gravité plus ou moins fort, traduit sous la forme d'une probabilité d'endommagement socialement constaté, quelle que soit la forme de l'endommagement [Pigeon, 2005]. Nous intégrons à la perturbation le cas des effets catastrophiques qu'il faut envisager comme possible malgré la difficulté de les admettre comme vraisemblables [Dupuy, 2004, pp.9-13]. Les effets catastrophiques traduisent des situations de rupture des référentiels de connaissance et d'action [Lagadec, 2004], que le recours au *territoire-étagé* devrait contribuer à éviter.

¹⁴ Se reporter au glossaire.

Une perturbation peut être : permanente dès lors qu'elle est attachée à l'espace métropolitain dans sa structure même (exemple le mur antibruit qui favorise un effet de barrière), temporaire ou chronique si elle est liée à des variabilités, soudaine lorsqu'elle relève de la survenue d'un événement soudain. A un instant donné, elle peut être effective ou être potentielle. Au sein des espaces urbanisés et donc des espaces métropolitains, des processus dommageables peuvent se développer, mettant en jeu différentes perturbations. Ces processus sont la conséquence de la complexité spatiale ne pouvant être maîtrisée dans ses effets dont certains sont inattendus. La gestion stratégique de l'espace métropolitain permet de faciliter la gestion de crise que de tels processus déclenchent.

Nous définissons les *composantes*¹⁵ du *territoire-étagé* comme des sous-ensembles physiques de l'espace métropolitain, identifiables spatialement par une (ou plusieurs) fonctions exercées : forêt ou cours d'eau exerçant une fonction naturelle, quartier d'habitat relevant d'une fonction résidentielle, espace agricole ou zone d'activité aménagée traduisant une fonction économique, infrastructure dédiée au transport. Ainsi, la section d'un fleuve qui traverse un espace métropolitain sera considérée comme composante au double titre de sa fonction naturelle et de transport. Le réseau routier sera également une composante. Pour être identifiée, la composante doit représenter une unité morphologique identifiable à l'échelle de l'espace métropolitain. Les composantes sont mises en évidence par l'analyse spatiale pour rendre compte du mieux possible des interactions se produisant, entre des espaces assurant des fonctions différentes.

Nous qualifions *d'entité*¹⁶ tout ensemble d'acteurs constituant un sous-système spatialement identifiable de l'espace métropolitain. Les entités peuvent structurer de façon plus ou moins forte les relations entre les acteurs. Elles mettent en œuvre un ou plusieurs référentiels de connaissance et d'action. A une composante de l'espace métropolitain, peut être associée une entité ou plusieurs, qui participe(nt) à ses transformations ou évolutions. Ainsi, au fleuve pourra être attachée une entité regroupant l'ensemble des acteurs qui concourent à sa gestion : service navigation, police de l'eau, transporteurs... A un espace économique pourront être associées plusieurs entités (ou une seule) : zone commerciale, pôle d'entreprises... Un établissement recevant du public est un exemple d'entité organisée qui peut être appréhendée isolément, sans relever d'une composante. Les entités sont identifiées par l'analyse spatiale dès lors qu'elles participent des interactions significatives à l'échelle de l'espace métropolitain. Le *territoire-étagé* a vocation à développer des relations entre les entités interagissantes, pour espérer limiter les perturbations susceptibles de se produire.

¹⁵ Définition reportée au glossaire.

¹⁶ Définition reportée au glossaire.

Le *territoire-étagé*¹⁷ est un outil d'analyse spatiale destiné à agir pour limiter localement les effets indésirables favorisés par la dynamique de métropolisation. A partir d'une reconnaissance des perturbations produites par cette dynamique, il propose une vigilance de tous les jours sur les interactions pouvant se produire au sein de l'espace métropolitain. Il incite à agir sur la vulnérabilité de cet espace. Il ouvre sur sa résilience par une analyse partagée entre les acteurs des problématiques et des ressources mobilisables pour les réduire. En cohérence avec le préfixe « méta » de la métropole qui traduit ici le changement spatial, le dépassement de la ville dans ses limites géographiques traditionnelles [Ascher, 1995, p.34-35], le *territoire-étagé* incite les acteurs à reconsidérer les outils existants, à les coordonner, voire à les appréhender de nouvelle façon pour tenir compte du plus possible de la complexité liée à ce changement d'échelle de l'urbanisation.

Nous proposons d'appliquer à l'espace métropolitain la notion de *monitorage*¹⁸ proposée par Pierre Veltz pour favoriser la compétitivité de l'économie territoriale [Veltz, 2008, p.179]. En s'appuyant sur les principes défendus par cet auteur, il s'agit de favoriser l'anticipation, la surveillance des évolutions et des contextes, les événements et les mutations. Il s'agit également de donner du sens aux projets vis-à-vis de l'espace métropolitain : agit-il dans le sens de réduire la vulnérabilité de cet espace ou non ? A partir des potentialités offertes par le *territoire-étagé*, le *monitorage* préfigure des possibilités de corrections des processus d'urbanisation, pour espérer réduire les dommages en les anticipant du mieux possible, sans qu'il soit envisageable de les supprimer totalement. Le *monitorage* du *territoire-étagé* traduit un engagement des acteurs dans la reconnaissance puis la prise en considération, des effets non maîtrisés de leurs interventions sectorielles sur l'espace métropolitain. Il incite la gestion territoriale à contribuer aux liens à établir entre risques, catastrophes et développement durable [Pigeon, 2010]. Bénéficiant de l'apprentissage de la réalité complexe mise en évidence par le *territoire-étagé*, il s'agit d'échanger dans un cadre partenarial sur les configurations critiques produites tout à la fois par la structuration spatiale, des situations temporairement contraintes et la survenue possible d'événements perturbateurs d'origine interne ou externe à cet espace.

Pour anticiper de telles configurations, la mobilisation de la commune ou d'une intercommunalité de proximité - communauté de communes - est primordiale du fait de sa dimension territoriale au plus près de la population. Il convient également de mobiliser les agglomérations d'influence, compte-tenu de leur capacité d'analyse et d'action.

¹⁷ Se reporter au glossaire.

¹⁸ Se reporter au glossaire.

Celles-ci abritent les principaux centres de décision et les ressources pouvant être utilisées comme les services déconcentrés de l'État. Il conviendrait surtout de pouvoir mobiliser une nouvelle échelle d'intervention devenue inéluctable, celle de la métropole. Cette échelle est préfigurée par la mise en place des pôles métropolitains introduits par la récente loi du 16 décembre 2010. Le pôle métropolitain aurait, selon nous, vocation à animer le monitoring des espaces métropolitains. Par le monitoring, la mise en relation des différents échelons précités offre des potentialités nouvelles. Il s'agit d'orienter la dynamique de métropolisation dans un sens plus stratégique, pour corriger davantage les effets non désirés de la gestion, même s'il n'est pas possible de les supprimer totalement.

La démarche suivie

Les développements qui suivent seront menés en deux grandes parties.

La première partie de la thèse nous conduit à expliciter la façon dont l'ingénierie devrait prendre en considération la complexité spatiale pour agir sur les effets non maîtrisés de la dynamique d'urbanisation. Elle pourrait ainsi prévenir davantage les dommages voire les effets des catastrophes pouvant affecter les espaces urbanisés.

Nous reconsidérons notre pratique de l'aménagement sur la période 1982-2001, interrogeant les projets techniques dans leur conception et leur gestion (chapitre 1). Les effets inattendus mis en évidence pour des interventions menées sur une diversité de territoires, traduisent les incertitudes produites par la complexité des espaces urbanisés. Les démarches d'aménagement sont confrontées à la difficile coordination des référentiels de connaissance et d'action, alors même que la complexité pose les questions de son apprentissage et de l'anticipation de ses effets. A partir de notre expérience d'ingénieur subdivisionnaire à Gex, espace urbanisé situé en périphérie immédiate de Genève, nous introduisons la notion de *territoire-étagé*. Nous qualifions ainsi les parties de cet espace, qui, du fait de leur complexité particulière, révèlent les limites des modes de gestion conventionnels. En recourant à cette notion, les acteurs pourraient, à partir d'une analyse des problématiques soulevées localement par la dynamique d'urbanisation, dépasser les approches sectorielles pour envisager plus facilement de nouveaux modes d'actions selon différentes échelles d'espaces et de temps.

Les travaux menés au Certu sur la période 2002-2012 nous ont conduit à élargir la réflexion à la prévention des catastrophes (chapitre 2). La remise en perspective des événements du Grand-Bornand (1987), de Nîmes (1988) et de Vaison-la-Romaine (1992), significatifs

d'une réalité contemporaine, montre comment des dynamiques spatiales de temporalités différentes, en relation avec des processus d'urbanisation, peuvent se synchroniser, à un moment donné, pour produire des configurations critiques. Ces catastrophes et d'autres, ont conduit à renforcer les dispositifs réglementaires de prévention, le plan d'exposition au risque (PER) introduit en 1982 devenant en 1995 le PPRN. A partir du cas du PPRT, mis en place en 2003 à la suite de l'accident de l'usine Grande Paroisse à Toulouse, nous montrerons que le plan de prévention des risques ne permet pas d'agir en profondeur sur la complexité urbaine. Nous montrerons que l'espace urbanisé pose, par sa complexité, la question des modalités de coordination des outils de gestion des risques. Sur l'exemple des réseaux urbains, nous mettrons en évidence les limites du paradigme de la protection. Nous avons regroupé les représentations ou modèles que nous avons établis dans le sens d'une prise en compte de la complexité, dans un cahier situé en fin de mémoire.

De ces analyses pratiques, nous déduisons l'intérêt de recourir au *territoire-étagé* pour agir sur la complexité. Pour traiter des relations entre dynamique d'urbanisation et risques, nous mobiliserons les apports des sciences géographiques, en lien avec les questions de métropolisation, de territoires, de complexité, d'aléa, de résilience et de vulnérabilité (chapitre 3). Nous inscrivons notre recherche dans le cadre de la métropole, en la circonscrivant aux espaces métropolitains, remarquables par leur complexité. Ces analyses théoriques nous permettent d'établir le cadre méthodologique de définition des éléments constitutifs du *territoire-étagé*, pour y attacher la fonction de monitoring de ces espaces.

La seconde partie de la thèse conduit à expérimenter le *territoire-étagé* par une démarche de terrain attachée à la métropole lyonnaise. La dynamique métropolitaine est rendue tangible par la création le 16 avril 2012 du Pôle métropolitain lyonnais, dénommé G4, regroupant la communauté urbaine de Lyon (Rhône) et les communautés d'agglomération de Saint-Étienne (Loire), de Vienne (Isère) et de l'Isle-d'Abeau (Isère). L'expérimentation du *territoire-étagé* nous conduira sur les deux espaces métropolitains que nous associons aux communes de Givors et de Neuville-sur-Saône, relevant toutes deux de la communauté urbaine de Lyon. Ancien territoire industriel situé au sud de Lyon, à la confluence des vallées du Gier et du Rhône, Givors est, depuis le XIX^e siècle, le lieu de fortes transformations territoriales et urbaines. Longtemps distancié des agglomérations d'influence (Lyon, Saint-Étienne et Vienne), cet espace situé dans le département du Rhône, en limite du département de l'Isère, a récemment changé de statut par son intégration début 2007 à la communauté urbaine de Lyon. Givors a été désigné pour être le siège du pôle métropolitain (G4).

Nous montrerons que cet espace, stratégique pour la métropole lyonnaise, est vulnérable du fait même de ces transformations. Rendue visible par des perturbations multiples, sa complexité rend manifeste les limites atteintes par la gestion conventionnelle et l'intérêt de les dépasser en recourant au *territoire-étagé*.

Au nord-est de Lyon, Neuville-sur-Saône bénéficie aussi d'une histoire socio-économique diversifiée, fortement liée à sa situation dans le Val-de-Saône. Aujourd'hui, sa zone d'activités industrielles le rend stratégique pour la métropole. Intégré dès l'origine à la communauté urbaine de Lyon, cet espace métropolitain se perçoit en équilibre fragile vis-à-vis d'évolutions économiques, environnementales ou sociétales qui peuvent l'affecter. En outre, le développement des processus d'urbanisation accentue les contraintes qui pèsent en retour sur ceux-ci. Nous avons établi le *territoire-étagé*, suivant l'objectif d'expérimenter des possibilités de monitoring de l'espace neuvillois. Pour tenter d'orienter les effets de la dynamique d'urbanisation dans le sens de la compétitivité de son territoire, la municipalité de Neuville-sur-Saône s'attache à mobiliser différentes échelles d'action. Attentive à notre recherche, elle a souscrit au projet d'organisation d'un séminaire réunissant acteurs locaux et experts pour traiter des perturbations liées à un débordement de la Saône. Tenu à Neuville-sur-Saône les 22 et 23 janvier 2009, ce séminaire a permis d'interroger les conditions de monitoring de l'espace neuvillois, conduisant à développer des facteurs de résilience. Si les entités en présence sont, pour certaines d'entre elles, dotées de moyens de coordination, il resterait à établir un cadre de monitoring qui permette d'animer les entités significatives au titre des interactions produites et de coordonner l'ensemble dans la durée. Ce mode de faire permettrait d'agir en retour sur les processus d'urbanisation de l'espace métropolitain dans le sens de réduire les potentialités de dommages.

Alors même que les évolutions observées rendent aujourd'hui plus difficiles l'action collective et le partage des connaissances, nous concluons sur un certain nombre de réflexions en faveur d'une *ingénierie du territoire-étagé*.

Glossaire

Nous avons repris ici en les explicitant les principales notions utilisées dans la thèse pour permettre au lecteur de s'y référer facilement. Ces notions portent successivement sur (A) l'espace urbanisé et les caractéristiques pouvant y être associées, (B) la métropole et ses particularités et (C) le *territoire-étagé et son monitoring*.

A- L'espace urbanisé et les caractéristiques pouvant y être associées

1- L'espace urbanisé

L'INSEE a longtemps appréhendé l'espace urbanisé par des critères de continuité du bâti : c'est la notion d'agglomération, appelée aujourd'hui unité urbaine. L'unité urbaine désigne ainsi une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu (moins de 200 mètres entre deux constructions) d'au moins 2 000 habitants. A partir de 1990, afin de mieux traduire l'expansion des villes, l'Insee a mis en place une nouvelle notion : l'aire urbaine. Cette notion cherche à décrire les villes, non plus seulement à partir du construit - le bâti - mais aussi à partir de l'activité - l'emploi - et dès lors des relations entre le domicile et le lieu de travail. L'aire urbaine est ainsi constituée d'un pôle urbain qui comprend un certain nombre d'emplois et de toutes les communes dont au moins 40% de la population vient travailler dans ce pôle urbain. On distingue les grandes, moyennes et petites aires urbaines ayant respectivement au moins 10 000, 5000 ou 500 emplois dans leur pôle de départ. L'aire urbaine se définit par agrégations successives : les communes éloignées qui envoient 40% de leurs habitants dans une commune agrégée autour du pôle entrent ainsi dans son périmètre.

Pour décrire les processus d'urbanisation, les définitions de l'Insee ne s'appuient toutefois que sur l'emploi. Or, ces processus s'adosent sur des flux matériels ou immatériels de toutes natures - commerces, loisirs, culture, informations... et d'échelles variables. Aussi, nous nous démarquons de la définition de l'INSEE, trop en retrait des forces agissantes de l'urbanisation, pour qualifier *d'espace urbanisé*, une portion d'espace géographique marquée par la disjonction entre la morphologie et la vie socio-économique qui s'opère dans cet espace du fait des mobilités toujours plus grandes, tant des personnes et des biens, que des informations [Rémy et Voyé, 1992, p.10]. Pour Jean Rémy et Liliane Voyé, les processus de production des espaces urbanisés affectent aussi bien les espaces urbains que les espaces ruraux parce qu'aujourd'hui de nombreux mécanismes de « type urbain » s'y déroulent. Ces processus peuvent relever d'une dynamique d'extension d'une aire urbaine, des effets produits localement par la création d'infrastructures nouvelles - comme un aéroport ou une gare TGV - de mouvements saisonniers de population liés à des attraits touristiques, de phénomènes de recomposition sociale prenant par exemple la forme d'une opération de renouvellement urbain d'un quartier ou de mécanismes de paupérisation.

Plus généralement, l'espace urbanisé se constitue sous l'influence croisée de différents facteurs. Si les transformations qu'il connaît sont pour partie voulues, certaines relèvent aussi d'effets non désirés. Ainsi, l'espace urbanisé nécessite d'être considéré aussi - sous l'angle des difficultés rencontrées pour agencer les différentes réalités qui les composent [Lussault, 2003, p. 267, p.330]. Il pose par conséquent la question de la gestion des effets non maîtrisés de ses évolutions.

2- La complexité

La complexité traduit tout à la fois les interdépendances, interactions et rétroactions qui s'établissent entre les éléments d'un ensemble, entre chaque élément et l'ensemble lui-même, entre l'ensemble et son contexte [Morin, 2000, p.39]. Nous définissons la complexité d'un espace urbanisé comme l'impossibilité de prédire avec certitude les évolutions de cet ensemble à la fois stable et évolutif dans l'espace et dans le temps. Le propre d'un ensemble complexe est ainsi de "*devenir en fonctionnant et fonctionner en devenant, en maintenant son identité*" [Le Moigne, 2006 (1994), p.17]. Mettant en jeu des finalités qui leur sont propres, les différents éléments qui composent l'espace urbanisé interagissent entre eux et avec leur environnement, qu'ils modifient en jouant de possibilités offertes et de contraintes devant être respectées. Prendre en compte la complexité de cet espace, c'est le considérer comme un espace en transformation sur lequel il est possible d'agir sans espérer maîtriser toutes ses évolutions.

3- L'incertitude

En mêlant le prévu et l'imprévu [Prigogine, 1994, p.42], la complexité conduit à considérer la notion d'incertitude que nous définissons comme les possibilités offertes pour agir, avec lesquelles l'ingénierie doit composer pour éviter des effets non désirés trop importants. L'incertitude ressort des limites non totalement dépassables attachées aux savoirs techniques et aux changements du contexte social [Callon et al, 2011]. Elle est d'autant plus forte que le cadre d'action se transforme rapidement ou suivant des processus relevant de temporalités différentes. Considérer les incertitudes attachées à l'espace urbanisé conduit l'ingénieur à agir en tenant compte d'effets non désirés plus larges que ceux relevant des situations de risque cartographiées, décrites en intensité et en probabilité d'occurrence, et sans devoir invoquer inconsidérément le principe de précaution supposant de différer l'action dans l'attente de connaissances plus grandes quant à ses effets possibles.

4- Résilience et ville résiliente

La résilience est une notion polysémique utilisée dans différentes disciplines : les sciences physiques, la psychologie, l'écologie, l'économie et maintenant la géographie. Elle a été introduite dans la prévention des catastrophes lors de la conférence de Hyogo en 2005 sous le thème de la société résiliente (Towards building resilient societies). Les usages de la résilience les plus proches de la géographie des espaces complexes sont ceux de l'écologie [Dauphiné et Provitolo, 2007]. Bien que le recours à la résilience en géographie des risques soit encore débattu, cette notion permet d'éclairer les contradictions qui existent entre urbanisation et catastrophe [Pigeon, 2012, p.3]. Il convient ainsi de préciser les conditions de

recours à cette notion : résilience par rapport à quelle évolution, pour quel devenir souhaité et par quels moyens appropriés ?

Plusieurs formes de résilience peuvent en effet être recherchées répondant à des finalités différentes pouvant se contredire. Pour prendre en considération du plus possible cet écueil, nous définirons la résilience de l'espace urbanisé comme la capacité de cet espace à effectuer des apprentissages collectifs de sa réalité complexe pour anticiper du plus possible les changements qui peuvent l'affecter ou en limiter les effets [Berkès et *al*, 2000]. La résilience de l'espace urbanisé considéré correspond de la sorte à sa capacité à agir sur les changements qui l'affectent dans sa structure même ou dans ses modes de fonctionnement pour limiter les dommages voire des effets catastrophiques.

B-La métropole et ses particularités

5- Processus de métropolisation et métapole

La métapole est une notion introduite par François Ascher pour traduire la dynamique de métropolisation, c'est-à-dire la concentration des populations, des activités et des richesses dans les grandes agglomérations. [Ascher, 1995, p.16]. La métropolisation s'appuie sur les échanges, les rencontres et les flux que favorise le développement des moyens de communication reliant agglomérations et espaces urbanisés plus ou moins densément peuplés [Ascher, 1995, p.35], [Lévy et Lussault, 2009 (2003), p.612-613]. La métapole est alors "*l'ensemble des espaces dont tout ou partie des habitants, des activités économiques ou des territoires sont intégrés dans le fonctionnement quotidien (ordinaire) d'une métropole (...) Les espaces qui composent une métapole sont profondément hétérogènes et pas nécessairement contigus*" [Ascher, 1995, p.34].

Une métapole fédère plusieurs centaines de milliers d'habitants, dans un tissu actif de relations produisant une dynamique d'ensemble : "*Métropolisation et métapoles constituent le cadre dans lequel jouent ou joueront durablement les forces économiques, sociales, politiques et culturelles*" [Ascher, 1995, p.40]. Par rapport à l'agglomération, la métapole traduit un changement d'échelle pour couvrir un vaste espace. Elle croise ainsi des dimensions territoriale et urbaine. Comme espace urbanisé, elle recouvre différentes réalités comme celles des centres urbains agglomérés, des anciens espaces ruraux et des espaces métropolitains définis ci-après.

6- L'espace métropolitain

Nous avons qualifié d'espace métropolitain, un espace de la métapole qui agrège des secteurs d'habitat, des zones d'activités, des infrastructures de transport, des milieux physiques, des espaces agricoles. Un tel espace se manifeste par son hétérogénéité [Sieverts, 2004, p.17]. L'espace métropolitain est à appréhender à une échelle rendant visible le quartier résidentiel, comme gage de prise en compte de l'homme-habitant [Gumuchian, 1991]. Il expose « l'homme-habitant » à des effets dommageables : en effet, du fait même de la complexité qui y est attachée, processus physiques d'endommagements et facteurs d'urbanisation interagissent au sein d'un tel espace [Pigeon, 2007 et 2002]. Bien que sa nature soit hybride, un tel espace doit être considéré comme faisant système. Les forces de transformation qu'il concentre en tant qu'espace urbanisé sont à relier pour limiter, par des actions concertées, les dommages possibles.

Les évolutions et transformations de l'espace métropolitain recouvrent des processus de différentes natures, liées par exemple aux différentes composantes en présence. Du fait de leur complexité, les « espaces métropolitains » posent la question des effets non maîtrisés qui peuvent se manifester localement et de leur prise en compte.

7- Système et interactions

Nous considérons l'espace métropolitain comme faisant *système* localement. Nous définissons le système comme un ensemble complexe d'éléments en interactions, tout à la fois stable et évolutif, en relation avec son environnement [de Rosnay, 1975, pp.91-110]. La notion *d'interaction* a été développée par l'approche systémique. Elle désigne l'action réciproque des éléments d'un système et recouvre en particulier des rétroactions, c'est-à-dire des processus non-linéaires [de Rosnay, 1975], [Durand, 2006 (1979), pp. 8-9]. Du fait même de sa complexité, le système répond à plusieurs finalités tandis que les interactions modifient sa nature et son comportement. Si les éléments d'un système sont définis par leur fonction, leur structure et leur organisation, le système est reconnu par ce qu'il fait - sa fonction - davantage que par ce qu'il est - sa structure [de Rosnay, 1975]. Le système prend véritablement sens hors des situations d'équilibre [Prigogine, 1997, p.37]. L'approche systémique légitime de considérer l'espace métropolitain comme un espace en transformation posant la question des interactions qui s'y produisent. Au sein de cet espace, les interactions se manifestent entre les milieux physiques et les milieux anthropiques, mais également entre des formes distinctes d'anthropisation : agriculture et habitat, activité économique et infrastructures de transport, entre des populations résidentes sociologiquement différentes, entre des acteurs institutionnels défendant des intérêts pouvant se contredire. Nous considérons les interactions sous l'angle des dommages qu'elles peuvent produire, posant la question de la vulnérabilité de l'espace métropolitain.

8- Vulnérabilités de l'espace métropolitain

La notion de vulnérabilité a été mobilisée dans la prévention des catastrophes par la conférence internationale de Yokohama organisée par les Nations Unies en mai 1994. Nous définissons la vulnérabilité de l'espace métropolitain de deux façons complémentaires. Comme système à la fois stable et évolutif, l'espace métropolitain recouvre une potentialité d'endommagement du fait des processus à l'œuvre. Ces processus agissent suivant des échelles spatiales et temporelles différentes, à savoir : des modifications structurelles, des évolutions progressives ou intermittentes et des événements qui peuvent affecter l'espace métropolitain de façon imprévisible. En considérant ces différents facteurs, nous nous référons ainsi aux audits administratifs effectués des catastrophes survenues en France (Grand Bornand, Nîmes, Vaison-la-Romaine) et aux travaux menés sur les transformations territoriales en lien avec la production d'aléas [Turner et al, 2003]. A cette vulnérabilité liée à la complexité spatiale, nous adjoignons la vulnérabilité propre à chaque composante de l'espace métropolitain, considérée par rapport à elle-même. Cette vulnérabilité combine des facteurs bio-physiques, sociétaux et de dépendances territoriales aux autres composantes dont l'importance a été mise en évidence notamment à partir des travaux de l'Ecole de Chicago [Reghezza, 2006].

C- Le territoire-étagé

L'établissement du *territoire-étagé* nous conduit à simplifier la réalité complexe de l'espace métropolitain. Ainsi, nous identifions des perturbations sans qu'il soit envisageable de les appréhender toutes. Nous définissons des composantes en justifiant celles qui sont significatives à l'échelle de l'espace métropolitain sous l'angle des perturbations produites. Nous considérons distinctement des composantes les entités sous l'angle des interactions qu'elles favorisent entre les acteurs. C'est au prix de ces approximations que nous pouvons construire un outil.

9- Perturbations et effets catastrophiques

Nous définissons la *perturbation* comme la manifestation de dysfonctionnements au sein de l'espace métropolitain pouvant impliquer différentes composantes et entités. Ainsi, au sein du *territoire-étagé*, la coupure de circulation sur une section d'autoroute est une perturbation si celle-ci affecte des quartiers d'habitation ou des zones d'activités. Si la section d'autoroute traverse le *territoire-étagé* sans échanger avec celui-ci, la coupure de circulation ne sera a priori pas considérée comme perturbant l'espace considéré. La perturbation traduit des effets non désirés. Elle comporte une part plus ou moins grande d'imprévu. Elle peut affecter l'espace métropolitain de différentes façons : par une atteinte portée aux personnes, aux biens, aux activités, à l'attractivité de l'espace (qualité paysagère par exemple). Elle peut revêtir un degré de gravité plus ou moins fort, traduit sous la forme d'une probabilité d'endommagement socialement constaté, quelle que soit la forme de l'endommagement [Pigeon, 2005]. Nous intégrons à la perturbation le cas des effets catastrophiques qu'il faut envisager comme possibles malgré la difficulté de les admettre comme vraisemblables [Dupuy, 2004, pp.9-13]. Les effets catastrophiques traduisent des situations de rupture des référentiels de connaissances et d'actions [Lagadec, 2004], que le recours au *territoire-étagé* devrait contribuer à anticiper, pour en atténuer les effets.

Une perturbation peut être permanente dès lors qu'elle est attachée à l'espace métropolitain dans sa structure même (exemple le mur antibruit qui favorise un effet de barrière), temporaire ou chronique si elle est liée à des variabilités, brutale ou inattendue lorsqu'elle relève de la survenue d'un événement soudain. A un instant donné, elle peut être effective ou être potentielle. Au sein des espaces urbanisés et donc des espaces métropolitains, des processus dommageables peuvent se développer, mettant en jeu différentes perturbations. Ces processus sont la conséquence de la complexité spatiale ne pouvant être maîtrisée dans ses effets dont certains sont inattendus.

10- Composantes associées au territoire-étagé

Nous définissons les composantes du *territoire-étagé* comme des sous-ensembles physiques de l'espace métropolitain, identifiables spatialement par une ou plusieurs fonctions exercées : forêt ou cours d'eau exerçant des fonctions naturelles, quartier d'habitat relevant d'une fonction résidentielle, espace agricole ou zone d'activité aménagée traduisant des activités économiques, infrastructure de transport. Ainsi la section d'un fleuve qui traverse un espace métropolitain sera considérée comme composante au double titre de sa fonction naturelle et de transport. Le réseau routier sera également une composante.

Pour être considérée, la composante doit représenter une unité morphologique identifiable à l'échelle de l'espace métropolitain. Les composantes sont mises en évidence par l'analyse spatiale pour rendre compte du plus possible des interactions se produisant entre des espaces assurant des fonctions différentes.

11- Entités associées au territoire-étagé

Nous qualifions *d'entité* tout ensemble d'acteurs constituant un sous-système de l'espace métropolitain spatialement identifiable. Les entités peuvent structurer de façon plus ou moins forte les relations entre les acteurs. Elles mettent en œuvre un ou plusieurs référentiels de connaissance et d'action. A une composante de l'espace métropolitain, peut être associée une entité ou plusieurs, qui participe(nt) à ses transformations ou évolutions. Ainsi, au fleuve pourra être attachée une entité regroupant l'ensemble des acteurs qui concourent à sa gestion : service navigation, police de l'eau, transporteurs... A un espace économique pourront être associées plusieurs entités : zone commerciale, pôle d'entreprises... Un établissement recevant du public est un exemple d'entité organisée qui peut être considérée distinctement de toute composante. Les entités sont identifiées par l'analyse spatiale dès lors qu'elles participent des interactions au sein de l'espace métropolitain. Le *territoire-étagé* a vocation à développer des relations entre les entités interagissantes, pour espérer limiter les perturbations susceptibles de se produire.

12- Le territoire-étagé, cadre d'analyse spatial pour l'espace métropolitain

Le *territoire-étagé* est un outil d'analyse spatiale destiné à agir pour limiter localement les effets indésirables favorisés par la dynamique de métropolisation. A partir d'une identification des composantes de l'espace métropolitain, connaissant des dynamiques de transformations, d'une prise en considération des entités en interactions, le *territoire-étagé propose* une vigilance de tous les jours sur les perturbations effectives ou potentielles produites par la complexité spatiale et les changements associés. Il ouvre sur une résilience de cet espace par une analyse partagée entre les acteurs des problématiques sous-jacentes, des ressources mobilisables pour les réduire. Il incite à agir sur la gestion territoriale de l'espace métropolitain pour réduire sa vulnérabilité en tenant compte des incertitudes qui y sont associées. En cohérence avec le préfixe « méta » de la métropole qui traduit ici le dépassement de la ville dans ses limites géographiques traditionnelles et la transformation des systèmes urbains [Ascher, 1995, pp.34-35], le *territoire-étagé* incite à reconsidérer les outils existants, à les relier davantage, voire à les appréhender de nouvelle façon. Détaché de toute portée régaliennne ou institutionnelle, le *territoire-étagé* ne nécessite pas d'attacher des limites parcellaires à sa représentation cartographique. Le tracé de son contour résulte des composantes à considérer au titre des perturbations produites ou potentielles de l'espace métropolitain, considéré à une échelle rendant visible les quartiers d'habitation. Son utilisation est de ce fait pertinente à l'échelle communale ou supra-communale. De façon pratique, l'ingénierie est invitée à recourir à cet outil comme moyen de développer un apprentissage permettant d'agir dans la complexité.

13- Le monitoring du territoire-étagé

Nous proposons d'élargir au *territoire-étagé* la notion de monitoring proposée par Pierre Veltz pour favoriser la compétitivité de l'économie territoriale [Veltz, 2008, p.179]. Il s'agit, en s'appuyant sur les principes défendus par cet auteur, de favoriser l'anticipation, la surveillance des évolutions et des contextes, les événements et les mutations. Il s'agit également de donner du sens aux projets vis-à-vis de l'espace métropolitain : agit-il dans le sens de réduire la vulnérabilité de cet espace ou non ? A partir de telles potentialités offertes par le *territoire-étagé*, le monitoring préfigure des possibilités de corrections des processus d'urbanisation, pour espérer réduire les dommages en les anticipant du mieux possible, sans qu'il soit envisageable de les supprimer totalement.

Bénéficiant de l'apprentissage de la réalité complexe mise en évidence par le *territoire-étagé*, le monitoring conduit à échanger sur les configurations problématiques voire dangereuses en terme d'interdépendance des entités en présence, d'effets produits par des situations temporairement contraintes et de la survenue possible d'événements perturbateurs, d'origine interne ou externe à cet espace. Le monitoring recouvre alors les initiatives prises par les acteurs présents localement qui leur permettront de s'engager dans la reconnaissance puis la prise en considération, des effets non maîtrisés de leurs interventions sectorielles.

Première partie

**De l'espace urbanisé à l'espace métropolitain :
une redéfinition de l'ingénierie à l'aune de la
complexité**

Pour traiter des relations entre urbanisation et catastrophes, nous avons interrogé l'ingénierie de l'aménagement [Desportes et Picon, 1997] que nous avons pratiquée sur la période 1982-2002 dans des espaces évoluant sous l'effet de dynamiques d'urbanisation. Sans avoir été directement confronté à des événements d'ampleur catastrophique, nous avons dû cependant faire face à des imprévus et gérer la survenue d'effets non désirés. L'ingénieur est alors interpellé sur la façon de concevoir son action au sein d'espaces urbanisés qui se sont complexifiés [Pigeon, 2010]. Les perturbations qui se produisent révèlent des limites d'efficacité à l'action technique. Elles légitiment de nouveaux outils d'aide à l'appréhension des espaces où la gestion traditionnelle est manifestement insuffisante pour prévenir des dommages, qui peuvent être d'intensité variable.

Au vu de ces apprentissages, les travaux que nous avons menés en prévention des risques au Certu sur la période 2002-2012, soulèvent eux-même davantage de questions qu'ils n'en résolvent. Si la mise en place des plans de prévention des risques est incontournable, l'action régaliennne ne peut suffire pour mobiliser la résilience des espaces urbanisés les plus exposés aux dynamiques de transformation. Les investigations menées montrent sans conteste que l'action de prévention peine à intégrer la complexité de ces espaces. Elles établissent la nécessité d'une analyse spatiale qui permettrait d'agir sur leur vulnérabilité en anticipant davantage leurs évolutions possibles.

L'année 1982 marque, en France, la disjonction institutionnelle entre gestion urbaine et gestion des risques. Le législateur redistribue les rôles entre l'État et les collectivités. Dans les années 1980-2000, les urbanistes [Corboz, Mangin, Secchi, Sieverts] questionnent les formes urbaines introduites par la dynamique de métropolisation. La métropole [Ascher, 1995] conduit à sérier nos travaux sur les espaces métropolitains où des composantes multiples font système et interagissent entre elles. Pour appréhender les mécanismes se produisant au sein de ces espaces, nous recourons aux travaux des géographes [Dauphiné, Lacoste, Lévy et Lussault, Pigeon] pour mobiliser les notions de métropolisation, de territoire, de complexité, d'incertitude, de système. Nous explicitons les notions de résilience et de vulnérabilité [Berkes et *al*, Birkmann, Turner et *al*, Pigeon, d'Ercole]. Ces analyses permettent de définir le *territoire-étagé* comme outil d'analyse spatiale propice au monitoring [Veltz, 2008] des espaces métropolitains.

1. 1982-2002 : l'urbanisation bouleverse les certitudes techniques

La formation reçue par le jeune ingénieur sortant d'école en 1981 participe de la reproduction d'un modèle technique éprouvé, ayant contribué à l'équipement du territoire français en zones d'activités industrielles, en infrastructures routières et en logements. Elle répond aux préceptes cartésiens qui veulent qu'une action soit menée comme sur des bases certaines, qu'un projet soit décomposé en éléments distincts en vue de leur traitement séparé, que le « séquençage » de sa conception soit assuré du simple vers le compliqué et que la démonstration soit utilisée comme mode de justification [Descartes, 1637]. Ce modèle fonctionnait dans la période dite des Trente Glorieuses 1945-1975 [Fourastié, 1979], lorsqu'il s'agissait de réaliser des ouvrages en grand nombre. Ces équipements étaient considérés, sans discussion véritable, au travers des fonctionnalités nouvelles qu'ils apportaient. Cependant, la complexité spatiale s'est accrue. Des effets non désirés se manifestent alors, en différé de temps, dans les décennies qui suivent. Dans la période 1982-2002, les interactions qui se produisent entre les projets et les processus d'urbanisation favorisent des perturbations qui n'ont pas été anticipées.

Pour mener à bien un projet, l'ingénieur doit dès lors comprendre toujours plus l'espace urbanisé dans lequel celui-ci s'inscrit, pour en tenir compte sans pouvoir le maîtriser. Mais il doit aussi s'attacher à expliquer ce projet pour convaincre de son bien-fondé. Il lui faut combiner des démarches de compréhension et d'explication [Morin, 1986, p.146]. En ciblant notre réflexion sur cette période, nous mettrons en évidence la place tenue par les pratiques de l'aménagement comme mode d'intervention permettant à l'ingénieur d'agir au sein des espaces urbanisés. Au sein de ces espaces, les situations de risques et les crises placent l'ingénieur en situation d'apprentissage des incertitudes et des processus de résilience. Elles conduisent à envisager la notion de *territoire-étagé*, pour appréhender la complexité des espaces particulièrement exposés à la dynamique d'urbanisation, redéfinir en conséquence son rapport à la connaissance et se placer ainsi en capacité d'infléchir la gestion de ces espaces pour en réduire la vulnérabilité.

1.1 L'ingénieur affronte la complexité spatiale

A la fin des années 80, bien qu'ayant redéfini ses pratiques pour agir de façon plus qualitative, l'ingénierie se heurte à la complexité spatiale. Elle est confrontée à des dynamiques d'urbanisation dont les effets non maîtrisés peuvent aller jusque générer des situations de crise. C'est alors à un véritable apprentissage des espaces urbanisés que l'ingénieur doit se consacrer remettant en cause ses modes de faire.

1.1.a Les nouvelles questions retranscrites par le cadre réglementaire

Les demandes que le ministère de l'Équipement s'applique à satisfaire en 1982, portent tout à la fois sur la modernisation des infrastructures routières, la réalisation d'un réseau autoroutier structurant, le développement des villes et la construction d'un grand nombre de logements neufs [CGPC, 2004]. Bien que définies de façon très structurelles, ces missions ne peuvent plus être menées de façon exclusivement technique. Durant la période des Trente Glorieuses [Fourastié, 1979], la production par l'État de logements et d'équipements appelait une optimisation des projets en terme de délais de mise en œuvre, de coûts de réalisation et de fonctionnalités, suivant des méthodes applicables de façon uniforme sur l'ensemble du territoire national. S'étant recentrée sur des opérations de moyenne importance, après délégation des réalisations de grande envergure à des organismes para-publics ou privés (Sauvez, 2001), l'administration technique de l'Équipement doit apprendre à composer avec des acteurs plus nombreux et tout particulièrement avec les collectivités territoriales. Dès lors que l'urbanisme se préoccupe de l'organisation spatiale des villes, considérées comme "*établissements humains*" [Merlin et Choay, 2009 (1988) p.682], ces collectivités sont progressivement identifiées comme légitimement porteuses de l'aménagement urbain et du développement économique. L'introduction d'outils de planification prenant la forme du schéma directeur d'aménagement urbain, du plan d'occupation des sols et de la carte communale accroît leur rôle dans la gestion urbaine¹⁹. Dès 1972, alors que la place grandissante des sociétés para-publics dans l'aménagement urbain traduit un retrait progressif de l'Etat dans ce domaine [Sauvez, 2001], le ministre de l'Équipement et de l'Aménagement du territoire, Olivier Guichard, demande qu'en matière d'urbanisme, l'État "*ne joue plus le premier rôle mais veille à apporter aux collectivités son concours technique*". Dix ans plus tard, la loi du 2 mars 1982 relative aux droits et libertés des communes, départements et régions, attribue aux collectivités locales, des prérogatives d'aménagement et de gestion, détenues antérieurement par les services déconcentrés de l'État.

¹⁹ Le SDAU et le POS ont été introduits par la Loi d'Orientation Foncière (LOF) de 1967.

Du fait de ces transferts de compétences, l'État concentre ses efforts sur la réalisation d'infrastructures et d'équipements techniques. Pour mener à bien de tels projet, bien qu'il relève toujours d'une administration centrale, l'ingénieur de l'Équipement est appelé à se référer davantage à l'échelon local. Il doit veiller à ne pas subir les contrecoups d'une séparation des registres d'intervention, d'un côté celui de services de l'État recentrant leur attention sur les enjeux nationaux, de l'autre celui d'acteurs locaux attentifs à leurs nouvelles compétences. En effet, les évolutions des espaces urbanisés, du fait des interférences grandissantes entre les questions traitées, invitent à faire dialoguer ces deux niveaux d'action. Ainsi, le précepte urbanistique d'une appropriation de l'espace par les populations [Lacaze, 1995, p.22] mériterait d'être pris en compte par les projets d'infrastructures. De la même façon, les nuisances produites par les infrastructures routières interrogent les modes d'urbanisation et donc les pratiques d'urbanisme. En tout état de cause, l'administration de l'Équipement doit agir de façon toujours plus stratégique. Elle doit tenir compte des contre-performances notoires de certaines réalisations, comme l'édification des grands ensembles qui provoque des déséquilibres au sein des agglomérations. Elle doit également prendre en considération les limitations financières induites par la chute de la croissance annuelle du produit intérieur brut par habitant²⁰ [Brasseul, 2004, p.175]. L'ingénieur apprend à relier son action au cadre local pour concilier des intérêts multiples et intégrer des exigences de pluri-fonctionnalité des ouvrages projetés. Il prend également en charge de nouvelles missions, relevant du ministère de l'Équipement ou de celui de l'Environnement, relatives à l'adaptation du cadre local aux problématiques nouvelles liées à l'urbanisation croissante.

De nouvelles préoccupations sont en effet portées progressivement dans les textes régissant l'action publique. Des questions prennent de l'importance, comme celles du soutien à apporter à l'économie locale et donc à l'emploi, d'une gestion de l'eau à assurer à l'échelle du bassin versant, ou plus globalement de la préservation de l'environnement et de la prise en compte des risques. Ces champs de réflexion s'imposent progressivement à l'action publique [Thoenig et Duran, 1996]. Ainsi, si la première loi sur l'eau intégrant la référence au bassin versant a été adoptée dès 1964 [loi du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre la pollution], le cadre législatif a évolué en 1976 pour favoriser la préservation des milieux et assortir les réalisations les plus importantes d'une étude de leur impact [loi du 10 juillet 1976, article 2]. Dans ce contexte de développement du référentiel réglementaire, intervient la loi du 13 juillet 1982 d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles.

²⁰ Le produit intérieur brut par habitant est passé de 4,1% sur la période 1950/1973 à 1,6% sur la période 1973/1998.

Cette loi peut paraître anachronique puisqu'elle affirme le rôle de l'État au plan local dans la prévention. Elle fait suite aux inondations ayant affecté le Sud-Ouest de la France et la vallée de la Saône en 1981, alors même que des inondations antérieures ont fait des victimes²¹. Elle instaure un système d'indemnisation financière, dit CATNAT, conditionné par la mise en place de plans d'exposition aux risques (PER), destinés à informer la population sur les risques naturels et à prescrire des mesures de réduction du coût des dommages. Préfigurant le PPRN, le PER, encadre le développement de l'urbanisation et soumet le bâti existant à des prescriptions, lorsque celui-ci est exposé aux aléas. Cette initiative législative veut anticiper sur la survenue d'événements dommageables à venir pour en limiter les effets. Ce faisant, elle perturbe d'une certaine façon l'action publique et ouvre des débats ministériels portant tout à la fois sur sa mise en œuvre déconcentrée dans les départements, le risque encouru de déresponsabilisation des acteurs locaux et la contradiction apparente avec les lois de décentralisation concomitantes de 1982 et de 1983 [Ledoux, 2009]. Ces débats perdureront avec l'instauration du PPRN en remplacement du PER, par la loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, dite loi Barnier. Citons également, puisqu'elle intervient le 30 décembre 1982, la loi d'orientation des transports intérieurs (LOTI) qui organise les services publics de transports et rend obligatoire, pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, l'élaboration de plans de déplacements urbains. Ce nouveau cadre législatif prévoit que les besoins en déplacements des usagers soient satisfaits *"dans le respect des objectifs de réduction et de limitation des risques, accidents, nuisances notamment sonores, émissions de polluants et de gaz à effet de serre"* (article 1). Il intègre des préoccupations qui prendront, dans les décennies suivantes, une importance croissante.

Le référentiel réglementaire qui se structure ne rejette pas les équipements, mais ceux-ci doivent s'inscrire dans des projets de territoire. Ainsi la loi du 4 février 1995 d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire, définit les *Agglomérations* et les *Pays* comme des nouvelles formes de coopération intercommunale, établies pour faire émerger des territoires de projet. Ces formes visent à fédérer les collectivités territoriales sur une vision partagée de leur espace de vie. De la même façon, la loi solidarité renouvellement urbain du 13 décembre 2000 (SRU), qui introduit à un renouveau de la planification de l'urbanisme en substituant le schéma de cohérence territoriale (SCOT) au SDAU et le plan local d'urbanisme (PLU) au POS, prescrit aux collectivités l'établissement d'un projet d'aménagement et de développement durable (PADD) limitant les extensions de l'urbanisation et prenant en compte les risques naturels et technologiques.

²¹ 2 victimes en février 1977 dans l'Ouest, 16 en juillet 1977 dans le Sud-Ouest, 7 en septembre 1980 sur la Loire amont.

1.1.b L'aménagement : une tentative de réponse au processus d'urbanisation

Pour exercer son métier, l'ingénieur doit considérer le cadre spatial où il intervient. La dynamique d'urbanisation y tient une place particulière. Celle-ci a bénéficié de l'essor économique des Trente Glorieuses. Elle a été amplifiée par la construction de logements et la réalisation d'infrastructures de transports. Après avoir bénéficié dans les années 70 aux petites et moyennes agglomérations, elle profite dans les années 90 aux grandes agglomérations [Merlin, 1996, p.65]. Certaines d'entre elles, comme Lyon dès 1981, sont rendues plus attractives du fait de leur desserte en train à grande vitesse (TGV). Le développement produit par les grandes agglomérations favorise leur desserrement géographique au delà de leurs limites physiques habituelles [Desportes et Picon, 1997]. La réalisation d'infrastructures techniques participe de ce desserrement.

Prenant acte d'un changement d'échelle de l'urbanisation, l'INSEE définit en 1997 l'aire urbaine comme *«un ensemble de communes d'un seul tenant et sans enclave constitué par un pôle urbain ...et sa couronne périphérique dont au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou les communes attirées par celui-ci »*. Les espaces non couverts par ces aires se rattachent encore à des pratiques rurales, mais ils représentent à peine plus du quart de la population française [Fijalkow, 2004, p.6]. Si la notion d'aire urbaine donne une photographie de l'urbanisation dans ses extensions les plus visibles, elle est cependant statique et ne traduit pas la dynamique elle-même, ni sa véritable extension géographique. Cette dynamique peut se déployer depuis un pôle urbain sans obligation de continuité spatiale, et ce par le biais des réseaux urbains et des infrastructures de déplacements. Dès 1960, le ministre Pierre Sudreau affirmait que, du fait des nouveaux moyens de communication, l'urbanisation avait vocation à s'étendre au delà des limites traditionnelles de l'agglomération, sans devoir établir un territoire bâti d'un seul tenant [Sauvez, 2001]. Les grandes infrastructures routières offrent ainsi, en périphérie ou à distance des villes, des opportunités de développement résidentiel et économique.

Recouvrant une ou plusieurs communes attenantes, ces formes d'urbanisation nouvelles ne ressortent plus nécessairement d'une extension concentrique de l'agglomération, en continuité des parties urbanisées les plus anciennes. Un tel développement était principalement marqué par le voisinage des fonctions résidentielle (quartiers d'habitat) et économique (zones industrielles). Ces formes combinent toujours des zones d'habitat et d'activités économiques mais également, de façon plus forte qu'auparavant, des milieux naturels, des espaces agricoles, des infrastructures et des systèmes de transports.

Elles sont de ce fait hybrides et constituées pour l'essentiel de composantes dont la raison d'être est, pour certaines, étrangère au cadre local qui les rassemble. Ces formes pourraient structurer un espace local, pour greffer sur une identité territoriale préexistante des relations nouvelles, sur le mode de la création de valeurs ou de la prise en charge de problèmes locaux appelant une action collective pour y faire face. Ancrés dans un lieu, ces espaces peuvent se distinguer de l'agglomération d'influence. Par notre vécu des espaces urbanisés, nous montrerons que chaque entité agit dans le sens de répondre à ses besoins, sans que les régulations soient toujours suffisantes pour maîtriser les interactions pouvant se produire localement entre entités. En fait, dès lors que la dynamique d'urbanisation se déploie, la complexité des espaces urbanisés s'accroît.

Les transformations territoriales induites par la dynamique d'urbanisation, les équipements déjà réalisés, la montée en puissance des questions d'environnement et de risques, les effets produits par les adaptations législatives successives, bousculent les modalités de mise en œuvre des nouveaux projets. Les questions soulevées vont au delà de considérations d'ordre technique. Certaines, ne pouvant être résolues à l'échelle nationale, ne peuvent l'être non plus à la seule échelle locale [Sauvez, 2001]. Si la puissance publique recherche des solutions par l'élargissement du référentiel législatif, elle le fait aussi par la mise en place de financements croisés, ou encore par le montage d'opérations d'aménagement, c'est-à-dire d'actions visant à la transformation de l'espace dans son ensemble et non plus à la seule satisfaction d'une fonctionnalité particulière.

Face à ces évolutions, l'aménagement s'affirme comme une pratique souple permettant à l'ingénieur de définir les conditions administratives, financières et techniques des opérations projetées tout en prenant en considération le cadre géographique dans lequel elles interviennent. Alors qu'antérieurement le projet primait sur l'espace, nous montrerons que l'espace urbanisé peut motiver le projet lui-même. Le sens de l'action s'inverse alors, au bénéfice du cadre spatial et non plus au service d'une fonctionnalité spécifique. Si la puissance de la technique a permis d'ériger l'aménagement en "*géographie volontaire*" [Desportes et Picon, 1997, p.11], celui-ci peut aussi devoir se plier à la géographie de l'espace urbanisé dont nous montrerons qu'elle est marquée par la complexité croissante. Dans tous les cas, l'aménagement prend la forme d'une interface de traitement des interactions prévisibles entre projet technique et espace urbanisé. En identifiant les questions posées par ces interactions et en agissant pour y répondre, l'ingénieur cherche à éviter les remises en cause du projet ou à empêcher des effets non désirés qui auraient pu l'être. Dans certains cas, ces effets peuvent prendre la forme de processus dommageables ouvrant sur des situations de crise.

Les pratiques de l'aménagement, que nous expliciterons au travers d'interventions professionnelles significatives, relèvent d'une démarche qui fait de l'ingénieur pour partie un autodidacte de l'espace urbanisé. Un tel apprentissage est légitimé par la complexité grandissante du cadre d'intervention et par les transformations qui y sont attachées, écartant de fait toute possibilité de structuration d'une méthode reproductible à l'identique d'une situation à l'autre, quand bien même les projets conduits sont similaires. De ce fait, l'ingénieur étend ses pratiques vers des champs de connaissances qui lui sont éloignés, comme ceux de l'économie locale, de l'environnement, du cadre de vie et des attentes sociétales exprimées par la population ou ses représentants. Cependant, les connexions entre le projet et le cadre spatial ne sont pas toujours appréhendées aux différentes échelles, alors que celui-ci peut avoir des effets différés dans le temps ou déportés dans l'espace.

S'il est conçu comme un objet technique isolé, le projet d'infrastructure apparaît comme une réponse de faible portée face aux questions multiples que la dynamique d'urbanisation pose. Pour prendre en considération des préoccupations pouvant être tout à la fois d'ordre économique, social ou environnemental, la combinaison de différentes actions est un moyen qui, sans être nouveau, est mis en avant pour obtenir des effets significatifs de l'action publique. L'approche globale, ou approche *holistique*, conduit ainsi à combiner des projets de différentes natures et temporalités, concourant à des finalités distinctes tout en étant rattachés à un même objectif global. Elle est une pratique que l'ingénierie adopte pour intervenir au sein de l'espace urbanisé. Notre action s'est trouvée au centre de telles approches, qui vinrent à se multiplier sous différentes formes. L'efficacité recherchée se trouve dans la réflexion menée en amont pour agir sur l'espace. Elle est aussi dans la diversité des actions envisagées pour atteindre le ou les objectifs poursuivis. Elle est enfin dans la prise en compte des effets accrus que ces actions peuvent avoir ensemble, suivant un principe qui fut affirmé très tôt par Pascal²² "*Donc toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiates et immédiates, et toutes s'entretenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées, et les plus différentes, je tiens impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties*". En adhérant au raisonnement holistique, l'ingénieur adjoint aux principes cartésiens qui fondent son action, des principes pascaliens que Descartes lui-même n'avait pas écartés. En s'impliquant dans une approche globale, en amont de toute programmation, l'ingénieur veut satisfaire une exigence de niveau territorial, celle de contribuer au développement, à la régulation voire au « contrôle » de l'espace urbanisé.

²² PASCAL, *Les pensées*.

Pour structurer son action et lui donner du sens, il définit un cadre spatial de réflexion adapté au traitement de la problématique dont il a la charge, pour conceptualiser son projet à cette échelle. Il le fait cependant en restant trop focalisé sur les réponses techniques qui lui sont familières, sans suffisamment mobiliser les différentes échelles d'intervention [Lacoste, 1985, pp 67-71]. Il se trouve alors confronté au développement de processus dommageables qu'il n'a pas suffisamment anticipés.

Les épisodes professionnels introduits ci-après conduisent l'ingénieur à interroger ses fondamentaux pour agir dans des contextes qui le déconcertent. Pour intervenir au sein d'espaces urbanisés qu'il ne maîtrise pas, il doit se détacher davantage des références trop cartésiennes qui assureraient préalablement son action.

1.1.c Crise, gestion stratégique et analyse spatiale

Pour le technicien, la nécessité de se doter d'outils nouveaux pour appréhender la complexité des espaces urbanisés ressort aux moments où il est confronté à des situations de crises. Nous montrerons par différents cas concrets l'importance que ces situations tiennent pour l'ingénieur. Préalablement, nous interrogerons ici les notions de crise et de gestion stratégique, associées à la prise en compte et à la gestion d'effets non contrôlés.

Lorsqu'elles surviennent, les situations de crises peuvent rarement être résolues par le seul recours à des procédures pré-établies ; elles nécessitent de recourir à l'expertise car elle mettent souvent en jeu des situations inédites et imprévues. L'expert prend en compte la spécificité de ces situations ; il les analyse de façon globale et formule des propositions. Dans son origine grecque, le mot *diakrisis* renvoie à la décision et par conséquent à l'aide à la décision. En effet, pour limiter les dommages, des décisions contraignantes peuvent devoir être prises, au point de provoquer ou d'amplifier momentanément des dysfonctionnements. La crise appelle par conséquent des réponses d'essence politique [Lagadec et Guilhou, 2000, p.6]. Pour y faire face, décideur et expert font tous deux appel à des valeurs qui leur sont fondamentales [Got, 2005]. Ils orientent ensemble l'action par rapport à des finalités partagées et non par rapport aux normes pré-établies. Lorsqu'il est confronté à la crise, dans l'urgence créée par la situation, l'ingénieur peut devoir se transformer en décideur et/ou en expert, pour engager sa personne et agir hors du cadre habituel. Dans des moments de forte incertitude, la crise traduit l'inconfort de devoir faire sans bénéficier de l'assurance apportée par des dispositifs de régulation devenus inopérants [Thom, 1989, p. 117].

Elle est alors " [...] la phase ultime de l'urgence où se combinent de façon dramatique : l'importance des enjeux, l'incompréhension des événements, la contraction brutale du temps de réaction et la nécessité d'une action immédiate" [Aubert, Roux-Dufort, 2004, p.194]. Le grand nombre de variables liées à la crise ne prête pas à des calculs, qui n'auraient de toute façon pas le temps d'être menés. Si pour une situation courante, la gestion ordinaire opère, une telle gestion trouve ses limites vis-à-vis des enjeux forts. La mise en défaut des routines et l'incitation à agir vite interrogent la capacité à concevoir rapidement des réponses adaptées à une situation pouvant conduire à des dommages. Pour anticiper de telles situations, une gestion stratégique s'impose comme de nature à atténuer les dommages lorsque la crise survient [Aubert et Roux-Dufort, 2004, p.197].

Situations	Délai pour agir	Pas de délai pour agir
Enjeu fort	gestion stratégique	gestion de crise
Enjeu faible	gestion ordinaire	gestion de l'urgence

Illustration 2: Les différents modes de gestion des situations

(d'après Christophe Roux-Dufort)

Si la stratégie est appliquée ici à la gestion d'une situation de quelque nature qu'elle soit, celle-ci était à l'origine associée au domaine militaire. Le stratège conduisait son armée en considérant des éléments de lieu et de temps, les moyens disponibles et les intérêts en présence. Sans contredire ces principes, la stratégie interroge aujourd'hui plus largement les possibilités d'action, la capacité de les mobiliser et la façon de le faire [Godet, 2004 (1997), pp.56-57]. Elle relie la réflexion et l'action, le politique et le technique. Des choix sont à opérer selon ces différents registres, en tenant compte des conflits et des divergences d'intérêt [de la Maisonneuve, 1998, p.33]. L'approche stratégique nécessite surtout d'articuler les échelles d'analyse et d'action en présence dans un lieu donné [Lacoste, 1985, pp 70-71]. Appliquée à l'espace métropolitain, la gestion stratégique serait-elle le mode de faire recherché, qui ferait de la connaissance un savoir activable pour l'action [Avenier et Schmitt, 2007] ? Dans un tel espace, l'ingénierie est confrontée à la complexité, c'est-à-dire aux acteurs multiples et à différentes échelles d'intervention. Elle est appelée de ce fait à développer des méthodes et des outils qui permettent de tenir compte du plus possible de l'éventualité de crises.

.../...

Nous montrerons que la crise précède ou accompagne un processus potentiellement dommageable qui se développe au sein de l'espace urbanisé. **Dans un certain nombre de cas, ce processus va jusqu'à son terme sans que l'on puisse faire autre chose que d'en limiter les effets.** Confronté à de tels processus, nous avons dû reconsidérer nos modes de faire. Ces apprentissages conduisent l'ingénieur à ré-interroger les valeurs qui fondent son action, le détachant du rôle de technicien passif [Desportes et Picon, 1997, pp.44-45]. Les effets non désirés produits par l'urbanisation invitent l'ingénierie à prendre en considération les conséquences de ses interventions dans le temps et dans l'espace. En mettant en évidence les limites attachées à l'ouvrage technique lui-même, pourtant subordonné au respect des règles de l'art et à la vérification des conditions de sa bonne exécution, les processus dommageables ouvrent des possibilités pour agir. Ils sont riches d'informations. Ils apportent un ensemble de connaissances précieuses. Ils permettent d'appréhender la complexité, au travers des interactions entre l'espace urbanisé et le projet technique.

Cependant, il n'existe pas de cadre d'analyse spatiale propice à traiter des questions soulevées par la dynamique d'urbanisation, en relation avec l'ensemble des acteurs concernés. Par un tel outil, l'ingénierie pourrait s'ouvrir aux dysfonctionnements des espaces urbanisés et à la compréhension plus grande de leur complexité. Elle aurait la possibilité de reconsidérer l'utilisation faite des outils existants, d'envisager leur adaptation ou d'en concevoir de nouveaux. Le projet technique deviendrait alors un élément mobilisable à bon escient ou du moins en tenant compte du plus possible de ses effets sur l'urbanisation, sans que l'imprévu ne puisse cependant être évité.

Le tableau ci-après retrace un parcours professionnel recouvrant une diversité de lieux et d'activités. Nous analyserons rétroactivement des éléments significatifs de ces parcours sous l'angle des apprentissages des espaces urbanisés en relation avec la pratique de l'ingénierie. Au sein de ces espaces urbanisés, nos interventions mettent en évidence les interactions qui se produisent entre espaces dits naturels et milieux aménagés, mais également entre des formes distinctes d'anthropisation (agriculture et habitat, activité économique et infrastructures de transport), entre différentes populations résidentes, entre acteurs défendant des intérêts différents voire contradictoires. Ces interactions peuvent prendre la forme de processus dommageables.

.../...

Période	Lieu	Activité principale
1981-1982	Syndicat Mixte d'Investissement et d'Aménagement de Mayotte.	Volontaire à l'aide technique, en charge de l'alimentation en eau potable et des travaux d'aménagement du Chef-lieu.
1982-1986	Direction départementale de l'Équipement de la Loire (Saint-Étienne).	Définition d'une politique routière pour le réseau routier départemental (900 km de routes principales)
1986-1990	Direction départementale de l'Équipement de l'Ardèche (Privas).	Conduite d'opération du contrat de rivière Ardèche Claire (volet aménagement), élaboration du dossier de révision spéciale du barrage du Ternay, modernisation du service d'annonce des crues des rivières ardéchoises.
1990-1994	Subdivision territoriale de l'Équipement de Gex (Ain).	Gestion de l'urbanisme, exploitation et entretien du réseau routier national et départemental, réalisation de travaux d'aménagement.
1994-1997	Direction départementale de l'Équipement de l'Allier (Moulins)	En charge des travaux du contournement routier de Moulins (RN7, 2x2 voies).
1997-2001	Direction départementale de l'Équipement de l'Eure-et-Loir (Chartres).	En charge de l'urbanisme et de l'environnement pour le département de l'Eure-et-Loir.

Tableau 1: Parcours d'apprentissage des espaces urbanisés.

Fort de ces constats, nous en viendrons à proposer le *territoire-étagé* comme cadre d'analyse spatiale utile à l'ingénierie. Nous avons introduit cet outil pour aider à la gestion stratégique des espaces métropolitains mettant en évidence les limites d'efficacité de la gestion sectorielle. Pour recourir au *territoire-étagé*, nous serons amené à expliciter les différentes notions que nous mobilisons (cf glossaire).

Nous présenterons, dans les sous-parties suivantes, différentes étapes de notre apprentissage de la complexité des espaces urbanisés et des limites des projets ou actions techniques, confrontés à des processus dommageables.

1.2 Les limites de l'ingénierie routière confrontée à l'urbanisation

Nous abordons ici le cas du réseau routier de la Loire. Les dysfonctionnements liés à la dynamique d'urbanisation conduisent à l'établissement d'un livre blanc, éclairé par la crise routière des barrières de dégel.

1.2.a Réseau routier et espace urbanisé : des interactions qui posent problème

Dans la Loire, le réseau routier favorise la diffusion de l'urbanisation à distance des agglomérations de Saint-Etienne, de Roanne et de Montbrison. Deux dynamiques en résultent, l'une liée à la fonction résidentielle, l'autre à la fonction économique, soulevant des attentes vis-à-vis du réseau routier que celui-ci ne parvient pas à satisfaire : " [...] *Tous ces facteurs contribuent à donner à la route un rôle essentiel pour la vie économique du département, et tend à rendre de plus en plus difficilement supportable par les usagers toutes contraintes à la libre circulation en tous lieux et par tous temps*" [DDE de la Loire, 1986]. En 1985, 353 accidents faisant 44 tués, 273 blessés graves et 311 blessés légers, posent alors la question du niveau de sécurité offert. Le développement du trafic entraîne de fait une inadaptation géométrique et structurelle des infrastructures routières principales. De plus, en s'étendant, l'urbanisation sollicite des routes dites secondaires, dont les caractéristiques sont considérées comme médiocres eu égard à leur sollicitation nouvelle. L'urbanisation interroge également les niveaux d'exploitation. Par exemple, en viabilité hivernale, les usagers n'admettent pas de gênes temporelles à la circulation. Ces décalages ne peuvent être résolus par l'affectation de financements et moyens supplémentaires, qui resteront de toute façon insuffisants pour répondre à l'ensemble de besoins en évolution croissante.

Le processus à l'œuvre est le suivant : dans un premier temps, l'urbanisation se développe, s'appuyant sur le réseau routier, sans tenir compte de ses fragilités. Dans un second temps, des dysfonctionnements se manifestent. Ils révèlent des limites d'adaptation du réseau aux exigences des usagers. Les techniciens ne parviennent pas à circonscrire ces difficultés dans le cadre des moyens alloués [DDE de la Loire, 1986]. La direction départementale de l'équipement (DDE) souhaite agir en retour pour réduire cette situation problématique. Elle décide de donner une vision d'ensemble des limites d'efficacité du réseau, pour sensibiliser le Conseil Général aux effets de l'érosion du budget routier et à la perte d'efficience produite par un saupoudrage des crédits d'investissement sur des opérations d'importance trop locale. En établissant un référentiel partagé de connaissances et d'actions, elle souhaite faire du réseau routier une composante à part entière du territoire départemental considéré comme espace urbanisé, en interactions avec celui-ci.

Pour mener cette démarche, nous avons analysé les 900 principaux kms de routes départementales, suivant des critères techniques : structuraux, géométriques, d'usages et de sécurité. Cette analyse requiert trois années de mesures, de recueil et traitement de données portant sur les sols, l'assainissement, le dimensionnement des chaussées, le renouvellement des couches d'entretien, la géométrie. Le réseau routier est aussi appréhendé selon la répartition des trafics, la localisation et la fréquence des accidents, la desserte territoriale des secteurs urbanisés et des zones d'activités économiques. Sur ces bases à la fois techniques et géographiques, des schémas itinéraires de synthèse établissent, pour différents critères et par tronçons homogènes, les niveaux de qualité obtenus.

CD 12 SAINT GALMIER

1ere Catégorie	PR 16	17	18	19	20	21	22	23	24
Agglomérations	CHAZELLE SUR LYON								
Trafic MJA (2 sens) / PL (1 sens)	2590 en 1983								
Trafic PL (1 sens)	250 < PL < 300								
DEFLEXION (année 1982) Niveau	100	75	100	150	75	50	100	150	50
Zones hétérogènes									
Etat chaussée	Bon Etat			M.E		Bon Etat		M.E	
Date des derniers travaux	novembre 82								
Travaux après déflexions et avant sondages	juillet 82								
STRUCTURE DE CHAUSSEE	10	19.5	11	11.5	12.8				
Sondages : juin 1983	20	-	11.5	11.5	10.2				
BB ou ES	30	9	36	36	32				
Empierrement ou Grave émulsion	40	35	36	36	32				
Grave non traitée	50	35	36	36	32				
Grave non traitée	60	35	36	36	32				
Grave non traitée	70	35	36	36	32				
Commentaire	sable tres silteux Z: 6.27			sable et grave tres silteux Z: 6.13		sable tres silteux Z: 5.63			
SOL Classification portance	B 5m:1			B 5m:1		B 5h			
Caractère gélif	SGT SGP			SGT SGP		SGT SGP			
Indice correspondant	80 140			75 135		65 120			
Géilivité observée	M			D/R		N			
ENVIRONNEMENT D.R.M. (niveau)	M			D/R		N			
Nappes abords									
Fossés drainage	fosse a gauche fd et a be fg fdg fg fdg								
Exposition (congrès, verglas)	< congrès >								
NIVEAU DE RISQUE Deflexion	8	4	8	12	4	0	8	12	0
Etat	-2	0	2	2	-2	0	-2	0	2
Environnement	0								
NIVEAU DE RISQUE Note globale	6	2	6	10	12	16	8	4	2
INDICE de GEL (admissible pour la chaussée)	140	135	135	135	120				
GEOMETRIE Plan	sinueux								
Virages anormaux	X								
Profil en long	rampes et pentes								
Largeur chaussée	6.60			6.70		6.80		6.6	
Coefficient α	1.10			1.10		1.10		1.10	
Accotement droit	2.70			1.60		2.40		1.80	
Accotement gauche	1.20			1.40		1.40		1.4	
Ouvrages d'art									
Carrefours									
Vitesse pratiquée	70 < V < 80					60 < V < 70			
SECURITE Zones dangereuses	Zone non dangereuse								
Taux d'accidents	51 619								

Planche 1: DDE de la Loire. Extrait d'un schéma itinéraire de synthèse du réseau routier départemental.

La production des schémas itinéraires constitue en fait le soubassement d'un diagnostic plus large du réseau présentant sa dimension patrimoniale, ses fonctionnalités, les moyens mis en œuvre pour le gérer et l'aménager : budgets, effectifs, installations fixes et matériels. Le Livre Blanc met alors en évidence les atouts et ses points faibles. Il définit différents scénarios d'évolutions, chiffrés et évalués en niveaux de service offerts à l'utilisateur. Il explicite en particulier les risques encourus par un investissement insuffisant dans le renforcement des chaussées, vis-à-vis du trafic poids lourd et de la résistance au gel. Ces risques sont au moins de deux natures : un risque financier correspondant aux coûts de réparation des structures de chaussées susceptibles d'être dégradées par les sollicitations des charges véhiculées à l'essieu, un risque fonctionnel lié aux restrictions de tonnages rendues inéluctables en hiver rigoureux ou exceptionnel, pour préserver du mieux possible ces chaussées pendant la période de dégel. Ce risque fonctionnel traduit des dépendances de l'espace urbanisé au transport routier. Dans les deux cas, ces effets dommageables sont dus à l'utilisation toujours plus grande du réseau routier, c'est-à-dire à la place qu'il tient dans la dynamique d'urbanisation.

1.2.b La crise routière, reflet d'un processus de non maîtrise de l'espace urbanisé

Au moment où nous établissons l'analyse du réseau routier, une période de froid d'une intensité inhabituelle survient qui, lors du dégel, met en péril la tenue des chaussées sous trafic poids lourd. Les températures se maintiennent négatives du 27 décembre 1984 au 18 janvier 1985. L'intensité de l'événement, d'indice de gel 176²³, se situe entre celles des hivers 1955-56 et 1962-63, qualifiés d'exceptionnels (même indice de gel 220), et celle de l'hiver 1970-71 dit rigoureux (indice de gel 140). Les profondeurs de gel mesurées depuis la surface du sol atteignent 60 cm en plaine et 90 cm en montagne. Ces profondeurs peuvent dépasser l'épaisseur des structures de chaussées pour atteindre des terrains sensibles à l'eau, et donc potentiellement liquéfiables au moment du dégel.

Sous la charge des essieux les plus agressifs, les chaussées trop légères peuvent être déstructurées. Pour limiter ce risque, des barrières de dégel, c'est-à-dire des limitations temporaires de circulation pour les véhicules de fort tonnage, peuvent être mises en place. De telles barrières ont été instaurées lors des précédents hivers rigoureux ou exceptionnels. Si, en un quart de siècle, les structures de chaussées ont été renforcées, ces renforcements ne sont ni suffisants ni généralisés, eu égard à l'accentuation des charges à l'essieu et à la diffusion du trafic poids lourd sur des routes dites secondaires.

²³ L'indice de gel permettant de mesurer la rigueur de l'hiver correspond au cumul des températures négatives sur une période de froid considérée.

Ces restrictions imposées à la circulation des poids lourds mettent en évidence, par les perturbations qu'elles produisent, les interactions entre le réseau routier départemental et les activités économiques.

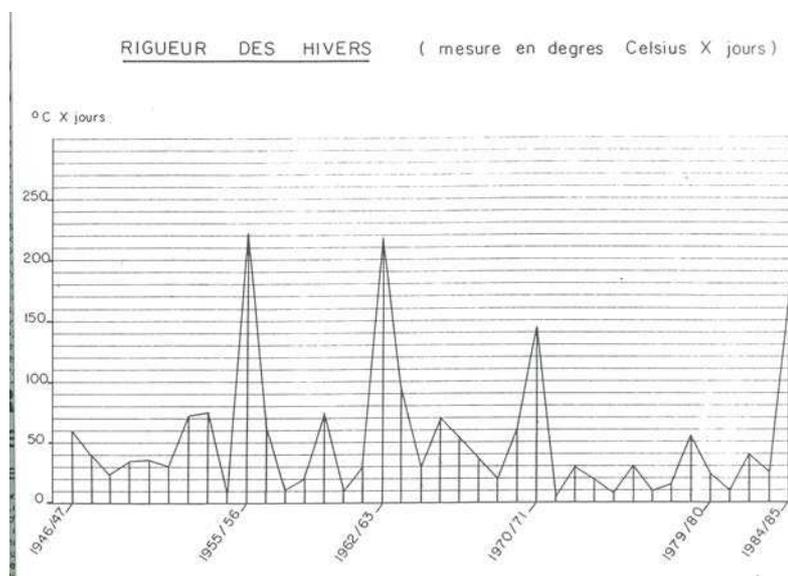


Illustration 5: Rigueurs des hivers sur la période 1946- 1985.

Source Rapport d'étude Jacquemont. 1985

Le fait est, qu'en entravant le transport de marchandises sur les principaux axes routiers importants, les restrictions de circulation appliquées du 20 au 30 janvier 1985 génèrent une véritable situation de crise. Ces mesures perturbent les approvisionnements des entreprises et des surfaces commerciales. Elles provoquent la perte de produits alimentaires périssables ou réfrigérés. Pour résoudre les cas les plus critiques et répondre à l'incompréhension des transporteurs, une cellule de crise se met en place sous la double autorité du Préfet et du Président du Conseil Général. Bénéficiant de l'expertise de la DDE, cette cellule délivre des dérogations au cas par cas, à titre permanent : ramassage de lait, alimentation d'usines à feu continue... ou à titre exceptionnel pour les transports plus courants. Pour des raisons pratiques, la puissance publique limite le poids total autorisé en charge (PTAC) alors qu'elle devrait réglementer les charges à l'essieu, en tenant compte de la silhouette du véhicule. L'objectif atteignable est de limiter le trafic poids lourds sans qu'il soit possible de l'interdire totalement, mais l'on sait que la circulation d'un seul d'entre eux peut dégrader une route. Les 1260 demandes de dérogation recensées après-coup, déposées par 600 entreprises différentes, expriment la dépendance des activités économiques au transport routier [Jacquemont, 1985]. Pour autant, une certaine résilience a pu voir le jour prenant différentes formes : des entreprises ont opéré

un report du fret transporté sur des véhicules disponibles de faible tonnage, d'autres ont ajourné temporairement certains transports non urgents, les autorités ont organisé des convois de poids lourds circulant dans l'axe des chaussées... Autre indicateur de la forte dépendance de l'activité économique à la route, la maîtrise des transporteurs par l'autorité publique est d'autant plus difficile à obtenir que les restrictions de circulation se prolongent dans le temps. Les ajustements réalisés par les uns et par les autres trouvent leurs limites. Les enjeux financiers se déplacent alors du patrimoine routier vers l'activité économique elle-même.

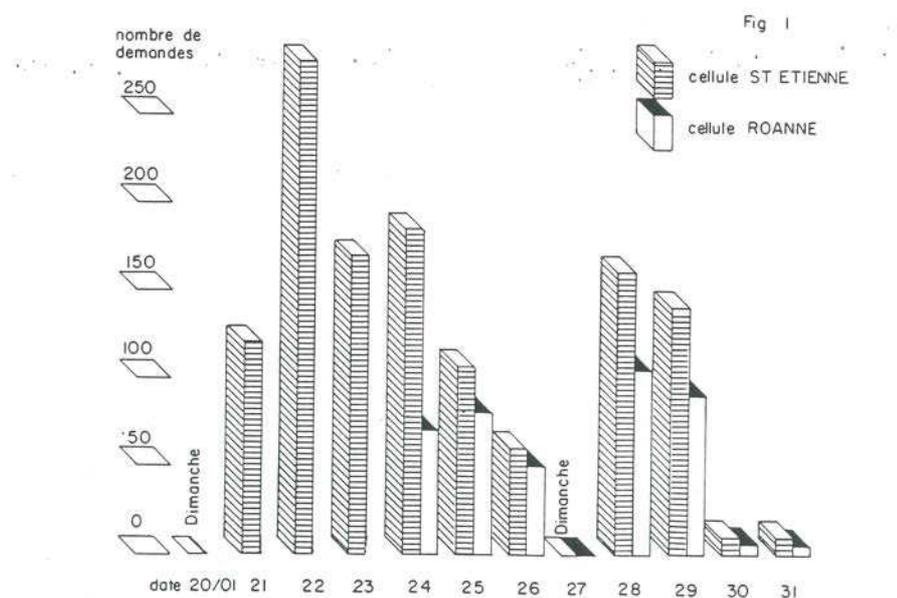


Illustration 6: Barrières de dégel. Fluctuations des demandes de dérogation.

Source rapport d'étude DDE, Jacquemont 1985.

Le phénomène physique, de perte de portance du sol support de chaussée, fragilise une partie des 3500 kms de routes nationales et départementales. L'enjeu financier correspondant peut être évalué à partir de la connaissance du réseau et d'un coût moyen de réparation d'une chaussée établi alors à 2 millions de francs/km [Jacquemont, 1985]. La mise en place de restrictions à la circulation, pour protéger les finances publiques, pèse de façon plus diffuse sur les entreprises de transport, sur la production et la commercialisation des produits, sans que l'on ait pu évaluer ce coût induit.

La crise est riche d'enseignements. Elle met en évidence, à l'échelle du territoire départemental, que le transport routier participe d'un aléa liquéfaction. Sa connaissance était auparavant confinée au petit monde de la profession des techniciens routiers.

Cet aléa peut être qualifié de faible, moyen ou fort, selon différents facteurs : la nature et l'intensité du trafic poids lourds, la structure de chaussée, la nature du sol de fondations et son hygrométrie. La crise révèle également la place du réseau routier dans l'économie territoriale. Elle apprend aussi sur la capacité de résilience des entreprises confrontées aux restrictions de circulation. En relation avec cette capacité, elle permet de mesurer l'acceptabilité de mesures de restriction à la circulation. Elle montre qu'une expertise publique est en situation de mobiliser rapidement la connaissance utile : structures de chaussées, silhouettes des poids lourds, réalisation de mesures in situ (déflectographe et profondeurs de gel), interprétation des évolutions météorologiques. Pendant la crise, cette expertise permet au Préfet et au Président du Conseil Général de prendre ensemble les décisions qu'ils jugent les mieux adaptées pour accompagner ici un processus potentiellement dommageable qui ne pouvait être stoppé avant d'aller à son terme.

1.2.c Il manque un cadre d'analyse des interactions entre entités en présence

La politique routière proposée appréhende le réseau routier départemental comme une composante à part entière du département de la Loire, considéré comme espace urbanisé. Dépassant les analyses établies annuellement par sous-domaines techniques : renforcement des chaussées, sécurité routière, entretien, viabilité hivernale, en justification des demandes de crédits, le Livre Blanc préconise une gestion stratégique de ce réseau [Aubert et Roux-Dufort, 2004], tenant compte de ses interactions avec les dynamiques résidentielles et économiques de l'espace départemental. Les différents scénarios d'évolutions établis sont traduits en niveaux de services offerts à l'utilisateur. Bien qu'elle soit entachée de l'incertitude inhérente à la transcription d'une réalité complexe, l'approche globale de la DDE montre tout à la fois les possibilités de réduire les faiblesses du réseau routier - à condition de recourir à un référentiel partagé de connaissances et d'actions - et malgré tout l'impossibilité de les supprimer totalement. Ici, les routes ont été appréhendées au travers d'une classification technique en quatre catégories, sans que l'on sache si ce classement formel n'occulte des particularités territoriales qui auraient mérité d'être prises en compte. Il n'a pas été effectué d'analyse ciblée sur la place du transport dans l'espace urbanisé, tandis que les acteurs économiques, tels que la Chambre de Commerce et d'Industrie, n'ont pas été interrogés. Le processus de gestion associé à la crise a apporté des informations sur les problématiques liées à l'espace urbanisé en relation avec le réseau routier. Ces informations auraient mérité d'être davantage exploitées dans leur dimension didactique vis-à-vis des différentes perturbations qui peuvent affecter l'espace urbanisé.

L'analyse technique milite en faveur d'un cadre d'analyse spatiale reliant les entités entre elles : les acteurs du réseau routier, ceux du développement urbain et les acteurs économiques. Un tel cadre d'analyse aurait pu permettre d'anticiper davantage le processus dommageable qui s'est développé lors de l'hiver 1985. Ce cadre, celui du *territoire-étagé*, n'est pas à concevoir à l'échelle du département dans son ensemble, mais à celle de secteurs plus restreints géographiquement. Tout à la fois représentatif de la réalité complexe de l'espace urbanisé et propice à une analyse spatiale, il mettrait en évidence de façon pédagogique les perturbations possibles comme l'intérêt d'une évolution coordonnée des modes de gestion. Les institutions les plus concernées sont ici le Conseil Général de la Loire, maître d'ouvrage routier, les représentants des communes en charge de l'urbanisme, les acteurs économiques et les techniciens en charge des routes.

1.3 Mises en chantier des projets techniques et effets inattendus

La réalisation d'un ouvrage technique peut conduire au développement d'un processus de dommages. Cette réalisation est en effet obtenue par une succession d'états intermédiaires dont on ne peut maîtriser avec certitude les nombreux paramètres, dont certains sont attachés à l'espace urbanisé lui-même. Aussi, malgré l'attention portée à l'étude du projet, le temps consacré à la préparation des travaux et la mise en place de démarches qualité, des imprévus peuvent surgir dans les différents stades d'avancement d'un chantier. Des effets dommageables peuvent prendre la forme de perturbations du fonctionnement de l'espace urbanisé, de surcoûts dans la réalisation des travaux, de retards dans la mise en service attendue des ouvrages. Pour analyser ces questions, nous considérons le cas de deux chantiers routiers en relation avec la vallée de la Valserine.

1.3.a Crises routières et vulnérabilité de la vallée de la Valserine

Nous avons situé la vallée de la Valserine et la route d'accès à Mijoux dans son cadre géographique en planche 2 ci-après. Accessible depuis la RD 1005 (ex-RN5), cette vallée relie, dans l'Ain, les deux communes de Mijoux et de Lélex. La rivière délimite les régions de Franche-Comté et de Rhône-Alpes et les départements du Jura et de l'Ain. Du fait de la dynamique touristique produite par la proximité du Pays de Gex (Ain) et celle de Genève, la vallée présente la configuration d'un espace urbanisé. En hiver, l'attractivité est celle des stations de ski et des champs de neige, en été, elle est moindre mais malgré tout celle d'un cadre de verdure de qualité offert aux citadins. Les autres projets économiques qui peuvent y voir le jour, sont peu nombreux.

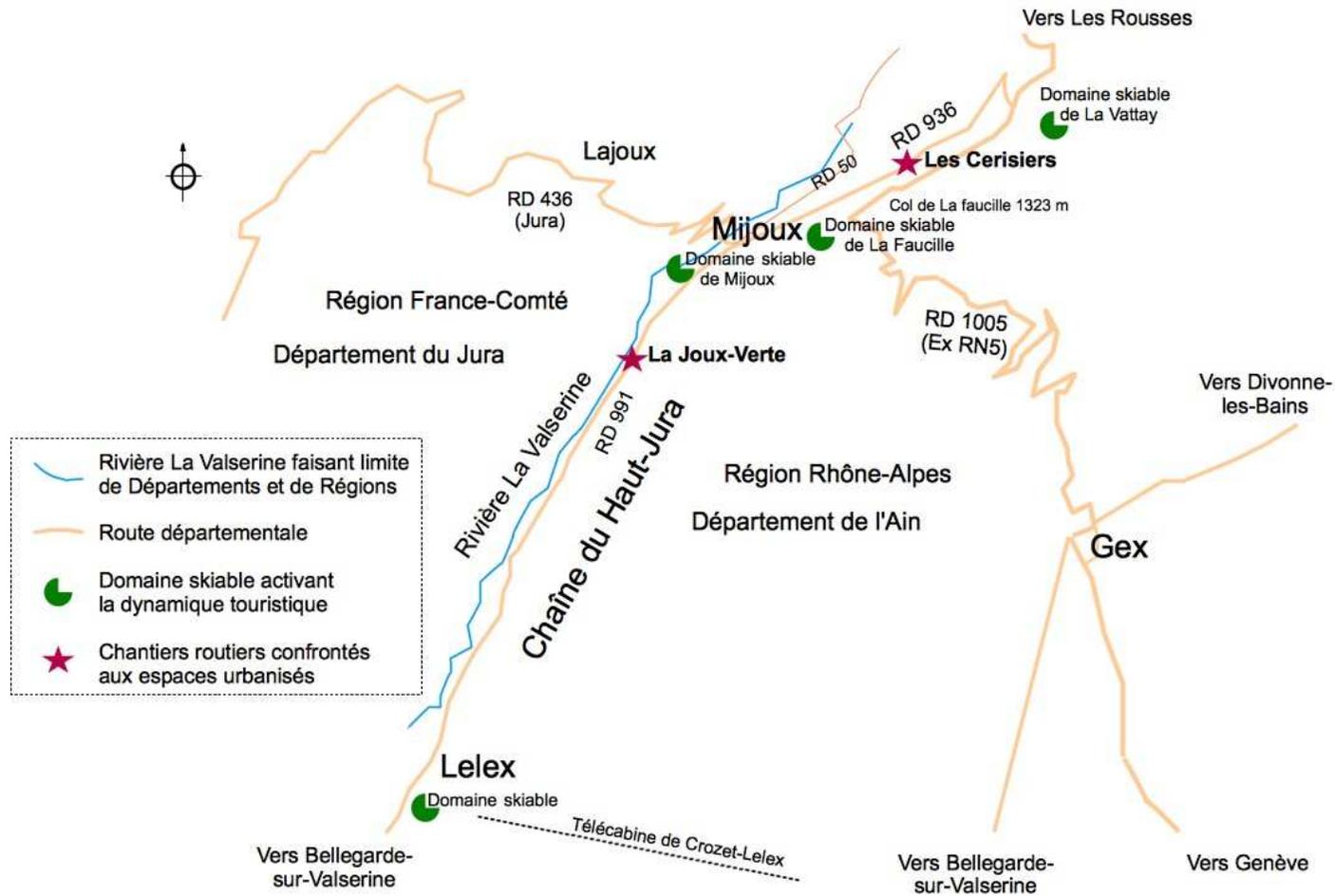


Planche. 2: Situation des deux chantiers de la Joux-Verte et des Cerisiers dans le haut Jura gessien.

Celui d'une usine d'embouteillage d'eau de source est resté sans suite. Ce projet interroge la fiabilité de la desserte routière de la vallée comme espace urbanisé.

Les deux événements dommageables retranscrits ci-après, relatifs à des chantiers routiers, mettent en évidence le fonctionnement d'une vallée fragilisée par la dynamique d'urbanisation sollicitant des routes aux caractéristiques insuffisantes, exposées à des désordres potentiels. Comme le montre la planche 2, la petite agglomération de Mijoux (département de l'Ain) constitue le point d'entrée nord de la vallée. Sa desserte est assurée par la route départementale 936 (RD 936), assurant alors la jonction avec la RD 1005 (ex-RN5). Située en contrebas de la RD 936, la RD 50 est dédiée à la desserte des pâturages, des espaces boisés et d'un terrain de golf. L'accès par la commune de Lajoux est de qualité insuffisante pour supporter une circulation lourde, son aménagement n'étant pas une priorité du département du Jura. Les deux communes de Mijoux et de Lélex sont reliées par la route départementale 991.

Les travaux des Cerisiers (RD936) interpellent différentes échelles d'analyse et d'action

La RD 936, maillon routier reliant Mijoux et la vallée de la Valserine à la RD 1005 est sensible aux instabilités de terrains. Ces instabilités sont favorisées par la circulation des véhicules lourds - cars par exemple. Lorsqu'une section de route s'affaisse légèrement, la gestion ordinaire consiste à recharger en enrobé, ce qui accentue le poids de la chaussée et active l'aléa, à l'encontre de l'effet recherché. Pour empêcher ou ralentir ce processus, la subdivision réalise cependant ponctuellement des structures légères de chaussées. Elle recourt par exemple à l'emploi de polystyrène expansé.

Au lieu dit *Les Cerisiers* (cf planche 3), l'instabilité du terrain est manifeste. L'état de la végétation révèle d'anciens glissements. Une cabane de cantonnier perchée sur le talus amont matérialise la surveillance qui y était faite des désordres et de leurs évolutions. A cet endroit sensible, la route est déjà soutenue par un mur en gabions. Cette technique permet d'absorber des déformations du terrain. La crise survient lors de travaux de confortement routier. A la suite de nouveaux désordres, des travaux confortatifs ont été programmés pour une mise en œuvre avant l'hiver. La technique prescrite par le bureau en géotechnique est celle du cloutage, consistant à ancrer des barres métalliques par injection dans le terrain situé sous la chaussée pour rigidifier l'ensemble. Originnaire d'une région de plaine, l'entreprise retenue pour les travaux à l'issue de l'appel d'offres engage le chantier à l'automne, trop tardivement dans la saison pour un chantier en montagne. Son matériel de forage se révèle à l'usage inadapté à la présence de gabions.

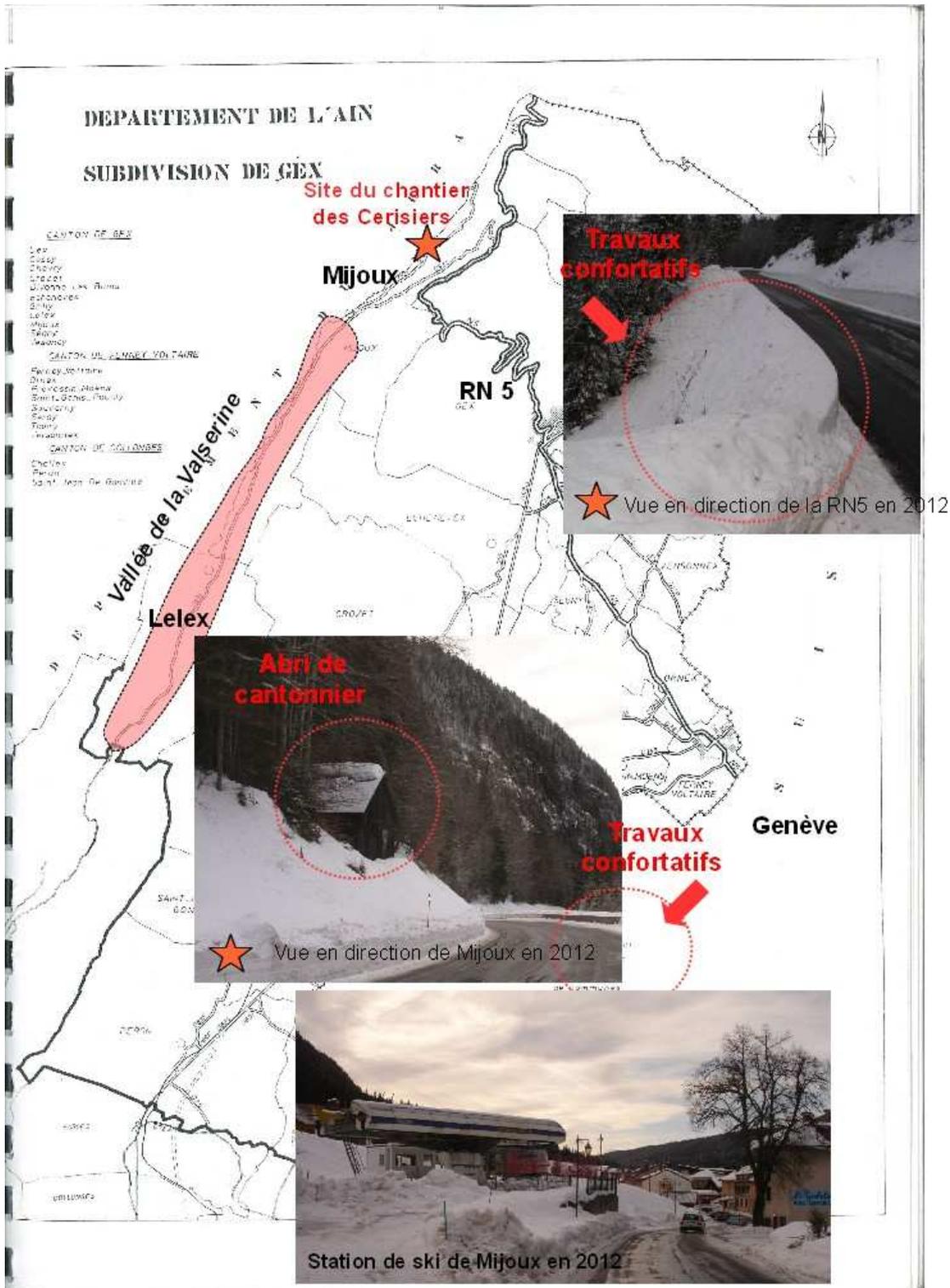


Planche 3: Le chantier des Cerisiers sur la RD 991 entre la RN5 et Mijoux.

Le délai pour se procurer les tubes nécessaires au guidage des barres retarde le démarrage effectif des travaux. Les forages peuvent enfin être effectués début novembre. Ils provoquent alors de façon imprévue une fissure dans l'axe de la route faisant craindre sa rupture. Le bureau d'études en géotechnique prescrit d'allonger les tiges pour dépasser la surface de glissement. Ces travaux réalisés, le chantier doit être interrompu pour la durée de l'hiver, compte-tenu de conditions climatiques devenues défavorables.

Différents enseignements peuvent être tirés du processus qui s'est développé. Nous proposons de dépasser, sans l'occulter, l'analyse de non-qualités portant sur le choix de l'entreprise, le dimensionnement de la technique utilisée voire de son choix. Cette analyse, faite après-coup, tendrait à conclure que la réalisation du projet pouvait être maîtrisée sous ses différents aspects. Elle ferait abstraction de sa réalité complexe.

L'incident révèle ici le risque généré par la dépendance de Mijoux et de la vallée de la Valserine, d'une route instable appelant des interventions, pouvant elles-mêmes participer de cette instabilité. Pour le subdivisionnaire qui dispose d'un marché de travaux signé, une forte incertitude pèse sur l'alternative qui lui est posée entre, d'un côté différer l'intervention après la saison hivernale, alors qu'il dispose des moyens d'intervenir sans attendre, ou de l'autre les exécuter dans le court laps de temps disponible avant l'hiver pour espérer sécuriser au plus tôt l'itinéraire à cet endroit, au risque d'en accroître l'instabilité. Dans le déroulement de l'opération, aucun dispositif ne permet de gérer cette incertitude en relation avec l'espace urbanisé.

Le glissement de La Joux Verte (RD991) confirme la vulnérabilité de la vallée

Dans la vallée de la Valserine, la crise survient par l'affaissement, d'une section de la RD 991 reliant Mijoux à Lélex, au lieu-dit *La Joux Verte*. Cette section de route, dont l'aménagement se terminait, se trouve située sur un itinéraire présentant des instabilités (formations géologiques propices au glissement). Les travaux consistaient en la rectification d'un virage et en l'élargissement de la plateforme support de chaussée. Un dimanche soir de novembre des pluies intenses provoquent une mise en charge hydraulique des sols au droit du chantier. Le glissement de terrain associé à l'affaissement routier peut menacer une maison d'habitation située en contrebas, à proximité de la rivière. L'analyse de la situation conduit le Sous-Préfet de Gex à conseiller, par précaution, aux occupants de quitter temporairement leur maison.

.../...

Effectuée le lendemain, l'expertise géotechnique met en évidence la co-évolution de facteurs, structurels ou conjoncturels, ayant entraîné la rupture du terrain : existence d'un cercle de glissement profond non perceptible en surface, qualité drainante insuffisante des matériaux placés en talus lors des travaux, survenue de l'événement hydrologique alors que la chaussée n'était pas encore imperméabilisée par un revêtement hydrocarboné.

Le projet technique destiné à améliorer les caractéristiques géométriques de la route relevait en effet d'une étude ancienne, menée en une seule fois sur l'ensemble du tracé. La technique utilisée de reconnaissance géotechnique par sondages à la pelle mécanique, était trop superficielle pour repérer la surface de glissement. Les matériaux de chantier provenaient d'un stock constitué lors d'un chantier précédent, dont la qualité avait été altérée par son exposition prolongée au lessivage par les pluies. Au moment des précipitations, le revêtement en enrobé n'étant pas encore réalisé, les eaux de ruissellement ont pu s'infiltrer dans le corps même de la chaussée. L'ensemble de ces facteurs, inhérents tant à la conception du projet qu'à sa mise en œuvre, ont provoqué une mise en charge hydraulique des terrains lors des précipitations intenses.

L'effondrement de la route départementale 991 révèle la vulnérabilité de la vallée. Il va bien au delà d'une gêne ponctuelle aux usagers et aux riverains. L'événement interrompt en effet la liaison Mijoux-Lélex à l'approche de la saison hivernale, tandis que les conditions météorologiques vont entraver la réalisation des travaux confortatifs nécessaires. Le processus dommageable a donc des prolongements dans la durée. Pour éviter un détour d'environ 60 kms, les habitants de la vallée ont fait preuve de résilience en trouvant le substitut de stationner des véhicules de part et d'autre de la zone de glissement.

Les deux crises des *Cerisiers* et de *La Joux Verte* ont rendu le subdivisionnaire tout à la fois décideur et expert [Got, 2005]. Elles l'ont invité à trouver rapidement des solutions dont la mise en œuvre ne pouvait attendre. Lorsque les travaux ont été terminés, aucune procédure de retour d'expérience n'a permis de tirer des enseignements de ce qui s'était passé, comme des effets positifs ou négatifs, qui avaient pu en découler. Pour la RD 936, si l'apparition de la fissure sur l'axe de la route s'est avérée un facteur aggravant d'une crise latente du seul fait des difficultés de démarrage des travaux, elle permit aussi d'adapter au bon moment le projet de renforcement et peut-être d'éviter, à moyen terme, la rupture brutale et conséquente d'une section de route et du terrain associé, solidarisés par des tirants. De la même façon, l'effondrement de la RD 991 a conduit, par la force des choses, à tenir compte de la présence d'un cercle de glissement qui n'avait pas été détecté.

.../...

En fait, ces deux crises sont à rapporter au réseau routier, considéré comme composante de l'espace urbanisé de la vallée de la Valserine. Les entités associées comprennent, dans ce secteur, les réseaux routiers relevant des Conseils Généraux du Jura (RD 436) et de l'Ain (RD 991, RD 50 et RD 936). Le réseau départemental de l'Ain est géré par la subdivision de Gex et par les services départementaux situés à Bourg-en-Bresse.

Plus l'activité économique de la vallée se développe, plus la composante routière est sollicitée et mise en jeu dans son fragile équilibre. Les travaux de confortement routier sont eux-mêmes producteurs de risques, dès lors qu'ils ne peuvent être pleinement maîtrisés dans leur conditions de conception et d'exécution, qu'ils modifient localement les conditions d'équilibre des sols et qu'ils favorisent, une fois réalisés, le trafic routier. Ils peuvent participer du développement de processus dommageables au sein de l'espace urbanisé. Or, à ce titre, la gestion des projets tient peu compte des imprévus pouvant affecter tout à la fois le déroulement d'une opération et le fonctionnement de l'espace urbanisé. La crise s'est vécue ici à l'échelle du chantier, sans que des dispositifs de régulation aient pu être mobilisés à d'autres échelles. Dans le cas des Cerisiers, les acteurs participant à distance à la réalisation du projet et les parties prenantes de la vallée n'ont pas eu à prendre conscience des risques encourus, qu'un processus dommageable se déploie auquel ils auraient été pourtant partie prenante. Dans le cas de la Joux Verte, un tel processus est allé à son terme, créant la surprise pour des acteurs soudainement confrontés à l'inattendu.

Dès lors que dispositifs de gestion, projets techniques et espace urbanisé interagissent, il manque bien ici un cadre d'analyse, que nous avons dénommé *territoire-étagé*, qui permette aux différents acteurs d'appréhender ensemble les éléments concourant à la vulnérabilité de la vallée, à partir d'une analyse spatiale partagée. Celle-ci justifierait ensuite une action concertée, prenant en compte les perturbations possibles de différentes natures y compris l'éventualité d'une coupure de la route de desserte de la vallée pendant la saison hivernale.

1.3.b L'abondance de moyens techniques n'évite pas les imprévus

Si les dispositions prises dans la conception du projet et la préparation des travaux sont essentielles pour la bonne réalisation d'un ouvrage, il nous appartient cependant d'établir que celles-ci ne peuvent éviter l'imprévu. La crise survenue lors de l'exécution des chaussées en béton du contournement routier de Moulins (département de l'Allier) montre la part d'impondérable dans la réalisation d'une opération pourtant très bien préparée.

Ce chantier important (14 kms de 2x2 voies) répond aux caractéristiques rigoureuses d'une Grande Liaison d'Aménagement du Territoire (GLAT). La chaussée, édifiée sur une couche de forme parfaitement réglée, est appelée à être constituée d'une première couche dite en béton maigre représentant 37 000 m³ de béton, puis d'une seconde couche en béton armé continu, soit 38 000 m³ de béton et 2 300 tonnes d'acier, assurant la fonction de couche de roulement (cf illustration 7).

Les différents stocks de granulats, répondant à des spécifications très précises, ont été approvisionnés par l'administration sur une aire attenante à la plateforme routière, mise à disposition des entreprises pour l'installation de leur centrale à béton. Le rythme de production et de mise en œuvre du béton, par machine à coffrages glissants, s'établit à 1000 mètres linéaires/jour. Les tests normalisés effectués sur la centrale de production du béton, installée par le groupement d'entreprises adjudicataire des travaux, ont été concluants. Les valeurs de résistances des éprouvettes-test de béton sont satisfaisantes et permettent d'autoriser le démarrage des travaux. Les plans qualité sont établis.

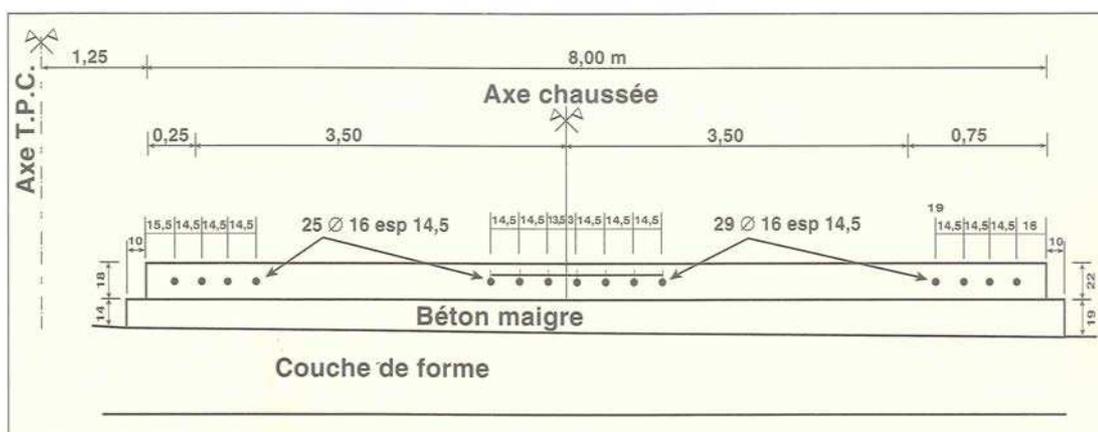


Illustration 7: Profil en travers type de la chaussée en béton du contournement de Moulins.

Source plaquette Contournement de Moulins, DDE de l'Allier, 1994.

Les travaux débutent. Les premières informations sur la qualité du béton maigre mis en place sont disponibles à sept jours... soit après la réalisation de sept mille mètres linéaires de corps de chaussée. Les résultats fournis par les laboratoires montrent alors une résistance anormalement inférieure à la valeur fixée. Cette non-conformité provoque une crise interne au chantier puisqu'elle signifie un arrêt immédiat des travaux, c'est-à-dire l'immobilisation des personnels et des matériels engagés, et la mise en cause des premières sections de béton réalisées. Elle met ainsi doublement en jeu l'économie du chantier.

La décision peut être prise, après avis des experts du Services d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), de maintenir le bénéfice des travaux déjà réalisés au prix d'un sur-dimensionnement de la couche supérieure en béton armée. Les effets du dysfonctionnement de la centrale nécessitent d'être compensés au moyen de différentes adaptations du projet initial : augmentation des quantités de béton en tenant compte des incidences sur les stocks de granulat, augmentation corrélative du diamètre des aciers induisant une modification de leur répartition dans le profil en travers, nouveau dessin de la chaussée en profil en long comme en axe, pour assurer le respect des gabarits sous passages supérieurs, adaptation de la géométrie des dispositifs d'assainissement superficiels. Basé en Belgique, le fournisseur des aciers doit changer sa production. Ces répercussions montrent l'interdépendance des différents éléments du projet. Les effets financiers et administratifs éprouvent la solidité du cadre juridique définissant les responsabilités contractuelles de chaque partie prenante. C'est cependant parce que des possibilités d'adaptation ont pu être mobilisées que la perturbation a pu être absorbée en limitant les dommages.

Ici, la perturbation n'affecte pas l'espace urbanisé dans son ensemble, le chantier étant une entité autonome au sein de celui-ci. En effet, l'infrastructure n'est pas en circulation lors des travaux. Par ailleurs, la crise n'affecte ni la qualité attendue de la route, ni sa date de mise en service. Le processus dommageable qui s'est développé a mis en jeu différentes temporalités. Il montre que l'imprévu peut surgir au sein d'une entité dotée d'un référentiel de connaissances et d'actions. Pour réaliser son ouvrage, l'ingénieur dispose cependant d'outils lui permettant de gérer le prévu et l'imprévu, par exemple par la notification d'ordres de services aux entreprises. Celles-ci doivent obtempérer tout en gardant la possibilité d'établir ultérieurement un mémoire en réclamation. Ici, malgré le strict respect des procédures et des normes en vigueur, l'ingénieur n'a pu éviter le dysfonctionnement de la centrale à béton, mais il a été en mesure d'en limiter les effets dommageables en mobilisant des capacités de résilience insoupçonnées du chantier. Il y est parvenu en recourant à l'expertise et en utilisant les possibilités offertes par le dispositif de gestion que constitue le cadre contractuel du chantier.

L'expérience de l'Allier montre que, dans un cadre d'action bien structuré, les conditions sont établies pour mener une action collective. Ici, les acteurs ont trouvé intérêt à coopérer pour reconstruire un projet sur un temps extrêmement court, par la mobilisation de marges de manœuvre et la mise au point de solutions intégrant des contingences nouvelles. Les apprentissages des vallées de l'Ardèche et de l'Huisne montrent, à l'inverse, les difficultés de fédérer des acteurs intervenant au sein de l'espace urbanisé.

1.4 L'action collective peine à rapprocher les référentiels

En traitant des cas du département de la Loire et de la vallée de la Valserine, nous avons mis en évidence les processus dommageables qui peuvent se développer au sein des espaces urbanisés, en relation avec les systèmes techniques. Si la gestion de ces systèmes nécessite toujours d'être améliorée, la limitation des perturbations produites invite aussi à reconsidérer les modes d'action à l'échelle de l'espace urbanisé lui-même. Pratiquées pour répondre à ce besoin, les approches globales posent cependant la question de l'articulation des référentiels de connaissances et d'actions propres à chaque entité en présence. Pour analyser cette question, nous traiterons de la vallée de l'Ardèche et de celle de l'Huisne.

1.4.a L'ingénierie mise à contribution pour rétablir des équilibres perturbés

Dans le département de l'Ardèche, *l'approche globale* considérée au travers du contrat de rivière *Ardèche Claire*, traduit la réalité de la vallée de l'Ardèche comme espace urbanisé. Cette approche vise à améliorer la qualité de l'eau de la rivière (sous-dossier "a") et à en équilibrer les usages pour réduire les fragilités d'un milieu naturel fortement anthropique (sous-dossier "b"). Elle fédère l'État (Ministère de l'Environnement), le Conseil Général, le Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Ardèche (SIVA), les communes de la vallée sur un projet d'ensemble répondant à ces objectifs. Les finalités de ce projet sont multiples : mise en place d'une gestion équilibrée de l'eau en contrepartie d'un soutien d'étiage obtenu par transfert d'eau du bassin de la Loire²⁴, meilleure répartition de l'activité touristique sur l'ensemble de la vallée, alors qu'elle est concentrée de façon excessive dans les Gorges de l'Ardèche dont la protection du patrimoine naturel vient d'intervenir par décret du 14 janvier 1980 instituant la réserve naturelle.

Le sous-dossier "b" que nous avons porté (1983/1986), met l'aménagement à contribution pour préserver les qualités environnementales de la vallée de l'Ardèche, en permettant son développement économique. Sous maîtrise d'ouvrage du SIVA, il couvre la vallée de l'Ardèche et ses affluents, la Baume et le Chassezac, à l'exception des Gorges de l'Ardèche, considérée comme composante assurant une fonction particulière (cf illustration 8). Le projet traite de la protection contre les crues, de l'utilisation et de la gestion de la rivière, de la préservation du patrimoine paysager, de la maîtrise de l'espace, du développement touristique, de la réalisation d'équipements sportifs et de loisirs.

²⁴ La construction par le département de l'Ardèche d'un barrage de soutien d'étiage, le barrage de Pont-de-Veyrières, mobilise au profit du bassin Méditerranée une ressource prélevée sur le bassin de la Loire.

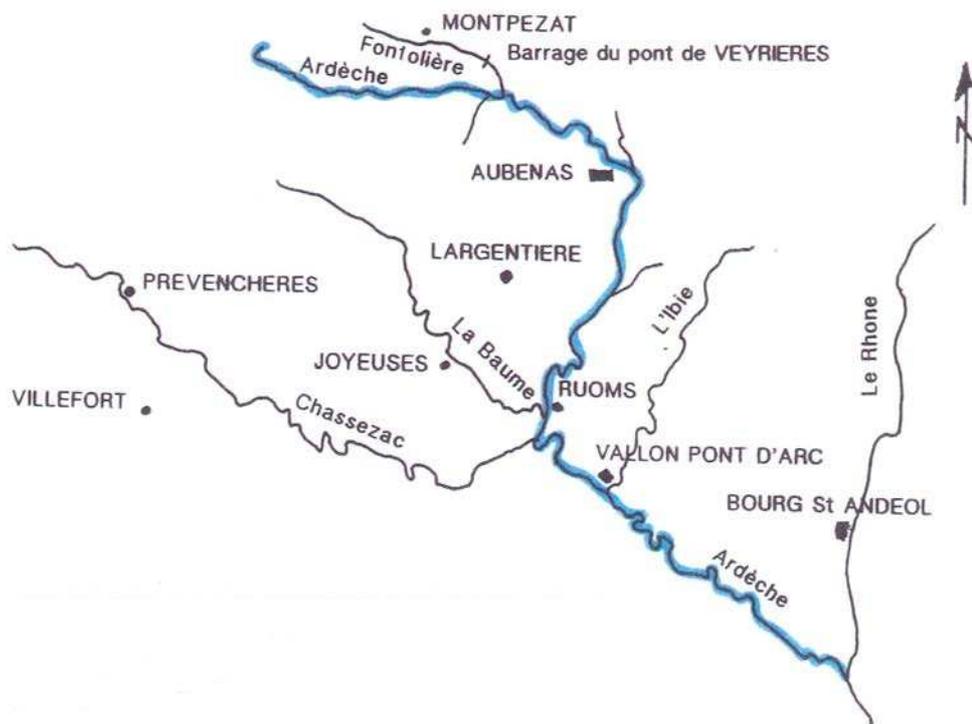


Illustration 8: La vallée de l'Ardèche.

Source Bilan Ardèche Claire. DDE de l'Ardèche. 1986

La prise en compte du risque inondation ne ressort qu'au travers de la réalisation de protections de berges. Se produisant habituellement à l'automne, au moment où la fréquentation touristique est faible, les crues pèsent encore peu sur le développement de la vallée. Nous engageons cependant, de façon distincte, un projet de modernisation de l'annonce des crues des rivières ardéchoises et une couverture photogrammétrique des zones inondables, permettant de mieux appréhender ce risque, notamment sous l'angle des occupations saisonnières, comme celles des terrains de camping. Une telle démarche, menée distinctement sous maîtrise d'ouvrage de l'État, précède une réflexion sur la vulnérabilité à l'inondation qui ne sera conduite qu'ultérieurement.

L'action d'aménagement de la vallée de l'Ardèche, sous la forme d'un contrat de rivière incluant la réalisation d'un barrage de soutien d'étiage, la mise aux normes des dispositifs de traitement des eaux résiduaires urbaines et des aménagements plus qualitatifs du lit et des berges, montre comment un espace dit naturel est en fait un espace urbanisé. En effet, si la vallée est centrée sur la rivière, les représentations qu'elle véhicule en terme de nature sauvage, de loisirs liés à l'eau et de beauté paysagère, la placent en fait sous l'influence de populations urbaines venant y chercher ces aménités [Duval in Beccera et Peltier, 2009].

Si la dynamique d'urbanisation favorise un développement économique profitable aux communes riveraines, elle est aussi source d'effets non désirés. Les aménagements pré-existants peuvent ne pas répondre aux attentes des estivants. De plus, la fréquentation de la vallée peut rompre les équilibres hydrologiques et biologiques du milieu aquatique. La détérioration de la qualité des eaux peut même rendre ce milieu impropre à la baignade et compromettre alors l'activité touristique. Pour éviter un tel processus et ses développements dommageables, les acteurs en présence localement ont décidé d'une mesure structurelle forte : la construction d'un barrage de soutien d'étiage dérivant l'eau depuis le bassin de la Loire. Sa réalisation appelle cependant des mesures de gestion du milieu, destinées à préserver dans la durée le bénéfice apportée par l'infrastructure.

Le projet d'ensemble - la création du barrage et les mesures d'accompagnement - agit en retour sur le processus d'urbanisation. La préservation du milieu aquatique opère comme un catalyseur du développement local qui peut à nouveau, menacer l'équilibre de la rivière. L'altération du milieu aquatique ne peut en effet être totalement évitée, sauf à supprimer la fréquentation touristique elle-même. L'objectif de l'opération *Ardèche Claire* est bien alors de trouver un nouvel équilibre de fonctionnement d'une vallée, considérée dans sa réalité d'espace urbanisé. Cet objectif se heurte cependant à des raisonnements sectoriels défendus, parfois sans concession, à l'échelle de chaque opération individualisée.

Établi à l'origine par le cabinet CEDRAT, le projet a obtenu l'adhésion des acteurs sur des principes généraux se voulant partagés à l'échelle de la vallée. La mise en œuvre de ceux-ci est cependant rendue difficile, du fait de la multiplicité et de l'intensité des liens entretenus entre l'homme et la rivière. De plus, comme pour les chantiers de Mijoux, des analyses plus approfondies ont pu manquer pour fiabiliser la définition des opérations individuelles. La réalisation d'un aménagement dans un milieu écologiquement sensible, exposé aux crues, se révèle plus complexe que prévu, tandis que les effets réels pour la vallée sont difficiles à prévoir dans le contexte de son urbanisation. Vouloir agir sur un aspect a des incidences sur d'autres aspects, qui n'ont pas été nécessairement envisagés. La faisabilité technique et financière des actions prévues, leur bien-fondé au regard des différents acteurs, doivent de ce fait être examinés au cas par cas pour déceler les effets induits à différentes échelles.

Chaque action est en particulier subordonnée à l'engagement de la - ou des - communes concernées, puis à discussion avec les associations de protection de la nature, avec le syndicat, enfin à l'accord des riverains de la rivière, tant sur la pertinence des aménagements que sur les modalités mêmes de leur réalisation : nature des interventions,

période d'exécution... Les liens peuvent se distendre entre un projet global idéalisé et des opérations individualisées pouvant se révéler incertaines quant à leurs effets. Celles-ci sont parfois confrontées à des questions de faisabilité. Elles sont débattues sur le terrain, sans que des échelles intermédiaires pourtant identifiées par l'étude générale, ne soient mobilisées pour un appui pratique à la démarche.

La différence d'échelle est grande entre le projet global - inévitablement théorique - et les projets individualisés, nécessairement pratiques. Elle est trop importante pour que le premier suffise toujours à insuffler aux seconds l'équilibre à trouver localement entre des intérêts manifestement contradictoires. Même si le projet global fixe un cadre d'ensemble à la démarche, à l'image du logo *Ardèche Claire* apposé aux entrées d'agglomérations pour signifier l'unité de la vallée, des conflits apparaissent ici ou là. Les préoccupations de chacun restent sectorielles : préservation de la faune et de la flore pour les uns, protection contre les crues pour d'autres, aménagement touristique pour d'autres encore.

C'est pourtant dans un méandre, comme la boucle de Sauzon, ou au droit d'une ripisylve comme à Aubenas, que les vrais enjeux se disent et trouvent à être discutés au plus proche du terrain, mais sans trouver un écho au delà du cercle restreint des praticiens présents. Ces vives discussions traduisent en effet les interactions produites entre des actions touchant à la rivière, à sa domanialité et à la préservation du milieu aquatique, et celles relevant de son aménagement du fait de la dynamique d'urbanisation. De ces interactions peuvent naître des situations conflictuelles, chaque partie prenante raisonnant par rapport à son propre référentiel de connaissances et d'actions. Les deux échelles de la programmation d'ensemble et de la gestion individualisée des opérations sont nécessaires. Il manque un outil pour les relier, au delà des nécessités de gestion administrative et financière, et pour agir de façon plus stratégique sur l'évolution de la vallée dans sa configuration d'espace urbanisé. Il manque un cadre d'analyse spatiale qui tout à la fois clarifierait les dynamiques en présence et faciliterait, par l'action collective, la mobilisation à bon escient des marges de manœuvre possibles.

.../...

1.4.b La difficile articulation des échelles d'intervention

La même distanciation des échelles de réflexion et d'action est observée pour la réduction de la vulnérabilité aux inondations de la vallée de l'Huisne. En charge du service de l'urbanisme et de l'Environnement à la DDE d'Eure-et-Loir, nous sommes concerné par les inondations de la rivière Huisne, affluent de la Sarthe, elle-même affluent de la Maine.

A l'exutoire du bassin amont de l'Huisne, la ville de Nogent-Le-Rotrou a été durement affectée en 1995 par les débordements de la rivière, dont la crue à cet endroit a été estimée de fréquence de retour 80 ans. Ces débordements mettent en émoi la population puisqu'ils font suite à une crue dommageable déjà intervenue en 1993. La réalité du risque inondation ne doit pas être niée, affirme le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin de la Loire (SDAGE), approuvé le 26 juillet 1996²⁵.

Malgré tout, la réalisation d'une étude dite 3P « Prévention, Protection, Prévision », est décidée par la DIREN de Bassin sur le Maine et ses affluents. Cette étude vise à relier des champs d'intervention habituellement distincts, dans une démarche d'ensemble concourant à la réduction des inondations. Réalisée par le cabinet BRL Ingénierie à l'échelle du bassin de la Maine, l'étude a préconisé la réalisation de treize retenues sur le bassin amont de l'Huisne pour obtenir des effets de protection, tant sur l'Huisne elle-même qu'en aval sur la rivière Sarthe. Cependant, comme dans le cas du contrat de rivière Ardèche Claire, le niveau d'étude est trop sommaire pour éclairer la faisabilité des aménagements proposés. De plus, si l'annonce des crues est modernisée pour être intégrée au réseau CRISTAL (bassin de la Loire), elle est pertinente à l'échelle de ce vaste réseau et bénéficie peu à la partie amont du bassin de l'Huisne, pourtant soumise à une montée rapide des eaux. Bien que reconnue comme échelle pertinente d'appréhension des problèmes hydrauliques, l'Huisne amont n'est pas érigée en espace de confrontation des acteurs sur les mesures à prendre, qui se définissent surtout au plan local, de façon séparée.

La construction d'une stratégie d'ensemble n'est pas envisagée à cette échelle. La Commission locale de l'eau se met en place en 1999 pour engager l'étude du schéma d'aménagement de l'Huisne, trop tardivement pour jouer un rôle fédérateur de différentes démarches²⁶. C'est donc dans l'esprit de la démarche générale préconisée pour le bassin du Maine, mais en décrochage d'échelle avec elle, que l'ingénierie est mise en œuvre sur le bassin amont de l'Huisne. La DDE d'Eure-et-Loir établit le PPR inondation de la ville de

²⁵ Un nouveau SDAGE a été élaboré depuis. Un arrêté du Préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne, en date du 18 novembre 2009, a approuvé ce nouveau SDAGE et abrogé celui de 1996.

²⁶ Le périmètre du SAGE de l'Huisne a été fixé par arrêté inter-préfectoral du 27 janvier 1999. La Commission locale de l'Eau (CLE) a été constituée par arrêté inter-préfectoral du 15 juillet 1999. Le SAGE a été approuvé le 14 octobre 2009 par les préfets de l'Orne, de l'Eure-et-Loir et de la Sarthe.

Nogent-le-Rotrou, prenant en compte une crue d'occurrence centennale. Le projet est débattu compte-tenu des limitations qu'il porte aux aménagements publics ou privés susceptibles d'affecter l'écoulement des crues. De leur côté, les élus locaux se mobilisent en faveur d'une protection rapprochée des lieux habités contre les débordements de l'Huisne. Au droit du centre-ville nogentais, des travaux communaux sont ainsi réalisés prenant la forme d'un curage du lit de l'Huisne et de la réalisation d'un endiguement assurant une protection pour un débit décennal de la rivière. Enfin, le Syndicat mixte du bassin de rétention de Margon met à l'étude la retenue sèche de Margon destinée à protéger l'agglomération nogentaise des crues pour une période de retour 50 ans. Après avoir été contesté par certains riverains, ayant obtenu l'annulation de la déclaration d'utilité publique, le projet est mené à bien. De fait, si le projet protège l'urbanisation en Eure-et-Loir, le plan d'eau transitoire généré par la crue affecte en amont des exploitations agricoles situées dans le département de l'Orne.

Les effets du traumatisme produit sur le bassin amont de l'Huisne par les inondations de 1993 et de 1995, exposent l'ingénieur devant intervenir aux différents titres de l'urbanisme, de la prévention des risques et de la police de l'eau, à des champs de forces s'exerçant à des échelles d'action différentes. A celle du bassin de la Maine, les actions conduites se doivent de favoriser une réponse globale à l'inondation pour associer à la protection, un contrôle véritable de l'urbanisation et une culture du risque dans la population. A l'échelle de l'agglomération nogentaise, les actions sont attendues comme devant établir la protection maximale des lieux habités, sans contrarier outre mesure l'urbanisation. En amont, le principe de solidarité amont/aval peine à s'imposer. Si une volonté collective de juguler les effets des crues est bien présente, les mesures sont mises en œuvre sans que la cohérence d'ensemble ait pu être vérifiée.

De ce fait, l'ingénieur n'a pu faire prévaloir une véritable démarche d'aménagement, au sens où nous l'avons définie. Des actions sont menées mais distinctement, comme autant d'ajustements supposés refermer, sinon pour longtemps, du moins pour un temps suffisant, la page ouverte par les événements passés. Elles éludent une véritable réflexion sur le processus d'urbanisation et sur les interactions susceptibles de se produire entre les différentes entités en présence au sein d'un même espace urbanisé. Chacune, dès lors qu'elle est vulnérable à l'inondation, se protège sans reconnaître les limites des logiques sectorielles qui nécessiteraient de prendre en compte cet espace dans sa globalité.

.../...

Ainsi, le PPR est perçu dans sa fonction de contrôle des excès produits par l'urbanisation, de même façon que les travaux d'aménagement de la rivière le sont vis-à-vis des débordements hydrauliques. A défaut de disposer d'un cadre d'analyse spatiale propice à l'action collective, chaque acteur s'efforce d'optimiser ses interventions par rapport à ses intérêts propres ou aux responsabilités qui lui incombent, tout en minimisant les risques de conflits. Ceci renvoie à un outil d'articulation des échelles d'action, qui aide à agir de façon coordonnée sur les effets non désirés de la dynamique d'urbanisation.

1.5 Dynamique d'urbanisation genevoise, Pays de Gex et territoire-étagé

En replaçant son action dans la réalité complexe des espaces urbanisés, l'ingénieur prend conscience des liens qui s'établissent entre celle-ci et la production de perturbations pouvant affecter différentes échelles d'analyse et d'actions. Nous pouvons à ce sujet présenter le cas du Pays de Gex, arrondissement de l'Ain, situé aux portes de Genève, comme propice à illustrer la notion de *territoire-étagé*. Cet espace urbanisé participe de la dynamique d'urbanisation genevoise.

1.5.a Une gestion territoriale devenue une gestion des risques

Le Pays de Gex couvre les trois cantons de Gex, de Ferney-Voltaire et de Collonges. Cette ancienne zone franche, délimitée à l'ouest par la chaîne du Haut Jura et à l'est par les frontières des cantons suisses de Vaud et de Genève, est une partie française "*[d']un territoire transfrontalier [...] marqué par d'importantes disparités juridiques, fiscales, monétaires, économiques [...]*" [Comité régional franco-genevois, 1993]. Elle bénéficie de facilités d'accès au réservoir d'emplois genevois, assurant dans la durée sa croissance démographique. En effet, les organisations internationales : Organisation des Nations Unies, Bureau International du Travail, Organisation Mondiale de la Santé... sont localisées au nord-ouest de l'agglomération genevoise, de même que le CERN²⁷ situé à Meyrin (Suisse) dont une partie des installations se trouve dans le Pays de Gex même.

Ce potentiel d'emplois favorise un processus d'urbanisation intense traduisant la demande de résidence d'une population frontalière disposant de revenus importants. Ainsi, le Pays de Gex, soit 50 817 habitants en 1990²⁸, a connu un accroissement démographique de 35% sur la période 1982/1990. Les besoins fonciers des communes sont, par contrecoup, importants. Celles-ci doivent réaliser les logements nécessaires à la population autochtone,

²⁷ Centre d'Etudes et de Recherche Nucléaire

²⁸ Recensement de 1990, modifié par le recensement complémentaire de 1993.

aux revenus comparativement bien moins élevés, et des équipements publics destinés à satisfaire les besoins de l'ensemble de la population. Les autorités suisses rétrocèdent aux autorités françaises un volume financier compensant les prélèvements fiscaux qu'elles effectuent sur les salaires des travailleurs français. Affectataire de cette dotation, le département de l'Ain en attribue le bénéfice aux communes du Pays de Gex. La compensation permet, pour 60 %, de financer la réalisation d'infrastructures importantes et concourt, pour 40%, au budget des communes, au prorata du nombre de leurs frontaliers. Sur ces bases, la dynamique résidentielle transforme un territoire rural en un espace urbanisé sous influence genevoise.

L'ingénieur subdivisionnaire suit le processus d'urbanisation sans le maîtriser. Il accompagne une planification de l'urbanisme qui devance de peu le démarrage des constructions. Il aménage l'espace public pour assurer la continuité des circulations et des flux. Il ajuste en particulier les caractéristiques du réseau routier à l'évolution des niveaux de trafic pour améliorer sa fluidité et limiter l'insécurité routière. Il participe à l'extension des réseaux urbains et à la création d'équipements publics. En définitive, il mobilise la panoplie d'outils dont il dispose pour faire face à son niveau aux déséquilibres générés par la dynamique d'urbanisation, sans que les réponses apportées soient suffisantes.

Comme dans les cas précédents, les effets de cette dynamique mettent en défaut les moyens, les méthodes et les outils permettant d'y faire face au point de provoquer des potentialités de processus dommageables. Elle conduit l'ingénieur à intégrer la notion abstraite de risque défini " [...] *comme quelque chose de potentiel, qui ne s'est pas encore produit, mais dont on pressent qu'il se transformera en quelque chose de néfaste pour les individus ou pour une collectivité dans un ou des espaces donnés [...]*" [November, 2003] pour la matérialiser sous la forme d'une probabilité d'endommagement socialement constaté, quelle que soit la forme de l'endommagement [Pigeon, 2005]. En agissant dans le sillage des processus d'urbanisation, pour tenter de corriger les effets non désirés et d'anticiper des difficultés à venir, l'ingénieur prend position vis-à-vis de futurs dommages possibles. Il utilise le projet comme moyen de réduire les risques que l'urbanisation produit elle-même [Pigeon, 2011], sans que l'action qu'il mène dans les cadres pré-établis, ne suffisent pour remédier aux dysfonctionnements observés.

Ainsi, au pied du Jura, la réalisation d'ouvrages hydrauliques protège des débordements torrentiels les quartiers nouvellement urbanisés. Toutefois, la protection apportée n'est pas absolue. Elle peut procurer un faux sentiment de sécurité. En plaine, des carrefours giratoires sont réalisés pour diminuer le nombre d'accidents et en réduire la gravité.

Si cette technique réduit l'accidentologie, en revanche, elle est de peu d'effet sur les flux de circulation qui continuent de croître. Dans un climat de montagne, la viabilité hivernale limite les perturbations de la circulation produites lors des intempéries neigeuses, mais elle est confrontée à la place croissante de l'automobile dans le fonctionnement du territoire. Le niveau d'exigence croît plus vite que l'amélioration du service à l'utilisateur, rendue pourtant possible par le recours à des matériels toujours plus performants.

La réalisation de dispositifs de protection contre les chutes de pierres le long de la RN5, reliant Gex au Col de La Faucille, améliore la sécurité de l'itinéraire de desserte des domaines skiables. Cependant, ces dispositifs sont perçus par certains comme pouvant faire obstacle à un élargissement futur de la route permettant la création d'une voie supplémentaire de circulation. Une question se pose ici de façon très concrète : faut-il promouvoir des aménagements qui confortent le territoire dans sa configuration existante ou faciliter au contraire sa dynamique de transformation ?

Sur la commune de Challex, une étude de consolidation de la route départementale 89a, soumise à une érosion des berges du Rhône, est réalisée. L'exécution des travaux de soutènement est contrariée par la SNCF qui y voit tardivement, une mise en péril possible de la liaison ferroviaire située en surplomb, supportant le trafic TGV vers Genève. Les contraintes de précaution imposées soudainement perturbent le mode opératoire du chantier en conduisant à sa réalisation en tranches successives alors que celle-ci devait intervenir en une seule phase. Par ailleurs, l'ingénieur subdivisionnaire lutte encore contre la prolifération des publicités extérieures illégales. Dans ce domaine, la lourdeur des procédures administratives joue en défaveur même du respect des textes. Il prend enfin sur lui les perturbations induites par des événements climatiques, les imprévus des chantiers, les ruptures d'ouvrages, les effets des refus qu'il oppose et les impatiences des pétitionnaires.

1.5.b Le territoire-étagé dessine des espaces aux interactions multiples

La dynamique d'urbanisation du Pays de Gex met en évidence deux types d'espaces. Des espaces où les entités en présence interagissent somme toute peu. Des dysfonctionnements peuvent s'y produire qui peuvent être traités par des actions sectorielles ; il peut s'agir du confortement d'un ouvrage routier trop sollicité par le trafic poids lourd ou de la vérification des règles d'urbanisme par les projets de construction. Des espaces où de multiples interactions se produisent entre les ensembles résidentiels, les zones d'activités, les déplacements, les équipements et les milieux physiques. Ces interactions multiples se manifestent par la sollicitation des réseaux urbains au delà de leur capacité de réponse, des

menaces de rupture des équilibres préexistants, des proximités posant question pour la sécurité ou la santé des personnes. Dans ces secteurs complexes, les réponses techniques isolées sont alors de faible efficacité. Au vu de notre pratique quotidienne de l'urbanisme, de l'aménagement, de la gestion et de l'exploitation routières, deux secteurs répondent à ces critères que nous présentons ci-après.

Le premier secteur, dit *de l'Est gessien*, définit un triangle dont la commune d'Ornex constitue au nord un sommet et les deux communes de Prévessin-Moens et de Ferney-Voltaire au sud la base (cf Planche 4 ci-après). Zone de contacts avec le Canton de Genève, ce secteur densément bâti est exposé à la pression immobilière directe produite par l'agglomération genevoise. Exutoire géographique du Pays de Gex, il est également exposé aux effets induits par son urbanisation en matière notamment de flux de déplacements ou d'écoulements hydrauliques.

Ce secteur s'est structuré à l'origine par le biais du Syndicat intercommunal de l'Est gessien dont les compétences portent exclusivement sur la gestion d'écoles intercommunales, d'équipements sportifs et sur la réalisation de bassins de rétention. Connaissant une forte dynamique démographique, ce secteur atteint des limites de fonctionnement ne pouvant être traitées par des réponses au cas par cas, à la seule échelle du projet. Le réseau routier, aux caractéristiques inadaptées, draine un flux toujours plus important de véhicules vers le poste frontalier principal de Ferney-Voltaire, constituant un goulot d'étranglement. La saturation du trafic aux heures de pointe a conduit à un projet de déviation de la RN5, conflictuel quant à la réservation d'un tracé et problématique quant à son rabattement sur le poste-frontière existant, faute d'une possibilité donnée par les autorités helvétiques d'établir un point de passage supplémentaire. En effet, le Canton de Genève souhaite limiter les nuisances induites par l'automobile au sein de son agglomération.

.../...

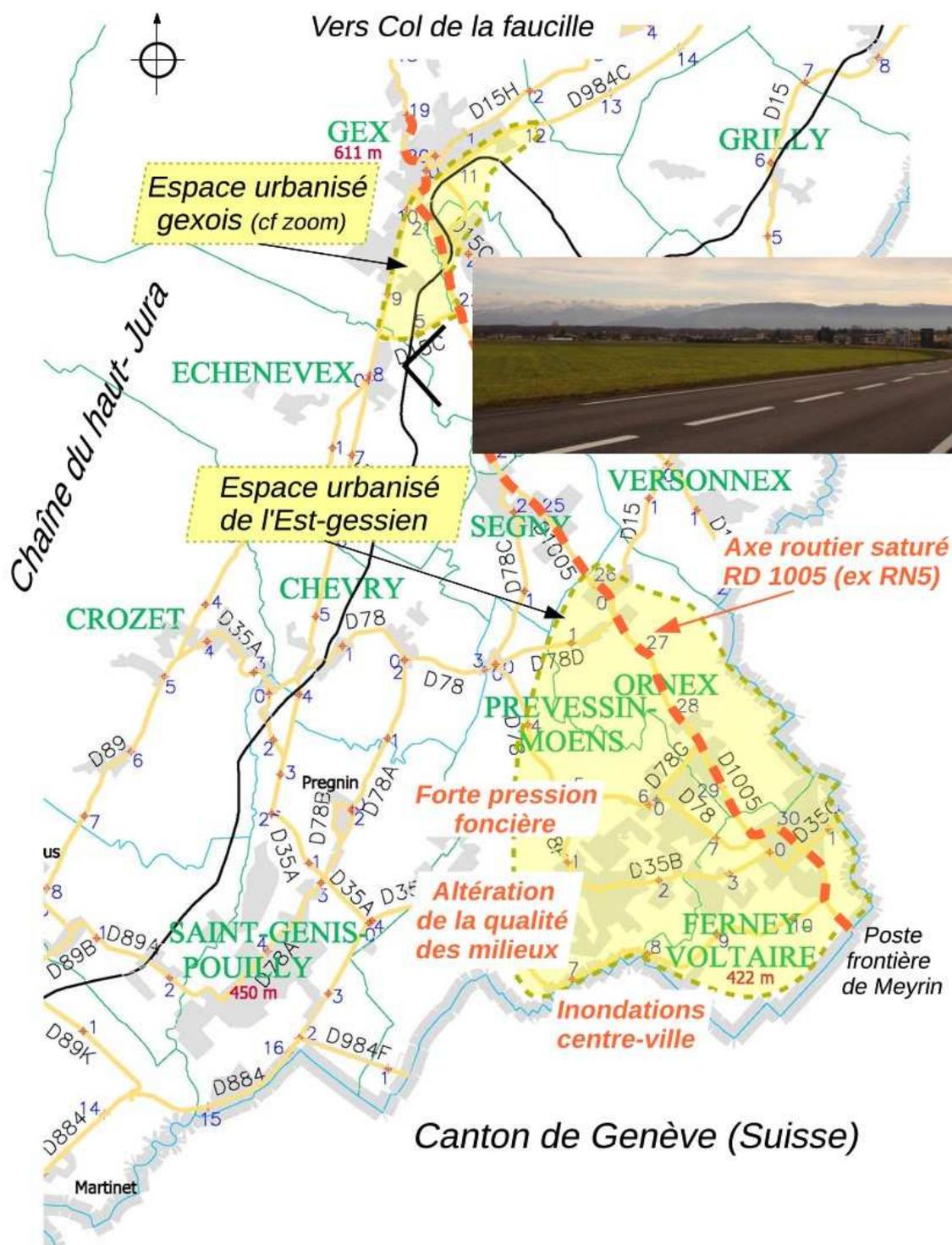


Planche 4: Pays de Gex. Les espaces urbanisés gexoïis et de l'Est-gessien, propices aux interactions.

Les traitements locaux suppléent partiellement à la saturation routière et peuvent parfois l'amplifier. Ainsi, la multiplication des carrefours-giratoires n'augmente pas la capacité du réseau. En facilitant l'accès des secteurs en cours d'urbanisation à la route principale, ils favorisent même la croissance du trafic sur cet axe. L'imperméabilisation des sols comme la multiplication des collecteurs communaux pose des problèmes de ruissellement pluvial pour les agglomérations densément urbanisés de Prévessin-Moëns et de Ferney-Voltaire. Le centre commercial d'Aumard, situé au centre-ville de Ferney-Voltaire, est affecté par les débordements de l'Ouye. Le coût de l'immobilier induit des difficultés de logements pour les autochtones. A Ornex, le seul terrain disponible pour le projet d'aménagement d'une maison de retraite, est situé en bordure immédiate d'un ruisseau, le Lion, et en entrée d'agglomération. Il pose la question de son inondabilité et de la sécurité de sa desserte routière. Le subdivisionnaire subordonne son accord au projet, à l'aménagement de l'accès sur la RN5 : création d'une voie de stockage, éclairage public, réalisation d'un cheminement piéton sécurisé. L'ouverture à l'urbanisation de ce terrain est suivie par la réalisation de différents immeubles d'habitations. Cet aménagement a pu jouer en faveur de cette extension. Une question se pose : était-il adapté à ces nouveaux besoins ? A Prévessin-Moëns, le développement de zones d'activités pose des questions non d'opportunité mais de coût des aménagements d'accès sur le réseau routier départemental.

Le second secteur mentionné en planche 4 correspond à la partie sud de l'agglomération gexoise, constituée des deux communes de Gex et de Cessy. Le cadre physique est constitué du piémont du haut Jura, des deux bassins versants hydrauliques de la Versoix et de l'Allondon. Structuré à l'origine sur sa fonction de chef-lieu d'arrondissement, ce secteur connaît différentes dynamiques qui le contraignent : développement résidentiel, développement des activités tertiaires, croissance des flux routiers reliant Divonne-les-Bains à Bellegarde-sur-Valserine et au delà à la Région Rhône-Alpes. Ces dynamiques favorisent des interactions. Ce secteur, d'extension géographique plus limité que l'Est gessien, peut être appréhendé à une échelle rendant visible le quartier d'habitation. Aussi, nous avons tenté d'établir le *territoire-étagé* en agrégeant sur une même représentation, en planche 5, les perturbations observées ou potentielles.

Ces perturbations sont de type conditions de circulation, transport des matières dangereuses, préservation des milieux aquatiques, sécurité de la ressource en eau, nuisances sonores pour les quartiers d'habitation, desserte d'un établissement scolaire, devenir des eaux pluviales.

.../...

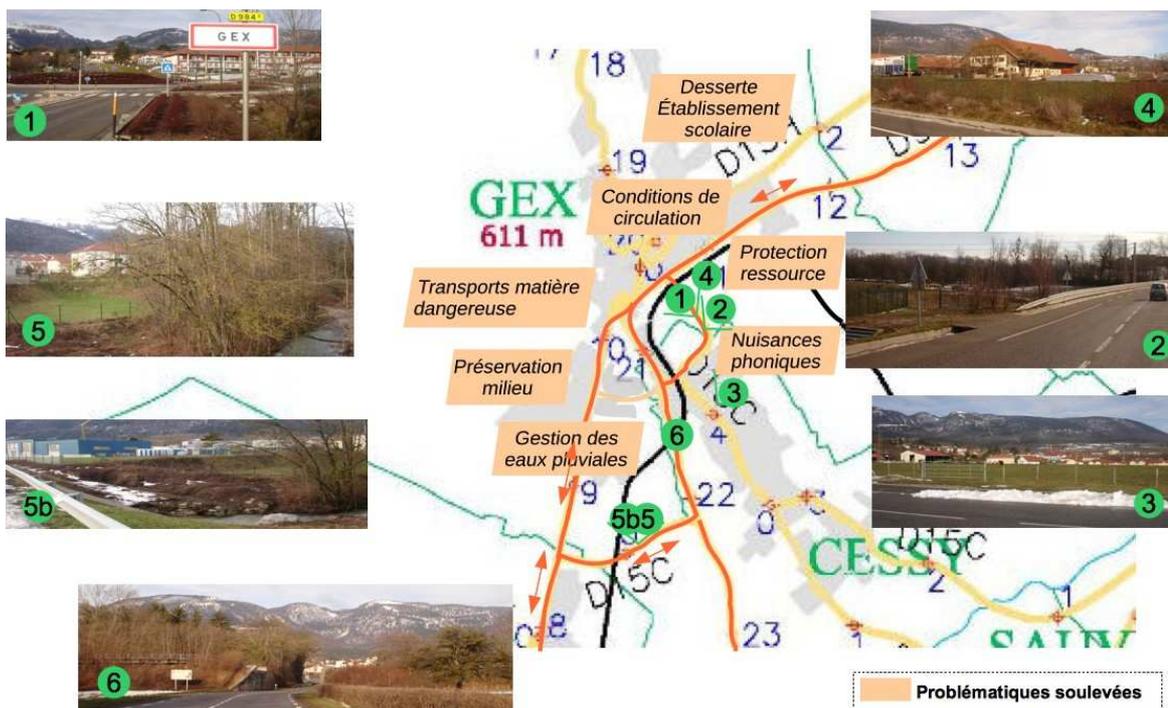


Planche 5: Perturbations associées au secteur sud de l'agglomération gexoise.

Au vu des perturbations identifiées, le *territoire-étagé* pose la question des acteurs au travers des problématiques auxquelles ceux-ci sont confrontés et de leurs projets. Alors que la question des transits routiers est habituellement réglée par la réalisation d'une voie de contournement, la forte pression produite par l'urbanisation comme les divergences d'intérêts des deux communes agglomérées, ne permettent pas de réserver dans de bonnes conditions les emprises foncières nécessaires à cette infrastructure. Des quartiers nouveaux et des lotissements d'habitation se développent sur Gex et sur Cessy. L'établissement scolaire Jeanne-d'Arc prévoit la création d'un lycée, avec l'appui de la Région Rhône-Alpes. Ce projet pose les questions de la desserte et du stationnement. Dans le même temps, l'aménagement d'une voie rapide reliant le Pays de Gex à l'autoroute A45 Lyon-Genève accentue l'intérêt de la liaison routière Divonne-les-Bains / Saint-Genis-Pouilly, alors même que le transit poids-lourds est interdit dans la traversée de Gex. Les aménagements locaux réalisés ne satisfont que très partiellement à ces différents besoins. En outre, la présence d'une nappe souterraine assurant l'essentiel de l'alimentation en eau potable du Pays de Gex rend cet espace stratégique vis-à-vis de la ressource. Bien que celle-ci soit protégée, le développement urbain interroge sur la gestion des eaux pluviales qui se répartissent sur les deux bassins de l'Allondon et du Journans, faute d'une connaissance approfondie sur ce point. Différentes démarches sont bien menées de façon

sectorielle, comme la mise à l'étude d'un schéma directeur, des études de tracé d'une déviation de la RN5, mais la question posée est celle de la coordination des entités qui interagissent entre elles. Nous avons identifié ces entités en planche 6.

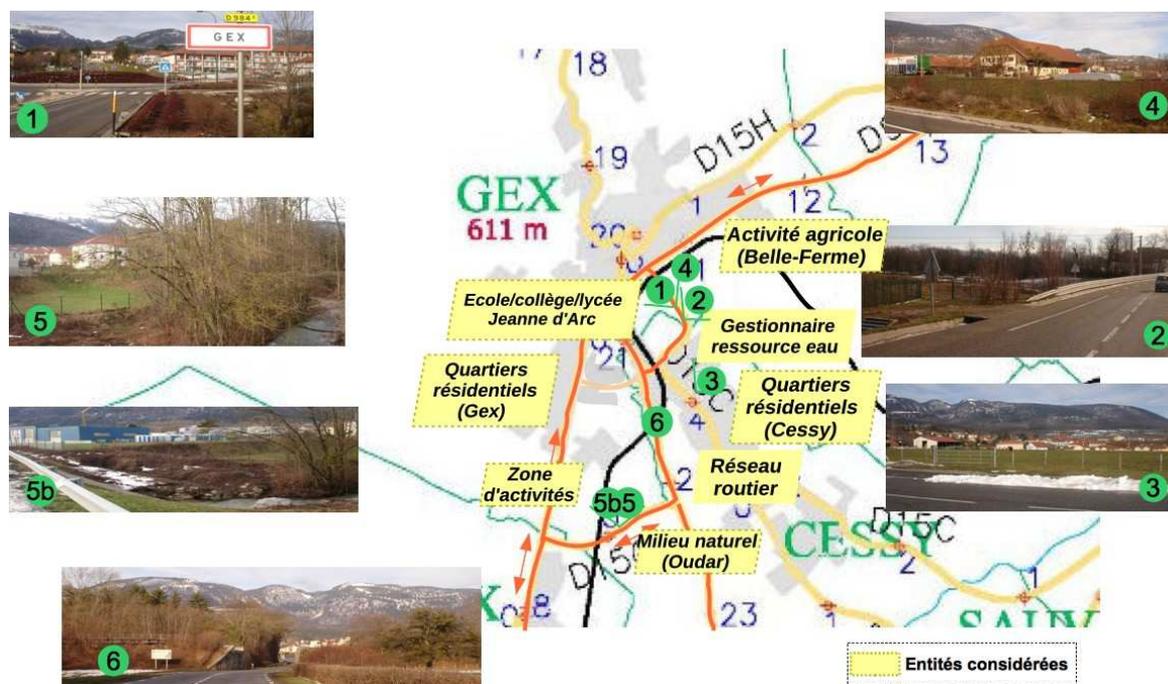


Planche 6: Entités associées au secteur sud de l'agglomération gexoise

Le territoire-étagé rend visible des questions soulevées par la dynamique résidentielle, questions qui se posent à l'échelle du Pays de Gex mais de façon plus dispersée. Des processus se développent ici localement pouvant mettre en jeu tout à la fois le coût du foncier, la création d'infrastructures et d'équipements rendus nécessaires, la préservation de la qualité des milieux aquatiques et des espaces boisés, la qualité de vie, sans qu'une action collective puisse y répondre de façon efficace. Les perturbations observées sont appelées à s'amplifier si rien n'est fait pour les atténuer, sauf à ce que la dynamique d'urbanisation elle-même ne baisse d'intensité. Or, compte-tenu de l'importance internationale de la métropole genevoise et de la diversité des organisations qui y sont présentes, à proximité immédiate du Pays de Gex, rien n'indique que cette dynamique puisse s'amoinrir dans les années à venir.

1.5.c Le territoire-étagé invite à reconsidérer les modalités d'actions

Recourir au au *territoire-étagé* revient à mobiliser l'analyse spatiale pour réduire les dysfonctionnements observés à l'échelle de l'espace urbanisé. Il s'agit de réinterroger l'ingénierie pour qu'elle identifie des marges de manœuvre insoupçonnées, au delà des formes d'action conventionnelles.

A titre d'exemple, la question de la ressource en eau, soulevée par le *territoire-étagé* du sud gexois, va au delà de celle des périmètres de protection réglementaire. Elle pose la question de la place de cette ressource dans le dispositif d'alimentation en eau, eu égard à la dynamique d'urbanisation. La perte de puissance constatée de l'aquifère de Pré-Bataillard, alors même que les besoins augmentent, rend aujourd'hui nécessaire tout à la fois, la mobilisation de nouvelles sources d'approvisionnements, des économies de consommations, voire une régulation plus stricte de l'urbanisation elle-même. Cette dernière hypothèse n'est pas à écarter, même si elle pose la question de son acceptabilité politique.

Ce cadre d'analyse spatiale, appliqué au sud-gexois, pose également, vis-à-vis de Divonne-les-Bains, la question de la structuration des flux routiers vers la région Rhône-Alpes. Il interroge aussi les mesures à prendre pour faciliter le voisinage des quartiers d'habitation et de l'établissement scolaire avec les circulations automobiles.

L'espace urbanisé du sud-est gessien, invite à une approche territoriale des eaux pluviales pour suppléer à une gestion communale devenue inappropriée, tant du fait de la complexité sous-jacente à cette problématique que de la réponse à apporter, de nature et de périmètre variable d'un secteur à l'autre. De la même façon, la dynamique démographique du Pays de Gex, pose à ce secteur la question des modes de déplacements, trop ciblés sur la voiture individuelle sans recours aux transports urbains. La question de l'urbanisme est sous-jacente, les choix effectués dans ce domaine ayant des incidences sur les possibilités d'alternatives à la voiture. La pression foncière pose aussi la question de l'identification et de la qualification des milieux aquatiques.

Les deux espaces urbanisés considérés mettent en évidence, ensemble, une bonne part des problématiques posées au Pays de Gex par la dynamique d'urbanisation. L'absence de recours à cet outil ne signifie pas la non perception des enjeux par les responsables locaux, mais elle les prive d'un outil d'analyse des interactions entre des thématiques traitées de façon souvent sectorielles. Or, toute carence dans ce type d'analyse peut accentuer un différé de temps entre les évolutions de l'espace urbanisé, qui se poursuivent à leur rythme soutenu, et l'effectivité de nouvelles réponses apportées.

Le délai nécessaire à l'adaptation des réponses peut être très long, dès lors qu'il s'agit de changer de modes d'interventions. Ainsi, si le principe d'une gestion des déplacements urbains à l'échelle de l'espace transfrontalier a été décidé en 1993 : "*Le moment est venu d'examiner l'opportunité de créer une structure commune pour promouvoir les transports publics transfrontaliers ainsi que le métro léger qui pourrait relier de part et d'autre de la frontière Saint-Genis-Pouilly, Genève-Annemasse*" [Comité franco-genevois, 1993], différentes étapes auront été nécessaires pour adapter le cadre territorial d'action. Ces étapes ont été marquées par la mise en place :

- au 1^{er} janvier 1996, de la communauté de communes du Pays de Gex (CCPG) regroupant 24 communes. En 2011, la CCPG compte 26 communes sur les 27 du Pays de Gex.
- en 1997, d'une charte d'aménagement citant pour la première fois l'agglomération franco-valdo-genevoise,
- en 2001, d'un comité pour les transports publics régionaux dans le bassin franco-valdo-genevois (700 000 habitants environ en 2000) intégrant le Pays de Gex,
- en 2002, d'une association régionale de coopération des collectivités du genevois, destinée à construire un projet d'agglomération entre les cantons de Genève, de Vaud et les intercommunalités de l'Ain et de la Haute-Savoie²⁹. Un premier projet d'agglomération a été signé en 2007, un deuxième est élaboré.
- en 2006, d'un Groupement local de coopération transfrontalière (GLCT) "transports publics" entre les communautés de communes françaises et le canton de Genève.

Ces coopérations dénotent la volonté de dépasser les antagonismes locaux, pour disposer de moyens d'actions aux bonnes échelles. De plus, elles ne sont pas spécifiques à la gestion des déplacements. Ainsi, au titre du contrat de rivière 2003-2011, trois bassins de rétention ont été réalisés respectivement à Collex-Bossy (Suisse), Ferney-Voltaire et Prévessin-Moëns pour protéger la partie densément urbanisée des risques d'inondation par débordement des ruisseaux (*territoire-étagé* du sud-est-gessien).

L'aménagement se conçoit en 2010 sous la forme d'un urbanisme stratégique appliqué au sein de Périmètres d'aménagement concerté d'agglomération (PACA). Dans le cadre du projet d'agglomération franco-valdo-genevois 2012-2017, un projet stratégique de développement, susceptible de prendre la forme d'une opération d'intérêt national (OIN) frontalière, doit ainsi développer l'emploi, réaliser des logements financièrement accessibles et des équipements urbains autour d'un projet de transport.

.../...

²⁹ Cette association est devenue en 2010 un syndicat mixte regroupant 118 communes.

Ces grands projets ne résolvent pas toutes les problématiques soulevées par la dynamique d'urbanisation. La saturation des axes routiers a fortement augmenté, tandis que les alternatives à la voiture sont lentes à se mettre en place. Sur la commune d'Ornex, les aménagements locaux réalisés sur la RD 1005 n'ont pas anticipé les besoins attachés à la réalisation d'une ligne de bus à haut niveau de service (BHNS), programmée par la suite. La dynamique d'urbanisation modifie le cycle de l'eau, de fait, par l'imperméabilisation des sols et les consommations d'eau, et aussi par les modes de traitement des eaux usées retenus. Dans le sud-est gessien, le transfert des effluents pour traitement en Suisse voisine participe de la réduction des débits d'étiage des ruisseaux, privés des rejets, paradoxalement au détriment de la qualité écologique des milieux. La question des eaux pluviales est emblématique des questions complexes produites par la dynamique d'urbanisation. La densification du bâti provoque un sous-dimensionnement des réseaux urbains. Or, la gestion du système d'assainissement est entravée par le fait que la communauté de communes ne peut intervenir sur la gestion des eaux pluviales, toujours de compétence communale. L'étape à venir consisterait à permettre à l'intercommunalité de gérer les ouvrages et d'investir pour répondre aux besoins. Les actions en faveur de la préservation de 184 zones humides recensées dans le cadre du contrat de rivière 2003-2010 restent confrontées à la pression urbaine.

On peut dire que le Pays de Gex se structure pour répondre aux transformations produites par la dynamique d'urbanisation. Cependant les démarches entreprises prennent du temps alors que la dynamique se poursuit comme le montre l'indicateur démographique. De 50 000 habitants en 1990, la population du Pays de Gex est passée à 68 243 habitants en 2006³⁰ pour atteindre 74 189 habitants en 2008³¹. Les projections font état de 81 000 habitants en 2011 et 95 000 habitants en 2015³². Aujourd'hui, il s'agit surtout d'absorber par des projets structurants l'afflux démographique produit par la dynamique genevoise, sans que toutes les questions ne soient abordées dans leurs interrelations.

Le *territoire-étagé* a toute sa pertinence pour identifier et prendre en compte les effets non maîtrisés produits par l'urbanisation. Ceux-ci peuvent varier en intensité, changer de nature mais ils ne peuvent être pleinement résolus.

.../...

³⁰ Population totale Source INSEE

³¹ Population totale Source INSEE

³² Source DDT de l'Ain

1.6 En définitive, la complexité bouscule l'ingénierie

Pour l'ingénieur doté de connaissances techniques, les différentes missions exercées sur la période 1982-2002, sont autant de démarches d'apprentissage de l'espace urbanisé dans sa réalité complexe. Cet espace se transforme sous l'effet de dynamiques d'urbanisation se manifestant de différentes façons : essor résidentiel du Pays de Gex, activité touristique des vallées de l'Ardèche et de la Valserine, diffusion géographique de l'urbanisation dans le département de la Loire. Les infrastructures techniques ressortent comme parties prenantes de ces transformations. Elles sont des composantes de l'espace urbanisé qui interagissent avec celui-ci. Il en est ainsi des réseaux routiers de la Loire, du Pays de Gex ou de la vallée de la Valserine, du barrage de soutien d'étiage de la vallée de l'Ardèche. Ces infrastructures participent des processus d'urbanisation, pour en subir les effets en retour. Ces interactions traduisent la complexité de l'espace urbanisé. L'ingénieur ne peut déconnecter son action des effets que celle-ci produit. Or, pour être recherchés, certains effets ne sont pas obtenus, tandis que d'autres surviennent de façon inattendue. L'ingénierie participe ainsi des perturbations de l'espace urbanisé.

Sur la période considérée, si la première finalité du projet technique reste d'assurer des fonctions urbaines, par exemple celle de faciliter les déplacements, celui-ci est aussi de plus en plus mis à contribution, pour réduire les déséquilibres, les dysfonctionnements et pour limiter des dommages que les dynamiques en présence favorisent au sein des espaces urbanisés. En recourant à différents cas concrets, nous avons en effet mis en évidence les défis que pose à l'aménagement la prise en compte des interactions entre les milieux physiques, les activités économiques, les pratiques sociales et les systèmes techniques. Nous avons mis en évidence des configurations pouvant être critiques, qu'elles soient identifiées par les acteurs comme telles - cas de la vallée de l'Huisne confrontée aux inondations - ou non : cas de la vallée de la Valserine peu sensible à la vulnérabilité de sa desserte. Ce sont les crises qui révèlent aux acteurs qui les vivent, la réalité de processus potentiellement dommageables au sein de l'espace urbanisé. C'est le cas dans le département de la Loire, lors de l'épisode des barrières de dégel. Dès lors que les dommages peuvent être limités, les crises sont pleinement utiles. Elles sont des vecteurs de connaissance des vulnérabilités et des capacités de résilience de l'espace urbanisé. Bien qu'elles soient craintes, puisqu'elles bousculent les référentiels de connaissances et d'actions pré-établis, elles participent de l'apprentissage de cet espace.

.../...

Les effets non maîtrisés peuvent affecter l'espace urbanisé de deux façons :

1-La réalisation d'une opération individualisée, régulièrement autorisée, peut produire des perturbations à différentes échelles : celle de cette opération elle-même, de la composante à laquelle elle est rattachée, voire de l'espace urbanisé dans son ensemble. Dans le Haut-Jura, les difficultés rencontrées au lieu-dit *Les Cerisiers* pour la réalisation du confortement routier sont restées cantonnées au chantier. A contrario, la rupture de terrain à *La Joux Verte* a affecté la section de route elle-même, mais aussi le fonctionnement de la vallée de la Valserine dans son ensemble. Du fait des adaptations de projet rendues nécessaires, le dysfonctionnement de la centrale à béton du contournement de Moulins a affecté l'infrastructure en construction dans son ensemble, au delà des chaussées elles-mêmes, sans que l'espace urbanisé ait été concerné d'une façon ou d'une autre. De façon différente, les barrières de dégel posées dans la Loire, pour préserver le réseau routier de dommages importants, ont perturbé l'espace urbanisé à l'échelle départementale. Dans les configurations décrites, le phénomène physique - s'il est présent - est un facteur parmi d'autres participant de la potentialité de dommages.

Les cas distincts traités : la vallée de l'Ardèche, le bassin versant amont de l'Huisne, la vallée de la Valserine montrent que la complexité de l'espace urbanisé met à mal les projets d'aménagement, au moment de leur réalisation. Il n'y a pas nécessairement proportionnalité entre la dimension des projets engagés et les effets des perturbations. Si l'on n'y prend garde, un projet de portée modeste peut se voir doter de faibles ressources pour le mener à bien alors qu'il est de première importance, rapporté à la composante considérée de l'espace urbanisé ou à celui-ci dans son ensemble.

Pour autant, nous avons aussi montré, sur le cas du contournement de Moulins, que l'imprévu ne pouvait être supprimé par la seule mobilisation de moyens techniques. Un grand projet, doté de moyens d'études et de suivi conséquents, optimisé dans sa réalisation, a été confronté à des impondérables, conduisant à sa modification, en cours de chantier. Cependant, si la perturbation a affecté une entité très organisée - celle des différents acteurs en charge des travaux du contournement de Moulins - celle-ci a pu mobiliser ses capacités de résilience. L'organisation, suffisamment souple, a su définir et mettre en œuvre les adaptations nécessaires. Lorsque la dynamique d'urbanisation met en présence des acteurs se référant à des cadres d'analyse et d'action trop différents : vallée de l'Ardèche, bassin de l'Huisne, Pays de Gex, la résilience du système en présence est plus difficile à activer. La vocation du *territoire-étagé* est d'appréhender des configurations marquées justement par la complexité.

2- L'espace urbanisé peut être affecté, d'une autre façon, par la multiplicité des initiatives individuelles, via la perturbation induite d'une composante nécessaire à son fonctionnement. C'est le cas du département de la Loire qui s'urbanise en mobilisant l'infrastructure routière au delà de ses capacités de réponse. C'est aussi le cas du Pays de Gex, où la dynamique d'urbanisation provoque la saturation de certains axes routiers, sollicite la ressource en eau au delà des possibilités offertes et affecte la qualité des milieux. Dans la vallée de l'Ardèche, la dynamique touristique altère la qualité du milieu aquatique. Dans la vallée de l'Huisne, les processus d'urbanisation à l'œuvre interrogent les inondations dans leurs occurrences et leurs effets. Ces manifestations peuvent résulter d'un simple effet de masse mais également de la multiplication des interactions produites posant la question de la complexité. En effet, si les réponses d'ordre technique ou organisationnel : dimensionnement d'infrastructures, adaptation des usages... sont inopérantes par elles-mêmes, c'est parce que la complexité y apporte localement des limites qui nécessitent d'être interrogées.

Lorsque la dynamique d'urbanisation est forte, des écarts importants peuvent être observés entre les effets des processus à l'œuvre et la capacité d'y répondre par le seul recours aux outils conventionnels. Nous avons mis en évidence cette situation sur le cas des infrastructures routières. L'ingénieur ne peut ni restreindre véritablement l'accès au réseau routier, ni accroître substantiellement le niveau de service offert. En outre, il n'est habilité ni à agir préventivement sur l'urbanisation, pour réfréner des attentes qui ne peuvent être satisfaites, ni à préparer l'espace urbanisé à faire face à des situations temporairement dégradées, c'est-à-dire à être résilient. Il agit à l'échelle de ce seul réseau.

Dans la Loire, bien qu'il mette en évidence cette impasse, le Livre Blanc cible de fait les propositions sur la gestion du réseau routier, sans aller jusqu'à analyser les processus d'urbanisation eux-mêmes. Dans le Pays de Gex, adopter des modes de déplacement compatibles avec le milieu urbain prend du temps alors que la transformation de cet ancien territoire rural en un espace urbanisé est très rapide. Une telle adaptation se heurte à des inerties d'ordre culturel (dépendance à la voiture individuelle), organisationnel (nécessité de gérer à l'échelle transfrontalière) et structurel (contraintes de l'espace déjà aménagé).

.../...

3- Différents cas traités nous ont montré que, même lorsque sa définition relève d'un consensus, le projet d'ensemble ne peut affronter la complexité de l'espace urbanisé s'il n'articule pas les échelles temporelles et spatiales.

A défaut de le faire, sa mise en œuvre peut activer des antagonismes traduisant la prééminence des réflexes sectoriels sur des principes de coopération. Dès lors que les mécanismes à l'œuvre, les entités en présence, les incertitudes ne sont pas éclairées suffisamment, chaque organisation se détermine par rapport à son propre référentiel de connaissance et d'action. Bien que des interactions se produisent, les ajustements au sein d'une même entité ou entre entités restent difficiles, sauf s'ils peuvent intervenir dans un cadre préétabli (cas du chantier de Moulins). Obtenue à l'échelle de la vallée de l'Ardèche, la cohésion des acteurs du contrat de rivière est en fait mise à mal au niveau d'opérations individualisées révélant les représentations véritables défendues par chacun. Pour faire face à ces difficultés, il n'a pas été mobilisé d'échelle d'action intermédiaire à la vallée et à l'opération individualisée. De ce fait, des boucles de rétro-actions entre les échelles d'intervention en place n'ont pu être suffisamment activées.

Dans le cas du bassin amont de l'Huisne, situé aux confins de trois départements, l'urgence créée par des inondations successives, conduit à la mise en œuvre éclatée d'un ensemble de réponses, sans que la dynamique d'urbanisation ait pu être interrogée. La réalisation d'actions séparées privilégie alors des principes de protection sur ceux de résilience et de réduction de la vulnérabilité. La démarche révèle la distanciation trop forte des échelles entre celle du bassin du Maine, correspondant à un espace trop vaste pour l'établissement d'une stratégie d'actions, et celle de la commune, trop impliquée dans les projets locaux pour les interroger par elle-même dans leurs effets connexes.

Là où la dynamique d'urbanisation est forte, cas du Pays de Gex, le potentiel de crise s'affirme alors même que les techniciens mobilisent les possibilités qui leur sont offertes. D'un côté, les ajustements effectués au cas par cas éprouvent les limites d'efficacité des outils disponibles en tentant de repousser celles-ci, au point d'utiliser les toutes dernières marges de manœuvre. De l'autre, les analyses menées à partir d'indicateurs fonctionnels : nombre de permis de construire délivrés, comptage des trafics routiers, enregistrement des quantités d'eau consommées, surfaces ouvertes à l'urbanisation... renforcent les attentes exprimées en matière de réponses sectorielles. De fait, prévenir des dysfonctionnements et des effets dommageables potentiels peut devenir une activité à part entière de l'ingénieur-subdivisionnaire.

En mobilisant la notion de *territoire-étagé*, nous avons montré les possibilités qu'offrirait l'analyse des espaces complexes où les pratiques de l'aménagement atteignent leurs limites. En effet, ces espaces rendent particulièrement visibles les interactions entre les entités en présence, les menaces portées aux équilibres des milieux physiques assurant des fonctions naturelles, les interrogations soulevées par de nouveaux projets en terme d'effets potentiels sur la vie de la population et surtout les limites des modes d'action en place. De ce fait, y attacher un cadre d'analyse spatiale est un moyen de promouvoir l'action collective à partir d'une prise en compte concrète des effets de la complexité, en acceptant que les réponses à apporter puissent mobiliser des échelles d'intervention spatiales et temporelles multiples. Ce cadre d'analyse nécessite d'être explicite eu égard aux possibilités qu'il offre, vis-à-vis de la prévention de configurations pouvant produire des effets catastrophiques.

2. 2002-2011 : l'urbanisation défie la gestion des risques

Service technique central du Ministère de l'Écologie, le Certu intervient sous la conduite de différentes administrations centrales et d'un comité d'orientation constitué de représentants de l'État, de groupements de collectivités locales et du milieu associatif. Il conduit des études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques [décret du 9 février 1994]. En pratique, le Certu capitalise, développe et diffuse la connaissance au bénéfice des services territoriaux de l'Etat, des collectivités territoriales et des professionnels. A l'origine, l'activité *risques* s'est intéressée au ruissellement pluvial, c'est-à-dire à la prise en compte des débordements dans l'aménagement urbain, pour ensuite apporter un appui à la politique publique de prévention des risques majeurs. Elle a traité d'abord des inondations, puis d'autres aléas dits naturels et technologiques.

Dans le prolongement des travaux conduits sur le ruissellement pluvial, l'ingénieur en charge des risques, que nous sommes devenu en janvier 2002, interroge les crues soudaines survenues dans le sud de la France dans les années 90, pour comprendre les mécanismes qui peuvent aujourd'hui conduire à des catastrophes. Qu'il s'agisse du Grand-Bornand, de Nîmes ou de Vaison-la-Romaine, la catastrophe est produite par la mise en relation de processus anthropiques relevant de différentes échelles de temps et d'espaces, dont la combinaison à un moment donné, a amplifié et aggravé les effets usuels de précipitations intenses. Sur ces bases, les contributions du Certu à la prévention des risques s'inscrivent dans deux registres d'action. Le premier est celui d'un accompagnement technique des plans de prévention des risques naturels (PPRN) ou technologiques (PPRT) répondant à l'objectif régalien de la réduction de l'exposition des personnes et des biens aux aléas naturels ou technologiques. Le second prend appui sur notre pratique des espaces urbanisés pour rechercher les conditions d'une coopération des acteurs qui permettrait d'éviter des processus dommageables. Certains travaux menés au titre du premier registre d'actions instruisent le second, au travers d'un questionnaire portant sur les relations entre gestion urbaine et gestion des risques.

Les différents travaux menés au titre de la prévention des risques majeurs éclairent l'intérêt du *territoire-étagé* qui permettrait de prendre davantage en compte les mécanismes à l'origine des dommages, pour agir sur les espaces urbanisés sous l'angle de leurs évolutions spatiales et temporelles.

2.1 Les catastrophes renvoient aux transformations du cadre spatial

Au vu des catastrophes survenues sur la période 1982-2002, l'ingénieur interroge au Certu sa pratique des espaces urbanisés. Ce rapprochement met en évidence des relations entre la dynamique d'urbanisation, à laquelle l'ingénieur participe par l'aménagement, et la production d'effets dommageables plus ou moins intenses, que la gestion des risques ne parvient pas à empêcher. Parmi les catastrophes, les inondations sont à considérer car elles se produisent de façon répétée sur cette période (voir tableau 2 ci-après).

Année	Date ou mois	Inondations	Victimes
1977	Le 8 juillet	Département du Gers.	16
1981	10 au 15 décembre	140 communes sinistrées en Gironde, 60 dans les Landes et 130 dans le Lot-et-Garonne	-
1982	6 et 7 novembre	Tempête induisant des inondations importantes et effets de houle dans le sud de la France	1 (en Ariège)
1983	De mars à mai	Nord et Est de la France	10
	Juillet et août	Aquitaine, Touraine, Charente, Dordogne	6 (Pays basque français)
1986	23 septembre, 13 octobre	Bordeaux (septembre), pluies torrentielles Pyrénées Orientales et Aude (54 communes affectées)	
1987	Le 14 juillet	Commune du Grand-Bornand	23
1988	Le 23 septembre	Vaucluse / Ardèche et Drôme.	47
	Le 3 octobre	Ville de Nîmes	9
1992	22 septembre	Ville de Vaison-la-Romaine.	46 (37 à Vaison)
1993	1 ^{er} novembre	Sari-Solenzara (Corse)	7
1993/1994	Décembre et janvier	40 départements touchés par des inondations	47
1995	Du 17 au 31 janvier	43 départements /moitié Nord de la France	15
1996	28 janvier	Puisserguier (département de l'Hérault)	4
1997	16 et 17 juin	Seine-Maritime	4
1998	5 au 6 juin	Béarn	2
1999	Les 13 et 14 novembre	Pyrénées Orientales, Aude, Tarn, Hérault	36 (dont 26 Aude)
	Des 25 au 29 décembre	Nord de la France	-
2000	Le 19 septembre	Sud-Est et Marseille	3
	Octobre	Alpes et Corse	-
2000/2001	Décembre et janvier	Bretagne	-
	Octobre à avril	Département de la Somme	-
2002	8 et 9 septembre	Département du Gard	19 (dont 5 à Aramon)

Tableau 2: Principales inondations en France entre 1977 et 2002.

Source des données ministère de l'Ecologie et site Internet Pluies Extrêmes-Météo-France.

Ces événements marquants sont significatifs d'une augmentation, à partir des années 80, du nombre des événements dommageables en lien avec un événement naturel [IFEN, 2006]. Nous avons considéré la survenue de débordements soudains et de ruissellements, comme interrogeant particulièrement la dynamique d'urbanisation.

Trois inondations dévastatrices survenues dans un laps de temps rapproché : Le Grand-Bornand en 1987, Nîmes en 1988 et Vaison-la-Romaine en 1992 ont eu un retentissement important dans l'opinion publique. Celle du Grand-Bornand affecte un espace de villégiature synonyme de quiétude pour les citadins, celle de Nîmes montre un centre urbain ancien dévasté par les flots et celle de Vaison-la-Romaine livre l'image d'un pont romain, ayant défié le temps, submergé par la rivière en crue. L'analyse croisée de ces événements, précurseurs d'événements plus récents, nous paraît propice, au vu des études, rapports et retours d'expériences établis, à mettre en évidence les principes qui régissent les relations, aujourd'hui, entre catastrophes et espaces urbanisés.

2.1.a Au Grand-Bornand, l'urbanisation participe de la catastrophe

La catastrophe du Grand-Bornand coûte la vie à 23 vacanciers tandis que 26 autres sont sauvés par hélitreuillage [Ledoux, 1995, p.188]. Survenue en 1987 alors que nous intervenions pour l'aménagement de la vallée de l'Ardèche, elle pose brutalement la question du développement touristique dans des espaces dits naturels, dès lors que ces espaces peuvent être soumis à des phénomènes dangereux. Dans le cas présent, deux campings ont été réalisés de part et d'autre d'un méandre du Borne, à l'aval de sa confluence avec le Chinailon. La mission d'enquête explique la catastrophe par les précipitations exceptionnelles enregistrées et une localisation imprudente de ces campings ne prenant pas en compte le risque de débordement du torrent [CGPC, Estienne et al, 1987]. Elle préconise d'accélérer l'établissement des plans d'exposition aux risques, institués en 1982, et rappelle les possibilités offertes par le Code de l'Urbanisme, d'interdire ou de réglementer les modes d'occupation du sol portant atteinte à la sécurité publique. En outre, la vigilance des services est demandée dans l'analyse des projets d'aménagement touristique, présentés dans le cadre de la procédure Unité Touristique Nouvelle (UTN) prévue par la toute récente loi 85-30 du 9 janvier 1985, dite loi Montagne. Dans tous les cas, il n'est envisagé ni d'accroître les actions de protection menées dans le cadre de la politique de Restauration des Terrains en Montagne (RTM), ni de faire obstacle au développement touristique, compte-tenu de sa portée économique en montagne [circulaire ministérielle du 17 décembre 1987].

Le caractère exceptionnel de l'événement mis en avant par le rapport d'enquête est cependant débattu par des analyses scientifiques. En effet, la crue du torrent résulte de la combinaison de plusieurs facteurs physiques que sont les caractéristiques topographiques du site, l'évolution des formations végétales, la saturation hydrique des sols, et une instabilité atmosphérique. Celle-ci est produite sur le nord des Alpes par la confrontation d'une masse d'air froid polaire et d'une vague de chaleur, au moment de la remontée d'un flux de sud, chargé d'humidité [Comby, 1990]. La situation météorologique observée est remarquable puisqu'elle conduit, en trois heures, au déversement de 4 660 000 m³ d'eau sur un bassin versant de 50 km², provoquant de surcroît le charriage de 47 000 m³ de matériaux divers. Cette situation est cependant concevable dans ce secteur géographique, tandis que des débordements importants du Borne ont déjà été observés par le passé même s'ils ont pu être de moindre ampleur [Comby, 1990]. Pour Yves Bravard, si la situation météorologique est relativement courante, c'est la forte saturation du sol au moment de l'événement : 757,9 mm d'eau tombée depuis le 1^{er} mai 1987 contre 382,4 mm en moyenne sur la période 1966-1986, qui lui confère une intensité inhabituelle. "*Le ruissellement, surtout liquide, est donc lié à l'imperméabilité temporaire conférée aux sols par plus de deux mois de précipitations massives, deux fois plus abondantes qu'en moyenne*" [Bravard, 1988, p.220]. L'analyse scientifique relève, de plus, que le ruissellement est intervenu sur un sol profondément modifié par l'aménagement d'un domaine skiable, sans qu'il puisse être formellement établi que ce facteur anthropique ait pu être aggravant.

Ces rapports et analyses établissent que des effets catastrophiques ont pu intervenir au Grand-Bornand, sans que l'événement naturel déclencheur soit par lui-même exceptionnel. Les enseignements tirés portent sur la nécessaire prise en compte de facteurs naturels et aussi sur les effets possibles d'aménagements anthropiques ayant affecté le bassin versant. Des conséquences ont été tirées en matière d'urbanisation des espaces exposés aux aléas naturels. A ce titre, l'implantation des deux campings en zone de débordement d'un torrent résulte manifestement d'un défaut d'appréciation du risque.

Nous pouvons réinterpréter cette catastrophe en relation avec la dynamique d'urbanisation qui a pris ici la forme du développement touristique. La perturbation produite au sein de l'espace urbanisé - le débordement torrentiel - ressort de facteurs de trois natures : l'une conjoncturelle, le phénomène de saturation des sols, une autre événementielle, la survenue de précipitations exceptionnelles, et une troisième structurelle liée à la transformation de l'occupation du sol par deux campings localisés en bordure du torrent, voire à l'aménagement du bassin versant.

Relevant de temporalités différentes, ces facteurs de natures distinctes produisent, en se combinant, une configuration catastrophique par l'exposition de personnes au flot torrentiel, sans que des dispositifs de gestion aient permis d'anticiper et donc de prévenir sa mise en place et ses effets potentiels.

2.1.b A Nîmes, la mise en jeu de processus de différentes natures et temporalités

Sans que le défaut d'appréciation puisse cette fois être évoqué, puisque la catastrophe dévaste le centre aggloméré d'une ville de 130 000 habitants environ³³, la submersion de la ville de Nîmes le 3 octobre 1988 élargit les enseignements apportés par celle du Grand-Bornand. Cette ville présente la particularité d'englober la totalité du bassin versant hydrologique ayant produit les écoulements. Différents cours d'eau temporaires, dénommés cadereaux, convergent vers la cuvette topographique où la ville s'est d'abord installée, avant d'occuper progressivement l'emprise de son bassin versant. Les archives font état de multiples événements hydrologiques ayant affecté le site depuis le XIV^e siècle. En se développant au XIX^e siècle et en s'intensifiant dans les dernières décennies du XX^e siècle, le processus d'urbanisation a estompé les cadereaux alors que ceux-ci assuraient une évacuation naturelle des débits d'orage. Pour des motifs de salubrité publique et pour des raisons d'aménagement urbain, ceux-ci ont été progressivement recouverts, sur la période 1838-1963 [Dourlens, 1991, pp.65-67]. Cette couverture de même que la réalisation d'infrastructures ferroviaires au XIX^e siècle, entravent les écoulements de crue [Ministère de l'Environnement, 1994, pp.20-26]³⁴.

Différents processus liés à la réalisation d'infrastructures de transport, à la viabilisation des terrains en vue de leur construction, à l'aménagement des espaces urbains... interagissent pour amplifier les ruissellements pluviaux. Ils participent de la définition de l'aléa lui-même qui perd d'autant plus son caractère naturel d'origine que l'événement se développe au sein de l'espace urbanisé. Ainsi, l'urbanisation fait obstacle aux flots à différents niveaux : par des constructions et aménagements en amont, par la canalisation des chenaux dans le centre urbain dense et encore à l'aval, où les infrastructures entravent l'évacuation des eaux. A tel point que "*Le phénomène fait penser à une rupture de barrage, car la crue se propage par vagues successives, au fur et à mesure que cèdent les constructions qui font obstacles à l'eau (remblai du chemin de fer, barrages collinaires, murs de propriété)*" [Ledoux, 1995, p.193].

³³ 128 471 habitants, sans double compte, au recensement de 1990 (source INSEE)

³⁴ Ministère de l'Environnement, *Ruissellement pluvial urbain, guide de prévention, évaluation du risque, éléments de méthode*, La documentation française, mai 1994, pp.20-26.

Les courants liquides, d'un volume estimé à 15 millions de m³, transportaient autant de boues d'origine agricole et d'embâcles urbaines que d'eau [CGPC, Ponton et *al*, 1989]. La catastrophe montre un "*inextricable enchevêtrement des causes (naturelles/anthropiques, techniques/sociales, historiques/actuelles...)*" [Galland in MELTE/DRI, 1991, p.19] et davantage encore une combinaison de facteurs dont la mise en place s'est faite, comme pour le Grand-Bornand, suivant des temporalités différentes.

Les contradictions ressortent entre, d'un côté la forte imperméabilisation des sols et la couverture des axes d'écoulement, de l'autre, les capacités d'évacuation insuffisantes des réseaux d'assainissement et la fermeture des exutoires [CGPC, Ponton et *al*, 1989]. La mission d'inspection mentionne 62 villes susceptibles de subir des inondations de ce type, dites par ruissellement urbain. Compte-tenu de la nature même des sites concernés - des villes légitimées par leur ancienneté - il apparaît difficile d'agir uniquement sur la production de l'aléa. Les préconisations portent ainsi tout à la fois sur la gestion de l'événement, la prise en compte du risque dans l'urbanisme et la construction et la gestion du ruissellement pluvial. Toutefois, si ces mesures peuvent ensemble réduire le risque, elles ne peuvent le supprimer. La vulnérabilité est devenue consubstantielle d'une ville qui a su tirer bénéfice de sa position pour assurer son développement : "*Si vulnérabilités il y a, elles sont le contrepoint d'une partie des potentialités de la ville*" [Dourlens, 1991, p.70]. La puissance publique doit donc agir au titre des contreparties des potentialités qu'elle a exploitées localement. Or, à Nîmes, les processus d'urbanisation se sont développés sans que l'on ait suffisamment prêté attention aux dysfonctionnements hydrauliques qui ont pu se produire préalablement, comme pouvant être des signes annonciateurs d'une possible catastrophe. L'action publique n'a pu s'appuyer sur un outil d'analyse spatiale assurant une veille collective sur les effets non maîtrisés d'aménagement conduits de façon sectorielle.

Nous pouvons considérer la catastrophe en appliquant à l'espace urbanisé nîmois, la notion de *territoire-étagé*. L'analyse montre les interactions entre différentes entités ayant structuré l'espace pour satisfaire des flux de déplacement, des dynamiques résidentielles ou d'équipements. Agissant selon différentes temporalités, ces forces de transformation ont « effacé » le chevelu des cadreaux, n'existant pas comme composante reconnue de l'espace urbanisé justifiant d'être dotée d'un référentiel de connaissances et d'actions. Lorsque des précipitations intenses surviennent, les débits produits, sans rapport avec la capacité d'évacuation du réseau d'assainissement, ne trouvent plus les fonctionnalités hydrauliques qui préexistaient aux aménagements réalisés. Des effets non maîtrisés se produisent inévitablement. Ouvrages techniques, constructions, aménagements de différentes natures interagissent par l'écoulement des flots. La connaissance du site, bien

que disponible, n'a pas été mobilisée antérieurement à la catastrophe pour donner leur place aux cadereaux comme composante à part entière de l'espace urbanisé. Elle ne l'a pas été, non plus, pour envisager des configurations défavorables vis-à-vis du ruissellement urbain et, sur cette base, mettre en place des dispositifs de gestion et d'ajustement des projets de nature à limiter les effets dommageables.

Il en sera autrement ultérieurement. La ville a adopté par la suite différentes mesures : réhabilitation des cadereaux, matérialisation des niveaux atteints par les eaux, mise en place d'un plan communal de sauvegarde, gestion des alertes et affectation d'une part budgétaire annuelle à des travaux d'amélioration des écoulements. De plus, les projets de renouvellement urbain intègrent le risque. Il en est ainsi de l'aménagement du quartier Hoche-Sernam situé dans le centre de Nîmes. Cette opération conduit à l'urbanisation d'une emprise foncière importante, libérée par les hôpitaux, l'armée et la SERNAM. Conçue en 2005, l'opération prévoit la création de 15 800 m² de SHON pour accueillir notamment un pôle universitaire et des logements. Le plan directeur d'urbanisme est structuré sur une "*stratégie de sureté hydraulique*" destinée à ne pas aggraver la vulnérabilité à l'inondation³⁵. Les dispositions prévoient une gestion hydraulique des flux produits par le ruissellement. Menés à l'échelle d'un quartier, de tels aménagements ne suppriment cependant pas la vulnérabilité à l'inondation de l'agglomération nîmoise. En effet, ils ne bénéficient qu'à certains secteurs urbains. Par ailleurs, les aménagements protègent pour des événements hydrologiques d'intensité bien plus faible que celui survenu en 1988. Aussi, en complément des dispositions prises, le PPR inondation a été élaboré par l'État. Il a été approuvé par arrêté préfectoral du 28 février 2012.

2.1.c Vaison-la-Romaine : quelle anticipation possible d'une configuration critique ?

Autre catastrophe, la crue torrentielle de l'Ouvèze qui affecte le 22 septembre 1992 la commune de Vaison-la-Romaine. De façon plus nette que pour le Grand-Bornand, les analyses effectuées mettent en évidence le rôle joué par différents facteurs anthropiques et naturelles dans la gravité des effets dommageables. L'épisode met en jeu des phénomènes météorologiques de même nature que ceux survenus aux Grand-Bornand. Des précipitations intenses interviennent l'après-midi du 22 septembre, après qu'une première pluie abondante ait saturé les sols le matin [CGPC, Bourges et *al*, 1992].

.../...

³⁵ Ville de Nîmes, Antoine Grumbach et associés, 2005.

Les effets hydrauliques, pour un bassin versant d'une superficie de 580 km², étaient prévisibles du fait de la confluence de petits bassins versants en amont de Vaison-la-Romaine, pouvant conduire à des concomitances de pointes de crues [Arnaud-Fassetta et al, 1993]. L'analyse géomorphologique conclut que la crue est représentative des événements susceptibles de se produire dans ce secteur géographique. Cependant, le débordement torrentiel s'est constitué en amont par un ruissellement de nappe lessivant les terrains agricoles et conduisant au charriage de matériaux grossiers. Plus à l'aval, c'est-à-dire à l'amont immédiat de Vaison-la-Romaine, la puissance du flot a détruit la ripisylve, sapé les berges et produit un débordement de l'Ouvèze dans son lit majeur, tandis que certains aménagements réalisés ont amplifié localement les effets de la crue. Le rapport d'enquête précise que, si l'événement pluvieux a affecté 67 communes, son coût humain à Vaison-la-Romaine traduit les effets de l'occupation du lit majeur de l'Ouvèze jusqu'au lit mineur par un camping, des lotissements et une zone artisanale. Cette occupation s'est faite sans prise en compte des phénomènes naturels passés, accentués par les transformations apportées à l'occupation du sol en amont du bassin versant [CGPC, Bourges et al, 1992].

Si nous reconsidérons le processus catastrophique, nous pouvons dire que celui-ci résulte tout à la fois :

- des transformations spatiales qui se sont succédées : constructions dans le lit majeur, canalisation de la rivière et imperméabilisation des sols,
- de la fragilisation progressive d'une ripisylve mal entretenue,
- d'une amplification du ruissellement pluvial produite par la succession des deux épisodes pluvieux et par la modification des pratiques agricoles intervenues sur le bassin versant (reforestation et extension de la culture de la vigne).

Le cadre spatial de Vaison-la-Romaine s'est révélé vulnérable à la combinaison de ces facteurs, de natures et de temporalités différentes, dès lors qu'ils interfèrent pour participer à la production d'un débordement torrentiel. Le processus qui s'est développé, sans qu'il ait été possible de l'interrompre, a eu des effets catastrophiques. Comme pour Nîmes, il a manqué un cadre d'analyse qui aurait mis en évidence, de façon anticipée, une configuration critique. Ce cadre aurait pu inciter à agir, par l'action collective, dans le sens de la limitation des potentialités de dommages. A défaut d'un argumentaire structuré sur de tels effets, il n'a pu être envisagé de modifier les projets d'urbanisation et d'adapter les dispositifs de gestion pour prendre en compte le risque.

2.1.d Seine-Maritime : comment corriger les processus à l'oeuvre ?

Pour mieux appréhender les possibilités de résilience territoriale vis-à-vis de débordements soudains, nous avons analysé le rapport de l'Inspection Générale de l'Environnement intervenu à la suite d'une recrudescence des inondations en Seine-Maritime, sur la période 1992-2002 [IGE, 2001]. Ce rapport propose un plan de prévention des effets des inondations et coulées boueuses dans ce département.

L'audit établit que les conditions de l'inondation catastrophique sont liées tout à la fois à la forte intensité des pluies et à l'état de battance des sols. Il identifie ces deux éléments comme participant de la production de l'aléa ruissellement [IGE, 2001, p.7]. La battance, c'est-à-dire la compaction des sols les rendant imperméables, est elle-même fonction des séquences successives de précipitations mais aussi des pratiques agricoles. Ainsi, "*La disparition de 86 000 hectares de prairie et leur transformation en zones urbanisées ou en labour a considérablement accru la capacité de ruissellement du territoire et est probablement la cause de l'augmentation de la fréquence des inondations et des coulées boueuses.*" [IGE, 2001, p.19]. Or, les 150 000 ha de prairies restantes sont susceptibles de disparaître, du fait d'un régime d'aides européennes à l'agriculture qui leur sont défavorables. A l'inverse, le remembrement, autrefois mis en cause dans son effet sur le ruissellement, est considéré comme un vecteur potentiel de techniques douces de prévention du risque hydraulique [IGE, 2001, p.23].

Le rapport pose la question d'une connaissance fine et partagée des mécanismes à l'œuvre et de leur évolution dans le temps. Il met l'accent sur la nécessaire actualisation des pratiques et des méthodes, pour qu'elles répondent aux particularités locales. Il préconise ainsi l'accentuation des échanges entre les scientifiques et les acteurs concernés [p.53], dans le prolongement de la création, en 2000, de l'AREAS³⁶ en charge d'appuis techniques aux collectivités et aux professionnels, de transfert des connaissances et de développement de références régionales sur le ruissellement. Cette association constitue un nouvel outil destiné à réduire le ruissellement et ses effets en reliant des pratiques sectorielles. Sur ces bases, la stratégie proposée combine des actions de préservation des prairies, des mesures palliatives au ruissellement et des dispositions d'urbanisme visant à réglementer l'occupation des secteurs trop exposés. Elle met en exergue la difficulté pour les fonds de vallées exposés au développement urbain, de devoir se prémunir d'un aléa se transformant au rythme des modifications parfois rapides des pratiques agricoles en amont.

³⁶ L'Association Régionale d'Etude pour l'Amélioration des Sols

Les transformations des bassins versants considérés vis-à-vis des changements des pratiques agricoles, rappellent celles de la vallée de l'Ardèche, posant la question de mesures correctives au développement touristique pour limiter la dégradation de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques, sans qu'il soit envisagé d'empêcher cette dynamique. Ici, les déséquilibres se manifestent par l'érosion des sols et de possibles effets catastrophiques pour les secteurs urbanisés situés en aval, exposés au risque inondation.

2.1.e Les catastrophes interrogent les possibilités offertes par le territoire-étagé

Au vu des analyses menées, la catastrophe prend la forme d'un processus dommageable se propageant à un moment donné au sein de l'espace urbanisé. Ce processus révèle un état critique de cet espace, explicable non par des propriétés individuelles de telle ou telle composante mais par la complexité, nécessitant d'appréhender le système considéré de façon globale [Bak, 1999, p.14]. Le fragile équilibre qui présidait préalablement à l'agencement de l'espace urbanisé et à son fonctionnement est rompu. Les composantes et entités en présence interagissent en provoquant des dommages. Après la catastrophe, la puissance publique diligente des actions visant à éviter la reproduction de tels effets.

Mettant en jeu différents facteurs d'origines physique et anthropique, le processus aux effets catastrophiques agit de façon similaire aux mécanismes de moindre gravité mis en évidence par notre pratique de l'aménagement dans les territoires, par exemple dans la vallée de la Valserine³⁷. Selon les conditions en place, le mouvement peut cependant s'interrompre par lui-même ou s'amplifier, être ou non contrecarré dans ses effets potentiels par les dispositions prises. Bien que les éléments impliqués dans les inondations relèvent de différentes temporalités : la modification des pratiques agricoles, la réalisation de constructions et d'ouvrages pouvant, pour certains, être anciens, le délaissement d'une ripisylve, la saturation des sols, à un moment donné, une configuration critique se met en place. Son activation par un dépassement de seuils ou un événement particulier, donne une dimension catastrophique à des faits qui - considérés séparément - ne prêtaient pas à attention. Les cas du Grand-Bornand, de Nîmes et de Vaison-la-Romaine sont significatifs d'espaces urbanisés qui n'ont pu limiter par anticipation les effets catastrophiques, ceux-ci devenant subordonnés à l'action des services de secours, dont la mission est d'intervenir dans les situations hors contrôle.

.../...

³⁷ Se référer au 1.3.a.

Nous pouvons mettre en perspective (tableau 3), selon leur relation au temps, les différents facteurs rencontrés dans ces études de cas : facteurs aléatoires de type événementiels, facteurs d'évolutions progressives ou liés à des situations temporaires et facteurs ressortant des transformations voulues de l'espace urbanisé :

Facteurs	Le Grand-Bornand	Nîmes	Vaison-la-Romaine
Liés à un événement soudain de caractère aléatoire.	Pluie intense.	Pluie intense.	Pluie intense en deux épisodes successifs.
Liés à des modifications temporaires ou à des évolutions progressives du territoire.	Saturation hydrique des sols.	Disparition des cadreaux comme composante à part entière de l'espace urbanisé.	Carence dans l'entretien des ripisylves.
Liés aux volontés de transformations de l'espace urbanisé lui-même.	Aménagement d'un domaine skiable. Création de campings à proximité du torrent.	Dynamique résidentielle des années passées. Développement des infrastructures de transport. Dynamique d'équipements urbains.	Modification des pratiques agricoles. Constructions dans le lit majeur de l'Ouvèze.

Tableau 3: Facteurs ayant concouru aux catastrophes : Grand-Bornand, Nîmes, Vaison-la-Romaine.

Si cette mise en perspective simplifie la réalité faite d'interactions multiples, il n'existe cependant pas d'outil qui permette de considérer les dommages possibles résultant d'une mise en relation de facteurs de temporalité différentes, dont la prise en compte relève d'entités distinctes. Pourtant, en délimitant un cadre d'analyse spatiale englobant de telles entités, ne pourrait-on mettre en évidence des potentialités de perturbation de l'espace urbanisé : des constructions dans le lit majeur d'un court d'eau, une ripisylve mal entretenue, des évolutions de pratiques agricoles... Un référentiel de connaissances et d'actions pourrait-il être associé à ce cadre spatial ? La notion de *territoire-étagé* serait ainsi utile pour identifier préventivement des configurations dommageables. Elle permettrait d'envisager un ensemble de mesures correctives par la mobilisation des outils existants, leur adaptation ou la conception de nouveaux outils, et espérer ainsi réduire les dommages.

2.2 Le plan de prévention des risques technologiques confronté à la complexité des espaces urbanisés

Au moment où l'accident de l'usine Grande Paroisse survient à Toulouse, le 21 septembre 2001, nous sommes responsable de l'urbanisme et de l'environnement à la DDE de l'Eure-et-Loir. Nous venions de conduire, à ce titre, une réflexion sur les transformations urbaines produites par l'arrivée de l'industrie à Chartres sur la période 1960/1970 [Brebion, 1999]. Les mesures nationales de déconcentration industrielle prises à cette époque, avaient amené l'agglomération à accueillir des productions industrielles en chimie et en parfumerie. La dynamique d'urbanisation de la périphérie chartraine qui en a résulté, a abouti au voisinage de zones d'activités, d'infrastructures routières et de quartiers d'habitat collectif. La gestion du risque industriel avait conduit l'administration à restreindre l'occupation des sols à proximité des établissements, sans que les interactions de l'activité industrielle avec l'urbanisation aient été davantage explorées sous cet angle.

2.2.a L'accident AZF interroge les interactions entre urbanisation et industrie

L'explosion de l'usine Grande-Paroisse révèle les interactions possibles entre activités industrielles et espaces urbanisés. Elle donne lieu au débat national, engagé dans les régions sous forme de tables rondes, débat auquel nous participons à Orléans. Bien que la catastrophe de Toulouse soit le fait d'un accident industriel, ses conditions de survenue s'apparentent à celles mises en évidence pour le ruissellement urbain. A Toulouse, l'urbanisation s'est développée dans une dynamique d'ensemble qui a ignoré les interactions non maîtrisées entre différentes entités. Un rapport d'inspection [CGPC, 2002] a décrit ce qui peut être présenté comme le scénario territorial d'une catastrophe urbaine. Le site industriel de Grande-Paroisse était occupé depuis la première guerre mondiale par une poudrerie, localisée à l'origine plus au nord mais déplacée à cet endroit alors éloigné de la ville, pour tenir compte d'accidents survenus. L'installation d'ONIA en 1924, entreprise publique employant 3000 personnes, consolide l'implantation industrielle. Sur la période des Trente Glorieuses, l'agglomération de Toulouse double sa population, passant de 250 000 à 550 000 habitants. L'espace urbanisé décuple en surface pour intégrer le site industriel qui n'est pas déplacé une nouvelle fois. Une rocade ouvre des espaces à l'urbanisation par des grands aménagements publics : édification de grands ensembles, installation du CNES, créations d'une faculté des sciences et d'une ZUP. Le Livre blanc de 1968, comme le schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de 1971, traduisent des options fortes de l'agglomération pour l'expansion urbaine comme pour la création d'emplois industriels.

A cette date, le risque technologique n'est pas évoqué comme rendant nécessaire la confrontation des différentes dynamiques en présence. C'est l'accident qui révèle la vulnérabilité de l'espace urbanisé, les dispositifs de gestion en place n'ayant pu éviter des effets non maîtrisés de grande ampleur. L'explosion produit un traumatisme émotionnel du fait du grand nombre des victimes, 30 décès et 2442 blessés³⁸, de l'importance des dommages matériels et de leur étendue géographique : l'onde de choc produite par la déflagration provoque des bris de vitres dans un rayon de sept kilomètres. La population met en cause la présence d'une usine à risques à proximité d'une agglomération. Le référentiel de connaissances et d'actions utilisé pour gérer les relations entre urbanisation et industries dangereuses est à reconsidérer.

Alors qu'il intervenait sur le risque naturel, le Certu engage en 2002, un état des lieux des relations entre le risque industriel et les territoires. L'analyse établit que ce sont les accidents industriels qui provoquent les évolutions des législations européenne et française en matière de gestion du risque industriel et de sa prise en compte dans le territoire [Certu, 2003, pp. 67-69]. Jusqu'aux années 1970/80³⁹, le risque d'accident industriel ne posait pas véritablement question en France. Les établissements pyrotechniques qui en généraient l'essentiel relevaient de la responsabilité directe de l'État français comme étant partie prenante de la sécurité du territoire. A la suite de la répétition d'accidents graves survenus durant cette période, un processus de prise en compte de l'urbanisation dans la gestion du risque industriel s'engage. Le concept de risque technologique majeur est défini en 1981 par Patrick Lagadec. Le chercheur montre les limites de la prévention pour éviter les catastrophes. Il met en évidence la pluri-factorialité liée à ce type d'événements et la nécessité de prendre en compte les acteurs dans l'analyse des dangers. Georges-Yves Kervern voit dans l'approche systémique un point de départ des sciences du danger [Kervern, 1995, pp.12-13]. Les cindyniques se développent comme "*[...] science visant à rendre intelligibles et donc prévisibles, les dangers, les risques qui en découlent, endogènes et exogènes au sein d'un système et de permettre de les réduire*" [Kervern et Boulenger, 2007, p.1]. Dans le même temps, la directive du 24 juin 1982, dite SEVESO, introduit la notion de risque majeur dans le référentiel réglementaire européen encadrant l'activité des établissements industriels. En France, 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 prévoit que les documents d'urbanisme prennent en compte les risques naturels et technologiques.

³⁸ Source statistique Revue Préventive Sécurité n°65 sept. octobre 2002 base de données ARIA

³⁹ La loi du 8 mars 1971 crée la Société Nationale des Poudres et Explosifs (SNPE), en remplacement du Service des Poudres de l'Armée.

Une seconde directive 96/82/CE du 9 décembre 1996, dite SEVESO II, demandait par son article 12, la maîtrise de l'urbanisation autour des sites à risque. La transcription en droit français de cette directive était en cours lorsque l'explosion de l'usine Grande-Paroisse survient le 21 septembre 2001. L'analyse menée au Certu met en évidence le rôle joué par les études de danger dans la prise de conscience des effets du processus d'urbanisation sur l'exposition des populations au risque industriel. Introduites par la circulaire ministérielle du 16 août 1982, ces études se généralisent car la loi du 22 juillet 1987 leur donne un fondement légal. Au dire des experts, "*[...] la réalisation des études de danger [...] révèle progressivement la contradiction entre les efforts consentis pour réduire le risque à la source, en améliorant la sécurité des établissements industriels et la dynamique d'urbanisation qui a constamment accru l'importance des populations exposées à un danger grave*" [Blancher, 1992 in Certu, 2003, p.18]. Au vu de ces constats, la circulaire du 24 juin 1992 définit le principe de zonages⁴⁰ destinés au contrôle de l'urbanisation autour des sites industriels à risques, avant que l'accident de Toulouse ne conduise à l'établissement de plans de prévention des risques technologiques (PPRT) pour les plus dangereux d'entre eux, classés installations à risque spécial.

La loi n°2003-699 du 30 juillet 2003, relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages introduit le PPRT, nouveau dispositif de gestion de l'urbanisation rendu obligatoire pour les sites les plus dangereux, dits SEVESO seuil haut. Etablissant comme le PPRN une servitude d'utilité publique, le PPRT en diffère sur différents points, notamment par sa finalité qui porte sur la seule protection des personnes, alors que le PPRN vise à la protection des personnes et des biens. Le nouvel outil ouvre un chantier méthodologique sur les mesures de régulations à prendre pour réduire le risque produit par la présence d'usines SEVESO seuil haut au sein de l'espace urbanisé. Cette loi innove pour atteindre ses objectifs. Par le recours aux procédures d'expropriation ou de délaissement⁴¹, elle définit les modalités d'une action foncière sur les zones les plus exposées au risque. En prenant en compte pour la définition de l'aléa technologique les barrières de sécurité effectives sur le site industriel, et en associant les industriels, aux côtés de l'État et des collectivités locales, au financement des mesures foncières, la loi incite ceux-ci à réduire le risque à la source.

⁴⁰ Zonages Z1 et Z2.

⁴¹ Le délaissement est une possibilité donnée à un propriétaire dont la propriété immobilière est gravement exposée au risque industriel de mettre en demeure la puissance publique d'acquiescer celle-ci dans des conditions administratives définies.

2.2.b Le PPRT se heurte à la complexité des espaces urbanisés

Une étape préalable au PPRT conduit l'Inspection des installations classées à vérifier les mesures prises pour respecter la réglementation en matière de sécurité industrielle. A partir de cette analyse, le guide méthodologique du PPRT, à l'écriture duquel nous participons, définit en tout point du territoire exposé, l'aléa technologique comme le cumul des événements possibles [DPPR, 2007]. L'algorithme proposé par l'INERIS, permet de qualifier, pour chaque type d'effets thermique, toxique ou surpression, l'espace urbanisé, selon qu'il est affecté par un aléa très fort⁺, très fort, fort, moyen ou faible. Croisant l'intensité et la probabilité des événements possibles, l'aléa technologique n'a pas de réalité physique. Il définit un indice d'exposition permettant de délimiter, selon le niveau atteint, des zones qui relèveront de l'expropriation, du délaissement ou de prescriptions techniques. La définition de ces prescriptions nécessite de ré-interroger les scénarios d'événements pour identifier le plus pénalisant (par exemple, le confinement d'une maison contre un effet toxique sera calculé pour l'émanation du gaz le plus dangereux présent sur le site industriel). Pour prendre en compte l'urbanisation, le guide prévoit une identification des modes d'occupation du sol à l'échelle du bâti : bâtiments collectifs, habitat individuel, activités économiques, établissements recevant du public, infrastructures de transports... Cette étape, qualifiée d'analyse des enjeux, mobilise les bases de données disponibles dans les systèmes d'information géographique. Le PPRT conduit alors à la superposition des cartes d'aléas et d'une carte des enjeux.

Sur ces bases, l'élaboration du PPRT pourrait consister en un enchaînement de phases administratives, d'études et de concertations, aboutissant à la décision préfectorale d'approbation d'un projet technique bien défini. Cependant, comme pour le PPRN, les possibilités d'agir sur le bâti existant sont limitées. Ainsi, la protection des bâtiments contre les effets thermiques, ne bénéficie pas d'un référentiel de connaissances préexistant. Les techniques de protection ont été développées au fil des années pour prévenir les incendies d'origine intérieure aux constructions. Par ailleurs, des mesures de confinement vis-à-vis d'un effet toxique ne peuvent être prescrites sans que soient établies leur faisabilité ainsi que les possibilités concrètes d'alerte et d'évacuation des populations. Des liens étroits sont à ici tisser entre la prévention, la gestion des secours et les habitants eux-mêmes. Toutes les mesures techniques sont conditionnées à un seuil de coût devant être inférieur à 10% de la valeur du bien considéré. Lorsque les occupants sont exposés à un danger très grave, le PPRT rend possible l'expropriation. Dans un certain nombre de situations intermédiaires, cette mesure ne peut être mobilisée alors que les mesures techniques ne suffisent pas.

Or, la possibilité donnée à l'industriel de réaliser des mesures supplémentaires de réduction de l'aléa à la source peut augmenter le nombre de ces situations problématiques. Par ces mesures, la qualification de l'aléa peut être diminuée en agissant sur l'occurrence des phénomènes dangereux. Pour autant, l'intensité de ces phénomènes, vis-à-vis desquels il convient de se protéger, peut rester inchangée. Ainsi, si le PPRT peut remédier à certaines situations d'exposition au risque industriel, il ne peut le faire pleinement que dans les limites des mesures applicables. En tout état de cause, il agit dans les cas les plus simples. En effet, si cet outil interpelle des acteurs multiples relevant d'échelles de gestion différentes, il ne peut remettre en cause l'espace urbanisé dans sa structure profonde et dans ses modes de fonctionnement. Le PPRT interpelle l'exercice de différentes activités économiques, l'usage des infrastructures, autoroutes ou voies ferroviaires, et les occupations des espaces publics, qu'elles soient permanentes, occasionnelles ou intermittentes. Bien que géographiquement très localisé, le PPRT peut interroger des flux de transport d'importance régionale ou nationale, ou encore l'organisation de manifestations collectives. La complexité spatiale pose aussi question à l'échelle du bâti. Certains immeubles collectifs peuvent chevaucher des zones d'aléa très différentes. Pour ces immeubles, le délaissement prévu pour des cas d'exposition grave peut, dans la pratique, être difficilement envisagé. Laissant chaque propriétaire libre de demander ou non l'acquisition de son appartement, cette mesure poserait dans son application des problèmes très concrets de gestion. Dès lors, faut-il mener à son terme la démarche en faisant fi des difficultés d'application, ou au contraire admettre des ajustements pragmatiques conduisant à des écarts avec l'analyse technique ? Ces différents aspects nécessiteraient de disposer d'un outil, le *territoire-étagé*, tenant compte de la complexité des espaces urbanisés.

Pour établir une méthodologie d'élaboration du PPRT, deux écueils devaient être évités, entre lesquels une voie médiane a été recherchée. Le premier consistait en la mise en œuvre d'une série de mesures de prévention du risque industriel détachées les unes des autres, d'efficacité limitée de ce fait. Le second conduisait à rigidifier l'espace urbanisé dans le périmètre d'exposition au risque, entravant ses nécessaires évolutions comme celle de l'activité industrielle. Au démarrage des travaux du guide, nous avons proposé de rompre avec une démarche trop structurée sur le déroulement de la procédure administrative. Le biais introduit, conduisit à donner une place à part entière aux études dans les discussions entre les acteurs. Il s'agissait dans notre esprit de prendre en compte la vulnérabilité en tissant des liens entre les dimensions réglementaires, techniques et territoriales [Guézo in LATTIS, 2010, pp.87-93] (cf. planche 7 ci-après et planche 58⁴²).

⁴² Cf cahier des représentations ou modèles proposés p.326

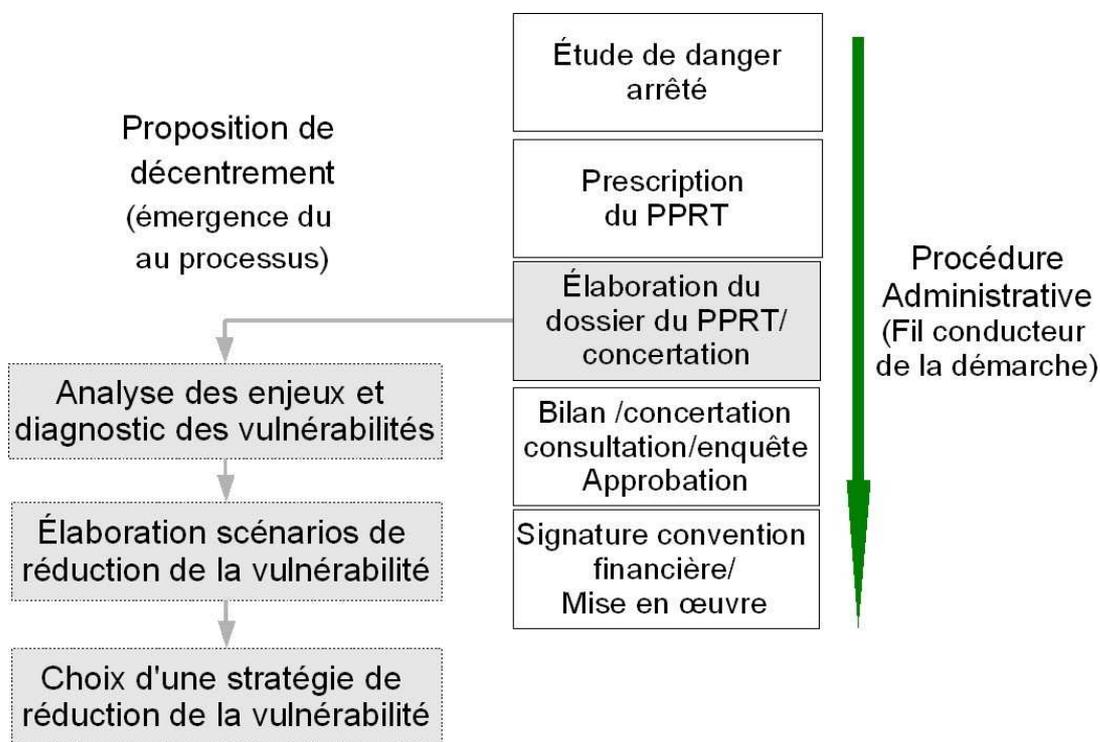


Planche 7: La démarche d'élaboration du PPRT s'oriente vers la mise en œuvre d'un processus.

Pour qu'un tel processus puisse se déployer de façon dynamique, le guide national se devait de définir tout à la fois les règles homogènes réclamées par les services déconcentrés de l'État et des marges de manœuvre pouvant être mobilisées pour définir des mesures tenant compte du contexte local. L'affirmation de telles marges, dont nous avons montré dans le cas des travaux du contournement de Moulins qu'elles existaient pour mener à bien un projet défini dans ses finalités, rendait nécessaire d'explicitier, à un moment donné, une gestion stratégique fixant les principes retenus localement pour prendre en compte la vulnérabilité en intégrant également des facteurs de résilience (cf planche 58⁴³).

La réduction de la vulnérabilité des groupes d'habitations, des constructions et des établissements exposés aux aléas technologiques appelle en fait des dispositions adaptées à chaque cas.

⁴³ Cf cahier des représentations ou modèles proposés.

Celles-ci pouvaient être recherchées par la réalisation d'études supplémentaires engagées pour augmenter la connaissance technique. De telles études auraient été coûteuses et incertaines quant à leur capacité d'appréhender la vulnérabilité sous toutes ses facettes. Nous nous sommes appuyé sur notre retour d'expérience d'ingénieur confronté aux limites de mise en œuvre des outils conventionnels pour préconiser une meilleure compréhension de l'espace urbanisé dans sa réalité complexe. Il s'agissait de mener des investigations dites *complémentaires* car ciblées sur les entités les plus exposées : établissements recevant du public (santé, éducation, commerce...), entreprises industrielles ou activités économiques d'autres natures... De telles investigations associent à la réflexion les responsables de ces activités : "*Ce peut être un directeur d'école qui sera en mesure de faire état de sa vision des choses en tant que chef d'établissement au contact des réalités de terrain, ce peut être encore un chef d'entreprise sur les dispositions prises pour informer son personnel sur les risques*" [Guézo et Verrhiest, 2007, pp.26-28]. Ce principe de participation des acteurs locaux apparaissait comme le moyen de les rendre porteurs d'une connaissance directement actionnable au sein de leur organisation [Avenier et Schmitt, 2007, p.19]. Il s'agissait de concevoir le PPRT comme le catalyseur d'une action collective appelée à être déployée au sein des entités elles-mêmes, pour rendre celles-ci plus résilientes à l'aléa technologique. Ainsi, un directeur d'école est en mesure de confronter le scénario d'un accident industriel avec les modalités de fonctionnement de son établissement pour anticiper sur les possibilités dont il dispose ou qu'il peut mobiliser en matière de mise à l'abri des élèves.

Pour traduire les principes attachés aux investigations complémentaires, nous avons proposé l'établissement d'une étude de cas à valeur pédagogique (Fictive-sous-Bois) mettant en scène un espace urbanisé soumis aux aléas technologiques produit par un établissement SEVESO [DGPR, Certu, INERIS, CETE, 2008]. Intégrer à l'espace urbanisé fictif des composantes de différentes natures : infrastructure de transport, quartiers d'habitations, zones d'activités et raisonner au niveau des entités en présence : lycée, centre commercial, restaurant, laboratoire, prison... revient à constituer un *territoire-étagé*. L'exercice met en évidence, tant les incertitudes liées à la gestion de ce *territoire-étagé* que les possibilités réelles d'actions qu'il offre. Il conduit à explorer, dans un but didactique, différentes formes « d'investigations complémentaires » pouvant être menées selon les spécificités de l'espace urbanisé considéré.

En définitive, le PPRT permet d'agir sur un espace urbanisé exposé au risque d'accident industriel produit par un ou plusieurs établissements SEVESO seuil haut. Il instaure une obligation de faire pour l'État, encadrée par différents décrets et arrêtés ministériels. Il assure un certain nombre d'ajustements entre l'activité industrielle et l'urbanisation.

La démarche réglementaire se trouve cependant confrontée à l'espace urbanisé comme forme complexe dont il s'agit de réduire la vulnérabilité. Par le biais du PPRT, il est possible de limiter les effets d'un accident, sans que toutes les mesures souhaitées puissent être mises en oeuvre.

Pour aller dans le sens du *territoire-étagé*, nous avons préconisé d'adjoindre à l'obligation de faire, un processus de gestion du risque, suscitant une action collective entre l'Etat, les collectivités locales concernées et les industriels impliqués, voire d'autres acteurs locaux pouvant être parties prenantes. En prenant en compte la réalité complexe de l'espace urbanisé, il s'agissait de dépasser les seules mesures régaliennes de réduction de la vulnérabilité pour mettre en mouvement les entités, afin qu'elles agissent elles-mêmes sur leur vulnérabilité à l'accident majeur. Pour se développer pleinement, un tel processus nécessite de s'affranchir d'un raisonnement trop exclusivement fondé sur le périmètre formel des zonages d'aléas pour intervenir sur la dynamique d'évolution de l'espace urbanisé considéré dans son ensemble.

Qu'il s'agisse de la prévention des risques technologiques ou des risques naturels, l'action publique agit par la voie réglementaire en s'appuyant sur le PPRT ou le PPRN. Compte-tenu des limites atteintes par ces outils, il convient de s'interroger sur les dynamiques de prévention qui pourraient être développées au sein même des espaces urbanisés, considérés comme espaces complexes, et de la place qu'y peut tenir la notion de *territoire-étagé*.

2.3 Les difficultés de coordination des outils de gestion des risques

Si de multiples outils peuvent être mobilisés pour la gestion des risques, nous montrerons qu'une dynamique d'ensemble ne peut être facilement obtenue dans le cadre complexe de l'espace urbanisé. Par dynamique de gestion des risques, nous désignons une démarche mettant en relation dans la durée différentes actions de gestion des risques.

Un modèle communément utilisé à ce titre est celui de la *roue de Deming*. La représentation, qui en est donnée en illustration 9, relie des interventions conduites lors de la survenue d'un événement à des actions successives de connaissance, de reconstruction, de prévention et de préparation à la crise. Issue des méthodes de gestion de la qualité, cette représentation définit un principe d'amélioration en continue. Par notre pratique de l'aménagement, nous avons montré que la gestion de la qualité n'était pas une réponse adaptée pour faire face aux manifestations de la complexité dans la production de dommages⁴⁴.

⁴⁴ Se référer au 1.3.b.

Ici, la représentation est problématique car elle établit une relation exclusive **comme pouvant aller de soi** entre différentes séquences temporelles de gestion du risque. S'affranchissant de toute dimension spatiale, ce processus circulaire n'interroge pas les interactions se produisant au sein de l'espace urbanisé, dont nous avons montré qu'elles étaient partie prenante de la production de dommages.

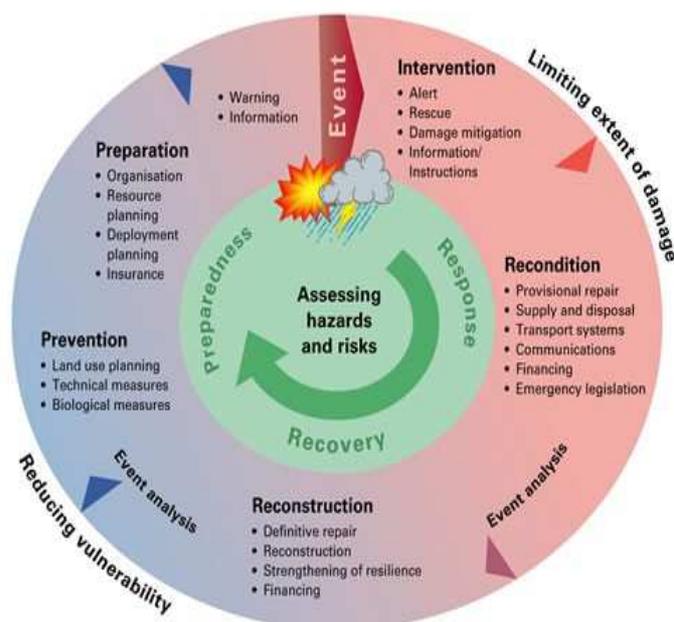


Illustration 9: Roue de Deming et gestion des risques.

Source Planat. 2003 in COST C19 p.98

Le projet européen COST *Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure*⁴⁵ consacré aux réseaux, que nous expliciterons par la suite, a conclu à l'intérêt de reconsidérer cette représentation pour réduire sa linéarité [Cost C19, 2008, pp.97-98] ce que nous avons tenté de faire dans le cadre d'un projet européen *Security and Trust in City* (SETRIC).

Mené dans le cadre du programme INTERREG IIC, le projet SETRIC offrait en effet la possibilité d'une ouverture vers les acteurs urbains [SETRIC, 2006]. L'échange européen associait différentes villes⁴⁶, l'institut FIT-Franhofer (Allemagne) et le Certu. Se démarquant des cadres institutionnels nationaux, le projet ouvre sur le métier de risk-manager dans les collectivités locales. De façon pratique, une succession d'ateliers a traité de la prévention des risques, des actions de réduction de la vulnérabilité, de la gestion de crise et de la communication pendant la crise.

⁴⁵ COST Urban Civil Engineering, C19, *Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure*, Bruxelles, COST Office, 2008, 240 p.

⁴⁶ Villes de Cologne (Allemagne), de Naestaed (Danemark), de Bologne et de Sienne (Italie), de Prague (République tchèque), de Paris et de Marseille (France).

Nous inscrivant dans ces finalités, nous avons décrit un modèle, reproduit en planche 61⁴⁷, associant à l'élaboration d'une stratégie territoriale, l'événement et sa gestion, la représentation du risque et sa gestion. Établi à dire d'experts par des échanges avec nos partenaires européens, ce modèle articule des ensembles ressortant de registres distincts, s'appuyant sur leur propre référentiel de connaissances et d'actions. Il en est ainsi de la gestion de la crise, qui mobilise des acteurs spécifiques, et du retour d'expérience qui tire des enseignements des catastrophes. Les autres ensembles recouvrent les actions de prévention, les mesures de mitigation, les dispositifs de préparation à l'événement et de veille. La représentation du risque couvre la prise de conscience, la connaissance et l'évaluation du risque. Bien qu'encore partiellement linéaire, ce modèle se distingue de la roue de Deming par la mise en évidence du territoire et par l'importance accordée à des décisions relevant de sphères différentes. Comportant une dimension territoriale, la gestion stratégique [Lacoste, 1985 (1976)] [Aubert et Roux-Dufort, 2004] affirme qu'il peut exister d'autres voies de prise en compte du risque que celle de deux gestions séparées, dédiée au risque d'un côté, urbaine de l'autre.

La *décision d'agir* aiguillonne le modèle que nous avons proposé. Elle permet le déroulement des séquences. L'activation du processus, figurée dans le sens contraire au sens habituel des aiguilles d'une montre, signifie que la gestion dynamique du risque ne va pas de soi. La décision de faire interroge l'action quotidienne. De plus, elle intervient aujourd'hui davantage qu'hier dans un contexte marqué par l'incertitude. Elle peut poursuivre plusieurs buts et pour un même but, emprunter différents chemins. Elle peut s'inscrire en continuité du passé ou en rupture par rapport à celui-ci [Sfez, 2004, p.76]. Dès lors, comment la mobiliser de façon régulière ? Si la source de la décision est pour le philosophe la volonté [Arendt, 2004 (1972), p.197], différents facteurs la motivent :

- la capacité d'attention portée à une potentialité de dommages. Celle-ci prend la forme de la conscience du risque comme un préalable à sa prise en considération.
- l'exercice d'une autorité, institutionnelle ou morale, ou d'un pouvoir, fût-il de simple influence [Thoenig et Duran, 1996, p.580-623].
- un « intérêt à faire », qui peut être matériel ou moral. "*L'intérêt bien compris*" anime les initiatives de chacun [Cambier, 2005, p.77].

Mobiliser ces différents facteurs **ne va pas de soi** sans disposer d'un outil d'analyse spatiale qui, tout à la fois, rende visible les potentialités de dommages, mette en relation les acteurs dans la diversité des responsabilités qu'ils assument et favorise un intérêt collectif à agir.

⁴⁷ Cf cahier des représentations ou modèles proposés p.329.

Le test effectué sur l'agglomération lyonnaise pour des aléas différents : inondation fluviale, accident SEVESO, transport de matières dangereuses, altération de la ressource en eau, rupture de barrage, risques économiques liés à la désindustrialisation, risques sociétaux et sanitaires, a montré les limites du modèle [Marlette, 2007]. Le tableau 4 met en évidence des séquences activées ou non selon l'aléa considéré, avec des implications différentes des niveaux national ou local.

Nature du risque	Séquences du modèle					
	Représentation du risque	Stratégie territoriale		Management du risque	Gestion de l'événement	Retour d'expérience
Inondation Rhône et Saône	2	2		2	1	0
Pollution de la ressource en eau	0	0		2	1	2
Accident industriel SEVESO, AS	2	2	1	1	1	2
Rupture du barrage de Vouglans	1	0		1	1	0
Transports de matières dangereuses	2	2		2	1	1
Risques sociétaux	1	1		1	1	2
Délocalisation industrielle	1	2		1	0	0
Risques sanitaires	1	2		1	1	1

Tableau 4: Modèle de gestion des risques appliqué à l'agglomération lyonnaise.

Auteur [Marlette, 2007]

- 0 = Séquence non activée (en blanc)
- 1= Séquence activée par un outil d'origine nationale (en vert)
- 2= Séquence activée par un outil spécifique au territoire (en jaune)

Le recours au modèle présente des vertus pédagogiques. Il permet d'interroger le poids plus ou moins grand donné à certaines séquences et la mobilisation des échelles d'actions. Pour autant, il ne traduit pas la diversité des modes de gestion du risque sur l'agglomération lyonnaise. Dans les dernières années, cette gestion a été axée sur la mise en place des PPR inondation, intervenue à partir de 2004 sur le Rhône et sur la Saône. Elle porte maintenant sur l'établissement des PPRT ayant de fortes incidences sur le sud de l'agglomération (vallée de la Chimie). La métropole lyonnaise a assuré aussi, dans la durée, une gestion du risque mouvement de terrain appuyée sur une commission technique dite des Balmes, créée en 1930 à la suite d'un glissement de terrain ayant fait 41 victimes sur la colline de Fourvière. Pragmatique, cette dernière démarche gère le risque à l'échelle du projet individuel.

En définitive, le modèle dynamique de gestion des risques proposé présente des vertus didactiques mais aussi des limites d'usage. L'aléa reste le principal générateur d'une démarche laissant croire que la gestion du risque pouvait être optimisée indépendamment de l'espace urbanisé. Or cet aléa peut être lui-même produit, amplifié ou transformé par l'espace urbanisé comme l'a établi l'analyse de la catastrophe de Nîmes. La complexité de l'espace urbanisé ne se prête pas à la linéarité de la gestion des risques.

À l'échelle européenne, la charte de Leipzig sur la ville européenne, adoptée le 24 mai 2007, est silencieuse sur la prévention des catastrophes. Nous avons cependant examiné les démarches de gestion des risques appliquées à quelques agglomérations européennes. De telles démarches sont-elles conduites en dehors d'un cadre réglementaire tel qu'il est défini par la directive SEVESO II du 9 décembre 1996 ou par la directive du 7 octobre 2007 sur l'évaluation et la gestion des inondations⁴⁸ ? L'atelier que nous avons organisé avec l'Association Française de Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN), pour le compte du Ministère de l'Ecologie, en novembre 2008 à Paris, visait à identifier des stratégies de grandes agglomérations européennes, pour prévenir les catastrophes⁴⁹. Les cas présentés, de Hambourg, de Prague, du Grand Londres et de Barcelone ont montré tout à la fois une certaine pertinence du modèle de gestion dynamique du risque mais aussi d'autres démarches relevant d'une gestion territoriale des risques.

Hambourg est exposée aux débordements de l'Elbe. Dopée par sa puissance économique, la Ville-Etat étend cependant l'urbanisation en zone inondable, par reconversion d'un ancien espace portuaire situé en continuité du centre-ville. Engagé en 2000, le projet - dénommé Hafencity - est planifié sur 25 ans. Son inscription dans la zone inondable est affirmée et affichée. Sa portée économique permet le financement d'importants dispositifs techniques et organisationnels rendus nécessaires par ce risque (cf photographies 1 à 3). L'intégration du risque dans la gestion urbaine est mue à la fois par la forte dynamique économique et la mémoire entretenue de la crue catastrophique de février 1962. La cité met l'accent sur le retour d'expérience des événements passés, l'acculturation de la population au risque, la prévention et la mise en place de dispositifs de mitigation. Elle investit dans un système de défense par endiguements, tenant compte des insuffisances des ouvrages anciens. Elle gère un dispositif d'alerte recourant aux nouvelles technologies. Elle met ainsi en œuvre les différentes séquences du *processus de gestion des risques* que nous avons modélisé.

⁴⁸ Directive 2007/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2007, relative à l'évaluation et à la gestion du risque inondation

⁴⁹ Colloque "*Des catastrophes du passé au défi du changement climatique*" organisé à Paris les 26, 27 et 28 novembre 2008, par le MEEDDAT avec le concours de l'AFPCN, dans le cadre de la Présidence française de l'Union Européenne.

Pour autant, le risque inondation reste une forte préoccupation. Il est même exacerbé par la perspective des effets à venir du changement climatique, le niveau des crues de l'Elbe dépendant de l'évolution des niveaux marins.



Photographie 1: Hamburg. Quartier HafenCity. Passage surélevé utilisé en période de crue.



Photographie 3: Hamburg. Quartier HafenCity. Premier niveau étanche.



Photographie 2: Hamburg. Quartier HafenCity. Immeubles en console pour tenir compte des crues.

Conjugué aux effets du changement climatique, le développement de l'urbanisation rend ce risque problématique à l'horizon 2050, sa maîtrise complète ne pouvant en définitive être envisagée⁵⁰. La ville-État de Hamburg est emblématique d'une métropole mobilisant les ressources dont elle dispose pour réduire sa vulnérabilité et accroître sa résilience. Ces dispositions permettent, en retour, à la dynamique économique de se déployer, tout en augmentant les enjeux économiques et humains attachés au risque d'inondation. Nous retrouvons ici des principes d'action mis en œuvre dans la vallée de l'Ardèche pour préserver la qualité du milieu aquatique sans affecter la dynamique touristique⁵¹. Le cas de Hamburg montre qu'il est possible de déployer un processus de gestion dynamique des risques dans un cadre territorial très structuré. Cependant, ce processus présente des limites d'efficacité puisqu'il participe lui-même de la dynamique d'urbanisation. Le processus d'ensemble est bien gouverné par cette dynamique, la

⁵⁰Source Jurgen Weichelgartner, Université de Hamburg, présentation du 25 novembre 2008 à Paris

⁵¹Cf 1.4.a.

gestion du risque permettant, quant à elle, d'espérer des effets moindres d'un événement dommageable de grande ampleur.

La mise en œuvre d'une gestion des risques en lien avec la dynamique d'urbanisation est moins visible pour les autres agglomérations. D'autres approches sont possibles présentant leurs propres vertus. Celle du Grand Londres prend la forme d'une veille active conduite à l'échelle de la métropole et ouverte sur différents possibles en matière d'évolution. Cette veille est essentielle car, au sein de l'espace urbanisé, la conscience du risque est affaiblie par le processus d'urbanisation qui, transformant les territoires, distancie l'homme des réalités physiques [Cambier, 2005, p.27]. Le Grand Londres a pris conscience des difficultés de dimensionner des programmes d'actions de protection et d'adaptation, à partir d'évaluations des probabilités d'événements, des dommages prévisibles, des études de vulnérabilités de la population et des activités. En effet, des fortes incertitudes pèsent sur les évolutions à venir. L'aléa peut prendre des formes multiples. L'agglomération londonienne est exposée aux débordements de la Tamise, aux effets des marées, au ruissellement pluvial, aux remontées de nappes et aux débordements des réseaux d'assainissement. En outre, le changement climatique peut produire tout à la fois un relèvement des niveaux marins et une augmentation des précipitations hivernales (nombre et intensités des événements). Les analyses menées concluent à la nécessité de rendre cette agglomération plus résiliente à des perturbations de nature, d'intensité et de durée variables. Elles mettent l'accent sur l'importance d'une action publique flexible, apte elle-même à s'adapter aux évolutions à venir.

Prague agit en réponse au traumatisme produit par l'inondation fluviale de la Vltava en août 2002 [SETRIC, 2006]. De période de retour estimée à 500 ans, la crue a eu des effets catastrophiques. Elle coupé la ville en deux, voué des immeubles d'habitation à la destruction, endommagé les réseaux urbains dont le métro, affecté le patrimoine. Les investissements de réparation ont été estimés à 800 millions d'euros. Ils ont permis l'adoption de mesures structurelles et de gestion réduisant la vulnérabilité à l'inondation, sans que l'on puisse voir, dans cette action soudaine, la mise en œuvre d'un processus dynamique, inscrit dans la durée.

Toujours en lien avec le changement climatique, l'approche présentée par l'agence d'urbanisme de Barcelone est d'un tout autre registre puisqu'elle porte sur la moindre dépendance des quartiers d'habitat aux réseaux urbains. Cette approche vise à développer, aux échelles du bâtiment et du quartier, des ressources en énergie solaire et en eau de pluie pour faire face à une raréfaction des ressources énergétiques et naturelles.

Sans présenter de caractère global, elle s'inscrit dans la durée, agit en profondeur sur la conception du bâti et sur son organisation pour réduire les facteurs de vulnérabilité.

Ces différentes démarches ont leur intérêt, sans qu'il soit nécessaire de les légitimer toujours par une réglementation. L'expérience du PPRT montre que si un dispositif réglementaire fort est possible, les prérogatives qui y sont associées ne peuvent concerner qu'un espace géographique très ciblé et sont malgré tout de portée limitée.

Dans la gestion des risques, interviennent des modes de faire multiples. Ils militent en faveur d'une boîte à outils qui permettrait de recourir à une méthode ou à une autre selon les particularités du cadre spatial. Le *territoire-étagé* répond à un tel besoin à partir de la prise de conscience de la réalité complexe des espaces urbanisés et de la nécessité de coordonner les échelles d'intervention pour faire face à leurs transformations. Pour convaincre de son intérêt comme moyen de dépasser par l'action collective des approches sectorielles, il nous reste cependant à vérifier que le paradigme de la protection, associé à chacune, ne peut à lui seul éviter les perturbations produites au sein des espaces urbanisés.

2.4 Les limites du paradigme de la protection

Le renforcement des dispositifs de protection peut être recherché comme le moyen d'éviter les interactions au sein des espaces urbanisés. Les réseaux urbains sont emblématiques des possibilités et des limites d'une telle démarche. Les réseaux répondent aux besoins des quartiers d'habitation, des zones d'activités économiques, des organisations multiples. Ils procurent la ressource énergétique, permettent les déplacements, assurent l'alimentation en eau potable, l'assainissement des eaux usées et l'élimination des déchets. L'autonomie qu'ils offrent, se double d'une dépendance manifeste lors de leur défaillance, comme l'a montré, dans le département de la Loire, l'épisode des barrières de dégel⁵². La fragilité des réseaux induit alors une fragilité des espaces urbanisés. Un état des lieux de la connaissance a identifié des mesures concrètes possibles pour réduire la vulnérabilité des réseaux aux inondations [Certu, 2005]. Les travaux ont montré les répercussions possibles de la défection d'un réseau sur l'espace urbanisé en terme de dommages occasionnés, d'atteintes à l'environnement, de gênes aux usagers. Ils ont aussi mis en évidence les amplifications ou les changements de nature possibles de ces effets, par les perturbations des autres réseaux. Si des mesures techniques et organisationnelles sont possibles, celles-ci ne sécurisent pas le fonctionnement de l'espace urbanisé.

⁵² Se référer au 1.2.

Regroupant quinze pays, le projet européen COST C19, *Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure*⁵³, auquel nous avons participé, avait pour objet de dépasser les constats sur la vulnérabilité des infrastructures de transport, des réseaux d'électricité, de gaz et d'eau potable, pour interroger la recherche sur l'évaluation des risques et la gestion des situations de crise. L'intérêt du projet consistait dans les échanges, au niveau européen, entre des laboratoires de recherche couvrant différentes disciplines, dont les sciences humaines [COST C19, 2008].

Au titre d'un premier atelier, relatif à la sécurité de fonctionnement des réseaux, un état des lieux des méthodes d'évaluation des risques attachés aux systèmes techniques a été établi. Il est alors apparu difficile d'aller au delà de scénarios de gravité basés sur l'environnement urbain. En effet, si des applications à des réseaux d'eau potable ont été présentées, pour d'autres réseaux, une véritable évaluation des risques pour les espaces urbanisés se heurte aux difficultés d'accéder aux données des opérateurs⁵⁴. Si la législation du PPRT oblige en France l'établissement industriel classé SEVESO seuil haut à qualifier les aléas, pour qu'ils puissent être pris en compte à l'échelle de l'espace urbanisé, la même obligation n'existe pas pour les opérateurs de réseaux.

Au titre du second atelier, consacré aux effets de l'endommagement des réseaux ou infrastructures sur les espaces urbanisés, la question de la protection a été abordée sous différentes formes. Si les limites qui y sont attachées sont aujourd'hui connues - cas des endiguements de fleuve favorisant l'urbanisation alors même que leur stabilité n'est pas garantie - celles posées par leur éventuelle suppression le sont moins : influence de l'ouverture à la concurrence sur la sécurité des transports ferroviaires par exemple.

Dans certains cas, la protection du réseau ne relève pas d'une échelle activable depuis l'espace urbanisé. Ainsi, la coupure privant d'électricité cinq millions de personnes en France le 4 novembre 2006, pendant quelques heures, est intervenue à la suite d'incidents techniques liés à la vétusté du réseau en Allemagne [Galland in Cost, 2008, p.103]. Dans d'autres cas, la protection est possible. Elle a pu être illustrée, pour les réseaux enterrés, par la réalisation de galeries techniques dites multi-réseaux. Ces galeries regroupent, dans un même espace, des réseaux fluides et secs, au sein d'un habitacle accessible, assurant tout à la fois leur agencement spatial et leur séparation de l'espace urbain [Technicités⁵⁵, 2005].

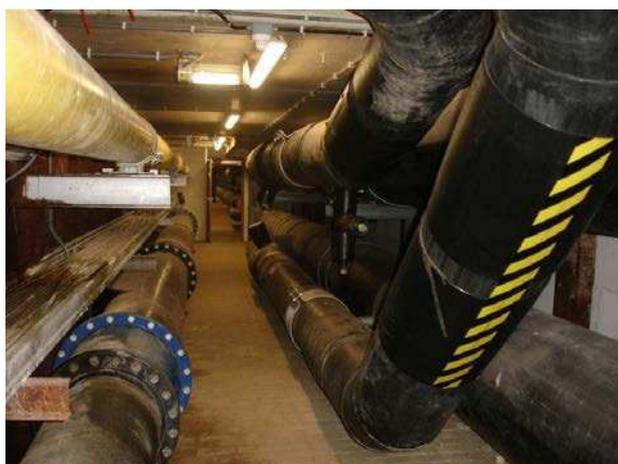
⁵³ COST Urban Civil Engineering, C19, *Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure*, Bruxelles, COST Office, 2008, 240 p.

⁵⁴ En France, le dispositif législatif responsabilise les exploitants de réseaux sur ce point. Ainsi, pour limiter les conséquences d'une perturbation des services urbains, la loi du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile astreint ceux-ci à assurer un service minimal aux établissements prioritaires et à la population.

⁵⁵ Il est possible de se référer au dossier *Guide pratique des galeries multiréseaux*, Clé de Sol, Ed. Technicités, 2005, 225 p.

Cette technique est utilisée dans des agglomérations européennes comme Genève, Helsinki, Prague, Brno et Ostrava (République tchèque), Zurich. Outre l'avantage qu'elle procure d'une moins grande occupation du sous-sol, la galerie multi-réseaux constitue localement une entité organisée. En régissant la disposition des réseaux dans un espace dédié, elle minimise les interactions non maîtrisées entre des opérateurs différents ou avec d'autres entités de l'espace urbanisé.

La visite le 28 février 2008 à Amsterdam d'une galerie multifonctions a lieu le même jour que l'explosion de gaz qui survient cours Lafayette à Lyon, conduisant à l'isolement et à l'évacuation du quartier où se trouvent les bureaux du Certu (cf photographie 4 et illustration 10). Si les salariés doivent quitter leur bureau, les habitants leur logement, d'autres personnes ne peuvent reprendre leur voiture pour regagner leur domicile. De retour à Lyon le soir même, nous ne pouvons utiliser la voiture électrique dont la charge n'a pu intervenir du fait d'une coupure d'électricité en vigueur.



Photographie 4: Projet COST C19. Visite d'une galerie multi-fonctions à Amsterdam.



Illustration 10: Explosion de gaz à Lyon le 8 février 2008.

Photographie Certu. Michel Guicherd.

A Lyon, les réseaux situés sous le cours Lafayette sont réalisés en tranchées indépendantes. Des travaux effectués par fonçage, c'est-à-dire sans ouverture de tranchée, ont entraîné la rupture accidentelle d'une canalisation de distribution de gaz. La poche de gaz qui s'est formée sous un immeuble provoque l'explosion qui coûte la vie à un pompier, fait 40 blessés et occasionne des dégâts immobiliers importants. Le gaz se répand dans différents sous-sols, en empruntant le réseau d'évacuation des eaux pluviales. L'accident a mis en évidence des interactions non maîtrisées entre les réseaux, dans leur relation à l'espace urbanisé, sans qu'une galerie multi-réseaux n'ait été réalisée.

Si de telles galeries sont souhaitables dans certains cas - peut-être dans celui du cours Lafayette - peut-t-on imaginer la généralisation du principe sous-jacent, conduisant à concevoir un espace urbanisé maîtrisant l'ensemble des interactions entre les entités qui le composent ? Comme pour la gestion dynamique du risque précédemment traité, nous retrouvons ici la limite d'une démarche de prévention qui se fixerait un tel objectif sans tenir compte des effets de la complexité. La réalité est celle des entités en interactions au sein de l'espace urbanisé, une manifestation de cette réalité étant la fragilité de l'espace urbanisé eu égard à sa dépendance aux réseaux et aux incertitudes produites par leur défaillance possible.

Le *territoire-étagé* prend en considération le cas où une perturbation puisse produire des effets multiples. L'explosion du cours Lafayette illustre cette situation : un chantier d'aménagement de voirie affecte d'autres entités, par le biais des réseaux. Les interactions font des victimes et provoquent des dommages. Les services urbains sont perturbés dans le quartier : circulation automobile, transports urbains, alimentation en énergie. Ces dysfonctionnements ont affecté la fonction résidentielle, les déplacements et des activités économiques, c'est-à-dire une partie du système urbain, comme le traduit la modélisation proposée planche 59⁵⁶. Nous avons également ébauché une représentation des réseaux comme éléments des services urbains participant du fonctionnement des espaces urbanisés et pouvant fragiliser ceux-ci du fait des interactions possibles (cf. planche 60⁵⁷). Ces représentations posent la question des principes à adopter pour que l'endommagement d'une infrastructure produise des effets limités sur le service urbain et n'affecte pas l'espace urbanisé dans son ensemble.

2.5 Cas du processus d'urbanisation atonique : le quartier du Faubourg

Le séminaire qui s'est tenu à Béziers en mars 2006⁵⁸, sous l'égide du ministère de l'Écologie et du Développement Durable, à la préparation duquel nous avons participé, a posé la question de la réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens aux inondations en traitant le cas du quartier du Faubourg. Au cours des 20 dernières années, le quartier inondable du Faubourg a perdu sa substance sociale et ses activités économiques. La plupart des entreprises sont parties, laissant un bon nombre de bâtiments vides, notamment derrière les quais du canal du Midi.

⁵⁶ Se référer au cahier des représentations ou modèles proposés p.327 et 328.

⁵⁷ Se référer au cahier des représentations ou modèles proposés p.327 et 328.

⁵⁸ Séminaire de Béziers des 6 et 7 mars 2006 "*Réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens aux inondations*, Actes du séminaire, décembre 2006, Scénario 4, *Réduire la vulnérabilité et valoriser un espace stratégique*, Patrick Chotteau et Bernard Guézo, 39 p.

Cet abandon des bâtiments industriels, mais aussi des logements a entraîné une dégradation générale du bâti, avec un taux de vacance de 5 à 10 %, et un processus de paupérisation, mesurable au prix de vente de l'immobilier, très inférieur à celui pratiqué dans le reste de l'agglomération. Ce quartier de l'agglomération biterroise subit les crues de l'Orb ainsi que de son affluent le Lirou, qui peuvent être violentes et rapides. Des inondations sont survenues successivement en 1987, en 1992, en 1995 et encore en 1996. N'ayant pas fait de victimes, celles-ci n'ont pas donné lieu aux mêmes analyses que celles du Grand-Bornand, de Vaison-La-Romaine et de Seine-Maritime⁵⁹. Un PER a été approuvé en 1993. Prenant en référence la crue de 1953, de période de retour estimée à 80 ans, ce PER valant PPRi classe les 4/5^{ème} de l'espace urbanisé en zone de risque grave, les hauteurs de submersion pouvant atteindre ou dépasser trois mètres, et le 1/5^{ème} restant en zone de risque important (cf illustration 11). S'attachant surtout à contrôler le développement de l'urbanisation, le PER ne résolvait pas la question posée au quartier du Faubourg du processus de son dépérissement. Dès lors qu'un tel processus est engagé, l'ajout de contraintes dans l'usage du sol peut être analysée comme facteur supplémentaire de paupérisation du quartier. Bien que le PER ait valeur de PPRi, sa révision a été prescrite en février 1997 pour répondre aux dispositions de la loi du 2 février 1995 instituant les PPRN. Une étude, menée en 2000 dans le cadre de cette révision, interrogeait la stratégie réglementaire pouvant être rendue moins contraignante par la mise en place de dispositifs de protection hydraulique⁶⁰. En 2002, la perspective d'une protection centennale du quartier est abandonnée, compte-tenu des suggestions attachées à sa réalisation. Des travaux d'amélioration des écoulements de la rivière sont programmés au titre d'un second contrat de rivière 2003-2006⁶¹. En dépit du processus de paupérisation apparent, les relations entre urbanisation et dommages ne sont pas traitées en dehors du registre de la protection, d'ordre hydraulique ou réglementaire.

Préalablement au séminaire, le diagnostic établi à l'échelle du quartier [CETE Méditerranée, 2005] a constaté la délocalisation des activités économiques et des services publics, un départ des ménages les plus aisés, confirmant ainsi le processus de paupérisation. Il a mis en évidence des nuisances et l'insécurité liées à la circulation routière. Des fiches ont été réalisées établissant une typologie du bâti sous l'angle de sa vulnérabilité à l'inondation.

⁵⁹ Se référer au 2.1.

⁶⁰ Etude Conseil pour une stratégie réglementaire vis à vis du risque inondation sur le quartier du Faubourg à Béziers.. Bruno Ledoux consultants, DDE de l'Hérault, novembre 2000.

⁶¹ Ce contrat de rivière fait suite à un premier contrat 1997-2002 axé sur la restauration du lit de l'Orb et sur l'amélioration de la qualité de l'eau.

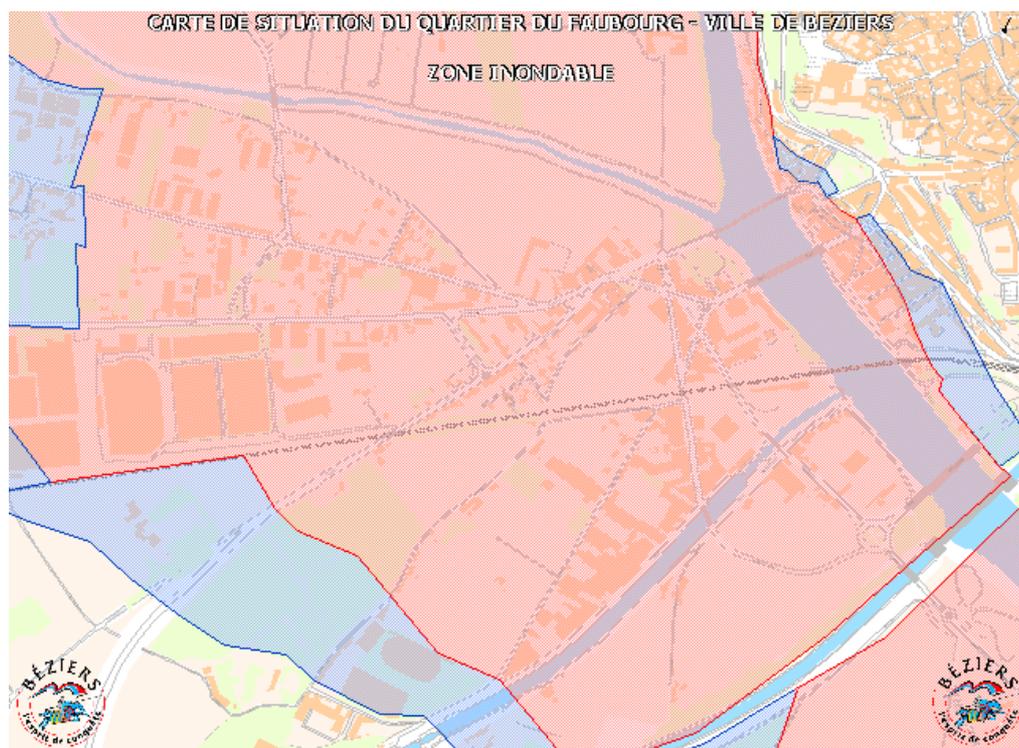


Illustration 11: Zonage réglementaire du PPRi de l'Orb.

Source PPRi de l'Orb.

Zone rouge : hauteur d'eau supérieure à 1,50 m et zone bleue : hauteur d'eau inférieure à 1,50m.

Le diagnostic révèle des constructions de facture modeste et donc de faible valeur immobilière. Il montre aussi la capacité de résilience des habitants restés, déterminés à vivre avec le risque, en s'adaptant à ses effets (cf. Illustration 12 et photographie 5). Il a mis en exergue le dynamisme de l'association locale *Groupement du Faubourg*, entretenant une vie autour de la rivière : pêche, aviron... et une solidarité autour de la gestion de l'inondation. Cette entraide renforce le sentiment communautaire attaché au quartier tandis que les relations ludiques à la rivière pacifient celles à ses crues. Dans les limites des moyens dont elle dispose, l'association développe un processus de gestion dynamique du risque, tel que nous l'avons explicité. Ainsi, l'entraide qu'elle déploie face à l'aléa est une réponse locale à la crise. L'association surveille le niveau des eaux. Ses bénévoles ont conscience du risque, le connaissent et déploient leur propre stratégie pour y faire face. Des mesures de prévention et de mitigation, certes artisanales, sont mises en œuvre par les habitants et l'information circule au sein du quartier. Cependant, cette association ne bénéficie pas d'un appui logistique important pour valoriser son action : moyens matériels, formation des bénévoles....

L'analyse met ici en évidence les limites de l'ingénierie de prévention qui n'identifie pas suffisamment les démarches de gestion du risque, intégrées à l'espace urbanisé, pour les relier à des actions à d'autres échelles.



Illustration 12: Quartier du Faubourg. Palans pour suspendre des équipements lors d'inondation.

Source CETE Méditerranée



Photographie 5: Quartier du Faubourg. Maison équipée d'un batardeau.

La vulnérabilité des habitations à l'inondation mérite d'être interrogée. Sorte de refuge abritant des préoccupations familiales et sociales, l'habitation est en effet attendue comme devant apporter la sécurité [Viard, 1994]. Comment des habitations peuvent-elles être soumises de façon récurrente à un aléa sans être adaptées à celui-ci ? Les anciennes maisons paysannes résistaient pour certaines aux intempéries et aux événements climatiques, témoignant d'un savoir-faire vernaculaire en la matière [Heidegger, 2003, p.191]. Les constructions anciennes du quartier du Faubourg sont celles de négociants attachés au port sur l'Orb ou d'agriculteurs liés à leur exploitation. Nous avons constaté, aujourd'hui, un retard dans l'appréhension des risques comme élément à part entière d'un projet touchant au bâti [Verrhiest et Guézo, 2006]. En France, l'urbanisation s'est développée en misant sur la capacité de la puissance publique à protéger par l'aménagement, à l'échelle de l'agglomération, voire du quartier. Le *territoire-étagé* met en évidence les multiples interactions à ces échelles. Il rend visible des potentialités de dommages à l'échelle du bâti. Or, les professionnels de la construction éludent les effets non maîtrisés de l'urbanisation pouvant prendre des formes multiples. Le risque sismique donne cependant lieu à des règles spécifiques tenant compte d'un zonage sismique du territoire national, de la catégorie du bâtiment et du type de sol (décret du 24/10/2010).

En nous référant à l'espace urbanisé, nous considérons les processus d'urbanisation, au travers des dommages qu'ils peuvent produire. Se pose alors la question de l'utilisation faite des outils de l'aménagement opérationnel et des dispositifs d'action foncière. A défaut d'être intégrés dans une vision spatiale mettant en relation les échelles d'action, les opérations programmées d'amélioration de l'habitat (OPAH), les opérations de résorption de l'habitat Insalubre (RHI), les zones d'aménagement concertées (ZAC), les opérations de renouvellement urbain (ORU) et les outils fonciers - zones d'aménagement différés (ZAD) ou établissements publics fonciers locaux (EPFL), contribuent de façon inégale à la gestion des risques. Lors du séminaire, les obstacles à l'utilisation de ces outils ont été débattus et des pistes ont été proposées pour les réduire.

L'atelier, dont nous partageons la charge avec un urbaniste de l'État, associait experts et acteurs locaux, sur la question de la valorisation du quartier du Faubourg. Il s'agissait de traiter de la dynamisation possible d'un quartier déshérité, en s'appuyant sur ses potentialités. Si le quartier est inondable, il bénéficie aussi d'une situation remarquable du fait de sa localisation en entrée de ville, à proximité des Écluses de Fonterannes, classées par l'UNESCO au patrimoine mondial de l'humanité (cf photographies 6 et 7). Les participants ont identifié les problématiques du quartier, par exemple les nuisances automobiles (cf photographie 6), en ont effectué une analyse territoriale, ont proposé des possibles pour son devenir dans l'agglomération, puis envisagé un plan d'actions.



Photographie 6: Quartier du Faubourg. Écluses de Fonterannes classées par l'UNESCO.



Photographie 7: Quartier du Faubourg. Les nuisances de la circulation automobile.

La réflexion collective a interrogé les forces motrices jouant dans le sens d'une paupérisation du quartier, les potentialités offertes de transaction avec des projets affectant l'agglomération (ZAC), les différentes échelles d'action urbaines et hydrauliques pouvant être mobilisées ainsi que les outils associés [Chotteau et Guézo in, DPPR, 2006].

Nous avons proposé la création d'un nouvel instrument réglementaire, sous la forme d'un schéma *d'adaptation urbaine* qui permette d'assurer, dans la durée, une revalorisation de ce type de quartier, en assurant les articulations nécessaires entre les différents outils mobilisables. Cette proposition de nouvel outil s'entendait pour un espace urbanisé ne pouvant activer, à son échelle, une dynamique de transformation urbaine. En effet, s'agissant du quartier du Faubourg, ses forces internes de transformation sont limitées bien que le rôle tenu par l'association *Groupement du Faubourg* soit réel. Le diagnostic effectué a montré l'absence d'acteurs économiques (fermetures des agences locales) et de populations aisées. A l'échelle de l'agglomération biterroise - confrontée à l'enjeu d'une revitalisation du centre ancien - sa rénovation n'est pas prioritaire. A une échelle territoriale plus vaste, la dynamique d'urbanisation produite par l'agglomération montpellieraine sur une aire urbaine de 513 000 habitants en 2008 (source INSEE) n'atteint pas Béziers. Si quelques années en arrière, les agglomérations de Narbonne, Béziers et Montpellier bénéficiaient d'une dynamique d'urbanisation équivalente, l'agglomération montpelliéraine a pris le rang de métropole sans tenir le rôle d'une métropole assurant, selon des principes que nous expliciterons ultérieurement, une redistribution territoriale de sa croissance. D'une certaine façon, bien que disposant de potentialités, le quartier du Faubourg subit le contrecoup d'une dynamique d'urbanisation jouant en faveur d'autres espaces. Il dispose d'une capacité de résilience qui ne peut s'exprimer sans un dispositif d'appui relevant de l'échelle à laquelle s'exerce la dynamique d'urbanisation. A défaut de disposer d'un outil *d'adaptation urbaine*, permettant de mobiliser des fonds de compensation, l'aménagement hydraulique de la rivière initialement prévu a été mené à son terme, aiguillonné par la tenue même du séminaire. Ainsi, le Syndicat de la vallée de l'Orb a mené en 2007 et 2008 des travaux destinés à abaisser la ligne d'eau en crue dans la traversée de Béziers. De plus, le *Groupement du Faubourg* a été invité à participer à l'élaboration du Schéma d'aménagement et de Gestion des eaux (SAGE), au sein de la Commission locale de l'eau (CLE). C'est donc par l'aménagement hydraulique et l'action de ses habitants que ce quartier peut bénéficier aujourd'hui d'une réduction effective des effets des inondations, c'est-à-dire, en définitive, en recourant à des moyens classiques.

La méthode de diagnostic de vulnérabilité d'un quartier à l'inondation produite à l'issue du séminaire de Béziers [DGPR, Certu, CETE Méditerranée, 2008] incite cependant à l'action urbaine. Le diagnostic interroge la place du quartier dans l'agglomération. Au delà de l'inondation, ce cadre préfigure ce que pourrait être un diagnostic de vulnérabilité d'un espace urbanisé intégrant sa capacité de résilience. Par rapport aux pratiques antérieures, la méthode proposée réside dans le questionnement des perturbations possibles, dépassant la seule analyse des dommages aux personnes et aux biens.

2.6 En définitive, l'ingénierie des risques butte sur la complexité

Éclairée par l'apprentissage des espaces urbanisés, la mission exercée, au Certu, sur la période 2002-2011, nous a conduit à interroger les relations entre les catastrophes et l'aménagement. Les submersions intervenues au Grand-Bornand (1987), à Nîmes (1988) et à Vaison-la-Romaine (1992) montrent que les transformations successives des structures spatiales, les variations attachées à certaines de leurs composantes, la survenue d'événements soudains peuvent produire des configurations critiques. Celles-ci favorisent le développement de processus non maîtrisés aux effets pouvant être catastrophiques. Si les configurations critiques révèlent souvent des erreurs manifestes de jugement dans des décisions prises, force est de constater qu'aucun outil n'aide les acteurs à les anticiper, alors même que les gestions sectorielles ne permettent pas de les appréhender.

En effet, les processus dommageables résultent de la combinaison de facteurs relevant d'entités distinctes, celles-ci se référant à des référentiels de connaissances et d'actions qui leur sont propres, dans le respect du cadre institutionnel en vigueur. La possibilité même de ces processus justifie le recours à l'analyse spatiale en ce qu'elle permet de prendre en compte la complexité. Or, pour limiter les effets des catastrophes, l'action publique se déploie prioritairement en recourant aux plans de prévention des risques naturels, technologiques ou miniers, suivant la finalité de contrôler l'urbanisation dans les zones exposées aux aléas. Vis-à-vis de cet objectif, l'analyse des possibilités offertes par le PPRT est particulièrement didactique. En effet, si l'outil régalien permet de remédier à certains cas d'exposition des plus graves et de prescrire des mesures de prévention, il révèle aussi des limites d'efficacité. Le PPRT ne peut agir en profondeur sur la structure et les modes de fonctionnement de l'espace urbanisé.

En fait, l'action régaliennne s'accommode difficilement du traitement de situations intermédiaires vis-à-vis de la gravité du risque. Or, le PPRT interagit lui-même avec l'espace urbanisé et l'établissement industriel pour accroître le nombre de ces situations.

Ainsi, l'incitation faite à l'industriel d'accroître le niveau de sécurité de ses installations a deux conséquences fortuites. La première conséquence peut être de faire passer l'industrie en deçà du seuil de dangerosité appelant la mise en place du PPRT, rendu obligatoire pour les seuls établissements classés SEVESO seuil haut. La seconde conséquence peut être d'exclure l'espace urbanisé des possibilités d'expropriation, celles-ci s'appliquant dans les zones d'aléas les plus forts. Le risque est diminué mais reste présent sans que le PPRT puisse alors agir sur l'espace urbanisé par des prescriptions plus conventionnelles. La diminution de l'aléa accroît le nombre de situations où la sécurisation des activités relèverait d'actions volontaires conduites au sein des espaces urbanisés. Le PPRT met en évidence les limites de la règle pour adapter des usages qui relèvent de la réalité complexe de ces espaces, c'est-à-dire qu'il justifie le recours à la notion de *territoire-étagé*. L'amélioration des conditions de sécurité des habitants et des activités exercées supposerait en effet un travail collaboratif de mise en relations d'acteurs économiques : propriétaires, assureurs, employeurs.

Dès lors que le PPRT, n'apporte pas toutes les réponses souhaitées à la prévention du risque industriel, la question se pose, pour ce risque comme pour d'autres, de la faisabilité d'activer, au sein même des espaces urbanisés, une dynamique de gestion du risque, détachée de la réponse réglementaire. Le processus que nous avons conceptualisé par des échanges à l'échelle européenne (projet SETRIC), pour décrire ce que pourrait être une gestion territoriale des risques, requiert un cadre d'action bien structuré. Le cas de la ville-État de Hambourg montre tout à la fois, des conditions favorables au déploiement d'un tel processus et en même temps sa subordination à la dynamique d'urbanisation, de nature à limiter sa portée. D'autres cas montrent des stratégies d'action s'appuyant sur d'autres facteurs mobilisateurs : les incertitudes sur les aléas futurs (Grand Londres), l'importance d'une catastrophe récente (Prague), l'importance accordée aux échelles locales (Barcelone, Grand Lyon), la place accordée à la démarche réglementaire (Grand Lyon). Cet éclatement des réponses justifierait le recours à un outil d'analyse spatiale qui permette de les mobiliser sans les opposer.

Le paradigme de la protection devait être interrogé sur les possibilités qu'il offre pour limiter les interactions entre les entités en présence au sein des espaces urbanisés. Les réflexions menées au sein du projet européen COST C19 montrent que les dispositifs de protection interagissent aussi avec l'espace urbanisé, que ce soit lors de leur mise en place, de leur éventuel retrait ou - d'une certaine façon - du fait même de leur absence. Ces dispositifs ne peuvent par conséquent être ni éludés, ni considérés aptes à régler, à eux seuls, la question des interactions produites au sein des espaces urbanisés.

Ainsi, les interdépendances que les réseaux urbains établissent au sein des espaces urbanisés sont constitutives du processus d'urbanisation. La défaillance d'un réseau peut perturber le fonctionnement d'autres réseaux, produisant des dysfonctionnements à différentes échelles. Des améliorations sont possibles, comme celle apportée par la réalisation de galeries multi-fonctions. De telles dispositions connaissent cependant des limites de portée et d'applicabilité, ce que traduit la création, au niveau national, d'une base de données partagée sur les réseaux enterrés, dite *guichet unique* (décret n° 2010-1600 du 20-12-2010).

En posant la question du devenir du quartier du Faubourg, nous avons progressé dans la compréhension des mécanismes d'urbanisation pouvant produire des dommages. En interrogeant ces mécanismes aux différentes échelles, en analysant les dispositifs mobilisés, ceux qui ne le sont pas, il est possible de mettre en exergue des problématiques vis-à-vis desquelles l'inondation doit être considérée. Dès lors que l'agglomération biterroise ne bénéficie pas d'une dynamique de métropolisation, l'action urbaine ne peut être déployée, à hauteur des besoins, à l'échelle d'un quartier où se cristallisent les difficultés sociales, économiques et environnementales. L'outil d'adaptation urbaine que nous avons préconisé pour de tels quartiers, relèverait d'une solidarité territoriale mobilisant des échelles d'action plus vastes que l'agglomération biterroise.

Il permettrait de prendre en considération le processus de paupérisation qui se développe au sein du quartier du Faubourg. Ce processus est à considérer pour aborder la question de l'inondation. En l'absence d'un tel outil, l'action sur l'hydraulique de l'Orb améliorera les conditions de vie du quartier mais de façon somme toute limitée vis-à-vis de l'ensemble des dysfonctionnements observés qui ne peuvent être tous imputés à la rivière. Il en est de même du processus de gestion des inondations qui opère au sein du quartier. Cette gestion locale permet aux habitants de faire face dans de meilleures conditions à l'inondation mais elle ne suffit pas à transformer la réalité du quartier.

C'est bien en interrogeant la dynamique d'urbanisation dans les effets contrastés qu'elle produit localement, que l'on peut améliorer la compréhension des processus produisant des dommages. Ceci nécessite, à ce stade, d'interroger les apports de la recherche pour expliciter les potentialités offertes par le *territoire-étagé*. En recourant à cet outil, il est proposé de réduire la vulnérabilité des espaces urbanisés en transformation, en anticipant leurs évolutions, sans méconnaître pour autant les possibilités offertes par les réponses réglementaires, les techniques de protection et les autres modes de gestion des risques.

3. Les espaces métropolitains : complexes et vulnérables

Pour appréhender les processus de transformation des espaces urbanisés, comme un préalable à la prise en compte de leurs vulnérabilités, il nous faut choisir parmi toutes les dynamiques d'urbanisation possibles, celle dont nous allons décrire les effets dommageables. Nous nous proposons de considérer la relation nouvelle que le processus de métropolisation établit entre la ville et les territoires. En France, cette relation met en jeu de vastes espaces. Nous nous référons au concept de métapole [Ascher, 1995] qui nous paraît traduire au mieux la réalité de cette relation. La métapole génère de nouvelles formes spatiales, remarquables par leur complexité : les espaces métropolitains. Au sein des espaces métropolitains, les perturbations produites appellent à agir en retour sur le processus de métropolisation pour tenter d'en limiter les effets. Nous précisons la façon dont les espaces métropolitains sont questionnés par les urbanistes. En recourant à la géographie, il est possible de considérer la dimension systémique de ces espaces pour aborder les questions de complexité, d'incertitude, de résilience et de vulnérabilité. Les espaces métropolitains invitent les ingénieurs à reconsidérer leurs pratiques pour prendre en considération les limites des interventions sectorielles menées au titre de l'ingénierie urbaine et de l'ingénierie des risques. C'est en explicitant le *territoire-étagé*, que nous pouvons prendre en compte les potentialités de dysfonctionnements des espaces métropolitains et envisager le monitoring de ces espaces comme méthode d'apprentissage de la complexité.

3.1 La métapole : un vaste espace à appréhender par sa complexité

En se manifestant dans un cadre territorial, le processus de métropolisation pose la question de la praxis locale qui peut se mettre en place à l'échelle des espaces métropolitains. Le recours à la notion de *territoire-étagé* prend alors tout son sens comme outil qui peut favoriser la structuration d'une action collective.

3.1.a La métropolisation comme approche urbaine

C'est en partant des fondements de la ville et en considérant le processus de métropolisation que l'on peut répondre aux questions que nos apprentissages ont posé sur la configuration des espaces urbanisés contemporains. Si la ville est depuis ses origines un lieu de concentration démographique, elle accueille aussi des activités multiples établissant des relations entre elles.

Le dynamisme urbain bénéficie du regroupement d'institutions différentes, trouvant intérêt à échanger au sein d'un même espace organisé, tout en exerçant leurs fonctions à des échelles qui peuvent en différer. Dans son origine latine, le mot "urbs" recouvre un groupe de maisons avant de désigner la communauté humaine, puis de qualifier ses spécificités : *urbs* donne *urbain* et aussi *urbanité* [Cambier, 2005, p.9]. Ainsi, si l'urbain est le lieu du bâtir matériel, il est également l'endroit où l'homme se fortifie dans une relation construite avec les autres. Cet agir collectif qui cimente la cité a d'ailleurs été qualifié de « praxis » : " *La praxis témoigne de la capacité humaine à être l'acteur de son existence. Mais cette manifestation de soi n'est possible que par la présence d'autrui.*" [Cambier, 2005, pp.88-89]. La praxis urbaine crée une dynamique suffisamment forte pour doter la cité d'une identité. Dans les civilisations antiques et dans les séquences urbaines ultérieures, cette praxis se manifeste de différentes façons pour agréger et articuler au sein de la cité, à des degrés divers, au côté de la fonction résidentielle, des fonctions commerciale, militaire, religieuse, administrative ou encore intellectuelle dont l'exercice s'affranchit souvent du périmètre de la cité.

Dès l'origine et de façon constante par la suite, ce qui fait la spécificité de la dynamique urbaine, c'est sa relation à l'économie, au sens large des échanges qu'elle favorise, pouvant ou non être monétaires. Les échanges avec les espaces extérieurs se font la plupart du temps à l'avantage de la ville [Bairoch, 1985, pp.32-36]. Il en est ainsi des relations qui ont toujours été très fortes entre urbanisation et agriculture, cette dernière ne pouvant être considérée indépendamment du phénomène urbain lui-même et inversement. Ces relations ont changé de nature et d'échelle. En particulier, elles ne s'inscrivent plus dans la séparation ancienne entre monde rural et monde urbain, mais dans « *une culture de l'urbanité généralisée* » [Viard, 2008, p.63]. Les deux mondes cohabitent dans des espaces communs qui se réfèrent autant aux pratiques urbaines qu'aux spécificités du lieu.

Si les échanges que la ville suscite, favorisent son essor, ils contribuent aussi à des déséquilibres et engendrent des fragilités. Ainsi, si la ville médiévale importait des matières premières pour les transformer en produits manufacturés qu'elle exportait [Barel, 1977, pp. 67-65], [Benevolo, 2004, p.173], elle dépendait pour son ravitaillement de son territoire de proximité, dépendance qui a perduré bien au delà du Moyen-Âge [Rémond, 1974, pp.43-44]. En perturbant la production agricole, un hiver tardif, une sécheresse, des précipitations excessives, affectaient par un enchaînement de conséquences la vie des citoyens.

A l'échelle de l'espace urbanisé, même si les échanges de proximité avec l'agriculture se sont raréfiés, des interactions se produisent aujourd'hui entre pratiques agricoles, urbanisation et ruissellement pluvial, comme cela a été mis en évidence dans le cas de la Seine-Maritime⁶².

De la même façon, au sein des espaces urbanisés, les milieux dont la fonction principale est naturelle, interagissent avec d'autres composantes de ces espaces. Ces interactions se produisent même si l'urbanisation agit comme une force qui dissocie l'homme du lieu physique où il se trouve. Alain Cambier exprime clairement cette idée : "*La ville est le lieu d'une disjonction fondatrice entre l'espace et le sol*" [Cambier, 2005, pp.16-19]. La ville est à la fois synonyme de concentration humaine et de diversité des fonctions, des usages et des activités exercées [Levy et Lussault, 2009 (2003), p.988]. Pour se réaliser, elle invente une géométrie qui lui est propre, se substituant à celle donnée par l'espace physique originel. S'il est question de formes physiques attachées à la ville, c'est aux formes urbaines qu'il est fait référence, gérant la densité, dessinant des volumes construits et agençant les fonctions exercées. Le processus urbain tend ainsi à occulter, du moins dans ses parties centrales, toute référence à la morphologie des espaces sous-jacents pour émanciper les citoyens de leur territoire d'origine au lieu d'en tenir compte.

Ainsi, la pluie intense qui s'abat sur la ville de Nîmes le 3 octobre 1988 fait ressurgir de façon dramatique le bassin versant sous-jacent, oublié dans sa fonction hydraulique. Si à Nîmes, les cadereaux ont été effacés, les évolutions récentes en matière d'aménagement urbain favorisent de fait une redécouverte des structures naturelles transformées par la ville comme composantes à part entière de l'espace urbanisé [Pigeon, 1994]. Il en est ainsi des actions de requalification des milieux fluviaux et des zones humides en milieu urbanisé. Ces actions, bien qu'hésitantes dans la façon d'aborder les dynamiques propres aux milieux naturels, vont dans le sens de resituer la ville dans son assise territoriale [Dournel, 2010, p. 618]. Du moins, elles traduisent un intérêt renouvelé pour des mises en relations entre la ville et les milieux physiques assurant des fonctions naturelles.

Au fur et à mesure que l'on s'écarte des centres agglomérés, pour considérer l'espace plus vaste sur lequel la ville exerce une influence, l'entrecroisement de réalités territoriales et urbaines est plus visible. Différents modèles s'attachent à décrire la place des villes dans les territoires. Les tentatives des géographes de retranscrire des *territoires-réseaux* ou des structures en *archipel* sont cependant confrontées à la multiplicité des modes d'urbanisation et à la variété des situations territoriales rencontrées [Paulet, 2000, pp.41-53].

⁶² Se référer au 2.1.

Les représentations proposées sont donc plurielles et difficilement transposables d'un espace à l'autre. Récemment, le modèle dit de la *ville diffuse* a été appliqué à la Belgique. Définie comme la densification par étapes d'un territoire structuré par des villes périphériques, sans qu'une hiérarchie urbaine n'intervienne, la ville diffuse présente le caractère de la dispersion, sans que l'on puisse parler de dispersion urbaine [Grosjean, 2010, pp.25-31]. Eu égard au *territoire-étagé*, notre recherche ne vise pas à modéliser l'espace urbain, mais à en décrypter, dans ses parties les plus complexes, les mécanismes pouvant produire des dysfonctionnements. Pour la mener à bien, nous considérons les processus élémentaires traduisant la dynamique d'urbanisation, sans chercher à mettre en équation une réalité complexe qui appelle de toute façon des représentations multiples.

Le principe directeur auquel nous prêtons attention, en ce qu'il transforme les espaces, est celui de la métropolisation. Ce processus n'épuise pas tous les modes possibles d'urbanisation, mais il couvre les principaux en France. Bien que la métropole soit reconnue aujourd'hui comme le principal moteur de la dynamique d'urbanisation, la notion même de métropole ne donne pas lieu à une approche unifiée et structurée [Lévy et Lussault, 2009, p. 609]. La question même de qualifier une agglomération de métropole est posée. L'échelle régionale, nationale voire internationale, à partir de laquelle une grande agglomération peut prétendre à ce statut fait débat [Roger, 2007, p.13]. En effet, s'il est admis que la métropole totalise inévitablement plusieurs dizaines de milliers d'habitants, la question du seuil à retenir se pose. De plus, le critère démographique n'est pas le seul qui soit à prendre en compte. La métropole doit être reconnue par sa dynamique économique, disposer d'une composante universitaire reconnue, être équipée d'infrastructures de déplacement et de transport performantes.

Cependant, dans un monde dont l'économie s'est globalisée, la grande agglomération tend à être considérée comme métropole dès lors, qu'à l'échelle européenne, elle est identifiée [DATAR, 2003]. La métropole est reconnue par sa dimension internationale, lui donnant la capacité économique et culturelle d'exercer une influence sur des espaces étendus, voire sur des territoires pouvant en être géographiquement éloignés. L'appel à projets lancé en 2004 par la DATAR a permis d'établir pour la France une cartographie de quatorze espaces d'importance métropolitaine, dont certains présentent d'ailleurs un caractère transfrontalier. Il en est ainsi du projet d'agglomération franco-valdo-genevois, appelé à abriter en 2030 une population d'un million de personnes. La formation de l'aire urbaine genevoise sur les dernières décennies conduit à la mise en place récente d'institutions adaptées pour agir à cette échelle sur la production de risques [Pigeon, 2011].

Cette aire urbaine s'étend sur les cantons de Genève et de Lausanne, et sur les départements de la Haute-Savoie et de l'Ain ; le Pays de Gex (Ain) nous ayant conduit à introduire la notion de *territoire-étagé*.

Dès lors qu'une métropole se développe, le fait pour une agglomération voisine de moindre importance de ne pas se trouver dans son aire d'influence peut, par contre-coup, l'affaiblir, ce que traduit le cas de Béziers eu égard à l'aire métropolitaine associée à Montpellier. Nous avons mis en évidence ce phénomène en analysant la situation du quartier du Faubourg exposé au risque d'inondation. Une telle situation s'inscrit, en contrepoint, dans la dynamique d'urbanisation produite par la métropole.

La métropole est bien à considérer sous l'angle des prérogatives de commandement et d'excellence qu'elle exerce sur de vastes espaces. Abrisant les sièges des organismes publics, ceux des opérateurs de réseaux et de nombreuses entreprises, elle est le lieu d'exercice d'un pouvoir politique, économique et financier. Les services territoriaux de l'État : Préfecture, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement⁶³, et les collectivités territoriales : communauté d'agglomération, assemblée régionale, assemblée départementale, y sont implantés. Au sein de la métropole, différentes organisations publiques, para-publiques ou privées, gèrent une grande part des ressources financières et techniques, d'origines et de destinations multiples. En particulier, la métropole retranscrit les politiques ou dynamiques se définissant à des échelles plus vastes, nationale, européenne ou mondiale. Elle est le lieu où s'organise la compétition économique. Par la métropole, la dynamique internationale accentue la place des échanges dans l'économie des territoires. Le souci de compétitivité ne laisse que peu de place à l'affichage des vulnérabilités. La métropole offre aussi des conditions propices aux mutations sociales et à la vie culturelle. Elle ouvre sur une capacité d'innovation, favorisée par son cosmopolitisme et son ouverture aux flux, par exemple migratoires. Le cadre de la métropole est celui "*du mouvement et du déséquilibre et non du renforcement d'une stabilité* [Bourdin, 2005, p.23]. Cette dynamique recouvre en fait un double mouvement spatial de concentration des fonctions et de diffusion, voire d'essaimage, de l'urbanisation [Corboz, 2001, p.203]. De façon concrète, la métropolisation, comme processus d'urbanisation, favorise une « croissance interne » et « une croissance externe » des grandes agglomérations [Lévy et Lussault, 2009 (2003), p.613]. Ce processus renvoie ainsi aux cités grecques, assurant leur croissance interne, et aux villes romaines, attentives à diriger un vaste empire. Les espaces urbanisés que nous considérons sous l'angle des dysfonctionnements, relèvent principalement de ce processus externe.

⁶³Les DREAL sont les nouveaux services territoriaux de l'État qui regroupent les anciennes DRIRE, DIREN et DRE.

Même si elles ne se développent plus prioritairement à partir de leur cœur historique - car l'histoire ne « nourrit » plus la ville [Sieverts, 2004, p.17] - les grandes métropoles assurent en premier lieu leur « croissance interne ». Elles hiérarchisent et spécialisent les espaces agglomérés, centres-villes historiques ou couronnes périphériques, sans s'interdire de nouvelles extensions urbaines. Dotés de valeurs patrimoniales fortes, les centres-villes peuvent affirmer une vocation culturelle. Les quartiers d'habitat sont confortés dans leur fonction résidentielle, au prix d'opérations de rénovation ou de renouvellement urbain. Les espaces proches des gares TGV se structurent en quartier d'affaires. Les espaces périphériques se densifient, ils intègrent au tissu urbain des zones d'activités. Des opérations de « quartiers durables » affirment la symbolique de l'innovation urbaine. A proximité des contournements routiers des agglomérations, des espaces dédiés aux activités logistiques signent l'éclatement de l'industrie en une multitude d'opérateurs spécialisés, intervenant aux échelles nationale ou européenne, et la grande volatilité des entreprises sur les territoires. [Veltz, 1994, p.51]. Les rocades dites de « seconde génération » desservent "[...] des produits urbanistiques et architecturaux clés en main". [Mangin, 2004, p.109]. Cet urbanisme de site substitue à l'espace physique d'origine un ensemble paysager constitué d'éléments étrangers au site initial.

3.1.b La métropole traduit la dynamique de métropolisation sur de vastes espaces

Si, les métropoles assurent leur croissance interne en optimisant l'utilisation des espaces agglomérés, au travers du *territoire-étagé*, c'est leur processus de « croissance externe » que nous considérons, là où la praxis urbaine s'exerce de façon moins évidente, alors même que les interactions sont fortes entre les entités en présence. S'il n'y a pas d'incompatibilité au déploiement de l'urbanisation dans un espace géographique non urbain [Lévy in Némery, 1994, p.262], la question posée est celle de la prise en compte des problématiques nouvelles introduites par la dynamique d'urbanisation agissante dans un cadre territorial qui n'est plus celui de l'agglomération. Nous avons identifié ces problématiques dans le Pays de Gex, qui participe de la croissance externe de la métropole genevoise. Dès lors qu'elle assure une croissance externe, c'est-à-dire une redistribution territoriale des richesses qu'elle concentre, la métropole donne naissance à ce que F. Ascher dénomme « la métapole » : "*Une métapole est l'ensemble des espaces dont tout ou partie des habitants, des activités économiques ou des territoires sont intégrés dans le fonctionnement quotidien (ordinaire) d'une métropole (...)*" [Ascher, 1995, p.34]. Comme espace global multipolaire, la métapole fédère plusieurs centaines de milliers d'habitants, dans un tissu actif de relations économiques et sociales produisant une dynamique d'ensemble.

Elle assemble sous des formes multiples une métropole, des agglomérations de différentes tailles, des centres urbains, des infrastructures urbaines, des secteurs d'activités économiques, des espaces agricoles et des milieux naturels. *“Métropolisation et métapoles constituent le cadre dans lequel jouent ou joueront durablement les forces économiques, sociales, politiques et culturelles”* [Ascher, 1995, p.40].

Au sein de la métropole, le constat a été ainsi fait de l'émergence, dans la décennie des années 80, d'espaces se dotant localement d'une réalité propre, car intégrant des fonctions urbaines traditionnelles dans un cadre territorial. Ces espaces - **que nous qualifions de métropolitains** - agrègent sous des formes multiples des centres urbains, des infrastructures, des secteurs d'activités économiques, des espaces agricoles et des milieux naturels. Ces composantes interagissent sous l'effet de la dynamique d'urbanisation. Elles posent la question de leur identification, de leur représentation et de l'anticipation d'effets non maîtrisés. Ces configurations spatiales peuvent-elles favoriser des perturbations, pouvant aller jusqu'à la production de dommages voire d'effets catastrophiques ? L'espace métropolitain nécessite d'être pris en considération comme espace vulnérable. Bernardo Secchi le souligne : *"Lieu des imbrications, la ville contemporaine est instable par nature ; elle est le siège de changements continus qui donnent lieu à des situations critiques et à des solutions transitoires."* [Secchi, 2006, p.71]. Parce qu'ils sont soumis à des dynamiques fortes, les espaces métropolitains ne peuvent tendre à un équilibre stable ; ils nécessitent une vigilance quant aux perturbations qui peuvent les affecter. Les espaces de Givors et de Neuville-sur-Saône, étudiés en 2^{ème} partie, permettront d'appréhender la vulnérabilité de ces espaces et la capacité d'agir sur celle-ci en considérant cette échelle comme pertinente pour l'analyse. A l'échelle du Pays de Gex, les espaces gexoïses et du sud gessien⁶⁴ nous ont interrogé sur la capacité à développer une praxis locale permettant de faire face aux dysfonctionnements induits par la dynamique d'urbanisation. Cette praxis doit tenir compte de la dépendance économique de ces espaces à la métropole genevoise.

L'architecture de la métropole, schématisée en planche 8, est appuyée sur les réseaux de transport favorisant des polarités nouvelles. Exemple parmi d'autres des interconnexions spatiales au sein de la métropole, entre croissance interne et croissance externe, le fait que la métropole spécialise ses parties agglomérées, favorise l'urbanisation des espaces extérieurs. En effet, les exigences de qualité urbaine et de normalisation, qui s'appliquent au bâti comme à son environnement, sont d'un coût d'autant plus élevé que les espaces sont densément peuplés [Castel, 2006].

⁶⁴ Se référer au 1.5.

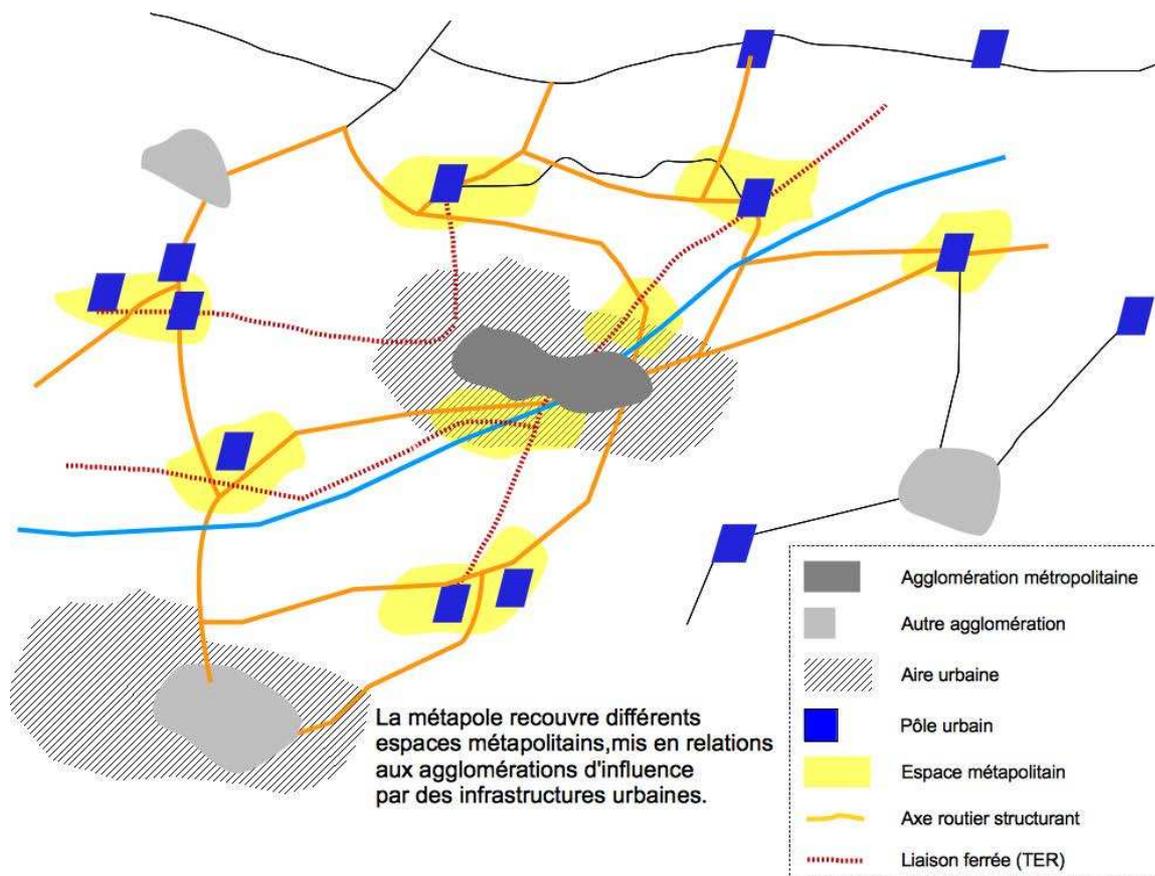


Planche 8: La métropole, un vaste espace urbanisé posant des questions de compréhension.

L'avantage économique de l'habitat individuel éloigné ressort nettement pour les classes moyennes ou modestes qui peuvent y prétendre. La métropole produit ainsi une diffusion de la fonction résidentielle sur les territoires, participant de la définition des espaces métropolitains, espaces urbanisés tout à la fois distants et reliés à la grande agglomération. Par l'intermédiaire des réseaux de transport, la métropole s'étend bien au delà de l'aire urbaine, définie par l'INSEE sur les seuls critères de la continuité du bâti et de la zone d'emploi. Elle peut englober plusieurs aires urbaines. La loi n°2010-1563 du 16 décembre 2010 a donné la possibilité aux grandes agglomérations géographiquement proches, de constituer un pôle métropolitain prenant la forme d'un syndicat mixte. Le pôle métropolitain a vocation à fédérer des espaces totalisant au moins 300 000 habitants pour agir en matière d'action économique, d'innovation de recherche, d'enseignement supérieur, d'aménagement de l'espace et de développement des services et infrastructures de transports. Il constitue un outil institutionnel pour agir à l'échelle de la métropole que nous aborderons pour traiter de la métropole lyonnaise.

3.1.c Les espaces métropolitains appellent le territoire-étagé

Si la mobilité est consubstantielle du processus d'urbanisation [Ascher, 1995, p.132], son essor sans précédent provoque une mutation dans la hiérarchie des valeurs : les flux finissent par l'emporter sur les lieux, au point de les gouverner, tandis que les organisations s'émancipent des cultures locales et des contingences sociales [Ascher, 1995, p.167]. Les espaces métropolitains interrogent alors l'urbaniste par leur complexité : *"[...] parce qu'elle n'introduit ni l'idée d'une nouvelle structuration, ni l'idée de la formation d'un nouvel espace des activités économiques et sociales quotidiennes [...], la complexité de ces nouveaux espaces urbains rend alors difficile tant leur définition géographique et statistique que leur représentation"* [Ascher, 1995, pp.33-34]. La question est avant tout posée de l'assemblage *"d'espaces disjoints, institutions autistes et communautés éclatées et indifférentes"* [Camagni in Spector, Theys, 1999, p.171]. Un tel assemblage désoriente dès lors que l'urbaniste constate lui-même que le territoire se présente de façon désordonnée [Mangin, 2004, p.22]. Pour aborder l'espace métropolitain, une première étape s'impose : *"Il nous faut d'urgence élaborer une notion de la ville comme lieu du discontinu, de l'hétérogène, du fragment et de la transformation ininterrompue"*. [Corboz, 2001, p.206]. La qualification de *"Zwischenstadt"* en langue allemande [Sieverts, 2004] - littéralement *entre-ville* en français - confirme le besoin de reconnaître l'espace métropolitain dans ses particularités, même s'il porte en lui une part d'indétermination. La *"Zwischenstadt"* demande du temps pour intégrer l'économie contemporaine, les systèmes techniques et pour acquérir une identité adaptée à la métropolisation. [Sieverts, 2004, pp.76-80]. Elle nécessite de prendre en compte les réseaux par le rôle qu'ils jouent dans sa structuration. Cette idée n'a pas échappé à A. Corboz qui voit dans le développement de l'urbanisation la constitution de territoires à étages : *"La politique interventionniste lourde crée un territoire à étages, non seulement par la superposition matérielle des réseaux, mais en raison des systèmes différenciés de relations qu'elle institue"* [Corboz, 2001, p.281]. Elle ouvre sur la notion de *territoire-étagé*.

Du fait de la nature complexe des espaces qu'elle urbanise, la métropole ne peut faire valoir, à part entière, son modèle de gestion, sous l'angle de la praxis urbaine. Cette complexité, si elle met en évidence les limites atteintes par une gestion de proximité traditionnelle, révèle l'intérêt d'une gestion locale plus collective, sous une forme à inventer. Or, le débat se cristallise trop spécifiquement sur la question de l'intercommunalité. Il occulte souvent le rôle à tenir par les autres acteurs qui sont partie prenante dans cette complexité.

Or, au moment où un « *urbanisme de réseau* » [Choay, 1998, p.45] répartissait sur de vastes espaces les fonctions urbaines, les activités économiques et les espaces résidentiels, les grandes organisations ont réduit leurs implantations au sein des territoires. Dans un souci de rationalisation, les services de gestion se sont rapprochés des sièges centraux. Les possibilités offertes par les réseaux de transport ou par les nouvelles technologies de l'information permettent en effet d'intervenir à distance dans la gestion technique des réalités locales. Si la gestion s'appuyait hier sur la connaissance du terrain, celle-ci s'est dématérialisée en recourant à des bases de données informatisées. Une question se pose : quelle peut-elle être l'incidence sur la vulnérabilité des espaces métropolitains de la dé-territorialisation des centres de gestion alors que des effets non maîtrisés sont observés au sein de ces espaces ? Comment rapprocher des organisations intervenants à différentes échelles de la métropole pour agir sur les interactions produites au niveau local ?

La compréhension de l'espace métropolitain favorise la prise en compte de sa vulnérabilité. Elle invite l'ingénieur à travailler dans l'espace géographique aux différentes échelles, à recourir aux pratiques de l'urbaniste, ouvertes sur l'aménagement urbain, à celle de l'architecte - familier du travail en élévation - à celles encore du paysagiste, de l'historien ou du géologue mobilisant chacun à leur façon les différentes échelles de temps. Le *territoire-étagé* est propice à poser la question de la coordination des acteurs confrontés à la complexité spatiale. Il concrétise le besoin de nouveaux outils, adaptés à la réalité complexe de ces espaces. Il pose la question de l'adéquation des dispositifs de gestion existants, tant dans leur conception que dans leur usage.

3.1.d Multiplicité des échelles spatiales et approche territoriale

Dès lors que la métropole exerce son influence sur de vastes espaces, le cadre territorial nécessite d'être interrogé sur la façon dont il peut contribuer au développement d'une praxis locale, agissant en retour sur la dynamique d'urbanisation pour en limiter les effets non maîtrisés et sur la façon dont le *territoire-étagé* peut être mobilisé à cet effet.

Le territoire participe de la praxis locale appelée à être associée à la praxis urbaine

Nous avons montré que, si la ville tendait à se détacher du territoire, celui-ci reste présent, comme à Nîmes où les cadreaux jouent un rôle dans le fonctionnement urbain. La métropole transforme en profondeur les territoires sans les occulter. Si les trames anciennes qui les rendaient visibles : la vallée fluviale, la plaine agricole, le couloir industriel, ne reflètent plus, à elles seules, les dynamiques en présence, ces trames restent actives.

Elles orientent les processus d'urbanisation pour les doter de spécificités territoriales. Ceux-ci ne se développent pas de la même façon dans une vallée, dans une plaine agricole ou dans un couloir industriel, car les conditions physiques, l'histoire des lieux, les contraintes comme les potentialités offertes y diffèrent fortement. En agissant sur la dynamique d'urbanisation, ces particularités vont aussi influencer les dysfonctionnements susceptibles de se produire localement.

Le territoire peut-il contribuer à établir une praxis locale permettant d'agir sur la dynamique d'urbanisation pour limiter les dysfonctionnements associés ? Si la ville s'est forgée sur la praxis urbaine, le territoire traduit aussi un espace de relations qui s'est instauré durablement entre une société et une étendue de l'espace terrestre. Sans qu'il puisse toujours prétendre à l'autonomie, le territoire est d'essence politique. En effet, la racine latine du mot renvoie aux termes *territorium* et *terra*, évoquant tous deux l'idée de domination d'une portion de l'espace terrestre par une société organisée. De façon usuelle, le territoire est assimilé à "*une étendue de pays qui jouit d'une personnalité propre mais ne constitue pas un État souverain*"⁶⁵. Aujourd'hui, si la dimension politique est toujours présente, légitimée par les lois de décentralisation de 1982 et 1983 aux différentes échelles de la commune, du département et de la région, elle a perdu de sa lisibilité institutionnelle. En effet, en s'intensifiant, les circulations des personnes, les mouvements d'idées, les flux marchands soumettent toujours plus le territoire à des décisions qui s'exercent à différentes échelles de temps et d'espaces.

Notre pratique de l'aménagement nous a montré que cette complexité posait la question de l'action collaborative, sous la forme de la coordination des actions menées entre les nombreux acteurs intervenant au sein d'un même espace. Le géographe Guy Di Méo observe comment au sein d'un territoire, s'entrecroisent des logiques individuelles et des logiques collectives. Celles-ci s'enrichissent mutuellement : "*[...] de la superposition des expériences socio-spatiales individuelles naît un imaginaire collectif, un véritable territoire*" [Di Méo, 2008, p.150]. Pour légitimer des raisons d'être et d'agir, la réalité locale doit s'engager dans la création de sens et de valeurs identitaires qui la distingue d'un espace physique ordinaire [Gumuchian, 1991, p.16]. La culture de la communauté s'organise en effet autour d'une histoire, d'un univers local, de valeurs et d'engagements. Le territoire mobilise un héritage construit et mémorisé prenant la forme d'un système de ressources localisées [Le Berre, 1992]. En combinant les temporalités, il reproduit et satisfait ainsi les besoins vitaux d'un groupe social.

⁶⁵ Source Le nouveau Petit Robert de la langue française 2007.

Le territoire apporte, par conséquent, des conditions favorables au développement d'une praxis locale, mais ces conditions sont-elles efficaces dans le contexte de la métropole ?

Dans les années 80, les chercheurs se sont interrogés sur le rôle que les territoires pouvaient encore jouer dans un cadre spatial transformé par l'urbanisme de réseau [Choay, 1998]. Or, en provoquant une redécouverte du local, la globalisation a de façon inattendue favorisé le renouveau du concept de territoire, que la DATAR a encouragé en 1992, en lançant un programme "Prospective et territoire" [Goux-Baudiment, 2001, pp.19-25]. Les processus ascendants, de type *bottom up*, ont été encouragés à côté des processus descendants habituels, de type *top down*. Les territoires ont bougé pour ouvrir sur les acteurs que sont les collectivités, les entreprises, les institutions... Ils ont retrouvé une capacité à assurer différentes fonctions : l'appropriation, l'habitation, l'exploitation, l'échange et la gestion [Brunet in Moine, 2007, p.37], se distinguant des fonctions urbaines attachées à promouvoir les usages et les activités.

Vis-à-vis de la dynamique d'urbanisation, si le territoire agit comme une force de rappel, pouvant l'entraver ou la freiner, la régulation qu'il permet est bénéfique dans la durée car elle est source de richesse [Braudel, 1986, p.238]. Comme dépositaire d'une connaissance locale, les acteurs du territoire sont habilités à intervenir dans la construction d'une réalité future pour y intégrer une dimension identitaire et patrimoniale. Les catastrophes que nous avons considérées : Le Grand-Bornand, Nîmes, Vaison-la-Romaine montrent cependant que les acteurs locaux n'ont pas su ou pu adopter, en anticipation de ces événements, une telle vision qui leur aurait permis d'envisager des vulnérabilités nouvelles. Ils n'ont pas été en mesure d'appréhender les interactions possibles entre différents processus à l'œuvre, considérés séparément. La force de rappel n'a pas fonctionné. Pour autant, la commune, ou l'intercommunalité de proximité lorsque la commune est de trop petite taille, nous paraît essentielle à considérer pour ré-interroger la dynamique d'urbanisation dans ses effets potentiellement dommageables. Dès lors qu'elle constitue un ensemble ni trop faible ni trop important de population, elle dispose de capacités d'agir dans le sens de la réduction des vulnérabilités⁶⁶. A titre indicatif, sans qu'il s'agisse ici de fixer de seuils, 5 000 à 50 000 habitants paraît une fourchette large favorable à cette dynamique de réflexion.

Les communes ou les intercommunalités de proximité disposent de la faculté de construire des questionnements au plus proche de la population, en les dotant "*de valeurs, de légitimité ou de cognition*" [Thoenig et Duran, 1996, pp. 601-602]. En outre, le maire incarne le principe de *subjectivité*, comme facteur d'influence des décisions prises.

⁶⁶ Se référer au 2.3 sur la décision.

Ce principe de subjectivité reconnaît une force de parole aux entités de faible capacité d'action - à condition qu'elles défendent des positions justifiées [Touraine, 2006, p.158]. Ce principe ressort comme une particularité de l'époque contemporaine, ouvrant des possibilités pour agir sur la vulnérabilité.

Territoires fragilisés et gestion municipale des risques

Nous avons voulu appréhender la place tenue dans la métropole par des territoires éloignés des flux économiques, pour montrer qu'il existait en son sein d'autres espaces vulnérables que ceux que nous avons qualifié de métropolitains. Nous avons considéré à cette fin l'espace que délimite la communauté de communes Val-de-Saône-Chalaronne⁶⁷. Composée de sept communes totalisant 7723 habitants (RGP 2006), cet ancien territoire rural est situé dans le département de l'Ain, en limite des départements de la Saône-et-Loire et du Rhône. Le travail exploratoire que nous y avons mené en 2008 nous a conduit à analyser ce cadre spatial, représenté ci-après en planche 9 dans sa structure et en planche 10 dans sa position dans la métropole lyonnaise. Inscrit en rive droite de la vallée de la Saône, cet espace agricole situé à distance de l'autoroute A6 est marqué par la présence de la rivière Saône, du cours d'eau la Chalaronne et d'un corridor biologique. Il dépend administrativement de Bourg en Bresse, Préfecture de l'Ain, est placé sous l'influence commerciale de Mâcon (Saône-et-Loire) et aussi sous celle de la métropole lyonnaise, constituant le principal bassin d'emplois malgré l'éloignement de 60 km environ. La réflexion menée avec les élus communautaires sur la vulnérabilité du territoire a mis en évidence d'emblée les problématiques associées à la dynamique d'urbanisation.

Les relations aux grandes agglomérations précitées font de la voiture individuelle, un élément clé de la vie de populations relevant d'un habitat dispersé, même si la gare TER de Belleville-sur-Saône, représentée en planche 10, est utilisée pour rejoindre l'agglomération lyonnaise. Les déplacements automobiles exposent à l'insécurité routière, aux difficultés de circulation liées aux intempéries, mais aussi à l'augmentation du coût des carburants. L'activité économique locale est entravée par l'absence de liaison Internet haut débit. Faiblement occupée, la zone d'activités intercommunale d'Actival (cf photos 4 et 5 de la planche 9) est emblématique des attentes non satisfaites des élus dans ce domaine. En outre, ceux-ci sont fortement préoccupés par le maintien d'une activité commerciale minimale, des services publics de proximité et d'une offre locale de soins (non remplacement des médecins généralistes partant en retraite).

⁶⁷ Travaux menés avec la commission de développement durable.

Façonné par l'activité agricole et forestière, cet espace de la métropole lyonnaise connaît aussi les évolutions produites par l'industrialisation de l'agriculture. Les pratiques agricoles posent la question de leurs impacts environnementaux, par exemple liés à la disparition des prairies dans leur fonction de limitation des inondations ou à la dégradation de la qualité de l'eau de la Chalaronne (cf planche 9). La situation à l'écart des grandes agglomérations fait craindre aux élus des activités polluantes insuffisamment contrôlées, comme l'enfouissement de déchets en période d'arrêt de l'incinérateur. La communauté de communes est confrontée à des questions quotidiennes de vitalité économique, de transport, de services à la population et de gestion de l'environnement. Alors même que l'intercommunalité peine à s'affirmer, que les ressources techniques et financières sont faibles localement, ces questions ont envahi la vie courante. Or, le quotidien est habituellement routinier et d'essence non problématique [Berger et Luckmann, 2006, p.75-77]. Bien que l'espace communautaire soit fortement exposé aux crues de la Saône, les « questions existentielles » font écran à la réalité du risque inondation perçue essentiellement sous l'angle du PPR inondation. Ici, dans le vécu de la métropole, l'espace urbanisé prime sur la vallée fluviale. Évoquer les crues de la Saône pour les seuls motifs de la prévention des risques, est perçu comme ajouter de nouveaux problèmes à ceux déjà en suspens dans le "(...) *le monde de la réalité souveraine de la vie de tous les jours (...)*" [Berger et Luckmann, 2006, p.78]. Or, ces questions interagissent si ce n'est par le biais du PPR inondation de la Saône qui fixe un certain nombre de contraintes à respecter et de prescriptions à satisfaire.

Lors des investigations menées, nous avons constaté la difficulté des élus à appréhender des dysfonctionnements ne pouvant être traités à leur échelle, par les moyens dont ils disposent pour agir. Or, le fait que peu d'acteurs d'échelle métropolitaine soient présents ici, favorise un isolement de l'intercommunalité. Cette absence laisse à penser que les problématiques locales ne seraient pas d'essence métropolitaine alors qu'elles le sont, dès lors que les difficultés de fonctionnements sont liées à la dynamique de métropolisation. La distinction n'est pas suffisamment faite entre l'analyse des problématiques, qui gagne à être menée localement pour approcher du plus possible la réalité, et la mise en œuvre de moyens d'actions qui mobilise ici comme ailleurs différentes échelles d'intervention. Des synergies peuvent pourtant être trouvées et des concours mobilisés pour innover dans les pratiques comme, à titre d'exemple, le développement du covoiturage en lien avec le conseil Général de l'Ain, en réponse à certains besoins de déplacements.

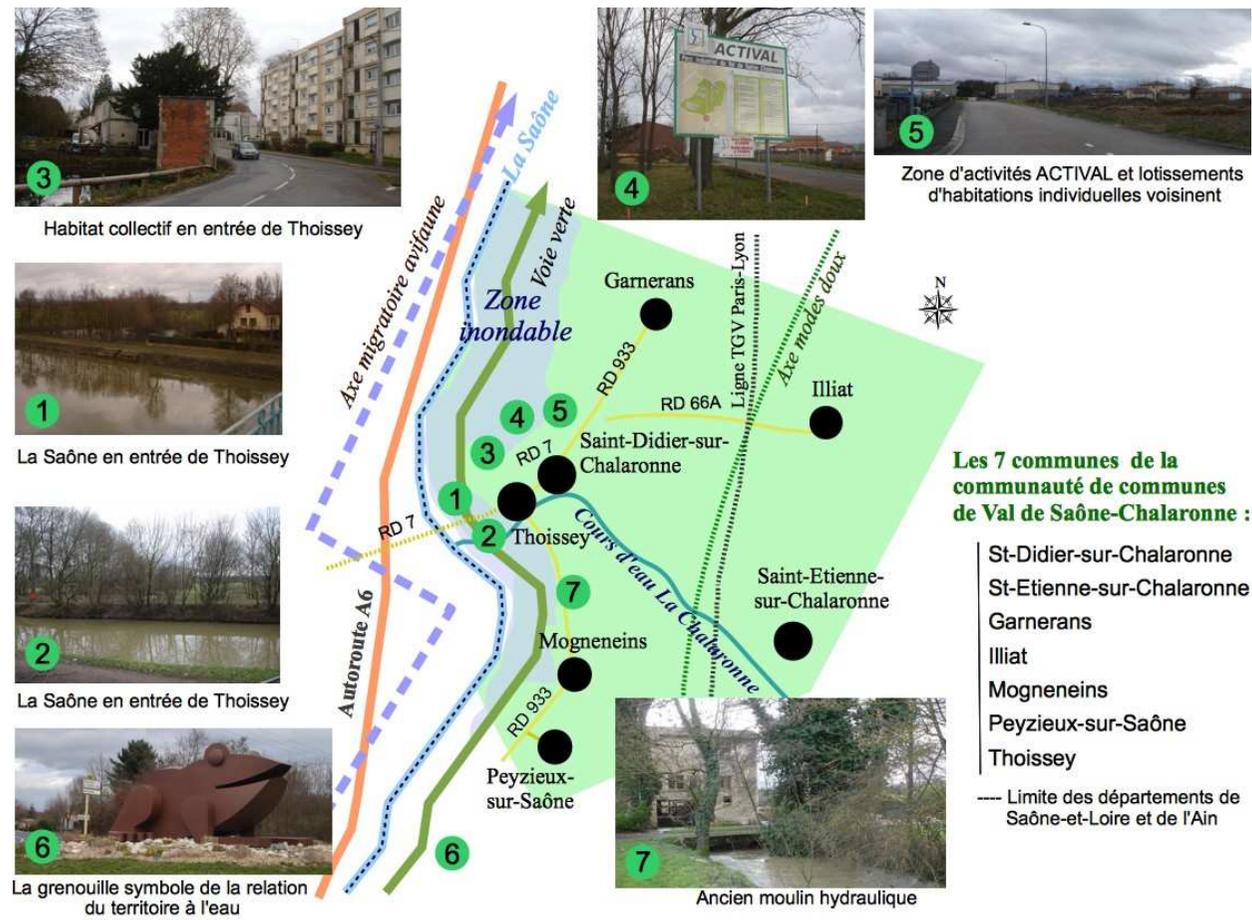


Planche 9: CC Val-de-Saône-Chalaronne (Ain). Un espace urbanisé peu relié aux flux qui le traversent.

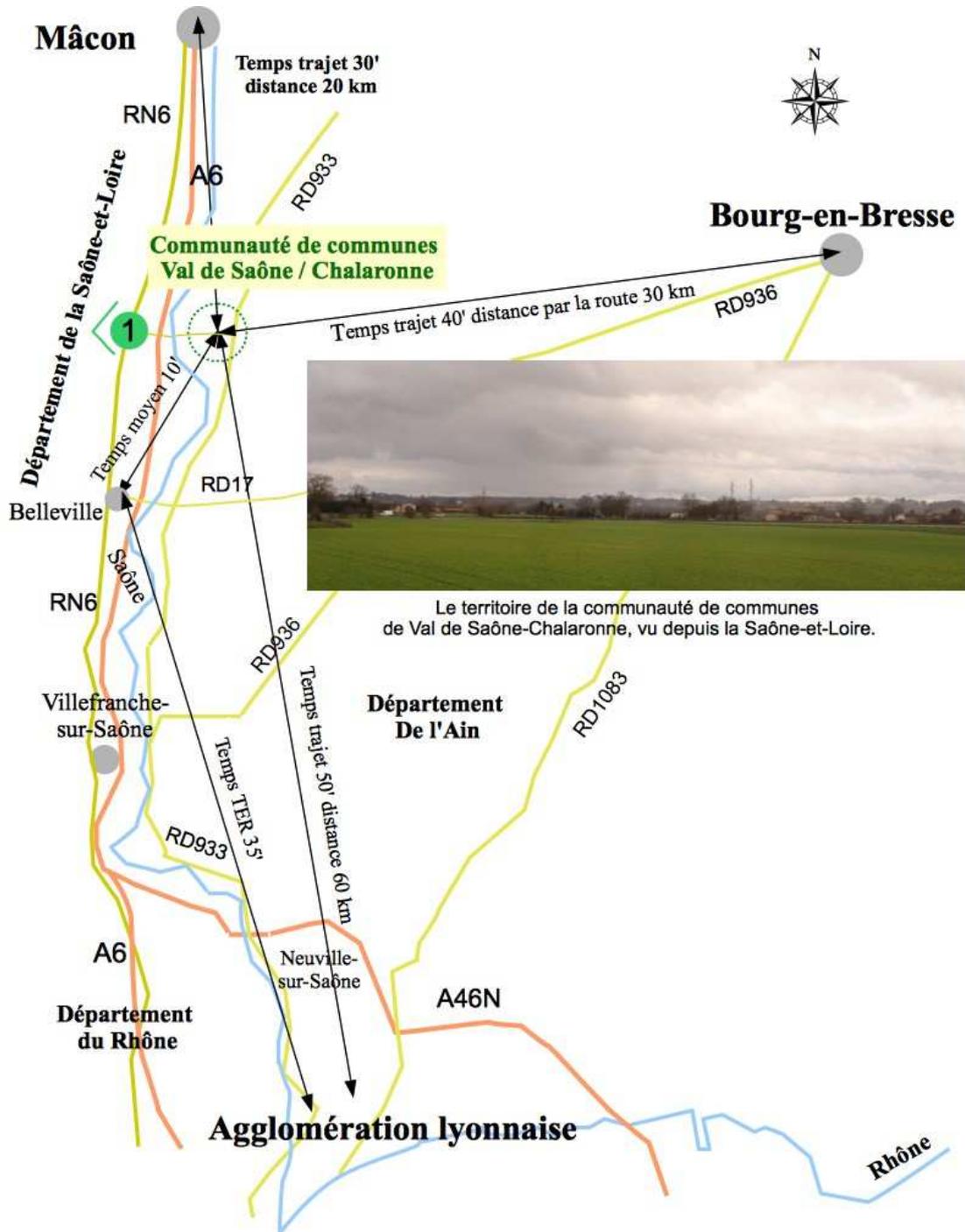


Planche 10: CC Val-de Saône-Chalaronne : un espace urbanisé sous influence multipolaire.

Pour concrétiser la possibilité donnée aux collectivités territoriales dotées de faibles moyens, d'initier des actions destinées à renforcer leur résilience, nous avons établi un modèle de gestion dynamique des risques [Guézo et Verrhiest, 2007, pp.27-33]. Représenté en planche 59⁶⁸, le processus prévoit d'associer le travail décisionnel de l'élu à celui d'analyse du technicien, d'établir une configuration territoriale et urbaine de l'espace communal, conduisant à le replacer dans la métropole, puis de recourir au débat municipal pour permettre aux conseillers de s'approprier le projet d'actions et de l'orienter.

Le processus, qui tient compte de la nature délibérative de la collectivité, permet de relier la programmation d'actions de réduction de la vulnérabilité ou de développement de la résilience à la mobilisation progressive de ressources internes ou externes. La démarche d'amélioration proposée porte, non plus sur le retour d'expériences vis-à-vis d'un aléa donné, mais sur l'amélioration de la connaissance en lien avec le développement d'actions. Un test a été réalisé sur la commune de Pierre-Bénite [Bouard et Delaunay, 2009]. Il a préconisé une restructuration des services municipaux pour favoriser la transversalité.

3.1.e Les réseaux incitent à action collective à l'échelle de l'espace métropolitain

L'autonomie d'action que les réseaux techniques apportent et les facilités d'usage qu'ils permettent, participent de la dynamique d'urbanisation des territoires. Nous l'avons montré sur l'exemple du réseau routier du département de la Loire. Les réseaux techniques sont organisés sur l'optimisation des échanges. Comme nous l'avons mis en évidence dans le cadre du projet européen COST C19, la sécurité du réseau technique est recherchée par rapport aux perturbations susceptibles de l'affecter, produites par des modifications internes ou par des variations de l'espace dans lequel il évolue. Le réseau mobilise ses capacités d'adaptation pour éviter que les contraintes auquel il est exposé ne le déstabilisent. La notion d'*urbanisme de réseau* [Choay, 1998, p.45] dépasse la vision fonctionnelle des réseaux techniques. Elle traduit les possibilités qu'ils offrent de distancier les espaces résidentiels des zones d'emplois, ou d'associer aux zones commerciales de vastes espaces de chalandise. Cet urbanisme est à comprendre par défaut. Il signifie que les réseaux, bien que gérés sous l'angle de leur fonction technique, jouent un rôle majeur dans la structuration des espaces urbanisés. Il en est ainsi de l'inscription du territoire de la communauté de communes de Val-de-Saône-Chalaronne dans la métropole lyonnaise⁶⁹, rendue possible par le réseau routier et le réseau ferré TER.

⁶⁸ Cf cahier des représentations ou modèles proposés p. 330.

⁶⁹ Se référer au 3.1b.

Par notre pratique de l'aménagement, nous avons montré que les réseaux devaient être également considérés au titre des interactions qu'ils favorisent⁷⁰. Ces interactions peuvent produire des dommages. Le projet européen COST C19 a mis en évidence les difficultés de prévenir de tels dommages par des réponses exclusivement techniques⁷¹. En effet, les réseaux créent de la complexité au sein des espaces urbanisés. Celle-ci se manifeste de différentes façons : activation de différentes dynamiques de changements aux effets incertains vis-à-vis des éléments plus stables ou évoluant sur des temporalités différentes, usages des réseaux au delà des possibilités qu'ils offrent, indépendances d'échelles de gestion interagissant entre elles. C'est cette complexité qu'il convient de considérer.

A l'échelle de l'espace métropolitain, les réseaux interrogent la possibilité de mobiliser leur gestion pour réduire leurs dysfonctionnements. Si les réseaux d'eau relèvent souvent d'échelles de gestion locales, les réseaux de distribution d'énergie dépendent d'opérateurs de production et de transport d'échelles nationale ou européenne. Les réseaux de transport se développent également par des emboîtements d'échelles de gestion. Ainsi, si le réseau routier dessert l'échelle de l'habitation individuelle, il connecte celle-ci aux grands systèmes autoroutiers, ferroviaires ou aéroportuaires. Les réseaux numériques de télécommunication et de transmission de données sont, eux, les éléments majeurs d'une économie globalisée depuis les années 80, appuyée sur les marchés financiers et sur les nouvelles technologies de l'information⁷². Ils favorisent la croissance des marchés à l'échelle planétaire et jouent en retour un effet d'entraînement dans la polarisation des espaces [Offner in Wachter et *al*, 2000, p.225]. Les espaces métropolitains sont aptes à participer à l'économie globalisée, s'ils bénéficient d'infrastructures physiques et d'équipements performants en réseaux numériques.

Dans le cas présenté du département de la Loire⁷³, nous avons simplifié notre approche du réseau routier en occultant les différences entre infrastructures nationales, départementales et communales. Lors de la crise routière de 1985, ces maîtrises d'ouvrages différentes ont induit, de fait, une action coordonnée des gestionnaires, facilitée par l'action fédérative de la DDE en charge des routes nationales et départementales. Les réseaux routiers ont alors fonctionné en entité bien organisée. En mettant en exergue les possibilités offertes par les galeries multi-fonctions, nous avons mis en évidence la possibilité également d'une action d'ensemble de gestionnaires de réseaux de natures différentes.

⁷⁰ Se référer aux 1.2 et 1.3.

⁷¹ Se référer au 2.4.

⁷² ADDA Jacques, *La mondialisation de l'économie*, Paris, La Découverte, Coll. "Grands Repères", 2006 (1996), 255 p.

⁷³ Se référer au 1.2.

La coordination de ces gestionnaires est une condition nécessaire pour réduire les potentialités de dysfonctionnements mais elle n'est pas suffisante pour intégrer la complexité territoriale des espaces métropolitains. Il convient en effet de souligner les différences fortes entre les réseaux et les territoires : leur métrique - de type topologique pour les premiers, de type topographique pour les seconds - leur tendance à la sélectivité pour les premiers et à l'exhaustivité pour les seconds. [Lévy et Lussault, 2009, p.795]. Du fait même de ces différences de nature et de finalités, les réseaux et les connections qu'ils créent entre les territoires, posent aujourd'hui des questions de régulation, irrésolues dans le cadre habituel de la gestion territoriale [Offner in Lévy et Lussault, dir., 2000, p.228]. De nouveaux modes de gestion sont par conséquent à imaginer qui peuvent l'être par le biais du *territoire-étagé*.

Les réseaux bousculent la structure territoriale en produisant "*une superposition sur un même espace de territoires fonctionnant sur des métriques et à des échelles différentes, plus ou moins bien interconnectés entre eux*" [Offner in Lévy, 2000, p.228]. Là où certain voit la constitution de territoires à étages [Corboz, 2001, p.226], pour Jean-Marc Offner, les réseaux transforment les espaces en "*mille-feuilles*" territoriaux. Ces analyses convergentes renvoient à la question posée à l'espace métropolitain, des interactions non maîtrisées entre les composantes spatiales en présence. Elles appellent, par le *territoire-étagé*, à une vigilance ouvrant sur une coopération locale des acteurs des territoires et gestionnaires de réseau, pour limiter les dommages, en agissant sur la dynamique de métropolisation.

3.2 Les espaces métropolitains, nouveau cadre d'action pour l'ingénierie

Dès lors qu'ils mettent en relation un processus de métropolisation, des dynamiques territoriales anciennes encore actives, des fonctionnalités techniques changeantes répondant à leurs propres finalités, des dynamiques économiques évolutives, les espaces métropolitains mettent en jeu des mécanismes favorisant des interactions spatiales. Les théories de la complexité apportent un éclairage sur des perturbations appelant l'analyse des déséquilibres produits par les dynamiques en présence. A l'échelle du *territoire-étagé*, les fondamentaux de l'ingénierie sont à reconsidérer à l'aune de la complexité spatiale.

3.2.a Brève mise en relation de l'ingénierie à la modernité technique

Associer l'ingénierie aux ajustements des espaces métropolitains conduit à appréhender la façon dont celle-ci participe aux transformations spatiales. En effet, la question qui lui est posée est avant tout celle de l'adaptation de ses pratiques.

Replacée dans le contexte de l'action territoriale, l'ingénierie peut être considérée comme une discipline facilitant les déplacements d'un point à l'autre de l'espace, contribuant à l'organisation des divisions du sol pour mieux l'occuper, conquérant des étendues, ce qui renvoie très clairement à une activité attentive à favoriser les échanges et les flux [Secchi, 2006, p.23]. A l'échelle de l'Hexagone, les techniques de l'aménagement ont permis le développement des échanges entre les territoires. A la fortification des frontières - préalable pour assurer la sécurité des échanges - ont succédé les étapes de l'aménagement des cours d'eau, de l'établissement d'une politique routière et de la réalisation de grands réseaux ferroviaires et routiers [Desportes et Picon, 1997]. Illustration du rôle joué tout à la fois par l'ingénieur et l'entrepreneur, les concepteurs et constructeurs de ponts recouraient au XVIII^e siècle puis au XIX^e siècle à des procédés nouveaux qui réduisaient le coût des ouvrages tout en augmentant leur fonctionnalité. Les innovations, les études de modélisation et les apprentissages de terrain ont permis des gains d'efficacité favorables à la dynamique de transformation des territoires.

Les ingénieurs ont appliqué à l'échelle urbaine leur aptitude à l'organisation des flux [Secchi, 2006, pp.21-36]. Ils ont traité tout à la fois des difficultés de circulation et de problèmes sanitaires. Au XIX^e siècle, l'invention du profil en travers de voirie intégrant trottoirs et cunette d'assainissement en béton participe de la sécurité des piétons, de la circulation des véhicules et de l'évacuation des eaux pluviales. Le recours au génie urbain, défini comme un ensemble de pratiques et de savoirs-faire relatifs aux réseaux urbains [Thibault in Paquot et *al*, 2000, pp.244-254], permet à la ville de se défaire du plus possible des contingences physiques et donc de son ancrage territorial. Au XIX^e siècle, les ingénieurs apprennent ainsi à mesurer et à cartographier l'espace urbain, pour tenter d'en faire un espace « transparent » vis-à-vis de l'eau [Barles, 1999]. Prolongeant les travaux des géographes, ceux des géomètres participent de l'ingénierie. Gérer les inondations, organiser l'alimentation en eau, assurer l'assainissement, tout cela implique de maîtriser les distances horizontales et les dénivelées. L'un des facteurs du développement urbain réside dans la capacité de l'ingénierie de concevoir et réaliser des infrastructures techniques qui permettent d'accroître la continuité spatiale. Cette action ne conduit pas directement à transformer les villes en profondeur sans que des processus plus globaux ne se développent à d'autres échelles de temps et d'espace que celle du projet.

Si les villes se transforment suivant un mécanisme de co-évolution positive de l'urbanisation et de la gestion des risques [Pigeon, 2010], c'est à une échelle de temps longue, celle des séquences urbaines qui se sont succédées : cité médiévale, ville classique, ville industrielle, ville de la période des Trente Glorieuses, métropole.

Chaque séquence urbaine présente ses facteurs de vulnérabilité, que la séquence suivante tente de réduire, dans un différé de temps par rapport aux questions soulevées. Il conviendrait de réduire ce différé de temps. Les nouvelles formes spatiales métropolitaines présentent ainsi des vulnérabilités que l'ingénierie pourrait prendre davantage en considération en tentant d'influer le processus d'urbanisation contemporain.

Si la recherche de la continuité spatiale produit les résultats escomptés à l'échelle considérée, dans un espace entrecroisant différentes échelles, des effets non désirés peuvent en effet se produire et être problématiques [Secchi, 2006, p.24]. Exemple de dommages affectant l'espace métropolitain, la fragilisation de quartiers d'habitat par des liaisons autoroutières [Desportes et Picon, 1997, p.183]. Favorisant les flux à une échelle régionale ou supra-régionale, les infrastructures rendent plus difficiles les échanges locaux là où elles se trouvent, ce qui fait dire "*[qu'] une société construite autour de ses autoroutes et de ses TGV crée plus de barrières entre les hommes qu'elle n'en supprime*". [Dupuy, 2004, p.28]. Si elle rapproche des grandes agglomérations distantes de plusieurs centaines de kilomètres, les grandes infrastructures de transport séparent les communautés humaines par des zones de sécurité, des délaissés et des réglementations de tous ordres produisant pour les communautés locales "*un vide sans raison ni qualité apparente*" [Mangin, 2004, p.100]. L'espace s'est structuré pour atténuer les interactions entre ses composantes et entités. Pour autant, ces interactions existent qui, pour n'être pas immédiatement visibles, n'en sont pas moins réelles. Elles ont été mises en évidence lors de la catastrophe de Nîmes en 1988. Les infrastructures - anciennes pour certaines - y avaient fait barrage à l'écoulement de l'eau. En posant la question de l'explosion de gaz survenue à Lyon en février 2008, nous avons confronté la réalité urbaine complexe des réseaux enterrés aux possibilités offertes par les galeries enterrées multi-fonctions.

Notre propre expérience sur la période 1982-2002, et l'analyse de catastrophes survenues sur la même période nous ont montré comment l'espace urbanisé posait des limites à l'action de l'ingénieur, qu'il ne pouvait dépasser au prix d'un surcroît de technicité, mais en interrogeant son action. L'ingénieur tente de repousser toujours plus les limites des possibilités offertes par les procédés techniques. Cependant, les réponses apportées opèrent souvent au niveau de l'ouvrage technique, alors que celui-ci tient une place toute relative dans un espace qui se transforme. La fonctionnalité initiale peut être dépassée : évolution des valeurs, des besoins, des techniques. Ces transformations, auxquelles l'ingénierie participe elle-même, modifient les critères d'appréciation de l'ouvrage.

A défaut d'avoir identifié clairement ses limites, l'idée même de progrès technique a connu une remise en cause sociétale à partir de la fin des années 80 : "*Le progrès technique soulève à chaque étape plus de problèmes (et plus vastes) qu'il n'en résout*". [Ellul, 1988, pp.57-58]. Pour ne pas avoir été anticipés, des évènements de grande ampleur interpellent à ce moment l'opinion publique : accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl en 1986, épisode du sang contaminé en 1988, crise de la « vache folle » sur la décennie 86-96... Parmi les situations nouvelles rencontrées au tournant des années 80, Françoise Le Corre en isole deux - les nouveaux pauvres et le sida - comme marquant un coup d'arrêt décisif dans l'identification du progrès à la technique [Le Corre, 2003]. Cette remise en cause ressort d'une constante de chaque époque de devoir percer la part d'obscurité produite par le monde contemporain [Agamben, 2008, p.22]. L'ingénierie est invitée à éclairer, à son niveau, la question contemporaine de la complexité spatiale. Elle est légitime à le faire au titre de la connaissance et de la prise en compte des effets inattendus de ses interventions.

3.2.b L'espace métropolitain : un cadre spatial qui fait système

Définissant le cadre physique dans lequel s'inscrivent des formes et des volumes, l'espace est constitué tout à la fois d'objets, d'individus et plus généralement d'êtres vivants, mais il comprend également les relations entre les éléments qui le composent [Lévy et Lussault, 2009, p.330]. Ces relations sont essentielles dans sa structuration et son fonctionnement.

Pour l'astrophysicien Laurent Nottale, consacrant ses travaux aux effets des changements d'échelle, ce sont les relations entre les objets qui importent avant tout, davantage que les objets eux-mêmes dont la nature dépend de l'échelle à laquelle on les observe [Nottale in Benkirane, 2006, p.336]. De plus, la position des objets de même que leurs relations, peuvent être variables dans le temps, ce qui fait dire que l'espace n'est pas figé puisqu'il peut dépendre lui-même des éléments qui le composent [Lévy et Lussault, 2009, p.327]. Preuve s'il en est de l'importance des relations entre les objets, l'espace peut se définir couramment comme la "*Mesure de ce qui sépare deux points, deux lignes, deux objets, cet écart lui-même*"⁷⁴. Ce qui devient alors un «espacement» correspond à un éloignement qui peut devoir être maintenu voire augmenté - dès lors qu'il s'agit de séparer des éléments devant être disjoints - ou au contraire réduit, dès lors qu'il s'agit de les rapprocher. Cette notion de distance, simple au demeurant, pose question dès lors que le cadre spatial agrège différents niveaux d'analyse, complexifiant ainsi l'idée de proximité entre les éléments.

A ce titre, dans un espace donné, les réseaux, comme ensembles organisés, jouent un rôle particulier car la multiplication des échelles d'action résulte de leur développement.

⁷⁴ Source, *Le Nouveau Petit Robert* 2007.

Pour rendre compte des différentes échelles de gestion présentes au sein de l'espace métropolitain, tant au niveau des réseaux que des activités ou organisations, nous nous référons à différents travaux menés dans les champs de la compétitivité territoriale et de l'économie géographique. Ces travaux traduisent la proximité suivant deux notions distinctes [Rallet et Torre, 2004]. La « proximité géographique » renvoie à l'idée de faible éloignement physique entre les éléments considérés, pouvant s'apprécier suivant différentes variables : distance géométrique, temps de trajet. La « proximité organisée » sous-tend la capacité d'un cadre spatial à synchroniser des liens sociaux établis suivant des finalités partagées au sein de systèmes organisés. Au sein des espaces métropolitains, les deux notions interagissent pour établir "[...] une sorte de curseur analytique permettant de régler le dosage des échelles globale et locale [...]". [Rallet, 2002]. La place prise par la proximité organisée, au détriment de la proximité géographique, reflète la prééminence de l'espace des flux sur celui des lieux. Elle traduit le rôle joué par les réseaux dans le passage d'un emboîtement hiérarchisé des échelles spatiales, requis autrefois par l'assujettissement à la proximité géographique, à la mise en relation aujourd'hui de celles-ci au gré des besoins. En recourant à la notion de *territoire-étagé*, nous posons en définitive la question de la consistance d'un espace combinant différentes formes et niveaux de proximité. L'espace métropolitain peut-il limiter les dommages qu'il produit en faisant davantage système ?

Nous définissons le système comme un ensemble complexe d'éléments en interactions, tout à la fois stable et évolutif, en relation avec son environnement [de Rosnay, 1975, pp.91-110]. La notion *d'interaction* a été développée par l'approche systémique. Elle désigne l'action réciproque des éléments d'un système et recouvre en particulier des rétroactions, c'est-à-dire des processus non-linéaires [de Rosnay, 1975], [Durand, 2006 (1979), pp. 8-9]. Du fait même de sa complexité, le système répond à plusieurs finalités tandis que les interactions modifient sa nature et son comportement. Si les éléments d'un système sont définis par leur fonction, leur structure et leur organisation, le système est reconnu par ce qu'il fait - sa fonction - davantage que par ce qu'il est - sa structure [de Rosnay, 1975, p.276]. L'approche systémique légitime de considérer l'espace métropolitain comme un espace en transformation posant la question des interactions qui s'y produisent. Au sein de cet espace, les interactions se manifestent entre les milieux physiques et les milieux anthropiques, mais également entre des formes distinctes d'anthropisation : agriculture et habitat, activité économique et infrastructures de transport, entre des populations résidentes sociologiquement différentes, entre des acteurs institutionnels défendant des intérêts pouvant se contredire.

Nous considérons les interactions sous l'angle des dommages qu'elles peuvent produire, posant la question de la vulnérabilité de l'espace métropolitain.

Pour traiter du *territoire-étagé*, il est nécessaire de retenir une approche du système pour y voir, comme nous y invite Edgar Morin, un ensemble d'éléments ou de systèmes d'éléments interagissant sans poursuivre la même finalité. La notion de système prend certes en compte les systèmes techniques, mais également les différentes composantes physiques, biologiques et humaines présentes dans l'espace : " [...], *la théorie du système s'anime là où il y a jeu actif des interactions, rétroactions, émergences, contraintes, là où les antagonismes entre parties, entre les parties et le tout, entre l'émergent et l'immergé, le structurel et le phénoménal se mettent en mouvement*" [Morin, 1977, pp.149-151]. Le système prend alors véritablement sens hors des situations d'équilibre [Prigogine, 1997, p.37]. L'analyse systémique légitime de considérer l'espace métropolitain par le biais du *territoire-étagé* comme un espace en transformation posant la question des interactions qui s'y produisent. Réduire ces interactions invite au développement des inter-relations entre les entités les plus significatives. Or, au sein des espaces métropolitains, la bipolarisation observée entre l'organisation et les dispositifs ou systèmes techniques paraît excessive. Une réponse technique pré-formatée est souvent privilégiée sur la construction plus lente et davantage hésitante, d'un corps de dispositions ayant les vertus de mobiliser les forces vives et les compétences issues du territoire [Touraine, 2006, p.138]. L'idéalité technique a "*[...] fait perdre de vue l'enchevêtrement entre la fonctionnalité technique de l'objet et son existence sociale, vue comme système de significations plus ou moins cohérent avec le monde vécu [...]*" [Pécaud, 2005, p.24]. L'urbaniste analyse de la même façon l'essor de la maison individuelle, détachée du cadre urbain, comme l'écriture *note par note* d'une partition, établissant un rapport trop direct entre l'individualité et la totalité [Secchi, 2006, p.56]. Cette bipolarisation pose problème par la simplification qu'elle opère de la réalité complexe des espaces urbanisés.

Ces analyses expriment le besoin de reconsidérer les relations qui se sont établies entre les systèmes techniques et les individus. Elles rejoignent la vision d'Antoine de Saint-Exupéry qui concevait la technique comme devant rapprocher les hommes sans que l'acte de bâtir ne fasse ombre à celui d'habiter⁷⁵. Au sein de l'espace métropolitain, il s'agit de s'engager dans "*[...] la recherche d'une méthode qui puisse articuler ce qui est relié et relier ce qui est disjoint*" [Morin, 1977, p.15]. Cette méthode nécessite de considérer la complexité.

⁷⁵ Antoine de Saint-Exupéry, *Terre des Hommes*, Folio, 1939 p.51

3.2.c Qu'est-ce que la complexité ?

Traiter de la complexité suppose de se référer à un courant de pensée promu par différents philosophes ou sociologues de renom. Herbert Simon, Edgar Morin, Ilya Prigogine, Jean-Louis Le Moigne, sont parmi les principaux référents contemporains d'une pensée qui s'est développée depuis les années 1970 mais dont les racines sont anciennes⁷⁶. En contrepoint de la pensée dite *positiviste*, réduisant de façon excessive la réalité en objets élémentaires et dissociés, la *pensée complexe* défend la nécessité de ne pas séparer l'objet du sujet.

La *pensée complexe* exprime les limites atteintes par la démarche analytique qui, passant au crible les éléments d'un ensemble, apporte des enseignements fragmentaires sur celui-ci. La complexité invite à considérer les interactions entre ces éléments, dont on a vu qu'elles étaient essentielles pour expliquer le fonctionnement de l'ensemble, en relation avec son environnement. Considéré à un moment donné, ce fonctionnement traduit les effets de processus intervenant selon des échelles d'espace et de temps différentes.

La complexité manifeste de la variabilité [Bak, 1996, p.28]. Les éléments actifs d'un ensemble complexe participent de l'évolution de l'environnement avec lequel ils interagissent, considéré comme un champ de possibilités et de contraintes [Le Bras, 1994, pp. 250-251]. A tel point que le propre d'un ensemble complexe est bien de "*devenir en fonctionnant et fonctionner en devenant, en maintenant son identité*" [Le Moigne, 2006 (1994), p.17]. En recourant au *territoire-étagé*, nous mettons en évidence un déficit d'adéquation de la gestion de l'espace métropolitain pour tenir compte de multiples évolutions intervenues aux différentes échelles de temps et d'espaces. Ce déficit peut nuire à l'identification de configurations critiques, potentiellement dommageables.

Nous avons montré que si les mesures techniques ne pouvaient à elles seules supprimer cet écart, l'ingénierie se devrait de reconsidérer ses pratiques pour le réduire. La question première est celle de l'identification des problématiques, préalablement à la résolution de problèmes techniques. La complexité se présente bien comme une problématique que la notion de système permet de poser [Morin, 1977, pp.149-151]. La traiter nécessite de concevoir une démarche collective d'identification des vulnérabilités, de mobilisation des connaissances disponibles, de différentes natures et origines. Il s'agit d'établir une veille active sur les évolutions possibles, les événements susceptibles de se produire, de tisser des liens entre les dispositifs de gestion existants, d'en imaginer de nouveaux, adaptés à l'espace métropolitain considéré.

⁷⁶ Léonard de Vinci et Pascal pour les plus anciens, Paul Valéry, Gaston Bachelard, Teilhard de Chardin, Piaget sont également à citer comme précurseurs.

Mener cet exercice conduit à admettre le poids de l'incertitude qui pèse sur l'évolution de l'espace métropolitain. Nous avons montré comment un processus de gestion des risques, ne pouvait être conduit de façon optimale dans un espace agrégeant des entités distinctes qui interagissent, alors qu'elles relèvent de référentiels de connaissances et d'actions qui leur sont propres⁷⁷. L'incertitude est définie comme une insuffisance dans les informations, une difficulté de percevoir les aléas comme les opportunités [Desroches et *al.*, 2006, p.255]. "*Mais la complexité ne se réduit pas à l'incertitude, c'est l'incertitude au sein de systèmes richement organisés*" [Morin, 2005 (1990), p.49]. La dimension aléatoire, la part d'incertitude et le visage de l'indétermination doivent être admis, ce qui bouscule l'ingénieur dans ses fondements culturels. Le recours au *territoire-étagé* doit permettre de retranscrire les traits de cette réalité, avec laquelle nous avons dû apprendre à composer.

Ilias Prigogine nous enseigne que les différents possibles qui marquent d'une incertitude le futur ne sont pas pénalisants par nature. Ils favorisent au contraire l'innovation. Il en est ainsi comme du génie musical de Mozart, une symbiose réussie entre le prévu et l'imprévu [Prigogine, 1994, p.42]. Du fait même de sa complexité, le monde se réalise par une conjonction de répétitions, associées à des lois ou à des règles, et d'incertitudes produites par des événements inattendus, ces derniers multipliant les possibles. Effectuant des recherches sur la modélisation du vivant, Daniel Mange voit un paradoxe dans le fait que ce qui agit le plus sur les comportements, c'est ce qui est non programmé et imprévu [Mange in Benkirane, 2006, p.90]. Ce qu'apporte la complexité à l'analyse du cadre spatial, c'est par conséquent la nouveauté et l'imprévu, échappant à toute maîtrise véritable.

En dépit des actions de planification comme d'organisation des projets, des interactions affectent les espaces urbanisés comme le montrent le développement de l'urbanisation dans le pays de Gex, au delà des objectifs fixés par le schéma de cohérence territorial, ou les travaux menés dans le Haut Jura, pourtant limités dans leur périmètre. Le fait de reconnaître la complexité implique de recourir à de nouveaux modes d'une action que la Pensée complexe ne dissocie pas de la réflexion [Morin, 2005, p.108]. Ceci renvoie à de nombreux champs disciplinaires qu'il convient de relier. "*Le vrai problème est de faire la navette entre des savoirs compartimentés et une volonté de les intégrer, de les contextualiser ou de les globaliser*". [Cyrulnick et Morin, 2004, p.9]. L'ingénieur n'y est pas préparé puisqu'il lui est habituellement demandé d'envisager par avance toutes les situations possibles, pour les maîtriser à son niveau. Or, cette retenue dans l'action paraît un préalable pour identifier, par le biais du *territoire-étagé*, des configurations potentiellement critiques.

⁷⁷ Se référer au 2.3.

3.2.d Des mécanismes du non équilibre à la catastrophe

Sans prétendre appréhender l'ensemble des aspects liés à la complexité, il nous semble nécessaire d'aller plus loin dans l'identification de certains mécanismes que celle-ci sous-tend. Les avancées conduites au sein des disciplines fondamentales que sont la physique, la biologie et les mathématiques ont jeté les bases de différentes théories de la complexité [Gribbin, 2010]. Ces théories traduisent le comportement des systèmes placés dans des situations éloignées de l'équilibre. Traiter de l'espace métropolitain dans sa nature complexe conduit à interroger la possible transposition de ces théories à l'espace géographique [Dauphiné, 2003]. Parmi les différentes théories en présence, celle du chaos déterministe permet de traiter de l'évolution de systèmes qui, bénéficiant d'un flux d'énergie, peuvent produire, lorsque certaines conditions sont réunies, des structures combinant à la fois l'ordre et le désordre. Les phénomènes chaotiques proviennent du système lui-même qui amplifie de faibles perturbations sans en maîtriser le développement. [Dauphiné, 2003, p.141]. Bien que répondant à des lois causales, les évolutions des systèmes chaotiques ne peuvent être prédites avec certitude à l'échelle d'une trajectoire individuelle. De faibles variations des conditions initiales peuvent en effet produire des bifurcations importantes. Par les forces de transformation qu'elle exerce, la dynamique d'urbanisation ne peut-elle être assimilée à un flux d'énergie vis-à-vis de l'espace métropolitain ? La grande variété des situations rencontrées au sein des espaces métropolitains, résultant du croisement entre la dynamique urbaine et des réalités territoriales différentes, n'évoque-t-elle pas des phénomènes chaotiques ? Les processus dommageables qui se développent au sein des espaces urbanisés ne traduisent-ils pas des phénomènes d'amplification n'ayant pu être maîtrisés ?

Alors que les systèmes en équilibre obéissent à des lois linéaires (un petit événement les perturbe faiblement) les systèmes instables, évoluent vers un fonctionnement chaotique. Ils répondent à des lois de puissance, appelées encore *bruit en 1/f*. Ces lois établissent une relation de type exponentielle entre l'intensité des événements et leur fréquence. Les lois puissances ont été mises en évidence dans différents domaines : classement des villes selon leur classe de population (Zipf, 1949), modalités de variation du prix du coton (distribution de Lévy, 1963), pourcentage d'extinction des espèces dans les temps géologiques (Sepkoski, 1993), distribution du nombre de tremblements de terre selon leur magnitude (loi de Gutenberg-Richter) [Bak, 1999, pp.28-44], [Gribbin, 2010, pp.224-232]. Ces lois non linéaires établissent que dans les systèmes instables, des événements de toutes tailles peuvent survenir sans que des distinctions de nature puissent être faites entre ces événements du fait de leur taille.

S'appliquant à des domaines très différents, les lois puissances montrent que des événements de forte intensité, de fréquence faible, relèvent du même mécanisme de formation que des événements courants, d'intensité faible ou modérée. La propension des espaces urbanisés à subir des dommages, semble répondre à des principes similaires. Ceci justifie ainsi l'attention qu'il convient de porter à leur complexité compte-tenu de la portée que ces dommages peuvent avoir.

La courbe de Farmer est un exemple de loi de puissance établissant le rapport inverse entre fréquence et intensité des dommages. L'application de cette courbe au dispositif paravalanche de Taconnaz (Chamonix, Haute-Savoie) établit que les ouvrages de protection favorisent l'urbanisation sans supprimer le risque. Ils augmentent l'intensité des futurs dommages tout en contribuant à réduire leurs fréquences. Ils accentuent les incertitudes sur leur survenue, puisqu'ils modifient des conditions locales antérieurement connues [Pigeon, 2010]. De façon plus générale, des modélisations montrent que les systèmes vivants répondent à des lois puissances, qu'ils soient soumis aux effets de catastrophes intervenant de façon aléatoire ou aux effets des seules interactions entre espèces [Gribbin, 2010, p.280]. Dès lors que nous considérons le *territoire-étagé*, rien n'indique qu'il faille effectuer une distinction de nature entre des événements endogènes ou exogènes à l'espace métropolitain.

Les recherches menées montrent également que les systèmes vivants évoluent vers un état critique auto-organisé au bord du chaos, de façon indépendante des conditions initiales et de la nature des perturbations, externes ou internes au système [Gribbin, 2010, p.283]. Cet état critique signifie que les interdépendances créées entre les composantes du système complexe peuvent provoquer un déséquilibre du système dans son ensemble, du simple fait d'un événement qui peut être de faible importance. Cet état a été matérialisé par l'expérience du tas de sable théorisée par Per Bak. Dans un état dit stationnaire, les particules ajoutées sur le tas de sable n'agissent pas sur celui-ci dans son ensemble: "*L'ajout d'un seul grain de sable peut provoquer une perturbation locale, mais il ne se passe rien de dramatique*" [Bak, 1999, p.79]. Lorsque la pente du tas de sable augmente au delà de l'état stationnaire, un état dit *d'autocriticité organisée* peut apparaître produisant des glissements, suivant le principe de l'avalanche, pouvant mettre en jeu le tas de sable dans son ensemble [Bak, 1999, pp.78-96]. Ces glissements peuvent être d'intensité variable suivant une loi de puissance. Un tel mécanisme évoque les processus dommageables se développant au sein des espaces urbanisés, que nous avons mis en évidence tant par notre pratique de l'aménagement que par notre analyse de différentes catastrophes.

L'unicité des principes applicables à la production de dommages (lois de puissance) explique que les seuils d'intensité, à partir desquels des effets peuvent ou non être considérés comme catastrophiques, puissent différer selon les référentiels d'analyse [Pigeon, 2010]. En effet, les échelles de dommages utilisées pour répertorier les catastrophes se produisant dans le monde⁷⁸ ont valeur de pure convention.

La classification proposée en illustration 13 s'échelonne du *phénomène remarquable* au *cataclysm*, selon la gravité des conséquences humaines et l'étendue des dommages matériels.

Indice	Qualification	Morts	Domages
0	Phénomène remarquable	-	Pas nécessairement
1	Petit événement	Blessés	Ponctuels
2	Événement notable	< 5	Localisés
3	Événement grave	5 - 50	Étendus
4	Catastrophe	50 - 500	Très étendus
5	Catastrophe majeure	500 - 50000	Grande échelle
6	Cataclysm	> 50000	Très grande échelle

Illustration 13: Typologie d'événements dommageables.

Source UBYRISK Consultants.

Cependant, prenant une distance avec une classification de la catastrophe détachée du contexte dans lequel l'événement survient, l'Organisation Mondiale de la Santé définit celle-ci comme "[...] un choc sévère, une rupture brutale, écologique, psychosociale, qui dépasse les capacités de faire face de la communauté". L'échelle communautaire que nous pouvons considérer ici est d'abord internationale. Des événements ont interrogé cette échelle ces dix dernières années et notamment : l'attentat du World Trade Center le 11 septembre 2001, le tsunami d'Asie de décembre 2004, l'ouragan Katrina aux États-Unis en août 2005, le tsunami au Japon en mars 2011. Un événement peut ou non prendre les traits d'une catastrophe selon la capacité du cadre territorial à y faire face. Que la catastrophe puisse être relative, ouvre sur la prise en compte de ses effets à différentes échelles territoriales.

⁷⁸ La base de données CATNAT, UBYRISK Consultants, recense tous les événements naturels survenus dans le monde et en France depuis l'année 2001. La typologie d'événements utilisée a été conçue à partir des propositions de la mission d'inspection spécialisée Environnement sur le retour d'expérience du risque inondation (Philippe Huet, 1999).

Il en est ainsi des tempêtes de décembre 1999, aux effets limités à l'échelle nationale, mais ayant localement désorganisé en profondeur l'activité forestière : *''Globalement à l'échelle nationale, le système territorial a plutôt bien résisté et a retrouvé un état proche, le système s'étant auto-régulé par une augmentation des primes. Par contre à des niveaux scalaires plus fins...les dégâts sont durables [...]. Ainsi, localement et à l'échelle de certains cantons forestiers, le risque climatique lié à ces tempêtes ne peut être qualifié d'extrême''* [Lamarre, 2005, p.75]. Traduire la réalité d'une catastrophe nécessite par conséquent de combiner les échelles d'analyses des dommages. L'anticipation d'une catastrophe qui affecterait un espace métropolitain nécessite de prendre en considération des effets pouvant affecter la localité mais également d'autres échelles en présence localement, notamment celle de la métropole dans son ensemble.

3.3 Le territoire-étagé : outil d'analyse du cadre spatial

Comme système complexe, l'espace métropolitain doit prendre en considération les perturbations qu'il produit. L'ingénierie du *territoire-étagé* permet d'appréhender ce système par ses composantes, d'identifier les perturbations les plus visibles, de mobiliser les notions de résilience et de vulnérabilité. C'est en considérant ces différentes dimensions qu'un monitoring de l'espace métropolitain peut être envisagé pour tenter de limiter les potentialités de dommages.

3.3.a Résilience : propriétés et force agissante

La capacité d'un système à faire face à une perturbation renvoie à la notion de résilience. La résilience trouve son origine étymologique dans le latin *resilio* signifiant « *sauter en arrière, rebondir, rejaillir* » et tout autant « *se replier, se contracter, rentrer* »⁷⁹. Ainsi, le système répond de deux façons à la perturbation, en se protégeant ou en réagissant. Lors de la perturbation, le système résilient adopte des dispositions de défense ou de repli. Dès lors que les conditions le permettent, il tente de reprendre le dessus sur les effets de celle-ci. Nous pouvons illustrer le concept de résilience par l'image de l'équipe de football. Tout au long du match, la résilience d'une équipe est faite d'une succession de phases de défense ou d'attaque, ajustées au jeu de l'équipe adverse et aux enjeux qui peuvent croître au fur et à mesure de l'avancement de la partie.

⁷⁹ Dictionnaire latin français, Paris, Hatier, 2006, p.576.

Les sciences et techniques de l'ingénieur ont préparé celui-ci à traiter des perturbations pouvant affecter les ouvrages techniques. A l'origine, les sciences-physiques ont introduit la notion de résilience pour caractériser la résistance d'une poutre à un choc, mesurée en quantité d'énergie impulsée par unité de section dans des conditions normalisées. Sans être le premier à recourir à cette notion, Georges Charpy associe en 1901 la résilience à un essai de mécanique, dont l'objet est de mesurer la résistance à la rupture d'un métal⁸⁰ [Tanguy, 2001, p.24]. Le recours à l'essai normalisé est nécessaire car la résilience d'un élément dépend de différents paramètres que sont les caractéristiques intrinsèques du matériau, sa géométrie et les conditions du choc. Les mécaniciens distinguent les états d'élasticité et de plasticité des matériaux. Le domaine de l'élasticité renvoie à l'aptitude du matériau à retrouver son état initial, celui de la plasticité, celle de se déformer dans une limite acceptable, sans atteindre la rupture⁸¹. Plus récemment, avec le progrès des technologies, les mécaniciens ont introduit la notion de « ténacité ». La « ténacité » d'un matériau traduit son aptitude à limiter la propagation d'un défaut, de nature à provoquer sa ruine. Cette propriété est obtenue par des modifications des caractéristiques du matériau. En multipliant les barrières et les protections, on évite la propagation d'un processus dommageable au sein de la structure.

En travaillant sur la robustesse des réseaux techniques urbains, Thierry Prost s'est interrogé sur leur propension à l'endommagement sous l'effet de perturbations [Prost, 1999]. Il a établi une modélisation, reproduite ci-après, des effets en chaîne susceptibles de se produire (voir illustration 14). Exposé à un aléa externe, le système exprime d'abord sa vulnérabilité amont vis-à-vis d'une perturbation. Puis certains éléments impactés du système, par leur défaillance, se transforment en aléas internes pour d'autres éléments, sans que ces derniers ne soient exposés à l'aléa initial. De plus, aléas internes et aléas externes peuvent interagir. Le système subit alors un processus dommageable, difficilement maîtrisable, qui peut mener à la rupture. Pour tenter d'éviter cette situation, la conduite du système ouvre sur la gestion dynamique, d'adaptation aux événements. La prise en compte des dysfonctionnements, la détection des anomalies participent de la connaissance du système [Prost, p.65, p.77, p.84]. "*« Comprendre comment le système fonctionne pour pouvoir mobiliser en temps réel ses réserves » devient « comprendre comment le système dysfonctionne pour anticiper le dysfonctionnement et agir préventivement »*" [Prost, p.146]. L'apprentissage devient une démarche pertinente pour palier du mieux possible au manque de connaissances liées à la complexité [Prost, pp.80-82].

⁸⁰ L'essai Charpy reste encore largement utilisé en métallurgie dans la détection de la fragilité des métaux, et dans la surveillance du vieillissement des cuves des centrales nucléaires.

⁸¹ Les matériaux *ductiles* connaissent successivement ces deux états avant de rompre. Les matériaux *fragiles* (verre par exemple) passent directement de l'état élastique à la rupture.

Il s'agit de prendre en compte tout à la fois les vulnérabilités internes au système - pour les réseaux techniques urbains leur altération vis-à-vis du vieillissement et de l'évolution des contraintes - et ses vulnérabilités externes, liées aux interactions avec son environnement. L'inscription du système dans la réalité complexe, rend inopérantes les tentatives de son optimisation.

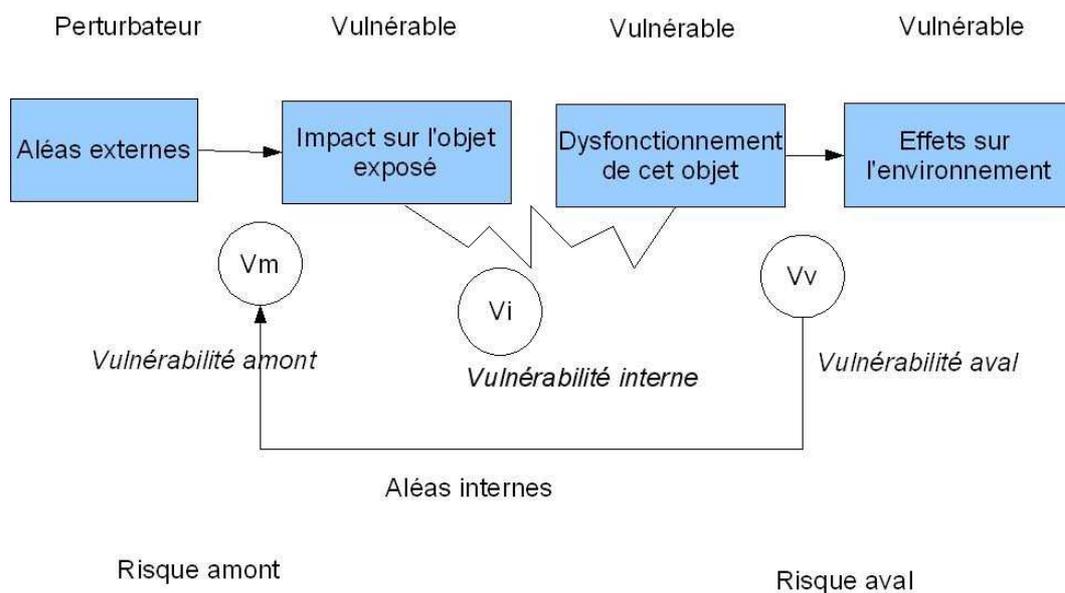


Illustration 14: Propagation d'une perturbation au sein d'un réseau technique urbain

[Prost, 1999, p.49]

Les sciences de la nature ont étudié le comportement des systèmes écologiques perturbés. Les travaux réalisés montrent que ces systèmes, reconnues pour leur complexité, évoluent en s'appuyant sur les deux propriétés que sont la stabilité et la résilience [Holling, 1973, pp.1-23]. Sous l'effet de la perturbation, le système écologique maintient ses fonctions vitales, il ne change ni de comportement, ni de fonctions. La « stabilité » traduit l'aptitude du système, lorsqu'il est perturbé, à revenir à une situation proche de la situation antérieure, c'est-à-dire, comme en mécanique, son élasticité. Par ailleurs, pour éviter d'être affecté dans son essence même, le système peut déployer des processus de régulation et d'adaptation, en puisant dans ses propres ressources. Ces processus lui permettent de bifurquer vers un nouvel état d'équilibre, acceptable pour celui-ci, eux égard à ses fonctions vitales. Ces deux possibilités étant offertes, les observations montrent qu'un système naturel peut être peu stable et fortement changeant, ou à l'inverse, très stable et faiblement changeant. Dès lors, l'équilibre du système se trouve favorisé lorsque celui-ci mobilise ces deux propriétés de façon adaptée au contexte dans lequel il se trouve placé.

Les sciences de l'ingénieur et les sciences de la nature conduisent à appréhender la résilience comme une force agissante qui se développe par elle-même au sein du système en mobilisant un ensemble de propriétés, celles de ténacité, d'élasticité et de plasticité. **Ces propriétés sont-elles pertinentes pour l'espace métropolitain ?** Notre pratique de la gestion des risques, nous invite à relier aisément la ténacité aux protections et barrières mises en place pour stabiliser ou protéger des aléas. Il en est ainsi des travaux de confortement routier réalisés dans le Haut Jura dans des secteurs sensibles aux glissements de terrain, des travaux de protection contre les chutes de pierre exécutés au Col de la Faucille. La réalisation d'un bassin de rétention des eaux pluviales augmente la ténacité de l'Est gessien vis-à-vis du ruissellement. Notre pratique de l'aménagement, nous conduit à associer l'élasticité aux adaptations conduites pour pérenniser l'espace urbanisé dans ses usages et pratiques, création de carrefours giratoires par exemple. Pour le Pays de Gex, la création d'une communauté de communes traduit une forme d'élasticité spatiale, dès lors que cette création conduit à la mise en œuvre de nouveaux outils comme le contrat de rivière. Le projet, non abouti, de route nouvelle relève d'une démarche d'élasticité du réseau routier dont l'opportunité méritait d'être débattue au titre de la plasticité. Nous associons la notion de plasticité aux transformations spatiales lorsqu'elles réduisent la vulnérabilité de l'espace urbanisé. Or, ce projet structurant tend à accompagner le processus d'urbanisation dans ses effets liés au trafic automobile, au détriment du développement des transports collectifs. La création de transports collectifs comme la diversification de la ressource en eau participent de la plasticité d'un espace urbanisé exposé à la dynamique genevoise. La plasticité correspond à la propriété de résilience tenant compte des forces de transformation spatiales.

Comme espace exposé à de telles forces, l'espace métropolitain doit envisager différents possibles quant à son devenir. Ces possibles se définissent autour d'un « attracteur », correspondant à un nouvel état d'équilibre du système [Dauphiné et Provitolo, 2007, pp.115-125] [Gribbin, 2010, pp.49-52]. Au titre de la résilience, ce nouvel état d'équilibre n'est toutefois recevable que s'il prend en compte la potentialité de dommages du système considéré. Peut-t-on doter l'espace métropolitain d'une force agissante mobilisant ses propriétés de résilience ? La résilience, comme force agissante, suppose de mobiliser préférentiellement les ressources propres aux entités qui participent de la transformation du système. De façon générale, la diversité, les qualités d'apprentissage et les propriétés d'auto-organisation sont reconnues comme des facteurs favorables à l'adaptabilité, tandis que la réticence à l'innovation, la centralisation des pouvoirs et des décisions sont identifiées comme défavorables à celle-ci [Dauphiné et Provitolo, 2007, p.117].

Le système résilient doit être en mesure au fil de son histoire d'agréger de la connaissance, de la trier et de l'expérimenter [Berkes et *al*, 2000, p.1252]. Propice à une mobilisation des ressources disponibles et à la prise en considération des changements qui interviennent au quotidien, cette connaissance locale n'exclut pas le recours à une expertise conventionnelle, davantage quantitative. Cette forme de connaissance est adaptée aux systèmes socio-écologiques à la fois complexes, évolutifs, dont la gestion est confrontée à l'incertitude et à l'imprévu [Folke et *al*, 2002]. En effet, vis-à-vis de tels systèmes, la gestion conventionnelle peut réduire les potentialités de réorienter l'action et établir des effets de seuil [Berkes et *al*, 2000]. Elle dessert alors la résilience du système.

La résilience de même que la gestion conventionnelle ne peuvent éviter à coup sûr que des perturbations puissent produire des effets catastrophiques. Nous avons en effet montré que des processus dommageables peuvent se développer au sein des espaces urbanisés sans que l'on puisse empêcher qu'ils aillent à leur terme. Pour se manifester par des effets physiques, ces processus impliquent aussi les référentiels de connaissances et d'actions. S'agissant de ceux-ci, il n'est pas toujours possible d'éviter un phénomène de *rupture* [Lagadec et Guilhou, 2000, pp.6.7]. Pour Patrick Lagadec, la rupture désigne une fracture du temps. Elle produit une *pulvérisation des référentiels* : les règles antérieures ne s'appliquent plus ou sont transgressées. La situation de rupture paralyse l'action et rend sa gestion difficile. Non seulement, elle ne peut interrompre le processus dommageable, mais elle le conforte alors dans son développement.

Dans la pratique, la résilience supplée du plus possible aux défauts de gestion, avant que celle-ci ne se réorganise pour faire face à une nouvelle configuration spatiale. Ainsi, dans les premières minutes d'un séisme et de ses répliques successives, la population mobilise sa capacité de ténacité en adoptant les bons réflexes comportementaux. Puis, les secousses étant passées, la gestion est sollicitée pour limiter les effets du séisme par une réorganisation de l'espace urbanisé propice à pourvoir aux besoins vitaux des personnes, au relogement des habitants sinistrés, aux communications et à la reprise progressive des activités. Ce nouvel état est obtenu en mobilisant la propriété d'élasticité. Sur un terme plus long, la question de la transformation de l'espace urbanisé peut être posée (plasticité) de même que le renforcement de sa ténacité aux effets d'un futur séisme.

Pour mobiliser à bon escient les différentes formes de résilience, l'ingénierie des espaces métropolitains a besoin d'un cadre d'analyse spatiale, le *territoire-étagé*, qui permette de répondre aux questions suivantes : résilience vis-à-vis de quel attracteur et par quels moyens appropriés ?

Si la résilience de l'espace métropolitain pose la question du sens de l'action, elle doit également considérer la réduction de la vulnérabilité, aux différentes échelles en présence. D'où l'importance d'établir par le biais du *territoire-étagé* d'un référentiel de connaissances et d'actions qui puisse être partagé entre les acteurs.

3.3.b Vulnérabilité et vigilance sur la nature changeante des espaces métropolitains

Le triangle de la vulnérabilité pour appréhender les transformations spatiales

Pour rendre compte de la vulnérabilité de l'espace métropolitain, nous considérons cet espace se transformant sous l'effet de processus mettant en relation différentes échelles d'espace et de temps. Les interactions qui se produisent traduisent sa vulnérabilité. Pour le géographe, la vulnérabilité résulte de la confrontation de facteurs matériels, institutionnels, organisationnels ou encore culturels pouvant favoriser l'endommagement [Pigeon, 2002, p.461]. Il conviendrait de représenter ces différents facteurs.

Les chercheurs de différents pays ont établi différentes représentations et modélisations pratiques de la vulnérabilité de systèmes humains [Birkmann, 2006]. La synthèse effectuée montre tout à la fois l'intérêt d'une approche globale, mobilisant les aléas, le cadre socio-économique, les capacités de résilience et aussi la difficulté d'obtenir des représentations simples d'une réalité complexe. Pour appréhender la vulnérabilité de systèmes se transformant dans un cadre territorial, nous nous référons aux travaux conduits par B.L. Turner *et al*, se préoccupant des relations entre changement climatique, activités économiques et dynamiques sociales au travers d'études de cas portant au Mexique sur la presqu'île du Yucatan, l'État du Sonora (Yaqui Vallee) et le Pan-Artic [Turner *et al*, 2003].

Explicitons ici le cas du Yucatan. Cette région du Mexique est soumise à un processus de déforestation depuis les années 1960. Ce processus s'est intensifié du fait de l'essor de la culture du chile (piment). Le besoin de nouvelles surfaces cultivées incite à déboiser. Cette pratique favorise la fragmentation du paysage et le développement de friches. Ces modifications successives aggravent les effets tant des ouragans que des épisodes de sécheresses. Ceux-ci provoquent des destructions et des incendies qui participent à leur tour de la réduction de la forêt. La possibilité de développer l'activité agricole attire des populations qui amplifient le processus initial de la déforestation. La culture du chile elle-même est soumise aux calamités agricoles, aux effets des pesticides, aux aléas économiques, l'ensemble favorisant les sécheresses, les friches et la prolifération d'espèces invasives.

Pour retrouver des conditions d'exploitation favorables, la facilité est alors de déboiser davantage, plutôt que de reconstituer la forêt, au risque à terme d'un impact à l'échelle planétaire sur la biodiversité et la maîtrise des émissions de CO₂. Le cas du Yucatan établit l'intérêt d'une analyse spatiale traduisant la co-évolution de facteurs internes et externes [Pigeon, 2011], le rôle que peuvent jouer les acteurs dans l'évolution du système aux différentes échelles de temps et d'espace.

C'est l'ensemble de ce système qu'il convient de considérer, malgré sa complexité, en intégrant les distorsions d'échelles et les rétroactions. Pour rendre compte de leurs expérimentations, les auteurs ont proposé différentes modélisations de la vulnérabilité [Turner et *al*, 2003]. S'attachant à traduire les enchaînements et interactions qui se produisent, la variabilité des facteurs à l'œuvre et les différentes échelles en présence, les représentations données sont nécessairement compliquées comme le montre l'illustration 15 ci-après. Cependant, les processus à l'œuvre sont clairement identifiés. Le Yucatan est soumis à des transformations structurelles du cadre spatial sous l'effet d'une activité anthropique touchant l'affectation des sols : changement culturel, déforestation. Ces transformations sont accentuées par des évolutions non maîtrisées : arrivées de migrants attirés par les possibilités offertes de production agricole, développement des friches, prolifération d'espèces envahissantes. Ces facteurs interagissent avec des événements soudains, comme les ouragans ou les incendies, pour produire des effets catastrophiques. La configuration produite traduit la vulnérabilité du Yucatan vis-à-vis des transformations qu'il connaît. En outre, la question de la résilience est posée : l'administration du territoire n'est visiblement pas en mesure d'agir sur les processus qui jouent ici à l'échelle locale mais également à l'échelle globale par la production de CO₂.

L'étude du Yucatan montre qu'il est pertinent d'appréhender la vulnérabilité d'un espace en transformation, en considérant les mécanismes en jeu aux différentes échelles de temps et d'espaces. Pour autant, il manque un cadre d'analyse spatial du système qui permette d'agir dans le sens de sa résilience. En particulier, la modélisation ne traduit pas de façon explicite les composantes participant des interactions. Ces composantes nous paraissent être à minima des espaces agricoles (chili) et des forêts, et sans doute aussi des infrastructures de transport et des quartiers d'habitat, des zones d'activités.

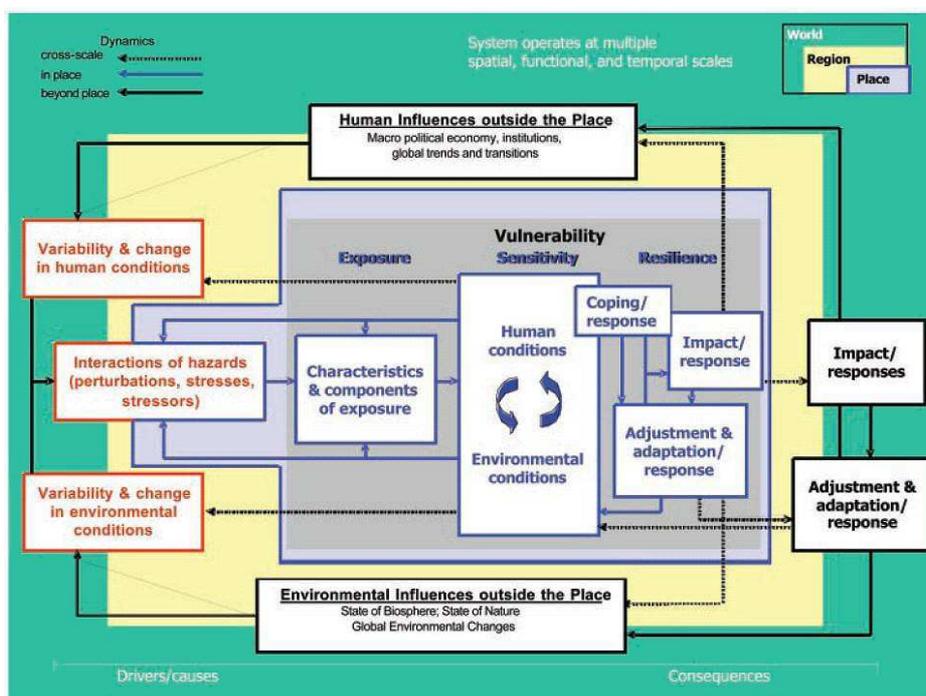


Illustration 15: Tentative de modélisation de la complexité territoriale

Source [Turner et al, 2003]

Pour mettre en évidence les perturbations produites, le cadre spatial peut être appréhendé prioritairement par la composante "espace agricole". Mais d'autres composantes peuvent aussi fragiliser la forêt comme les infrastructures routières. L'ensemble de ces composantes serait à considérer. Par ailleurs, ne conviendrait-il pas d'identifier les entités qui favorisent les interactions ? C'est en mettant en relations composantes et entités qu'une praxis locale pourrait être envisagée, propice à agir sur la vulnérabilité, en considérant les différentes échelles concernées y compris celle globale.

Nous avons représenté en planche 60⁸², sous la forme d'un « triangle de vulnérabilité », les trois natures de facteurs à l'œuvre, que nous avons identifiées par l'analyse des catastrophes du Grand-Bornand, de Nîmes et de Vaison-la-Romaine⁸³, à savoir : les *facteurs structureaux* prenant en compte les transformations d'un territoire, intégrant les modifications voulues par l'homme, les *facteurs situationnels* traduisant des évolutions progressives ou intermittentes et des *facteurs événementiels* traduisant la potentialité d'événements aléatoires. La mise en relation de ces facteurs favorise des perturbations qui peuvent avoir des effets catastrophiques.

.../...

⁸² Cf cahier des représentations ou modèles proposés p.331.

⁸³ Se référer au 2.1.

Nous rapprochons le cas du Yucatan des mécanismes en œuvre au sein des espaces urbanisés fragilisés par leurs transformations successives, tels que nous les avons analysées dans les catastrophes précitées, en adoptant la représentation suivante par application du triangle de vulnérabilité (planche 11) :

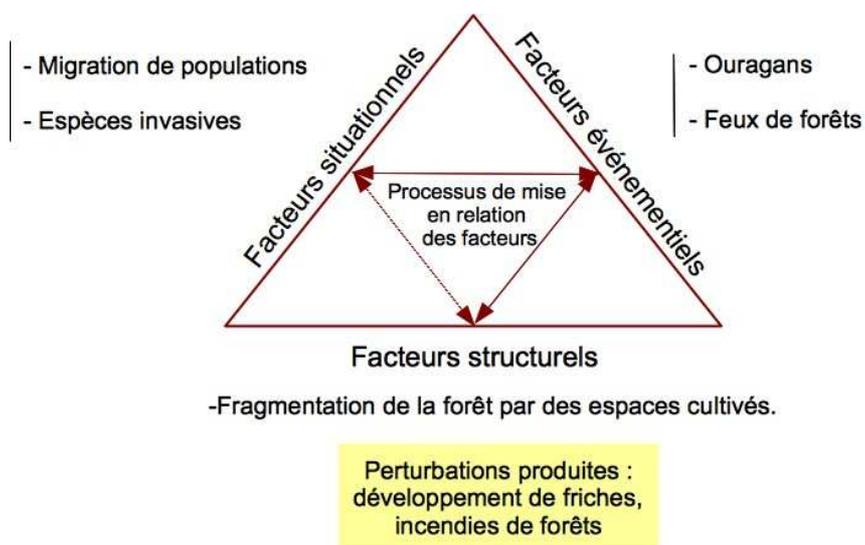


Planche 11: Vulnérabilité du Yucatan liée aux dynamiques de transformation à l'oeuvre.

Nous traduisons ainsi les effets produits par la mise en relation de processus de nature et de temporalité différentes.

Le spectre de la vulnérabilité pour appréhender la vulnérabilité propre à chaque composante

Appréhender la vulnérabilité de l'espace métropolitain comme espace se transformant permet d'identifier des configurations critiques, avant de considérer la vulnérabilité propre à chacune des composantes en présence, face à une agression donnée pouvant prendre la forme d'un aléa. Cette vulnérabilité peut être abordée sous l'angle de la fonction assurée.

Pour traiter de la vulnérabilité propre à chaque composante, nous reviendrons aux fondamentaux de cette notion. Le mot vulnérabilité a pour origine étymologique le latin *vulnus* et *vulneris* «blessure», désignant la propension d'un soldat à être blessé. L'image de la blessure, c'est-à-dire de l'être touché dans sa chair, montre que la notion de vulnérabilité se réfère à la vitalité même de l'être humain et, de façon plus large, à celle de l'être vivant.

Mais, parce qu'elle est attachée à la vie, la vulnérabilité est davantage que l'exposition factuelle d'une personne à une agression donnée. Dans un espace évolutif, elle désigne la sensibilité d'un être humain et sa capacité de résistance à des variations de son environnement, s'exprimant au travers des échanges qu'il assure avec celui-ci. Ces échanges peuvent être d'ordre existentiel : "*L'existence, c'est la fragilité. L'être ouvert ou existant est proche de la ruine dès sa naissance...*" [Morin, 1977, p.206]. E. Morin le souligne, la vulnérabilité atteint l'essence même de l'individu, qui intègre l'environnement au cœur de son identité. Elle est un attribut de l'être, se logeant dans l'ajustement permanent que celui-ci opère, entre ouverture et fermeture.

Par extension, le concept de vulnérabilité qualifie un groupe de personnes, sensibles de la même façon à une situation particulière. Il en est ainsi des personnes âgées, population vulnérable lors d'un épisode de canicule, et des enfants qui le sont face aux dangers de la circulation automobile en ville. L'identification de groupes de personnes, homogènes dans leur vulnérabilité attachée à un type de risque, permet de cibler des actions de prévention. Plus généralement, les échanges que le système social, ou l'une de ses composantes, entretient avec son environnement, l'enrichissent et le menacent tout à la fois. François Ewald a exprimé cette idée de l'inscription de la vulnérabilité dans le tissu même des activités humaines : "*Quand nos sociétés se découvrent, selon le terme désormais consacré, « vulnérables », elles font l'expérience d'une certaine indissociabilité du bien et du mal que, selon le paradigme de la prévention, on pensait pouvoir indéfiniment séparer*" [Ewald, 1996, pp. 407-408]. En même temps qu'elles protègent, les structures sociales développent des vulnérabilités. La composante de l'espace métropolitain est vulnérable eu égard à ses dimensions humaines, sociales, voire écologiques.

La vulnérabilité interroge en effet les relations qui s'instaurent au sein d'un cadre spatial qui place "*l'homme-habitant*" au cœur de ses préoccupations [Gumuchian, 1991, p.7]. Elle invite à pratiquer le *territoire-étagé* à une échelle qui mette en jeu ces relations pour ne pas appréhender le cadre spatial seulement sous des angles fonctionnels⁸⁴ ou techniques.

Les recherches menées sur la période 1950-1960 par l'Ecole de Chicago ont justement mis en évidence une dérive technicienne attachée à la prise en compte de la vulnérabilité [Reghezza, 2006]. Les travaux de cette École américaine ont fait évoluer les fondements scientifiques des catastrophes naturelles, initialement ciblés sur l'aléa, vers les interactions se produisant entre le système social et le milieu naturel [Reghezza, 2006, pp.55-59].

⁸⁴ Toutefois, il nous semblerait impropre d'appliquer la notion de vulnérabilité à un système technique, si la défaillance de celui-ci ne devait pas être considérée vis-à-vis de l'atteinte des personnes, voire plus généralement des êtres vivants.

À partir de 1975, le principe est posé de considérer les risques que l'on qualifie toujours de naturels, dans leurs dimensions sociale, économique et politique, c'est-à-dire de ne plus les dissocier du contexte sociétal. Après avoir investi les relations entre la société et la nature, l'École de Chicago démontre dès 1978, que, pour éviter les catastrophes ou limiter leurs effets, les solutions techniques doivent ressortir de réflexions prenant en compte l'être humain et son environnement. Cette vision est précisée par Hewitt (1983), pour qui l'approche "techniciste" de la vulnérabilité doit être reconsidérée pour donner une place à la réalité du terrain, à la connaissance empirique et aux personnes exclues de la décision car ne comprenant pas le langage des experts. Les mesures techniques nécessitent d'être replacées dans une démarche plus globale intégrant les aspects humains et sociaux. En outre, préfigurant la notion de résilience, elles doivent considérer les connaissances que peuvent avoir les populations locales. De ces travaux, nous retenons les deux dimensions de la *vulnérabilité biophysique* et la *vulnérabilité sociale*. La première recouvre la sensibilité aux impacts et la capacité de résistance à ceux-ci. La seconde traduit la façon dont un peuplement humain peut agir de façons individuelle ou groupée pour réduire sa vulnérabilité.

Une troisième dimension nous paraît devoir être pris en compte, traduisant l'inscription des populations dans un territoire. La *vulnérabilité territoriale* se manifeste par des interdépendances entre différentes échelles. La pertinence d'une approche multi-scalaire de la vulnérabilité est corroborée par les travaux de M. Regghezza établissant des effets différents des inondations aux échelles locales (quartiers inondés), régionale (région parisienne), nationale et internationale [Regghezza-Zitt in Becerra et Peltier, 2009, pp.417-427].

La vulnérabilité d'ensemble d'une composante de l'espace métropolitain, considérée à un moment donné, sous l'angle de la fonction qu'elle assure, est constituée des différentes vulnérabilités précitées. Nous en avons déduit une représentation sous la forme d'un « **spectre de vulnérabilité** » proposé à la planche 61⁸⁵.

En recourant à cette représentation, un quartier d'habitation pourra être appréhendé vis-vis d'un aléa particulier en fonction des caractéristiques de son exposition au(x) phénomène(s) physique(s) (composante environnementale), des dispositions constructives appliquées au bâti (composante structurelle), des dispositifs de gestion en place (composante organisationnelle), de la culture du risque des habitants (composante individuelle). Sa vulnérabilité pourra aussi dépendre des moyens dont les habitants disposent pour suppléer à des ruptures d'approvisionnement en eau, en énergie, en approvisionnement (composante de dépendance). La combinaison de l'ensemble de ces facteurs permet d'appréhender la vulnérabilité du quartier comme composante de l'espace métropolitain.

⁸⁵ Cf cahier des représentations ou modèles proposés p.332.

Le spectre de vulnérabilité interroge des dimensions communément utilisées pour approcher le développement durable (cf Planche 12).

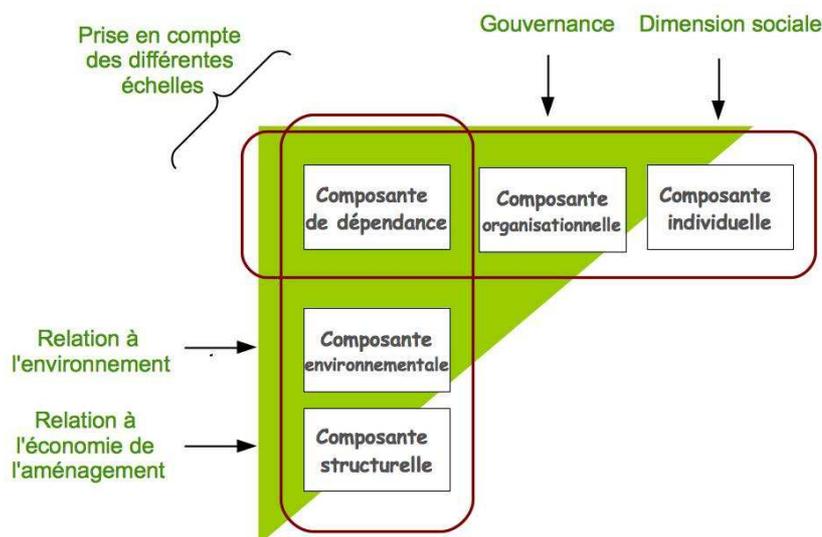


Planche 12: Relations entre vulnérabilité de l'espace métropolitain et développement durable.

Les facteurs environnementaux replacent la composante considérée dans son environnement, les facteurs structurels renvoient à l'économie de son aménagement, les facteurs organisationnels à la gouvernance qui peut se mettre en place pour faire face à une situation critique, les facteurs individuels aux modes de vie sociétaux et les facteurs de dépendance aux relations qui s'établissent entre la composante considérée et les différentes échelles de connaissances et d'actions. Le rapprochement qui peut être ainsi fait, montre qu'il existe des liens entre les préoccupations de développement durable et la question de la vulnérabilité.

3.3.c Le territoire-étagé : des composantes et entités en interaction

Le *territoire-étagé* est l'outil d'analyse spatiale qui permet d'appréhender l'espace métropolitain sous l'angle de ses forces de transformations, des perturbations possibles entre les composantes en présence et des interactions entre des entités dotées de leurs propres référentiels de connaissance et d'action. Il met ainsi en évidence les vulnérabilités attachées à cet espace et incite à agir pour les réduire. Sa construction ouvre sur une analyse partagée entre les acteurs des problématiques sous-jacentes à sa complexité. Son monitoring conduit à reconsidérer les dispositifs de gestion existants, à les coordonner, voire à en

mettre en œuvre de nouveaux. La représentation du *territoire-étagé* doit être assurée à une échelle rendant visible les quartiers d'habitation afin de rendre effective la prise en compte de la dimension humaine. L'échelle communale, telle que nous l'avons définie, répond à ce souci⁸⁶. Détaché de toute portée régaliennne ou institutionnelle, le *territoire-étagé* ne requiert pas d'attacher des limites administratives à sa représentation cartographique. Dès lors que de telles limites traversent des composantes ou qu'elles sont propices aux interactions entre les entités (barrières administratives), l'élargissement du *territoire-étagé* au delà de ces limites est même justifié. Le contour du *territoire-étagé* peut ainsi intercepter plusieurs communes.

Composantes et entités

Les composantes correspondent à des sous-ensembles physiques de l'espace métropolitain, identifiables spatialement par une ou plusieurs fonctions exercées : quartier d'habitat relevant d'une fonction résidentielle, infrastructure de transport, forêt ou cours d'eau exerçant une fonction naturelle, fleuve recouvrant des fonctions naturelle et de transport, espace agricole ou zone d'activité aménagée traduisant une fonction économique, centre-ville combinant des fonctions habitat et économie. Le fleuve est ainsi rattaché à son bassin versant hydraulique et à un réseau de voies navigables, la section d'autoroute s'inscrit dans un réseau autoroutier. Ces ensembles disposent de leur propre dynamique d'évolution, qu'il s'agisse, par exemple, de l'hydrologie du fleuve, du trafic autoroutier, des pratiques agricoles organisées à l'échelle nationale ou européenne. Il convient de préciser ici les différentes fonctions auxquelles les composantes peuvent être rattachées.

Nous avons qualifié *d'entité* tout ensemble d'acteurs constituant un sous-système de l'espace métropolitain⁸⁷. Les entités peuvent structurer de façon plus ou moins forte les relations entre les acteurs. Elles agissent en relation avec un ou plusieurs référentiels de connaissance et d'action. Chaque référentiel établit un paradigme, c'est-à-dire un ensemble de schémas et de modèles se perpétuant au prix d'ajustements successifs [Kuhn, 2008 (1970), p.45]. Les acteurs sont ainsi guidés dans leurs interventions par un corps de valeurs, de normes et d'outils qui déterminent leurs pratiques. Exemple d'entité très structurée : l'établissement scolaire. Le rôle de chaque acteur : le propriétaire (la Région pour un lycée, le Conseil Général pour un collège, la commune pour une école primaire), l'académie pour la tutelle pédagogique, le proviseur ou directeur pour la gestion, les parents d'élèves, est précisément défini. Pour autant, des interactions multiples peuvent se produire à différents niveaux entre les acteurs, mais également entre l'établissement et l'espace métropolitain. Par exemple, la circulation routière peut être perturbée aux heures de sortie des élèves.

⁸⁶ Se reporter au 3.1.d.

⁸⁷ Se reporter au glossaire.

Exemple d'entité peu structurée : le cours d'eau. Malgré la régulation administrative, des conflits d'usage peuvent survenir entre les exploitants de la ressource en eau potable, les pêcheurs, les propriétaires de droits d'eau et les touristes. Des interactions multiples peuvent également se produire entre l'entité et l'espace métropolitain, par exemple à l'occasion d'un aménagement de protection contre les inondations. Nous considérons ainsi deux niveaux de complexité de l'espace métropolitain en relation avec les acteurs : celui de l'entité où se manifestent des interactions dans un cadre régulé produisant un ensemble de relations, celui du *territoire-étagé* ayant vocation à appréhender des interactions transverses aux multiples entités et composantes en présence, sans que celles-ci aient nécessairement à faire les unes avec les autres.

Attachées à des fonctions, les composantes sont reliées aux entités par les activités exercées. Ces sous-ensembles sont intégrés le plus souvent dans des ensembles plus vastes dont ils sont un sous-système. Il convient d'explicitier les fonctions et activités considérées.

La **fonction habitat** recouvre tout à la fois l'ensemble du bâti spécifiquement affecté au logement de la population et les conditions de vie de celle-ci [Merlin et Choay, 2009 (1988), p.743]. Cette fonction peut être abordée successivement sous l'angle du quartier d'habitation et des services à la population, sous l'aspect de la dynamique résidentielle et des modes d'habiter associés à la métropole. Le quartier est une composante représentative de l'espace des lieux dont nous avons indiqué qu'elle devait être visible à l'échelle du *territoire-étagé* comme garante de la prise en compte de l'homme dans l'analyse spatiale. Il désigne " *la fraction du territoire d'une ville, dotée d'une physionomie propre et caractérisée par des traits distinctifs lui conférant une certaine unité et une individualité* » [Merlin et Choay, 2009 (1988), p.743]. La différenciation des quartiers peut être assurée selon des critères géographiques, comme le centre-ville ou les quartiers périphériques, des critères liés à la forme du bâti tels que l'habitat collectif, l'habitat pavillonnaire et les maisons de ville. Elle peut enfin être appuyée sur des facteurs sociologiques. Le quartier peut être assimilé à une entité comme espace de relations, marqué par la proximité géographique, pouvant exprimer des solidarités de voisinage entre les habitants. Aux Antilles françaises, nous avons pu constater que certaines communes comme Fort-de-France (Martinique) ou Saint-Claude (Guadeloupe) ont établi des personnes-relais à l'échelle des quartiers, habilitées à agir en cas de catastrophe. Ces dispositions, font du quartier une entité à part entière. Elles sont favorisées par la fréquence et l'intensité des aléas naturels : séisme, cyclone, inondation, mouvement de terrain, comme par l'étendue géographique des communes. Un événement peut isoler un quartier pour une durée de temps indéterminée.

L'échelle du bâti peut cependant donner facilement accès au vaste espace de la métropole sans qu'il soit impératif pour le résident de composer avec des échelles intermédiaires [Secchi, 2006, p.58]. Cette relation trop directe prive les localités de la propension qu'offre le logement d'instaurer un espace des lieux "*Ainsi, puisque bâtir est édifié des lieux, c'est également fonder et assembler des espaces*" [Heidegger, 1954, p.189]. La fonction habitat recouvre en effet une dimension sociale et de mieux-être, qui peut être dénommée agora [Sieverts, 2004, p.91]. L'agora correspond à la réminiscence de la vie communautaire, assurée à l'échelle du village, avant de l'être à celle du quartier, devenu - au mieux - entité de l'espace métropolitain.

La fonction habitat s'exerce en fait à différentes échelles du fait des possibilités offertes par la mobilité. Les différents services à la population qu'elle recouvre: financiers, culturels et récréatif, de santé, d'enseignement, d'hébergement et de restauration, d'action sociale⁸⁸ renvoient à la question de la proximité [Bourdin, 2005, pp.108-118]. Au sein de la métropole, ces services sont assurés pour partie à l'échelle de la proximité géographique - sous la forme d'un centre médical, d'une école primaire, de la distribution de repas à domicile - pour partie à celle de la proximité organisationnelle⁸⁹, s'agissant d'un centre de secours, d'un collège ou d'un lycée nécessairement localisés à distance des multiples lieux de résidence. Nous avons montré comment la question des services à la population génère des problématiques sur le territoire de la communauté de communes Val-de-Saône-Chalaronne, espace de la métropole lyonnaise excentré des grandes agglomérations.

Associée à la fonction habitat, la dynamique résidentielle est à considérer au travers de ses évolutions passées, présentes et à venir. Elle favorise des interactions entre différentes composantes en présence au sein de l'espace métropolitain : milieux physiques, espaces à vocation économiques... Ces interactions peuvent être de différentes natures : dégradation du bâti, atteinte à la santé par des nuisances, exposition aux aléas naturels, saturations des réseaux ou difficultés de déplacement...

Certaines composantes correspondent à des espaces à **dominante économique** : zones d'activités, espaces agricoles. Les zones d'activités matérialisent la présence d'entreprises ou d'organismes ayant vocation à produire des biens ou des services rémunérés. Elles abritent habituellement des industries manufacturières, des entreprises de transport, des entreprises de services et des commerces. Ces activités peuvent relever d'un périmètre très variable : local, métropolitain et au delà. Des liens se tissent avec les territoires, selon la nature de l'activité exercée, le bassin d'emploi couvert, l'utilisation ou non de ressources locales.

⁸⁸ Nous nous référons ici à des éléments de la nomenclature d'activités françaises, NAF rev2, 2008, INSEE.

⁸⁹ Se référer au 3.2.b.

Deux paramètres, le « poids » et « l'ancrage », peuvent caractériser la place tenue par une entreprise au sein d'un territoire [Pecqueur et Ternaux, 2005, pp. 315-319]. Le « poids » définit l'importance inhérente à l'entreprise elle-même. Des données objectives sont facilement accessibles comme la nature de l'activité, le nombre de salariés, le chiffre d'affaires, le montant de l'imposition. Le poids d'une entreprise permet de situer quantitativement son importance selon différentes échelles territoriales. Cependant, la place de l'entreprise dans l'espace métropolitain nécessite d'être appréhendée de façon plus qualitative. L'ancrage traduit ainsi les liens que l'entreprise entretient avec un territoire, liens qui conditionnent en retour l'attachement du territoire à celle-ci. Le territoire est aujourd'hui intégré dans les stratégies d'entreprises qui le prennent en compte du fait de " [...] *ses facultés à fournir des prestations et des produits spécifiques [...] qui font qu'il serait très dangereux d'opérer leur transfert en un autre endroit [...]*". [Pecqueur et Ternaux, 2005]. Cet ancrage peut être favorisé par le cadre de vie offert et les services apportés. Il peut aussi résulter de l'exploitation de ressources inhérentes à la localité⁹⁰. Ainsi, une exploitation agricole agit de fait dans un cadre territorial, de même qu'une usine d'embouteillage est pleinement tributaire de la source d'eau minérale qu'elle exploite. Les activités économiques évoluent. Elles changent et participent ainsi des transformations de l'espace métropolitain. Les espaces économiques interagissent avec les autres composantes de l'espace métropolitain au travers de leurs activités et des flux qu'elles favorisent : circulation automobile pour les centres commerciaux, trafic poids lourds et transport de matières dangereuses pour l'industrie.

Identifiables par leur **fonction naturelle**, les milieux physiques constituent des composantes à part entière de l'espace métropolitain. Le *territoire-étagé* les prend en considération, dès lors qu'ils sont susceptibles d'interagir avec d'autres composantes ou entités de l'espace métropolitain. Ces milieux relèvent de structures dépassant fréquemment le contour de l'espace métropolitain considéré. Il peut s'agir du fleuve que le *territoire-étagé* intercepte mais qu'il faut rattacher à son bassin versant hydrographique. L'illustration 16 montre que les écosystèmes fonctionnent suivant le principe de réseaux écologiques constitués de différents ensembles géographiques interdépendants [Office Fédéral de l'Environnement des Forêts et du Paysage [OFEPF, 2004, p.19]. Qualifiées par l'OFEPF « d'infrastructures naturelles », les composantes écologiques sont souvent nécessaires aux fonctions urbaines : "*En tant que structures intérieures de la ville, les zones naturelles participe[ro]nt aux circuits de recyclage de l'eau et des matériaux*" [Buchholtz in Sieverts, 2004, p.61].

⁹⁰ L'activité agricole présente par sa nature un ancrage fort avec son territoire de proximité, ce qui ne garantit pas pour autant, sa pérennité.

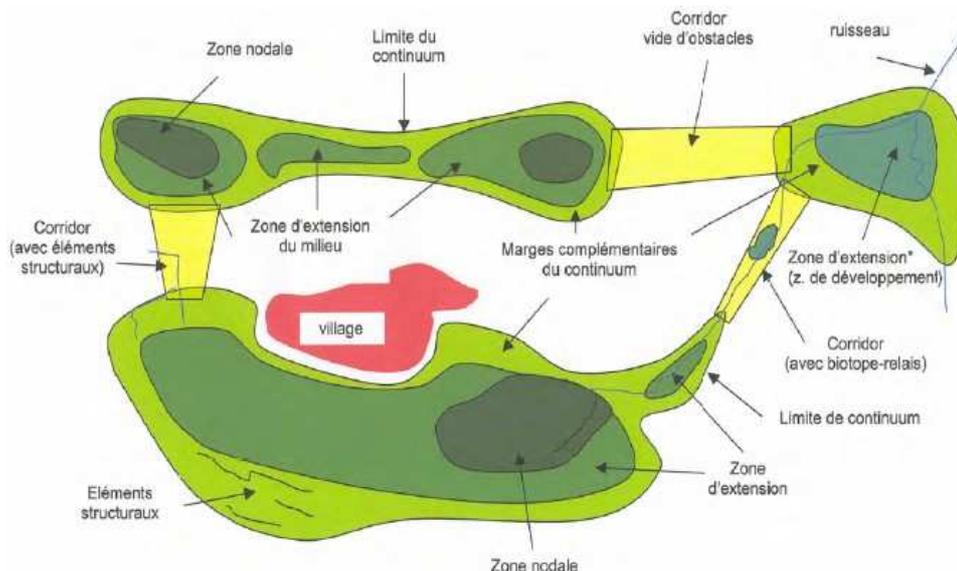


Illustration 16: Infrastructure naturelle : exemple d'un « réseau écologique » forestier.

Source Office Fédéral de l'environnement des forêts et du paysage (OFEEP), Cahier de l'environnement n°373, Nature et paysage, Réseau écologique national REN, Rapport final, 2004, Berne p. 19

La prise en compte des « infrastructures naturelles » a des justifications anthropiques : la conservation de la diversité biologique pour les générations futures, la préservation de l'eau, de l'air mais aussi du sol, pour des raisons de santé publique, et la prévention des risques naturels pour la sécurité publique [Perrier-Cornet, 2002, p.17]. Dynamiques naturelles et dynamiques anthropiques interagissent. Claire Combe l'a montré pour l'inondation à Lyon [Combe, 2007]. L'OFEEP a explicité les relations entre la fragmentation des espaces et l'effondrement de la biodiversité [OFEEP, 2004, p.17]. Le cas du Yucatan met en évidence l'effet sur la forêt de la dynamique agricole [Turner et al, 2003]. Nous pouvons également nous référer à notre pratique de l'aménagement de la rivière Ardèche pour illustrer les interactions entre la dynamique d'urbanisation et l'évolution des milieux naturels.

L'espace des flux recouvre les composantes de l'espace métropolitain relatives aux transports et aux réseaux techniques urbains. Les infrastructures de transports permettent la mobilité aux différentes échelles géographiques, en recourant aux modes de déplacements les mieux adaptés. La composante déplacement recouvre différents modes : routiers, ferroviaires, aéroportuaires, fluviales et maritimes.

Les déplacements sous-tendent des propriétés spatiales d'accessibilité, de disponibilité des équipements et de permanence des services associés. Le progrès technique vise à améliorer la performance de chaque système de transport pris isolément et leur interopérabilité aux différentes échelles de territoire. L'interopérabilité, c'est-à-dire la capacité des systèmes de transport à échanger des informations et à se coordonner, vise à renforcer la mobilité aux différentes échelles. En se développant, celle-ci participe de la transformation des espaces métropolitains. Nous avons montré, pour le département de la Loire, que l'infrastructure routière participait de la dynamique d'urbanisation. En retour, celle-ci peut la solliciter au delà de ses possibilités⁹¹. Par la place qu'elles tiennent dans les espaces métropolitains et dans leur dynamique de transformation, les infrastructures de transport interagissent avec les autres composantes en présence. Ces interactions peuvent prendre la forme de perturbations du système de transport, liées par exemple à des évolutions imprévues du milieu physique (glissement de terrain). Les effets en retour sur l'espace métropolitain d'une perturbation d'un système de transport peuvent affecter les autres modes de transport, les quartiers d'habitation (nuisances), les espaces économiques (conditions de desserte), les milieux physiques (pollutions chronique ou accidentelle).

Nous avons préalablement traité de la spécificité des réseaux urbains relatifs à la production, au transport et à la distribution d'énergie, aux communications, à la production et à la distribution d'eau, à l'assainissement, à la gestion des déchets et à la dépollution⁹². Les réseaux urbains interagissent entre eux et avec les autres composantes de l'espace métropolitain pour produire des perturbations⁹³. Bien qu'inertes, des ouvrages techniques, par exemple de transport de personnes, de marchandises, d'énergie peuvent interagir avec l'espace métropolitain, sans nécessairement assurer d'échanges transactionnels avec celui-ci. Ils le modifient dans sa structure et influent son fonctionnement, apportent des contraintes de différentes formes. Les barrages modifient ainsi le régime hydraulique ou la fonction biologique des fleuves, pouvant être classés au titre de la sécurité publique, les digues édifiées le long des fleuves ou des ouvrages de défense contre la mer posent la question de leur gestion, les infrastructures linéaires de transport fragmentent les espaces urbanisés en introduisant des effets de barrière. Le *territoire-étagé* a vocation à prendre en compte de telles interactions.

⁹¹ Se référer au 1.2.a.

⁹² Nous nous référons ici à des éléments de la nomenclature d'activités françaises, NAF rev2, 2008, INSEE.

⁹³ Se référer au 2.2.4.

Le territoire-étagé

Si l'espace métropolitain est un système global, le *territoire-étagé* propose une représentation simplifiée de sa réalité complexe, suivant des composantes et des entités (cf planche 13 ci-après). Les perturbations, constatées ou potentielles, mettent en évidence les effets non désirés des dynamiques résidentielles, des activités économiques, des transports et des déplacements, des milieux physiques. Elles concrétisent la vulnérabilité de l'espace métropolitain. Les entités interrogent les pratiques de gestion. Elles traduisent les interactions entre de multiples référentiels de connaissances et d'actions relevant des échelles locales, territoriales ou métropolitaine. Établir le *territoire-étagé* revient à définir de façon limitative les composantes physiques et entités à considérer. Les plus significatives sous l'angle des dynamiques de transformation sont analysées : délimitation de la partie de l'espace métropolitain où les perturbations sont multiples, mise en évidence des composantes et des entités en présence. Les approches successives menées sont ensuite agrégées pour obtenir une représentation d'ensemble. Cette méthode par interactions est un biais habituellement appliqué pour approcher une réalité qui ne peut être analysée de façon exacte du fait de sa complexité [Gribbin, 2010, p.30]. Elle permet d'approcher la réalité de l'espace métropolitain sous l'angle de la potentialité de production de dommages.

Le *territoire-étagé* permet d'interroger les configurations qui s'instaurent au sein de l'espace métropolitain entre les processus de transformation, les composantes physiques et les pratiques de gestion pour poser la question des effets non maîtrisés. En informatique, la notion de configuration désigne une organisation du système d'exploitation reliant les composants matériels aux logiciels pour assurer le bon fonctionnement de l'ensemble. Au sein d'un même système, elle associe des éléments de natures matérielle et immatérielle. Pour le sociologue Norbert Elias, la notion de configuration n'implique pas une franche dichotomie entre appartenance ou non à un système donné, de même qu'elle ne présuppose pas une harmonie de base entre les éléments en présence. Elle traduit "*le tissu mouvant et changeant des multiples dépendances réciproques qui lient les individus les uns avec les autres*" [Elias in Corcuff, 2000, p.25]. Le sociologue illustre cette notion par la scène des joueurs de cartes qui forment système entre eux, chacun jouant suivant sa propre stratégie tout en respectant des règles communes à l'ensemble des joueurs [Elias, 1981 (1970), p.156]. A un moment donné, la partie de cartes peut évoluer en faveur d'un joueur sans que les autres puissent inverser le processus. La configuration critique est à considérer sous l'angle des processus dommageables qui peuvent se développer. La question posée par le *territoire-étagé* est celle du monitoring de l'espace métropolitain permettant d'anticiper de telles configurations pour limiter du plus possible les effets dommageables.

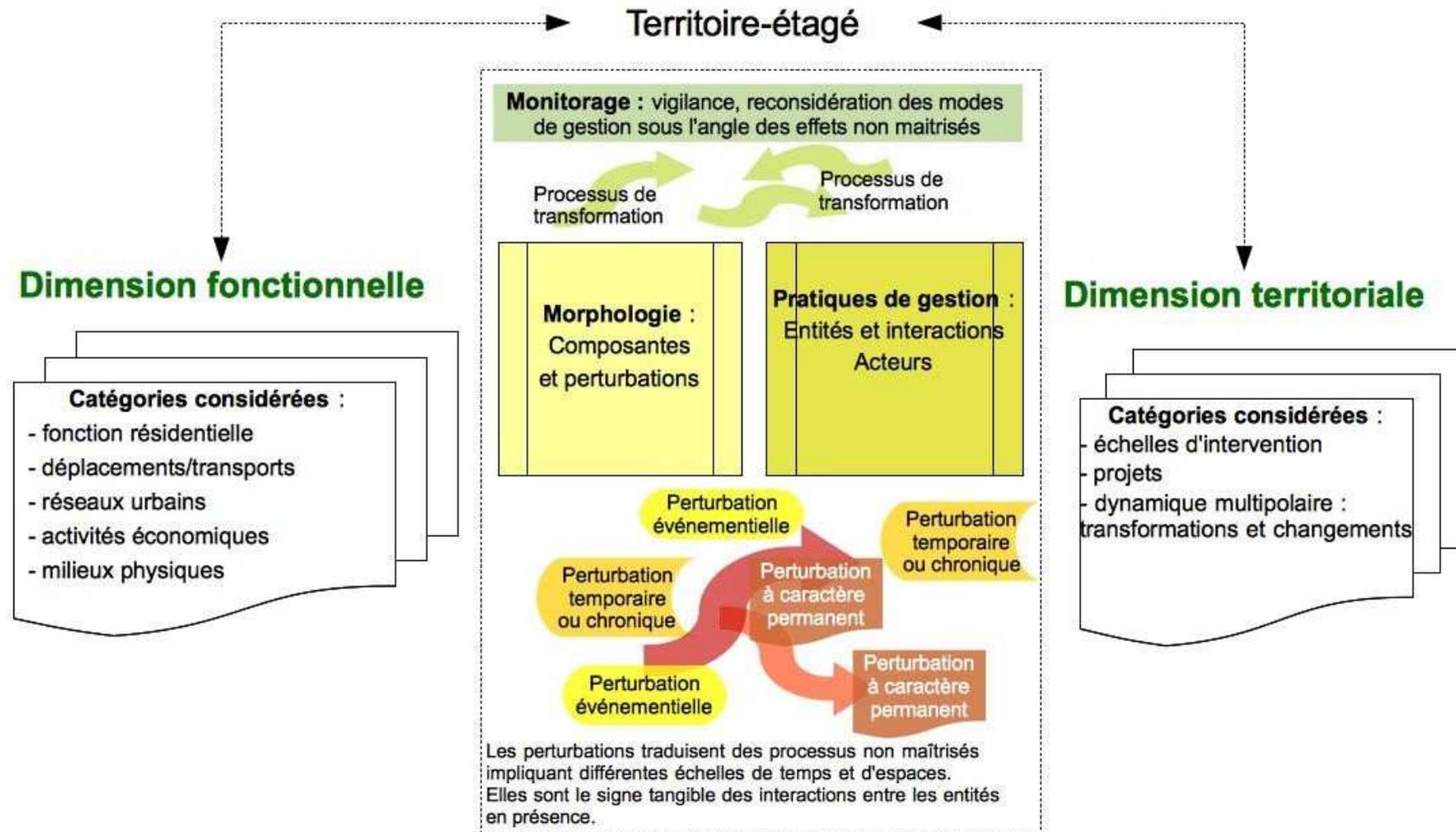


Planche 13: Le territoire-étagé représenté sous ses différentes facettes.

3.3.d Le monitoring associé au territoire-étagé

Le *territoire-étagé* offre la possibilité d'initier des actions en retour sur la dynamique de métropolisation pour tenter de limiter la production d'effets non désirés liés à la complexité spatiale. Le monitoring qui peut y être associé ouvre sur une gestion stratégique de l'espace métropolitain ⁹⁴.

La vigilance aux changements et aux possibilités qu'ils offrent de réduire les dommages

Lorsque des processus peuvent se développer, mettant en jeu la sécurité des personnes, exposant les biens ou ouvrages à des dommages, entravant le fonctionnement des activités, la configuration de l'espace métropolitain peut être qualifiée de critique. Le monitoring consiste à appréhender ces configurations dont nous avons montré qu'elles résultaient de la confrontation des transformations spatiales, des variations qui affectent l'espace métropolitain et des possibilités d'événements imprévus. Il est donc basé sur un principe d'attention aux perturbations pouvant se produire, pour les anticiper et les prendre en compte au delà de leurs effets immédiatement visibles. Faire preuve d'attention revient à inscrire l'action dans un mouvement, "[...] en se fondant sur les données du savoir antérieur et en quête d'informations complémentaires" [Toulouse, 2007]. L'attention à des effets non désirés conduit à reconsidérer la connaissance disponible pour établir une connaissance opérante vis-à-vis des situations rencontrées. Elle conduit en particulier à tirer des enseignements des expériences passées tout en envisageant des situations nouvelles. Dans un espace urbanisé aux configurations changeantes, il convient de conduire une analyse ajustée et sélective des questions posées par la complexité pour les ordonner dans le sens de réponses possibles [Arnheim, 2006 (1997), pp. 31-35]. Cet ajustement est une action "dans le sens de", une approximation d'une réalité mouvante. Il s'agit en effet d'être attentif au rapport mobile entre des besoins et les réponses qui y sont apportées [Valéry in Laurenti, 1979, p.15]. De façon pratique, la vigilance aux évolutions possibles de l'espace métropolitain met en évidence l'intérêt de réduire l'écart entre sa réalité complexe et le souhaitable vis-à-vis d'une limitation des dommages. Elle invite à établir une connaissance nouvelle, traitant des questions soulevées par le *territoire-étagé*, appuyée sur les référentiels de connaissances et d'actions attachés aux différentes pratiques de gestion. En s'ignorant, ces référentiels s'affaiblissent mutuellement. Dépasser les certitudes associées à chacun en le reliant aux autres permet d'affronter la complexité.

.../...

⁹⁴ Se référer au 1.1.c.

La vigilance est la façon que nous proposons pour prendre en compte l'incertitude et ses effets inattendus. Elle a pour objet de repérer les instabilités pour les interroger, d'anticiper le dépassement de seuils et d'identifier des mises en résonance possibles. Les événements de faible intensité sont à appréhender dans leurs amplifications possibles. Les projets sont à analyser dans leurs effets. Les modifications qui interviennent à l'échelle même de la métropole sont à considérer par l'influence qu'elles peuvent avoir sur l'espace métropolitain considéré. La vigilance conduit à détecter les processus transverses susceptibles de se déployer, c'est-à-dire à envisager des lignes de rupture au sein des espaces métropolitain. Elle s'apparente à un apprentissage de la complexité spatiale qui permet de percevoir "[...] *la difficile ligne de crête à laquelle renvoie sans doute l'idée d'un développement durable.*" [Ewald, 1996, p.412]. Pour tenir cette ligne de crête, il convient donc d'investir le registre "[...] *de l'anticipation, de la surveillance des évolutions et des contextes, d'un « monitoring affiné » des mutations et des événements*" [Veltz, 2008, p.179]. Pierre Veltz voit dans la veille et l'anticipation des mutations locales, un ressort de l'action territoriale, ouvrant à la gestion qualitative des situations complexes. Par la vigilance aux situations changeantes, le monitoring fait de la gestion des vulnérabilités une composante active des processus de co-évolution se produisant au sein d'espaces soumis à une dynamique d'urbanisation [Pigeon, 2011]. L'ingénierie est appelée à considérer l'espace métropolitain comme espace global sensible aux changements qui peuvent l'affecter. En prenant en compte les différentes échelles de temps et d'espace, le monitoring permet de vérifier que les actions qui y sont menées participent bien de sa résilience.

Renforcer la ténacité en mobilisant les outils disponibles

Le monitoring pose la question du repérage des éléments essentiels au fonctionnement de l'espace métropolitain et de l'évaluation de leur capacité à affronter des processus dommageables. Cette question des enjeux, non spécifique aux espaces métropolitains, a été traitée de différentes façons. Des travaux préconisent de distinguer différents types d'infrastructures urbaines : celles directement utiles pour la sécurité des personnes et des biens - les hôpitaux par exemple - celles répondant aux besoins vitaux de la population, comme l'énergie, l'eau ou l'approvisionnement agroalimentaire, enfin celles essentielles à l'économie, comme les services bancaires et les transports [Bouchon, 2006, p.35]. Robert d'Ercole et Pascale Metzger ont mis l'accent sur les « [...] *éléments clés qui permettent à l'ensemble d'un territoire de fonctionner, de se développer et de faire face à une situation d'urgence* » [D'Ercole et Metzger, 2009]. Pour ces auteurs, l'endommagement est à considérer par la place que ces éléments occupent dans le territoire. Les travaux qu'ils ont menés sur le

District Métropolitain de Quito ont conduit à identifier des espaces nécessitant une attention particulière du fait de la concentration des enjeux majeurs, de l'exposition à des aléas et de difficultés d'accessibilité.

En tenant compte de ces différentes approches, il s'agit de développer la ténacité de l'espace urbanisé en recourant à des mesures structurelles, comme l'adaptation des bâtiments et ouvrages, et organisationnelles, comme la mise en place de plans de continuité d'activité. Bien que ces démarches participent de la résilience de l'espace métropolitain, il n'existe pas de dispositif de gestion de la ténacité d'un espace métropolitain, permettant d'inciter à la mise en œuvre des méthodes et outils disponibles et d'évaluer leur efficacité. L'ingénierie du *territoire-étagé* invite à constituer une boîte de multiples outils, mobilisables en fonction des besoins. Cependant, dans les cas favorables où ces méthodes et outils sont utilisés, ceux-ci trouvent des limites d'applicabilité et d'efficacité comme nous l'avons montré. Ils ne peuvent suffire car ils se heurtent à la complexité et aux incertitudes qui en résultent.

Pratiquer l'élasticité en adaptant les projets et les outils pour tenir compte de la complexité

Notre pratique de l'aménagement comme celle de la gestion des risques ont établi que les projets montrent des limites d'efficacité en configuration complexe. Dans certains cas, ils peuvent retarder la recherche de solutions adaptées à la complexité⁹⁵. Il en est ainsi du projet d'aménagement comme du PPR. Quels sont les problèmes posés et comment le projet se situe-t-il par rapport à ceux-ci ? Ceci renvoie vers l'analyse de problèmes. Comme indiqué ci-dessus, la production de connaissances dans le cadre du monitoring ne doit pas être négligée comme moyen d'aborder la structure même d'un problème en configuration complexe : *"L'effort de recherche doit [...] se porter sur la conception des problèmes pour identifier les conditions et pré-requis de l'efficacité."* [Miramond et al, 2001, pp. 267-282]. Les projets sont à analyser pour identifier leurs effets possibles à l'échelle de l'espace métropolitain.

C'est dans les sciences de l'information que la question de l'adaptation des techniques de l'ingénieur aux systèmes complexes a été posée dans les années 90. Dans un contexte d'uniformisation des pratiques, une prise de conscience s'est faite de l'intérêt à porter aux écarts à la norme. Cette démarche relève d'une ingénierie des méthodes, c'est-à-dire d'une ingénierie qui s'attache à définir le cadre conceptuel dans lequel les processus et produits concourant à un même objectif doivent se définir [Rolland, 2005]. C'est ainsi qu'une ingénierie s'est développée, cherchant à concilier standardisation des procédés et adaptabilité des projets à leur environnement complexe.

⁹⁵ Se référer au 1.5.

Sans ignorer les normes, l'ingénierie doit renouer avec des pratiques de conception, relevant d'une certaine façon d'un art, c'est-à-dire de la capacité à assembler des connaissances pour obtenir un résultat unique adapté à un cadre particulier. Cette ingénierie prône des principes de définition de l'intention poursuivie et de construction des chemins possibles pour la satisfaire. Le premier principe conduit à préconiser de reformuler, dans le contexte de l'espace métropolitain, le problème appelant le projet.

Quant au second, il intéresse le monitoring dans son ensemble puisqu'il ouvre sur la valorisation de l'expérience acquise, sur la définition de concepts génériques, sur la décomposition des méthodes disponibles en composants pouvant être ré-agencés, sur la définition de solutions-types pour des situations courantes [Ralyté, 2001, p.1]. L'ingénierie du *territoire-étagé* incite à associer les différents acteurs dans la conception même du projet, à décomposer celui-ci en tâches et en séquences pour le relier du plus possible aux différentes pratiques de gestion, à prendre en compte les évolutions permanentes du cadre d'intervention [Aloui et al, 2007, pp.2-4]. Placés dans deux espaces métropolitains différents, deux projets comparables ne seront pas réalisés de la même façon. De la sorte, le projet participe de la résilience en agissant dans le sens de l'élasticité, c'est-à-dire de l'adaptation de l'espace métropolitain à sa réalité complexe. Adapter les méthodes et les outils ne suffit toutefois pas à assurer la résilience de l'espace métropolitain dès lors que celui-ci se modifie sous l'effet de différentes forces de transformation. Il est nécessaire d'intervenir aussi sur ces transformations pour tenter d'anticiper leurs effets.

Développer la plasticité de l'espace métropolitain en agissant de façon collective

Affectant des échelles spatiales et temporelles différentes, les transformations qui se produisent, modifient la configuration de l'espace métropolitain. L'ingénierie participe de ces transformations. Le *territoire-étagé* l'invite à prendre en compte les discontinuités que ses interventions produisent, pour se détacher d'un aménagement fonctionnel de l'espace basé sur des principes de continuité et d'abolition des distances. Pour anticiper les ruptures possibles et en limiter du plus possible les effets, il convient de dépasser la bipolarité entre les individus et les systèmes techniques pour réintroduire l'espace dans sa réalité complexe. L'ingénierie est amenée à reconsidérer la relation au risque, mise à distance par le développement des systèmes techniques [Giddens, 1994, pp.30-40]. Conformément aux principes défendus par E. Morin, Il est nécessaire de *tisser* du lien entre les pratiques sectorielles.

Pour ce faire, il convient de proposer le développement d'interfaces entre les composantes et entités en présence, d'articulations entre les sous-systèmes [Bouvier, 2009 (2004), p.56]. Ces interfaces et articulations sont de nature à réinterroger les interventions sectorielles dans le sens de leur ajustement à l'espace métropolitain. Cette action en retour sur les processus d'urbanisation donne une plasticité à l'espace métropolitain participant de sa résilience face aux forces de transformation. Ces interfaces et articulations sont à rechercher pour répondre aux problématiques soulevées par le *territoire-étagé*. De façon pratique, la technique du questionnement peut aider l'ingénieur à opérer la nécessaire distinction entre problèmes et problématiques, c'est-à-dire entre ce qu'il peut résoudre seul - techniquement - et ce qui le dépasse. La prise en charge des « problématiques » nécessite en effet le concours des différents acteurs concernés, chacun pouvant contribuer à la définition d'une solution commune en mobilisant les éléments dont il dispose. Elle incite à l'établissement d'un "*collectif de recherche*" associant savoirs profanes et savoirs experts [Callon et al 2001, p.126]. Il s'agit de compléter l'ingénierie de la réponse à un problème par une ingénierie de la prise en compte de problématiques. Celle-ci mobilise alors des contributions diverses, les qualités d'apprentissage de chacun, projeté au delà de ses prérogatives d'intervention habituelles, et les propriétés d'auto-organisation d'un collectif d'acteurs constitué pour un temps sur une problématique particulière. Une intelligence de l'espace métropolitain peut alors se construire, activant une résilience tenant compte du réel dans sa complexité.

4. Conclusion : du bien-fondé du territoire-étagé, outil de monitoring de l'espace métropolitain

La question de la prise en compte, par l'ingénierie, des espaces urbanisés dans leur complexité est celle qui sous-tend notre recherche. La complexité favorise en effet des effets non maîtrisés, pouvant prendre la forme de processus dommageables voire catastrophiques. Pour appréhender ces effets, nous avons interrogé notre pratique de l'aménagement sur la période 1982-2001, sous l'angle des manifestations imprévues attachées à la mise en œuvre des projets. Nous avons également considéré, au travers des travaux que nous avons menés sur la période 2002-2012, les limites d'efficacité des démarches de gestion des risques. Ce double éclairage montre l'intérêt de promouvoir une ingénierie qui prenne en considération les interactions entre des processus relevant de différentes temporalités et échelles spatiales.

Ceci nous a conduit à aborder la notion de résilience en lien avec les espaces urbanisés. La prise en compte des travaux menés au titre des sciences de l'ingénieur et des sciences de l'écologie, nous a conduit à distinguer différentes façons de pratiquer la résilience. Les processus dommageables ne pouvant être évités, il convient de renforcer les protections contre leurs effets, pour éviter la rupture (ténacité). Ceci peut être fait en mobilisant les outils disponibles. La stabilité de l'espace urbanisé peut devoir être favorisée en réalisant un certain nombre d'adaptations facilitant son fonctionnement (élasticité). Enfin, il convient d'agir par l'action collective sur les dynamiques de transformations spatiales dans le sens de limiter du plus possible leurs effets non désirés (plasticité). Ces différents modes d'action ne peuvent cependant être considérés isolément car - du fait même de la complexité - ils peuvent interagir avec l'espace urbanisé, voire se contredire, produire des effets inverses de ceux recherchés. Il convient donc d'adopter une démarche de vigilance vis-à-vis, tant des actions menées dans leurs effets inattendus, que de l'espace urbanisé et de ses conditions changeantes. Cette vigilance peut éviter à l'ingénieur de contribuer involontairement à des processus dommageables et lui permettre, tout autant, de participer à la résilience de l'espace urbanisé.

Notre pratique de l'aménagement a montré que l'ingénieur était fréquemment attendu dans le confortement des équilibres nécessaires au fonctionnement de l'espace urbanisé, alors même qu'il est peu préparé à prendre en compte la complexité. Il en est ainsi de deux chantiers réalisés dans le Haut Jura pour tenter de sécuriser la desserte routière. Les questions soulevées par ces chantiers montrent que la gestion conventionnelle agit en décalage avec la complexité de l'espace urbanisé.

Ce décalage n'est pas sans risque, tant pour le projet lui-même que pour l'espace urbanisé. Les conséquences du dysfonctionnement de la centrale à béton attachée au chantier du contournement de Moulins n'affectent pas l'espace urbanisé en tant que tel mais mettent en jeu l'opération routière dans son ensemble. Ces conséquences traduisent l'incertitude produite par une vitesse d'exécution de la chaussée béton bien supérieure aux possibilités offertes par les procédures normalisées de suivi de la qualité du béton mis en œuvre. L'organisation minutieuse du chantier n'a pu empêcher l'inattendu, en revanche, elle a rendu possible une réponse limitant les effets. Les chantiers sont des opérateurs de transformation spatiale où avoisinent la gestion du prévu et celle de l'imprévu.

Les apprentissages attachés au réseau routier de la Loire, à la vallée de Ardèche, au Pays de Gex établissent que les réalisations techniques interagissent avec le processus d'urbanisation. Les pratiques individuelles qu'elles favorisent ne peuvent plus être traitées à l'échelle collective par des solutions conventionnelles. Ainsi, si les infrastructures routières sont à considérer par la fonction de déplacement, elles jouent aussi un rôle actif dans les transformations de l'espace urbanisé. Dans la vallée de l'Ardèche, la dynamique d'urbanisation favorise des transformations du milieu physique, directement ou par l'intermédiaire des aménagements rendus nécessaires par la fréquentation touristique.

En se combinant, différentes dynamiques de transformations peuvent conduire localement à des configurations critiques, propices au développement de processus dommageables, voire de catastrophe. Ces configurations posent la question d'une gestion stratégique de l'espace urbanisé. Les situations de crises vécues dans le département de la Loire ou dans le Haut Jura posent en effet la question de leur anticipation et de leur prise en charge. Cette question ne peut être anticipée sans recourir à des analyses spatiales.

L'analyse rétro-active des catastrophes survenues dans le sud-est de la France : Le Grand-Bornand, Nîmes, Vaison-la-Romaine montre que des configurations critiques peuvent conduire à des effets catastrophiques. Dans leurs principes, ces configurations ne diffèrent pas de celles produisant des dommages moindres, tels que nous en avons mises en évidence au sein des espaces urbanisés. Des développements scientifiques reliés aux théories de la complexité ont établi qu'il n'y avait pas de différence de nature dans la survenue de phénomènes dommageables de fréquence et d'intensité variables (lois puissances). La prise en considération des mécanismes dommageables peut donc pâtir d'un cloisonnement des approches entre gestion territoriale et gestion des risques. Elle révèle en outre les limites des dispositifs relevant d'une gestion ou de l'autre, traitant difficilement des interactions produites par la complexité spatiale. En recourant au

territoire-étagé, nous proposons un outil d'ingénierie qui permette de considérer de façon globale ces questions.

Les différentes formes que prend la gestion des risques, eu égard à l'urbanisation, présentent des limites d'efficacité dans la limitation des effets des catastrophes. Le plan de prévention des risques agit habituellement dans le sens de limiter les transformations spatiales dans les zones qu'il délimite comme étant exposées à un aléa naturel, technologique ou minier. Vis-à-vis de l'aléa considéré, les mesures prescrites favorisent la recherche d'un équilibre tenant compte de la situation existante. En nous référant au plan de prévention des risques technologiques (PPRT), nous avons montré comment cet outil réglementaire trouve, par nature même, des limites d'efficacité lorsqu'il est confronté à la complexité spatiale. Celui-ci ne permet pas de traiter facilement des situations intermédiaires vis-à-vis de l'exposition à l'aléa, qu'il contribue pourtant à favoriser en agissant sur les situations extrêmes. Nous avons également montré les limites d'une gestion dynamique des différents volets de prévention des risques et de gestion des secours. Une telle gestion ne peut intervenir que dans un cadre très organisé ; elle trouve ses limites dans des espaces complexes se transformant sous l'influence de multiples processus. L'exemple de la ville-État de Hambourg montre, par ailleurs, que les gains apportés par une telle gestion, vis-à-vis des débordements de l'Elbe, participent du développement de l'urbanisation. Des ouvrages ou équipements de protection sont réalisés pour mettre l'urbanisation « à l'abri » des aléas. Les limites d'efficacité de ces dispositifs sont reconnues. En modifiant les caractéristiques des aléas et en favorisant l'urbanisation, ceux-ci introduisent de l'incertitude dans la gestion des espaces urbanisés. En traitant du cas des réseaux urbains, nous avons fait état des difficultés rencontrées par les chercheurs pour mener des analyses de risques au sein des espaces urbanisés. De fait, les réseaux participent de la complexité de ces espaces. Ils favorisent des effets imprévus alors même que les opérateurs sont réticents à échanger des informations utiles à l'identification des vulnérabilités.

Qu'il s'agisse de l'ingénierie de l'aménagement ou de l'ingénierie des risques, celles-ci participent des transformations de l'espace urbanisé et de leur complexité. Nous en concluons que la prise en compte de la complexité est inévitable pour anticiper du plus possible les effets non maîtrisés susceptibles d'affecter les espaces urbanisés. Cette conclusion est légitimée par l'audit réalisé en 2008 par le Conseil Général des Ponts et Chaussées.

Mené dans sept départements, cet audit préconise d'intégrer la prévention des risques dans une démarche "[...] *d'intelligence des territoires, c'est-à-dire d'une compréhension approfondie des modes d'occupation, d'utilisation et de transformation des espaces à différentes échelles temporelles*" [CGPC, 2008, p.4]. Cet audit promeut des approches qui, parce qu'elles mobiliseraient les dynamiques de transformation spatiales, susciteraient l'adhésion des acteurs à la réduction de la vulnérabilité.

La question posée devient alors celle de l'outillage propice à prendre en compte la complexité. La réflexion à mener pouvait être éclairée par la pratique d'espaces soumis à une forte dynamique d'urbanisation, comme le Pays de Gex, partie du département de l'Ain, frontalière des cantons de Vaud et de Genève. L'ingénierie locale des routes, de l'urbanisme et de l'aménagement se heurte aux dysfonctionnements produits par la dynamique genevoise, sur certains secteurs concentrant les interactions entre différents processus d'urbanisation. Bien que le subdivisionnaire territorial dispose de multiples outils actionnables, il ne parvient pas à réduire, à son niveau, les vulnérabilités de configurations spatiales marquées par la complexité. A l'échelle du Pays de Gex, les acteurs en présence sont, pour la plupart, davantage attentifs à répondre au jour le jour à la demande d'urbanisation - qu'à concevoir de nouvelles pratiques de gestion qui permettraient de contrecarrer des évolutions problématiques. Si des ressources sont disponibles, si des initiatives politiques sont prises pour agir sur l'urbanisation, l'absence d'un cadre d'analyse spatiale adapté à la complexité retarde les modifications de gestion rendues inévitables pour faire face aux transformations territoriales induites par la dynamique d'urbanisation genevoise. C'est à partir du cas du Pays de Gex, que nous proposons le *territoire-étagé* comme outil permettant à l'ingénierie, par l'analyse spatiale et le monitoring, de contribuer au renouvellement des modes d'intervention.

Pour concrétiser la notion de *territoire-étagé*, nous avons pris le parti de considérer la métropolisation, comme l'un des principaux processus à produire, en France, une dynamique d'urbanisation des territoires. Le concept de métropole [F. Ascher, 1995] permet de considérer cette dynamique sous l'angle des échanges d'ordres économique et socio-culturel qui se produisent au sein de vastes espaces mettant en relations des métropoles, des agglomérations et des espaces plus récemment urbanisés. Au sein de la métropole, nous avons considéré un type particulier d'espace urbanisé : l'espace métropolitain. Parce qu'il sont marqués par des évolutions ou des transformations, les espaces métropolitains qui se sont structurés à partir des années 80, connaissent des équilibres fragiles voire des déséquilibres.

Ils posent la question d'une praxis locale pouvant y être attachée, dès lors que les acteurs en présence relèvent d'échelles d'analyses et de registres d'actions très différents. Agir sur leur vulnérabilité implique de prendre en compte leur complexité. Parce qu'il fait système, l'espace métropolitain est cependant propice à l'analyse des perturbations, potentielles ou constatées, qui se manifestent entre les différentes composantes et entités en présence pour agir en retour sur la dynamique d'urbanisation. Il appelle la mise en place d'une gestion stratégique.

En introduisant le *territoire-étagé*, comme outil d'analyse spatiale, nous établissons un certain nombre de simplifications, admissibles dans la mesure où nous rendons compte de la réalité complexe de l'espace métropolitain. Nous le représentons sous une double facette : celle des composantes physiques traduisant les fonctions exercées dans une géomorphologie donnée, celle des entités agrégeant les acteurs et leurs pratiques de gestion. Comme cadre spatial, le *territoire-étagé* doit être considéré dans sa globalité. Les analyses spatiales qui conduisent à le construire, par approximations successives, permettent de mettre en évidence des perturbations et des configurations pouvant être critiques. Son monitoring conduit à instaurer une vigilance à l'échelle de l'espace métropolitain. Il s'agit de porter attention aux changements qui peuvent l'affecter, dans leurs effets non maîtrisés : incertitudes, amplifications, phénomènes collectifs, et au développement possible de processus dommageables. Le monitoring permet de développer les relations entre les acteurs, d'interroger les projets et les outils, d'évaluer les initiatives prises pour en débattre comme participant - ou non - de la résilience de l'espace métropolitain. Il permet à l'ingénierie d'orienter ses interventions dans le sens de réduire les effets non maîtrisés favorisés par la complexité.

Pour vérifier les possibilités offertes par le *territoire-étagé*, nous avons expérimenté cette approche sur deux espaces de la métropole lyonnaise : Givors et Neuville-sur-Saône.

Dans la partie qui suit, nous n'écrirons plus le *territoire-étagé* en italique, celui-ci étant maintenant pleinement défini.

Deuxième partie

**Du territoire-étagé au monitoring :
l'apprentissage de l'espace métropolitain et de
sa vulnérabilité**

1. La métropole lyonnaise : étude des cas de Givors et de Neuville-sur-Saône

Pour expérimenter le territoire-étagé, outil d'analyse de la dynamique d'urbanisation sous l'angle des perturbations, des effets dommageables et catastrophiques, nous avons considéré les localités de Givors et de Neuville-sur-Saône, toutes deux situées dans le périmètre de la communauté urbaine de Lyon. Bien que connaissant des évolutions différentes, ces espaces métropolitains posent de la même façon la question de la vulnérabilité attachée à leur complexité. Après avoir présenté le cadre de la métropole lyonnaise, nous rapporterons comment nous avons appréhendé ces espaces par approches successives, avant d'aboutir à la construction des territoires-étagés associés. Nous mettrons en perspective la façon dont l'ingénierie peut mobiliser cet outil pour introduire au monitoring de ces espaces.

1.1 Le cadre de la métropole lyonnaise

La place de Lyon comme métropole régionale est reconnue de longue date. Dès 1965, Lyon figurait parmi les huit agglomérations définissant l'armature urbaine hexagonale primaire [Hautreux et Rochefort in Roger, 2007, p.18]. A la confluence du Rhône et de la Saône, l'agglomération lyonnaise tient en effet lieu de carrefour économique majeur pour le couloir rhodanien. La structuration politique et administrative de l'agglomération intervient dès le 1^{er} janvier 1969, par la mise en place de la communauté urbaine de Lyon regroupant 55 communes à l'origine. Cette structuration politique reste relativement stable dans le temps puisqu'elle n'est modifiée que le 1^{er} janvier 2007 pour intégrer les deux communes contiguës de Givors et de Grigny. Elle ne reflète pas aujourd'hui l'ensemble des transformations territoriales introduites par une dynamique métropolitaine, impliquant l'agglomération lyonnaise mais également d'autres agglomérations rhône-alpines.

Ces transformations sont manifestes ces dernières années. Si en 2007, l'aire urbaine⁹⁶ de Lyon totalisait 1 750 000 habitants, en 2010 elle en comprend, 2 118 132 (base population 2008) [INSEE, 2011]. Cette forte augmentation sur trois années traduit en fait la fusion des aires urbaines voisines de Lyon, de Villefranche-sur-Saône et de Bourgoin-Jallieu.

⁹⁶ L'INSEE définit en 1999 l'aire urbaine comme l'ensemble des communes d'un seul tenant et sans enclave constitué par un pôle urbain et par les communes rurales ou unités urbaines qui lui sont rattachées par les déplacements domicile-travail.

Du fait de ces évolutions, l'aire urbaine de Lyon est devenue attenante aux aires urbaines de Saint-Etienne et de Vienne, ces espaces étant eux-mêmes associés par des liaisons routières et ferroviaires. Les aires urbaines de Saint-Etienne et de Vienne connaissent également une dynamique de croissance qui peut être mise en perspective sur la période 1999-2008 comme suit :

Aires urbaines	Population 2008	Population 1999	% en augmentation
Lyon	2118132	1648216	28,5
Saint-Etienne	506655	321703	57,5
Vienne	110965	53843	106,1

Source (INSEE, 2011)

De fait, la dynamique d'urbanisation qu'il convient de considérer recouvre a minima les aires urbaines de Lyon, de Saint-Étienne et de Vienne, formant ensemble une aire métropolitaine, représentée en illustration 17.



Illustration 17: Aire métropolitaine lyonnaise et périmètre de la démarche InterScot

Source Agence d'urbanisme de Lyon

L'aire métropolitaine est activée aujourd'hui par une démarche InterScot recouvrant onze schémas de cohérence territoriale (Scot), délimitée dans l'illustration 17. 63 établissements publics de coopération intercommunale, 11 autorités organisatrices de transport, 795 communes et 2,9 millions d'habitants sont ainsi concernés par une coordination de niveau métropolitain de la planification de l'urbanisme et des déplacements. Il est intéressant de relever que l'InterScot invite à reconnaître les espaces vécus pour raisonner aux trois échelles de la proximité, du bassin de vie et de la métropole⁹⁷. Nous avons donné l'exemple du territoire de la communauté de communes de Val-de-Saône-Chalaronne (Ain), placé sous les influences des trois agglomérations de Lyon, de Bourg-en-Bresse et de Maçon⁹⁸. Ce territoire relève du Scot Val-de-Saône-Dombes et donc de la démarche InterScot associée à la métropole lyonnaise.

Le périmètre de la démarche InterScot correspond sensiblement à celui de la Région Urbaine de Lyon (RUL) dont la création en 1989 a préfiguré le vaste espace où interviennent, de fait, de multiples acteurs institutionnels appelés à considérer les effets de leurs actions au delà de leurs périmètres d'interventions. Délimitée en illustration 18, cette structure réunit le Grand Lyon, la région Rhône-Alpes, les départements de l'Isère, de l'Ain, du Rhône, de la Loire, Saint-Étienne Métropole, les agglomérations du nord-Isère, du pays viennois, de Roanne, de Villefranche-sur-Saône et de Bourg-en-Bresse.

La question est posée de la place tenue par la métropole lyonnaise à ce niveau. Dans la hiérarchie des villes européennes établie en 1989, Lyon figurait dans la quatrième classe sur huit, dans la même catégorie que Genève⁹⁹. Aujourd'hui, Lyon reste une métropole européenne en devenir, ne pouvant en réalité rivaliser avec des agglomérations moins peuplées, mais identifiée à l'échelle internationale [Région Rhône-Alpes, 2009]. La métropole lyonnaise ne parvient pas encore à constituer un espace urbanisé pleinement reconnu à l'échelle européenne. Le besoin de reconnaître et d'organiser l'espace où s'exerce la dynamique d'urbanisation répond à des préoccupations de gestion territoriale, à une échelle proche de celle où s'exerce la dynamique d'urbanisation, mais aussi de visibilité et de présence sur les scènes européenne et internationale. Cette reconnaissance participe, en retour, de la capacité de l'espace métropolitain lyonnais à favoriser en son sein une dynamique d'échanges économique et culturelle, telle qu'elle est attendue d'une métropole [Ascher, 1995].

⁹⁷ Source, site Web. PUCA, Plateforme d'Observation des Projets et Stratégies Urbaines (POPSU), Lyon, Séminaire transversal, novembre 2008, rapport Paul Boino, Lyon II.

⁹⁸ Cf. 1^{ère} partie, 3.1b.

⁹⁹ Ce classement comporte huit classes. Les premières villes françaises sont Paris (classe 1), Lyon (classe 4) puis Marseille, Strasbourg et Toulouse (classe 5).



Illustration 18: Région Urbaine de Lyon (RUL) et nouveau Pôle métropolitain G4.

Source Agence d'urbanisme de Lyon

En 2005, un espace rhône-alpin s'est affirmé dans le projet de coopération métropolitaine lancé par la DATAR dans une perspective européenne, sous la forme d'une "Conférence des villes et des agglomérations de Rhône-Alpes". Cette Conférence assure un nouveau changement d'échelle puisqu'elle recouvre deux ensembles dominants correspondant, l'un à la RUL (cf illustration 18), l'autre au Sillon Alpin constitué des agglomérations de Valence, Grenoble, Chambéry et Annecy (1,3 millions d'habitants). De façon distincte à cet espace rhône-alpin, l'agglomération franco-valdo-genevoise, à laquelle nous nous sommes préalablement référé¹⁰⁰, moins peuplée (685 000 habitants), s'est constituée en Conférence autonome.

¹⁰⁰ Se référer au 3.1.a.

L'ensemble constitué de la RUL, du Sillon Alpin et de l'agglomération franco-valdo-genevoise définit cette fois une aire urbanisée pouvant être pleinement reconnue comme de niveau régional à l'échelle européenne mais qui pose la question non résolue de sa structuration à cette échelle. De façon plus pragmatique, puisque le périmètre couvert n'atteint pas celui de la RUL ou de la démarche InterScot, la communauté urbaine du Grand Lyon, la communauté d'agglomération Porte de l'Isère et la Communauté d'agglomération Saint-Etienne Métropole ont délibéré pour répondre à la possibilité donnée aux agglomérations par la loi du 16 décembre 2010, de se constituer en pôle métropolitain dénommé G4 (cf illustration 18). Ce pôle correspond à l'orientation donnée par la directive territoriale d'aménagement (DTA), approuvée par décret du 9 janvier 2007, structurée sur les agglomérations de Lyon, de Saint-Etienne et du nord-Isère (Vienne).

L'arrêté préfectoral créant ce syndicat mixte est intervenu le 16 avril 2012, la mise en place effective étant envisagée au 1^{er} janvier 2013. Le pôle offre des possibilités nouvelles pour coopérer à l'échelle métropolitaine dans les domaines de l'économie, de la recherche, de l'enseignement supérieur et de l'innovation, des déplacements et de la mobilité durable, de l'aménagement du territoire, de la culture, des sports et des loisirs (G4, projet de document d'orientation, 2011). Le siège du pôle a été fixé à Givors, dans les locaux de la Maison du Fleuve Rhône.

Bien qu'il n'intègre pas toutes les agglomérations comme celle de Villefranche-sur-Saône restée à l'écart, le G4 traduit la volonté politique d'adapter le fonctionnement des institutions à la dynamique d'ensemble produite par les grandes agglomérations de l'aire métropolitaine. Il s'agit de renforcer la compétitivité de l'espace métropolitain de différentes façons : en le rendant visible, en y associant des réalisations spécifiques, en valorisant ses relations aux grandes infrastructures de transport que sont le réseau autoroutier, les gares TGV et l'aéroport international de Saint-Exupéry (cf planche 14 ci-après).

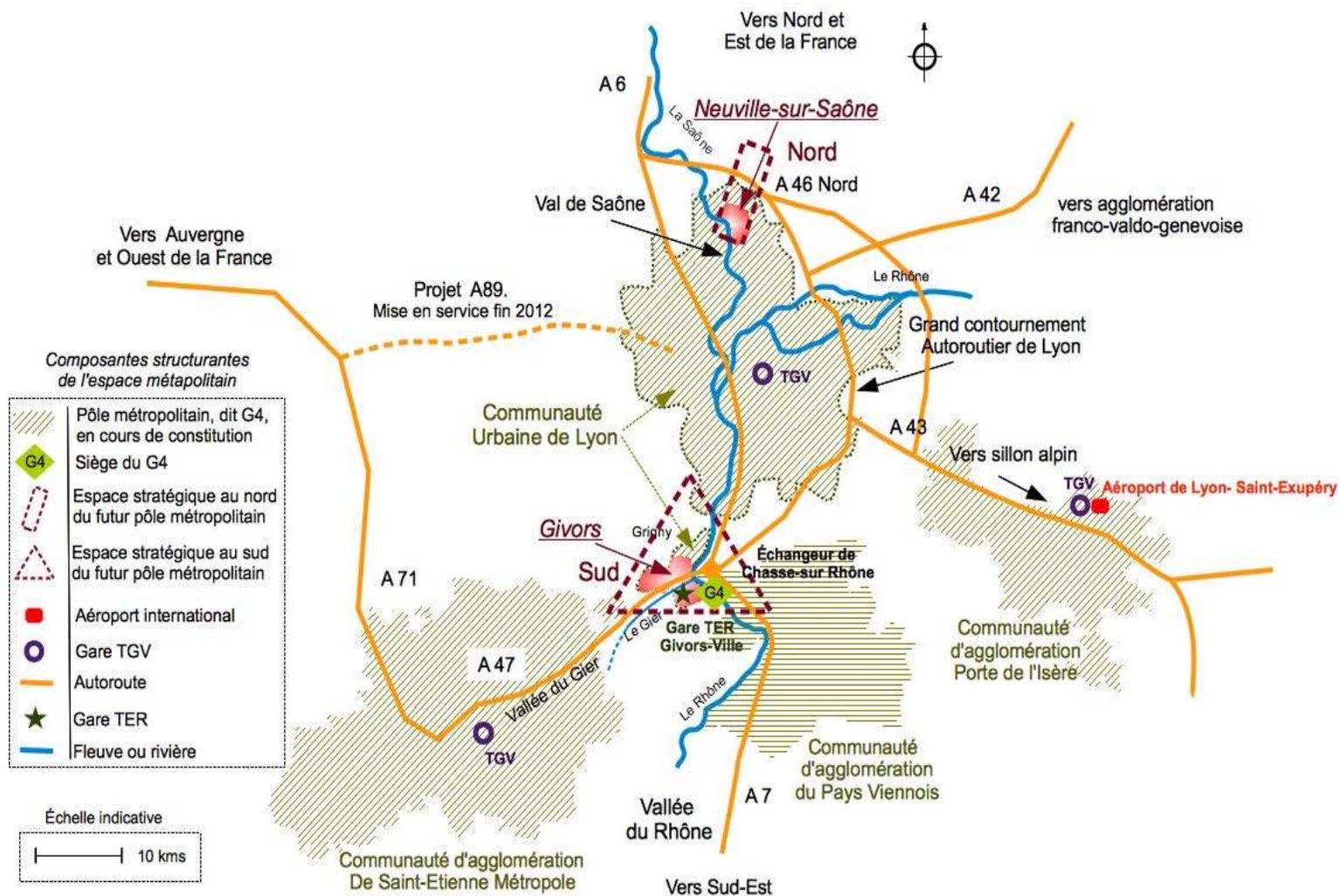


Planche 14: Localisation de Givors et de Neuville-sur-Saône au sein du Pôle métropolitain lyonnais.

La mise en place du pôle G4 a été précédée par l'intégration à la communauté urbaine de Lyon le 1^{er} janvier 2007 des deux communes attenantes de Givors et de Grigny. Constituant ensemble une agglomération d'environ 26 000 habitants¹⁰¹, ces communes rhodaniennes présentent des densités de population de 1063 hab/km² pour Givors et de 1474 hab/km² pour Grigny. Ces chiffres confèrent à l'agglomération les caractéristiques d'une ville-centre¹⁰², dont elle se distingue dans les faits par la place de pivot qu'elle tient comme pôle de développement identifié par la Directive Territoriale d'Aménagement (DTA)¹⁰³, en limite des départements de l'Isère et de la Loire. Après avoir fait partie un temps du Schéma Directeur¹⁰⁴ de Vienne-Roussillon, les deux communes relèvent désormais du SCOT de l'agglomération lyonnaise dont l'approbation est intervenue le 16 décembre 2010.

En intégrant l'agglomération givordine, la communauté urbaine de Lyon s'est dotée d'un poste avancé au sud, d'importance stratégique (cf triangle de la planche 14). En effet, cette agglomération est en position d'articulation géographique de trois des quatre ensembles constituant le futur G4, les échanges étant structurés par l'échangeur autoroutier de Chasse-sur-Rhône et la gare de Givors-ville assurant les dessertes ferroviaires vers Lyon et Saint-Etienne. En outre, par sa localisation à la jonction de la vallée du Gier et de la vallée du Rhône, Givors ouvre la métropole sur des espaces éloignés : par l'autoroute A71 sur l'Auvergne, au delà sur le Sud-Ouest et l'Ouest de la France, par l'échangeur de Chasse-sur-Rhône au nord de la France et de l'Europe, au sillon alpin et à la Méditerranée par l'A7, par le TGV vers le nord de la France, l'Europe et la Suisse.

Le territoire de la commune de Neuville-sur-Saône (Rhône), 7382 habitants (INSEE 2008) tient également une position clé dans la métropole lyonnaise. La superficie de 547 hectares donne à Neuville, par sa densité de 1300 habitants/km², la taille d'une ville-centre moyenne, comme Givors. Situé au nord-ouest de la communauté urbaine de Lyon, en rive gauche d'un méandre de la Saône, cet espace urbanisé constitue avec les deux communes de Genay, 4 943 habitants (INSEE 2009) et de Montanay, 2705 habitants (INSEE 2008), une agglomération de 15 000 habitants intégrée au Val de Saône, ensemble urbanisé de 40 000 habitants de l'agglomération lyonnaise. Intégrée dès l'origine à la communauté urbaine du Grand Lyon, l'agglomération neuvilloise y tient une place somme toute plus discrète que l'espace givordin, mais cependant stratégique comme mis en évidence sur la planche 14.

¹⁰¹ Populations estimées en 2006 : Givors 18 454 habitants et Grigny 8 477 habitants (source INSEE)

¹⁰² Une ville-centre totalise en moyenne 1300 habitants par km², une ville de banlieue 650 habitants et une commune péri-urbaine 70 habitants par km².

¹⁰³ Approuvée par décret en Conseil d'État du 9 janvier 2007, la DTA de l'aire métropolitaine lyonnaise couvre quatre départements : Rhône, Loire, Isère, Ain. 383 communes y totalisent 2,2 millions d'habitants.

¹⁰⁴ Le schéma Directeur est l'ancienne appellation donnée à la planification de l'urbanisme, à l'échelle du SCOT.

Elle tient également un rôle de pivot à double niveau. En premier lieu comme chef lieu de canton, le territoire communal participe de l'articulation entre le Val de Saône et la communauté urbaine de Lyon. En second lieu, situé à proximité immédiate du département de l'Ain, ce territoire ouvre la métropole lyonnaise sur des espaces qui lui sont extérieurs. La proximité de l'échangeur de l'autoroute A46, à un kilomètre seulement de sa zone d'activités, donne accès au nord de la France par l'A6, à l'aéroport Saint-Exupéry par l'A43.

Au sein des espaces givordin et neuvillois, la dynamique d'urbanisation prend des formes multiples liées aux flux qui les traversent, aux évolutions des activités économiques, aux dynamiques résidentielles qui s'y déploient mais aussi à l'histoire des lieux. L'analyse de ces espaces met en évidence leurs similitudes comme espace métropolitain, et souligne aussi des différences de configuration liées à leurs spécificités. Pour mener notre recherche sur le territoire-étagé, nous avons abordé l'espace givordin par les dynamiques de déplacement et par celle des milieux physiques produisant des flux hydrauliques sans pour autant ignorer les dynamiques de transformation territoriales et économiques. En reproduisant la méthode mise en œuvre à Givors, nous avons analysé l'espace neuvillois en tenant compte de ses particularités pour interroger les possibilités de son monitoring.

1.2 L'espace givordin, un espace métropolitain en mutation

Alors que nous n'avions pas encore envisagé d'interroger les risques à partir des dynamiques d'urbanisation, nous avons appréhendé l'espace givordin par un travail engagé avec la municipalité de Givors et l'Université Lyon III, dans le cadre d'un atelier proposé aux étudiants de master 2¹⁰⁵. Il s'agissait d'ébaucher un plan communal d'intervention, anticipant le plan communal de sauvegarde instauré par la loi du 13 août 2004 [A-Risk Junior, Curé *et al*, 2004]. Engagé à l'automne 2003, cet atelier a été bousculé par les crues du *Gier* et du *Garon*, le 2 décembre 2003. Bien que n'ayant pas fait de victimes, ces crues occasionnèrent des dommages qui surprirent par leur soudaineté et leur simultanéité. Ces événements déroutants virent la venue sur place du Préfet du Rhône. Plus que le caractère dramatique de la situation, cette visite traduisait la perplexité des autorités confrontées à des effets inhabituels, dès lors qu'il s'agissait d'observer l'effondrement du tablier d'un pont au passage d'un poids lourd, ou le remplissage en eau d'une section basse d'autoroute.

.../...

¹⁰⁵ Master 2 Université Lyon III "*Gestion des risques dans les collectivités locales*".

Les manifestations étonnantes observées le 3 décembre 2003 posaient à l'action publique la question de leur anticipation et de leur prise en charge. Nous retrouvons ici la part d'inattendu auquel les projets que nous avons menés avaient été confrontés du fait des interactions se produisant au sein des espaces urbanisés : cas du département de la Loire, de la vallée de la Valserine ou du Pays de Gex¹⁰⁶.

Dans le cas du débordement du Gier, le réseau routier, l'autoroute A47 et la rivière ont interagi sans que les gestionnaires de ces différentes composantes aient pris en compte une telle éventualité. Quant au brusque débordement du Garon, il prit également au dépourvu les autorités, les amenant à procéder dans l'urgence à des évacuations d'habitants dont les maisons étaient encerclées par les eaux. Si ces événements ne donnent pas lieu à effets catastrophiques, ils reproduisent des configurations qui ont pu être mises en évidence dans les catastrophes que nous avons analysées¹⁰⁷. En définitive, ils interrogent la dynamique d'urbanisation dans ses manifestations liées à la complexité des espaces urbanisés. Ces événements en mémoire, nous avons décidé d'une analyse des perturbations auxquelles l'espace givordin pouvait être exposé du fait de ses dynamiques de transformation. Notre objectif n'était pas de réaliser une étude exhaustive des communes de Givors et de Grigny, mais de porter notre attention à la complexité spatiale résultant de la dimension métropolitaine¹⁰⁸.

Nous nous sommes de ce fait centré sur la partie de l'espace aggloméré traversée par les flux les plus significatifs, située sur la commune de Givors. Nous avons mené ce travail de janvier 2006 à juillet 2007 avec l'Université de Provence [Moulin, 2008]. En relation avec la municipalité de Givors ne disposant pas d'un tel recensement, l'étude a identifié le cadre institutionnel et ses évolutions, l'identité locale, les transformations économiques, la dynamique résidentielle et les flux de déplacements. Elle a mis en évidence ce qui pouvait - au regard de cet espace, produire des dysfonctionnements et des dommages aux personnes, aux biens et aux activités selon différentes temporalités.

Si la base de données ARIA¹⁰⁹ fournit au niveau national un recensement exhaustif des accidents industriels et de transports déclarés de matière dangereuse, l'étude exploratoire met en évidence la dissémination des informations sur les incidents dans des services multiples, sans que ceux-ci aient toujours le souci de leur valorisation. Notre pratique de l'aménagement nous a montré par ailleurs qu'il n'existait pas de procédure de retour d'expérience sur les dysfonctionnements relatifs aux interactions entre les acteurs.

¹⁰⁶ Cf partie 1, 1.2 et 1.3

¹⁰⁷ Cf partie 1, 2.1

¹⁰⁸ Cf partie 2, 3.1 et 3.2

¹⁰⁹ Base de données Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Accidentelles (BARPI), Ministère de l'Ecologie.

Il n'y a pas de structuration d'un savoir à ce sujet. La prévention des catastrophes trouve ici une limite véritable en l'absence d'attention portée aux perturbations, dans une vision globale à l'échelle de l'espace givordin. Ceci renvoie au territoire-étagé, comme outil traitant de cette question.

En accompagnement d'un monitoring de l'espace givordin, la constitution d'une base de données des perturbations observées deviendrait un atout précieux. De portée pédagogique, elle ouvrirait sur des pratiques de résilience et des analyses spatiales de la vulnérabilité. La démarche de monitoring instaure des relations de confiance entre les acteurs, propices au partage des informations. En anticipation d'une telle démarche, il était préférable d'axer l'analyse spatiale sur la connaissance pratique du terrain, telle que nous l'avions exercée dans le pays de Gex. Cette approche n'allait cependant pas de soi au moment où l'adhésion de Givors au Grand Lyon, le 1^{er} janvier 2007, modifiait l'exercice de la gestion locale pré-existante dans un sens plus fonctionnel¹¹⁰. La planification de l'urbanisme, la gestion du droit des sols et celle des infrastructures urbaines locales sont dorénavant assurées à distance dans les services communautaires.

Nous avons mobilisé les connaissances et la mémoire d'un ancien responsable des services techniques municipaux, originaire de Givors, fils et petit-fils de pompier volontaire. Son vécu familial des inondations du Rhône, les événements auquel il a dû faire face pendant ses 40 ans de vie professionnelle à Givors, de 1964 à 2004, les transformations et leurs effets qu'il a pu observer, les projets qu'il a accompagnés sont autant d'apprentissages de l'espace givordin qu'il a accepté de partager. Mettant en pratique un principe de relations au terrain que nous avons préconisé pour l'élaboration des PPRT, nous avons rencontré des acteurs locaux afin d'appréhender leurs référentiels de connaissances et d'actions : le syndicat de rivière du Garon (SMAGGA), des entreprises, un lycée technique, une association, un riverain, l'antenne de la chambre de commerce et d'industrie, l'agence de la DDE. Nous avons visité l'entreprise Labo-Services en charge de conditionnement de déchets dangereux. Nous avons également pris contact avec les acteurs métropolitains que sont les services de la communauté urbaine, la direction départementale des territoires (DDT), la direction des routes Centre-Est (DIRE), l'Etablissement Public Foncier de l'Ouest Rhône-Alpes (EPORA). Nous avons ainsi pu établir un état des principaux acteurs en présence en y intégrant les habitants (cf tableau 5).

¹¹⁰ Cf 1^{ère} partie 3.1.a

Région Rhône-alpes	Compagnie Nationale du Rhône (CNR)
Conseil Général du Rhône	Exploitant SDEI
Saint-Etienne Métropole	Syndicat SMAGGA
Grand Lyon	Syndicat Intercommunal du Gier Rhodanien
Commune de Givors	Syndicat SYSEG
Habitants	Réseau Ferré de France (RFF)
DREAL de Bassin	SNCF
DREAL Rhône-Alpes	Syndicat des Transports Lyonnais (SYTRAL)
Direction des Routes Centre-Est	Chambre de Commerces et d'industries
DDT du Rhône	Entreprise Carrefour SA
EPORA	Entreprise Total TACS
OPHLM	Entreprise labo-Services
Service Navigation du Rhône	Entreprises d'un même site

Tableau 5: Principaux acteurs intervenant dans l'espace givordin.

Si notre sujet était celui des perturbations et de l'attention qu'il convenait d'y apporter, nous devons vérifier, en considérant les institutions intervenant à Givors, les potentialités offertes pour activer une praxis locale intégrant la question de la vulnérabilité. Nous avons mis en évidence comment ces acteurs orientaient leur action vis-à-vis des composantes et entités en présence, qu'il s'agisse du centre-ville, des espaces économiques, des systèmes de transports et de déplacements ou des systèmes hydrographiques. Nous avons mené l'analyse spatiale en focalisant notre attention sur les composantes les plus significatives de l'espace givordin, eu égard aux perturbations qui peuvent se produire, et sur les entités qui y sont attachées, suivant la finalité d'établir une représentation du territoire-étagé.

Dans cette perspective, nous avons construit un module pédagogique pour les besoins d'une formation "*Risque et développement durable*", destinée à des cadres dirigeants de l'administration¹¹¹. Les travaux menés ont vu des positions contrastées entre des participants rapidement convaincus de l'intérêt d'aborder l'espace givordin sous l'angle des interactions en présence et d'autres, beaucoup plus sceptiques sur les possibilités de structurer une action collective, du fait de la complexité même de cet espace.

¹¹¹ Module 4 du Cycle supérieur du Management, "*Prévention des risques et développement durable des territoires*" Ministère de l'Équipement, ENTPE, 12, 13 et 14 février 2008.

Ces positions n'étaient pas contradictoires, elles traduisaient tout à la fois les réactions de ceux qui adhéraient à la finalité poursuivie, sans se préoccuper immédiatement des moyens de l'atteindre, et de ceux qui voyaient dans la difficulté d'affronter la complexité un obstacle à traiter le cas givordin. Si le travail d'étude mené pour poser la question d'une gestion intégrée des risques au niveau de la localité givordine [Vallaud, 2009] n'a pas connu de développement pratique, c'est parce qu'il manquait bien un outil d'analyse adapté à la complexité de cette localité.

Ces étapes préalables d'appropriation étant menées, nous disposions des éléments pour construire, en recourant à notre pratique de l'aménagement et à notre connaissance des risques majeurs, le territoire-étagé givordin et pour poser la question de son monitoring. Cependant, nous n'étions pas en mesure de dépasser le stade de l'analyse pour aborder la question de la coordination des institutions agissant localement dans le sens de réduire les effets dommageables. En bénéficiant de cette première expérience, nous pouvions espérer, par le cas de Neuville-sur-Saône, apporter des premiers éléments de réponse pour un monitoring de l'espace métropolitain associé au territoire-étagé.

1.3 L'espace neuvillois, un espace métropolitain attentif à son équilibre

De façon similaire à Givors, mais décalée dans le temps, un atelier conduit en 2005 entre le Certu et la municipalité de Neuville-sur-Saône a agi comme un préliminaire à l'étude de cas du territoire-étagé. Il s'agissait d'envisager, dans le cadre d'un projet de master 2 de l'université Lyon III, une pollution chimique du fleuve intervenant lors d'une crue de la Saône [A-Risk Junior, Bourel et *al*, 2005]. Le scénario prévoyait la constitution d'une nappe de toluène s'approchant de zones habitées. Un tel scénario posait la question des interactions entre la Saône, les quartiers d'habitation et l'industrie. La municipalité s'était fixée de prendre en compte l'éventualité d'une telle perturbation, dans son plan communal de sauvegarde en cours d'élaboration.

Notre approche sur la vulnérabilité urbaine étant engagée, nous avons entrepris avec un second binôme d'étudiants un exercice de modélisation [A-Risk Junior, Bouland et Vincent, 2008]. Le cahier des charges que nous avons rédigé en septembre 2007 prévoyait d'identifier les composantes agissantes de l'espace neuvillois et les facteurs de vulnérabilité. Ponctuées de débats, les réunions d'avancement en mairie ont mis l'accent sur les incertitudes qui pèsent sur le cadre spatial, tant du fait des évolutions de la dynamique d'urbanisation elle-même que de la variabilité des perturbations ou des effets dommageables encourus en relation avec celle-ci.

Les rendez-vous pédagogiques ont permis d'évaluer les travaux dans un cadre universitaire. La pertinence de la démarche a été établie, mais celle-ci méritait d'être consolidée dans sa méthodologie et dans les concepts associés.

A la suite de cet atelier universitaire, nous avons proposé à la municipalité d'établir une connaissance plus globale des vulnérabilités de l'espace neuvillois sous l'angle de sa situation dans la métropole lyonnaise. Il s'agissait pour nous, en limitant nos investigations au périmètre neuvillois, d'établir une configuration de cet espace, prenant en compte les composantes et entités en présence, les facteurs de transformation et les perturbations agissant localement. Fin décembre 2008, la présentation en mairie d'une première synthèse de nos travaux, a constitué un temps fort. Les représentants de la municipalité ont partagé l'analyse conduisant à replacer la localité dans la métropole lyonnaise et à élargir la réflexion prospective antérieure à une gestion stratégique intégrant les risques et les vulnérabilités. Cette réflexion a conduit la municipalité à inscrire la question de la vulnérabilité dans la préoccupation de compétitivité économique. De façon concrète, Neuville-sur-Saône était partenaire du projet européen INNOCITÉ¹¹², relatif à la compétitivité des petites et moyennes villes de l'arc alpin. L'objectif était d'établir des liens entre compétitivité et développement durable, en dépassant les actions conventionnelles, comme le recours aux énergies renouvelables ou au tri des déchets pour aborder des configurations critiques. La commune de Neuville s'est proposée d'explicitier le développement durable sous l'angle de la prise en compte des vulnérabilités en nous associant à la démarche.

La présentation de notre approche lors de l'atelier européen de Koper (Slovénie) le 25 mars 2009 (cf illustration 19 ci-après), nous a conduit à faire preuve de pédagogie vis-à-vis des partenaires européens du projet. En effet, dans un contexte de compétitivité économique, un affichage de la vulnérabilité peut être perçu de premier abord comme préjudiciable.

Nous avons mesuré la nouveauté que représente pour les acteurs économiques la prise en compte des vulnérabilités comme élément possible de marketing de l'action territoriale.

¹¹² INNOCITE relève du programme d'Initiative Communautaire Interreg III B, Espace alpin. Le projet associait sur la période 2008-2011 : la France, l'Italie, l'Allemagne, la Slovénie et l'Autriche. Le Leader français était la Chambre de Commerce de l'Industrie de Lyon. Site www.innocite.eu.



Illustration 19: Le projet INNOCITE interroge la compétitivité des petites villes à Koper (Slovénie).

Une seconde étape fut la tenue à Neuville-sur-Saône les 22 et 23 janvier 2009 d'un séminaire national, que le Certu organisa avec l'Association Française de Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN) et la commune de Neuville-sur-Saône [Certu, AFPCN, Ville de Neuville-sur-Saône, 2011]. Posant la problématique des crues de la Saône pour différentes composantes de l'espace neuvillois, ce séminaire nous a permis d'explicitier les interactions pouvant affecter cet espace et d'envisager des pistes pour un monitoring associé au territoire-étagé. Il a permis d'identifier les principaux acteurs en présence, y compris les habitants des quartiers, récapitulés dans le tableau 6 :

<p>Commune de Neuville-sur-Saône Autres communes : Genay, Montanay, Albigny Association CentreNeuville Association des commerçants Habitants des quartiers Chambre de Commerce et d'industrie de Lyon Grand Lyon Association Lyon-nord Val de Saône ALYNOVALS Pépinière d'entreprises SANOFI (Neuville) COATEX (Genay) BASF AGRI Production (Genay) Chambre d'Agriculture</p>	<p>DREAL de Bassin DDT du Rhône Service Navigation Rhône-Saône Établissement Public de Bassin Saône-Doubs Conseil Général du Rhône Syndicat Transports Lyonnais (SYTRAL) Transports en commun (TCL) Réseau Ferré de France (RFF) SNCF Organisme HLM Lycée Rosa Parks, OGEC Jeanne d'Arc Opérateurs de réseau type EDF, France Telecom...</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tableau 6: Principaux acteurs intervenant dans l'espace neuvillois.

Les travaux menés ont cependant montré les limites atteintes par les exercices de modélisation propres à l'ingénieur. Ils ont confirmé la nécessité d'inscrire la réflexion résolument dans la complexité spatiale et donc de recourir au territoire-étagé, comme outil ouvrant sur des adaptations de l'espace urbanisé dans le sens d'une plus grande résilience. Ces travaux, les premiers sur les relations entre dynamique d'urbanisation et prise en compte de la vulnérabilité, les seconds sur la faisabilité, établie par le séminaire de Neuville-sur-Saône, de construire par l'action collective une cartographie des perturbations produites par les interactions, nous confortaient dans la possibilité pour l'ingénierie de contribuer par le territoire-étagé au monitoring des espaces métropolitains. Ces différents résultats ont été obtenus par une écoute attentive de la municipalité. Par la suite, celle-ci a poursuivi son action de réduction de la vulnérabilité territoriale dans différentes directions : audit de sa gestion des risques dans le cadre de la procédure de labellisation Pavillon Orange, engagement d'un chantier de gestion du risque inondation dans le cadre de l'Agenda 21 Val de Saône, projet de plateforme logistique pour l'approvisionnement du centre-ville...

2. L'imprévu, élément marquant de l'espace givordin

Nous nous référons au territoire-étagé pour traiter des perturbations qui peuvent être produites par la dynamique d'urbanisation, de leur prise en compte et des processus de résilience activables pour prévenir du plus possible des effets catastrophiques.

Les étapes d'appropriation dont nous avons fait état¹¹³ nous ont permis d'appréhender l'espace givordin dans sa complexité : analyse de sa place dans la métropole lyonnaise, prise en compte des processus d'urbanisation actuels et anciens, rencontres des acteurs agissant aux échelles locale, territoriale ou métropolitaine. Nous étions alors en mesure d'identifier les principales composantes qui peuvent y être associées, relevant d'espaces de flux ou de lieux [Castells in Pflieger, 2006]. La notion d'entité nous a été nécessaire pour rapporter aux acteurs, les dynamiques de transformation à l'œuvre.

Pour représenter le territoire-étagé par les deux facettes que sont, d'une part les perturbations appelant une attention à l'échelle de l'espace givordin dans son ensemble, d'autre part les interactions entre les entités en présence posant la question de l'action collective, nous avons agi par approches successives. Nous obtenons ainsi un cadre d'analyse vis-à-vis duquel l'ingénierie pourrait interroger - à l'échelle de cet espace - les relations entre urbanisation et effets dommageables.

¹¹³ Cf 2^{ème} Partie, 1.1 et 1.2.

2.1 L'espace givordin : transformations et espaces vulnérables

L'espace givordin se transforme suivant des processus dont certains, pour être anciens, peuvent être encore actifs aujourd'hui. Les renouvellements qui s'opèrent, révèlent les fragilités de certains espaces. L'identification des composantes participe de la mise en évidence de ces fragilités.

2.1.a Des dynamiques de transformation qui s'appréhendent dans la durée

La situation géographique de Givors est remarquable. Le site met en relation deux axes de communication importants, la vallée du Gier et la vallée du Rhône, il est proche des agglomérations de Lyon, Saint-Etienne et Vienne, il recèle des richesses naturelles : eau et sable. Ces facteurs ont favorisé ensemble une dynamique d'espace urbanisé à vocation industrielle. La position du site a facilité son approvisionnement en matériaux et permis tout autant l'acheminement de productions vers des destinations multiples.

La vocation industrielle s'affirme au XVIII^{ème} siècle, sous l'effet de la réalisation d'un canal de Rive-de-Gier à Givors. Cette infrastructure facilite l'acheminement du charbon du bassin houiller stéphanois vers la vallée du Rhône. Givors voit, à ce moment, la création d'une verrerie royale, exploitant les sables du Rhône. L'économie locale est alors pleinement tributaire du fleuve, tout à la fois gisement de sable des verreries et principal vecteur de transport des pondéreux. Au XIX^{ème} siècle, des usines de sidérurgie et de métallurgie s'installent à Givors. Le territoire est transformé pour, tout à la fois, réaliser une gare d'eau, donnant accès au Rhône, et accueillir les infrastructures ferroviaires dont une gare. Ces aménagements établissent une barrière physique à l'ouest de l'urbanisation existante [Barré, 1996]. En 1833, la ligne de chemin de fer reliant Saint-Etienne à Lyon est mise en service. Givors devient un noeud ferroviaire ouvrant sur la vallée du Gier et sur celle du Rhône. Les possibilités nouvelles offertes et les vastes espaces dégagés attirent des établissements sidérurgiques et métallurgiques. Ces industries favorisent elles-mêmes la croissance démographique. Les installations ferroviaires et l'industrialisation bouleversent le réseau hydrographique. Le lit du Gier est déplacé, creusé et endigué.

Conséquence de l'urbanisation dans la plaine inondable : "*La submersion des quartiers par les eaux du Rhône et du Gier ainsi que l'invasion des torrents dans les rues du centre-ville surviennent dans des lieux habités*" [Barré, 1996, p.53]. Selon l'expression d'un article du Journal de Givors en 1835, les crues peuvent s'unir pour former un "*front aquatique*". Ce fut le cas en 1840, en 1856, en 1886 et en 1896. De plus, Givors est édifié sur des terrains

alluvionnaires, c'est-à-dire sur des sols perméables. Aussi, en cas de crue, la nappe phréatique du Rhône et également celle du Gier remontent par les caves, les égouts, les puits et les pompes. A partir des années 50, le Rhône est aménagé sur l'ensemble de son cours, réduisant la fréquence des inondations. La dernière crue significative à Givors survient en 1957. A Givors, les terrains ont été remblayés lors des réaménagements urbains et les bords du Rhône surélevés à l'occasion de la réalisation du nouveau tracé de la RN86 en berge.

En France, l'industrie sidérurgique décline dans les années 1980 alors que la grande distribution se développe le long des infrastructures routières. La vallée du Gier est frappée par la crise de la sidérurgie. A Givors, l'activité économique se renouvelle avec la création de la zone commerciale des Deux-Vallées [Opale, 2005]. Cette activité bénéficie de la construction de l'autoroute A47, édifiée en rive gauche du Gier, par sections successives, de Saint-Chamond (Loire) à Givors. En 1983, la mise en service de l'échangeur de Chasse-sur-Rhône (Isère), assure la jonction de l'A47 avec l'autoroute A7 ; elle participe de l'inscription de Givors dans l'aire métropolitaine lyonnaise. Par ailleurs, depuis 2005, l'autoroute A47 sert de support au déploiement du haut-débit numérique [Di Cicco, 2005]. Tout en satisfaisant ses propres besoins d'exploitant autoroutier, la DDE de la Loire a mis des fourreaux à disposition des opérateurs de télécommunication. L'étude menée a cependant montré la complexité attachée à ce développement mettant en jeu de multiples acteurs publics et privés.

La fonction résidentielle se développe, en relation avec les évolutions des politiques nationales dont nous avons fait état¹¹⁴ et les transformations locales. Si, à Givors, l'urbanisation trouve sa place, à l'origine, aux pieds des contreforts du Pilat : bourg fortifiée puis maisons organisées en bande le long du Rhône, au XVIII^e siècle, la verrerie et les activités qui l'accompagnent : tuilerie, four à chaux, moulin à eau favorisent la création de quartiers d'habitation au nord du Gier. En août 1944, les bombardements font des victimes et de nombreuses démolitions. Après la reconstruction d'après-guerre, la dynamique résidentielle prend des formes différentes. Elle est marquée successivement par l'édification des grands ensembles (1953-1973) puis par le développement des lotissements d'habitations individuelles. De ce fait, à partir des années 1970, la fonction résidentielle gagne les espaces périphériques. Les quartiers d'habitation s'étendent vers l'ouest dans les espaces disponibles au contact de la rivière, des infrastructures linéaires, ferroviaires, autoroutière et routières.

¹¹⁴ Cf. 1^{ère} partie 2, 3.3.b

Différents processus ont ainsi transformé l'espace givordin notamment la réalisation des infrastructures ferroviaires, les nouveaux modes d'urbanisation, la réalisation de l'autoroute A47, les mutations de l'activité économique, les aménagements hydrauliques. Les composantes de l'espace givordin et les entités interagissent avant même que la métropole se structure. En 2012, la localisation du siège du pôle G4 à la Maison du Fleuve Rhône consacre la dimension métropolitaine de cet espace.

2.1.b La dynamique d'urbanisation fragilise certains espaces

Alors que le centre-ville était attractif dans les années 80, au point d'être dénommé "La petite Vienne", en référence à l'agglomération iséroise proche, celui-ci connaît dans les décennies qui suivent un processus de dévitalisation et de paupérisation, rappelant sous certains aspects celui du quartier du Faubourg à Béziers¹¹⁵. Si le centre-ville de Givors est moins souvent exposé aux inondations du Rhône que ne l'est le quartier du Faubourg aux débordements de l'Orb, du fait des aménagements du fleuve et de ses berges, il doit comme ce quartier tenir compte des prescriptions du PPR inondation. La déprise industrielle et ses effets sur l'emploi local, le développement de la zone commerciale des Deux-Vallées - dotée d'un hypermarché d'importance régionale - accentuent la vulnérabilité d'un secteur géographique excentré des flux de circulation. Le centre-ville ne tire pas partie directement d'une dynamique d'urbanisation qui bénéficie pourtant à Givors. Au vu des analyses précédemment menées¹¹⁶, deux échelles d'intervention peuvent contribuer à la réduction de cette vulnérabilité : celle conduisant à réduire la vulnérabilité propre du centre-ville et celle consistant à relier davantage cet espace aux dynamiques de transformation de l'espace givordin¹¹⁷.

Ces deux approches, distinctes et complémentaires, sont présentes dans les démarches conduites localement. Au titre de la première, le centre-ville donne lieu à une politique de revitalisation : rééquilibrage de l'habitat collectif vers l'accession à la propriété par la construction et la réhabilitation de logements, soutien à l'activité commerciale, résorption de l'habitat insalubre, changement de destination de locaux commerciaux désaffectés, requalification des espaces publics, ouverture vers les espaces périphériques... Cette politique d'ensemble se concrétise par différents dispositifs sectoriels : opérations programmées d'amélioration de l'habitat (OPAH), convention publique d'aménagement avec l'OPAC du Rhône, résorption de l'habitat insalubre (RHI). Au titre de la seconde approche, le centre-ville donne lieu à des démarches d'ouverture vers les espaces des

¹¹⁵ Cf 1^{ère} partie 2.5

¹¹⁶ Cf 1^{ère} partie 3.3.b.

¹¹⁷ Cf. 1^{ère} partie 3.3.a

flux. La Maison du Fleuve Rhône abritant une association à vocation scientifique et culturelle, la maison du Tourisme, un musée sur le fleuve et maintenant le siège du pôle métropolitain G4, devient le fer de lance des liens qualitatifs que Givors veut tisser ou retisser avec la vallée du Rhône, le Parc Naturel régional du Pilat et la métropole lyonnaise.

Givors est confronté à la problématique des grands ensembles, sans que celle-ci soit spécifique aux espaces métropolitains. Pour tenter de remédier à la marginalisation de certains quartiers, observée au sein des agglomérations depuis les années 90, l'action publique s'est renouvelée à diverses reprises pour mener actuellement des démarches dites de renouvellement urbain. Ainsi, le quartier d'habitat collectif des Vernes donne lieu à des actions de démolitions-reconstructions, de qualification des espaces publics, d'accompagnement social des populations en difficulté. Ces transformations visent à réunir des conditions favorables à une plus grande intégration du quartier à l'espace givordin. Il faut cependant du temps, tant pour résorber les processus de désocialisation, que pour restaurer l'image du quartier dans l'agglomération.

2.1.c Les composantes de l'espace givordin et entités associées

L'espace givordin poursuit ses transformations sous l'effet du renouvellement des activités économiques, des mutations résidentielles, de l'aménagement des infrastructures de transport. Ces évolutions mettent en jeu des processus de pas de temps différents, produisent des perturbations immédiatement visibles et d'autres potentielles, aux effets différés dans le temps, dont certains sont à envisager au vu des analyses des catastrophes passées¹¹⁸. Le recours au territoire-étagé vise à prendre en considération de tels effets pour les atténuer. Il nécessite d'explicitier, suivant les principes précédemment définis¹¹⁹, les composantes et les entités significatives de l'espace givordin, dont nous donnons une représentation en planche 15 ci-après.

Nous proposons de considérer le centre-ville comme composante assurant différentes fonctions résidentielle, commerciale et d'activités de services à la population. Nous lui associons une entité unique fédérant différents acteurs publics agissant aux échelles locales : municipalité assurant une maîtrise d'œuvre urbaine et sociale (MOUS¹²⁰) - ou métropolitaine : services de l'État, organismes HLM.

¹¹⁸ Cf 1^{ère} partie 2.1

¹¹⁹ Cf 1^{ère} partie, 3.3

¹²⁰La MOUS est un outil d'ingénierie technique et sociale institué par la loi du 31 mai 1990 pour permettre en place le logement des plus défavorisés dont la pertinence a été renforcée par la loi du 5 mars 2007 pour le droit opposable au logement.

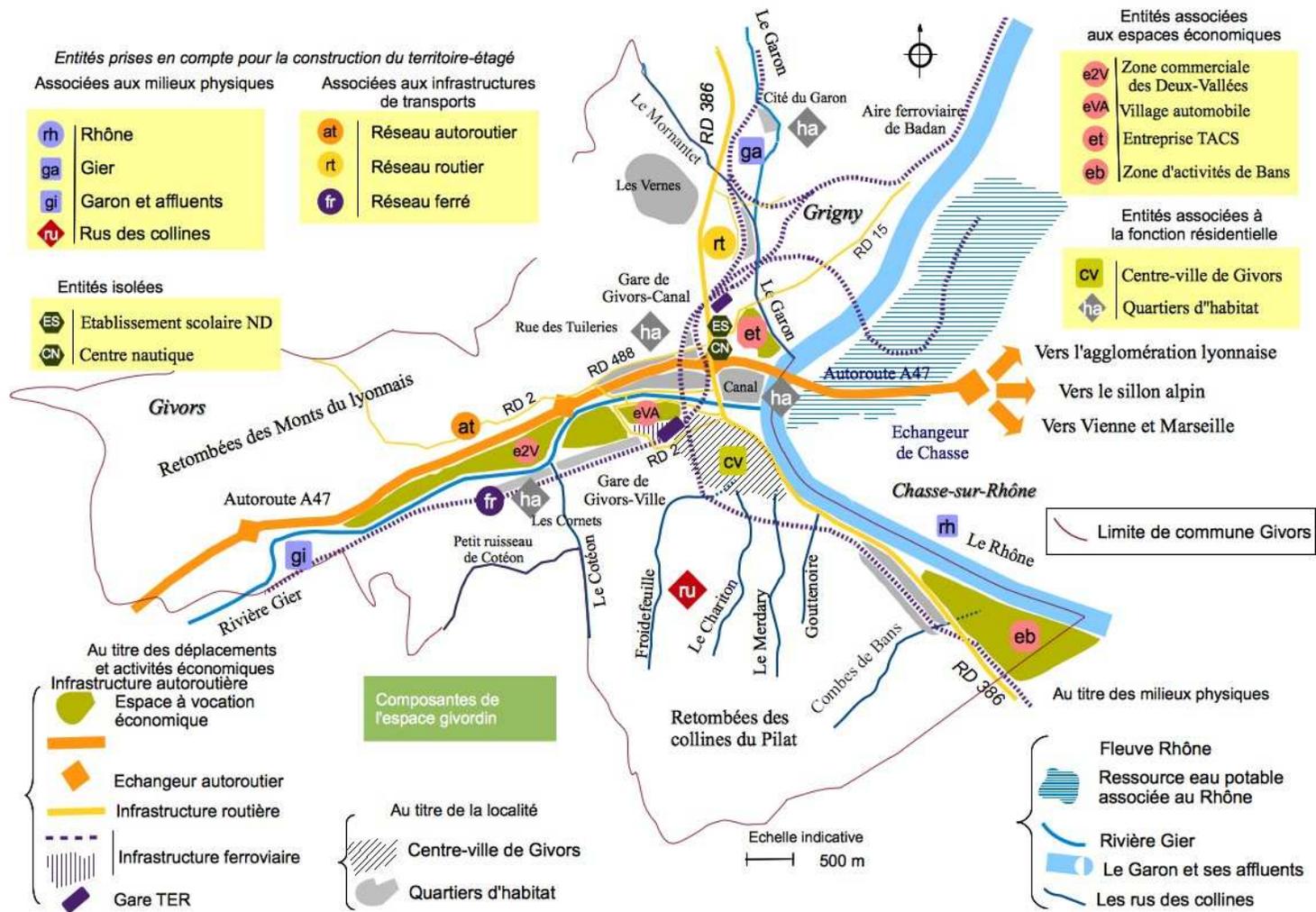


Planche 15: Composantes et entités considérées pour appréhender l'espace givordin.

Les quartiers d'habitations collectives ou individuelles sont des composantes assurant une fonction résidentielle. Nous avons considéré les quartiers Canal, Freydière, Cornet, cité du Garon... comme perturbés en lien avec d'autres composantes : l'A47, l'infrastructure ferroviaire, les cours d'eau... Les quartiers peuvent bénéficier d'opérations de requalification. Ainsi, les habitations bordant la rue du Moulin, située entre l'A47 et la rivière Gier, et celles de la rue de la Tuilerie, longeant l'A47, donnent lieu à projet de réaménagement de voiries. Nous avons également identifié le quartier d'habitat collectif des Vernes bénéficiant d'un processus de renouvellement urbain. Ce quartier d'habitat social pose la question de son insertion dans l'espace givordin. A chaque quartier considéré, nous associons une entité unique dont les habitants sont les principaux acteurs avec la commune.

Sous l'angle de la dynamique économique, nous considérons une composante associée à la vallée du Gier, comprenant trois secteurs, du sud-ouest au nord-est :

-Un secteur d'une superficie de 28 ha, situé en rive gauche du Gier. Aménagé en 1976 sur des terrains remblayés dans le lit moyen de la rivière, cet espace abrite aujourd'hui une centaine d'activités commerciales, industrielles et artisanales pour un potentiel d'emplois de 1400 personnes environ¹²¹. L'hypermarché Carrefour représente un tiers de ce potentiel. D'importance métropolitaine, cet espace à vocation principalement commerciale, bénéficie d'une aire de chalandise répartie sur les départements du Rhône, de la Loire et de l'Isère. Nous associons une entité unique à cette zone commerciale dite des Deux-Vallées.

-En rive droite du Gier, une friche industrielle, anciennement occupée par l'usine Five-Lille. De régime foncier privé, ce tènement de 11 ha appelle une dépollution des terrains avant aménagement. Nous n'associons pas d'entité à ce secteur qui n'est pas actuellement ouvert à l'activité.

-Un secteur récemment aménagé en rive droite de la rivière. Cet ancien site industriel de l'usine VMC, puis de l'entreprise BSN qui l'occupait jusqu'en 2004, a été reconverti en 2009 en zone d'activités. Conduits par l'Etablissement Public Foncier EPORA, les travaux de dépollution des sols ont révélé des imprévus : des poches d'hydrocarbures ont dû être traitées en urgence pour éviter une contamination du milieu. Remis après dépollution à la société d'aménagement de Givors pour la réalisation d'une ZAC, le tènement de 8 ha abrite maintenant un pôle de concessionnaires automobiles, dénommé Village automobile.

¹²¹ Source Grand Lyon. En 2005, la zone comportait 1200 emplois [Opale, 2005]

Représentant la moitié de la superficie totale, les parcelles les plus au nord restent disponibles. Nous considérons le village automobile comme une entité.

Nous mettons également en évidence une composante économique correspondant à l'ancien port pétrolier de Givors. Ce site, qui alimentait autrefois en produits pétroliers les industries de la vallée du Gier, est principalement occupé par l'entreprise Total Additifs Carburant Spéciaux (TACS), classée SEVESO seuil haut. Il abrite également quelques petites entreprises. Le site donne lieu à la mise en place d'un PPRT prescrit le 31 mars 2009 sur les deux communes de Givors et de Grigny et à la surveillance de l'aquifère, compte-tenu de la proximité de la nappe alluviale du Rhône exploitée pour la ressource en eau. Nous associons une entité à l'entreprise TACS compte-tenu du poids que celle-ci occupe sur le site et des interactions qu'elle génère du fait de son activité dangereuse.

Enfin, nous identifions l'espace économique correspondant à la zone d'activités des Bans située au sud de Givors, entre le Rhône et le quartier d'habitation des Bans. De superficie limitée, la zone des Bans est attenante à l'ancienne centrale thermique EDF, située sur la commune de Loire-sur-Rhône. Ses possibilités d'extension sont tributaires du devenir de ce site, aujourd'hui désaffecté. Aménagée sur un ancien site d'enfouissement de déchets, cette composante de l'espace givordin abrite des activités industrielles, la station intercommunale de traitement des eaux usées urbaines et une déchetterie. Nous lui associons une entité unique. Spécialisée dans le conditionnement et le prétraitement de déchets toxiques, l'entreprise Labo-Services présente sur le site, intervient pour la moitié de son activité sur les départements de l'Isère et du Rhône, pour l'autre sur l'agglomération lyonnaise, l'Auvergne, la région parisienne et le sud de la France. Implanté initialement à Givors en limite de Grigny, l'établissement a connu jusqu'en 2004 des conflits de voisinage avec le quartier d'habitation des Bans, liés à des nuisances olfactives et phoniques. Différentes concertations menées ont conduit à des adaptations des installations, pour limiter les nuisances et leur ressenti.

Sous l'angle des transports, la représentation donnée met en évidence deux composantes cristallisant des dynamiques de transformation d'échelle métropolitaine :

- l'infrastructure autoroutière, matérialisée par la section de l'A47 et les deux échangeurs du centre-ville et de la zone commerciale des Deux-Vallées. L'A47 supporte un trafic pouvant atteindre 80 000 véhicules/jour sur certaines sections, dont 10% de poids lourds. L'infrastructure assure des échanges d'échelle métropolitaine : avec les quarts nord-ouest et sud-est de la France, entre les aires urbaines lyonnaise et stéphanoise. Elle assure notamment des relations journalières - dites pendulaires -

entre Saint-Etienne et Lyon. Enfin, la desserte locale génère un trafic de « cabotage ». Ces échanges multi-scalaires produisent des modulations de trafic, saisonnières et journalières, l'espace givordin participant lui-même de ces fluctuations. A l'autoroute A47, nous associons une entité unique regroupant les acteurs concernés et principalement la Direction Inter-régionale Centre-Est, la DREAL Rhône-Alpes.

- l'infrastructure ferroviaire, prenant la forme d'infrastructures linéaires et d'équipements, dont les gares de Givors-canal et de Givors-ville. A Givors-canal, l'axe ferroviaire venant de Lyon se sépare en deux branches. L'une franchit le centre-ville en tunnel avant de rejoindre la vallée du Rhône vers le sud, dans une fonction de transport de marchandises. L'autre, rejoignant la rive droite du Gier vers Saint-Étienne, supporte les trois types de circulation : grande vitesse (TGV), transport express régional (TER) et fret. Classée d'importance régionale, la gare de Givors-ville met Givors à 20' du centre de Lyon par le TER. Au réseau ferré, nous associons une entité unique regroupant les acteurs concernés : Région Rhône-Alpes, SNCF, RFF ...

Nous considérons également comme composante l'infrastructure routière prise dans sa globalité, constituée principalement des routes départementales et de la voirie communautaire. Les tronçons strictement communaux sont peu significatifs à l'échelle de l'espace métropolitain. Nous associerons à cette infrastructure une entité unique regroupant les différents acteurs, principalement le Conseil Général du Rhône et le Grand Lyon.

Le Rhône est une composante à appréhender comme milieu physique et dans sa fonction de voie navigable de grand gabarit assurant le transport de matériaux pondéreux. Son régime hydrologique résulte de différentes influences : fonte des neiges des massifs alpins et jurassiens, pluies océaniques... La nappe d'accompagnement est présente à Givors. Le fleuve a été profondément modifié par des aménagements (barrages, canaux...) destinés à la production hydro-électrique, à la navigation et à la gestion des crues. Avant ces aménagements, le Rhône jouissait d'une dynamique fluviale créant un ensemble d'îles, de bras vifs ou de bras morts. Au droit de Givors, l'île du Grand Gravier et le méandre de Chasse témoignent de cette dynamique passée. Différentes institutions participent de la gestion du fleuve que nous regroupons en une entité unique.

.../...

Au titre du système hydrographique, nous considérons encore trois composantes :

- celle associée au Gier. La rivière prend sa source dans le massif du Pilat à une altitude de 1 300 mètres. Elle se jette dans le Rhône à Givors, après un parcours d'environ 36 kilomètres et une dénivellation de l'ordre de 1 000 mètres. La rivière draine un bassin versant de 425 km² qui s'étend sur 32 communes localisées dans les deux départements de la Loire et du Rhône.

Sur son tronçon terminal, elle est franchie successivement par quatre ouvrages : le pont de la RD2, deux viaducs ferroviaires et le pont routier de la RD386. Nous associons au Gier une entité, constituée des acteurs qui participent de sa gestion.

- celle associée au Garon. Ce cours d'eau traverse Givors du nord-ouest au sud-est, avant de se jeter dans le Rhône. Il reçoit les eaux du Mornantet¹²². Ses caractéristiques torrentielles se traduisent aux périodes critiques par des périodes d'assèchement et d'autres de brusques montées d'eau. Inscrit dans les Monts du Lyonnais, son réseau hydrographique compte 130 kilomètres de rivières et de ruisseaux pour un bassin versant d'une superficie de 206 km². La partie amont, vallée étroite et pentue, recouvre des espaces naturels et agricoles, la partie aval prend la forme d'une plaine alluviale qui s'est urbanisée. Nous associons au Garon une entité, constituée des acteurs qui participent de sa gestion.

- celle regroupant les différents rus descendant des contreforts du massif du Pilat. Le Cotéon se jette directement dans le Gier au droit du quartier de La Freydière. Le Merdary, le Chariton et le Froidefeuille rejoignent le centre-ville où ils sont intégrés au réseau d'eau pluvial avant de rejoindre le Rhône. En façade du fleuve, différents rus dévalent des collines avant d'être canalisés pour traverser la voie ferrée et la RD386, trois d'entre eux étant dénommés : le ruisseau de Gouttenoire, celui de Forneron (de moindre importance) et celui de la Combes des Bans. Nous associons une entité unique aux rus.

Pour établir sur ces bases une représentation du territoire-étagé, nous avons retenu un principe de repérage des éléments visibles sur le terrain et de mobilisation d'informations communiquées par les gestionnaires. Nous avons construit l'outil en considérant les perturbations favorisées par les réseaux routiers et ferrés, et celles associées au réseau hydrographique : le Gier, le Garon, le Rhône, les rus des collines.

¹²²Le Mornantet prend sa source à 915 m d'altitude sur la commune de Saint-André-la-Cote. Son bassin versant présente une superficie de 75 km²

2.2 La construction du territoire-étagé : les réseaux de transport

Les réseaux de transport autoroutier et ferroviaire structurent l'espace givordin, suivant respectivement des directions est-ouest et nord-sud. Ces réseaux favorisent des perturbations. Celles-ci peuvent être de caractère permanent, elles peuvent se manifester de façon intermittente, elles peuvent encore être associées à la survenue d'un événement soudain. L'analyse pose la question des interactions entre les entités et des modifications introduites par la réalisation des projets d'aménagement.

2.2.a Place de l'autoroute A47 dans le territoire-étagé

Identification des perturbations et des facteurs externes

Nous avons justifié de la place stratégique de Givors dans la métropole par sa localisation à proximité du réseau autoroutier. Cette place traduit aussi le rôle de l'infrastructure dans l'économie et le fonctionnement de cet espace. La question que nous traitons est celle des interactions entre l'espace givordin et le réseau autoroutier.

A partir des explorations menées localement, des rencontres des services ou organismes comme la mairie, la direction départementale des territoires, la direction inter-régionale des routes Centre-Est, nous avons identifié un certain nombre de perturbations dont une origine se trouve dans la façon dont l'infrastructure a été réalisée dans les années 80. Nous avons montré comment l'inscription de voies rapides au sein des espaces urbanisés avait produit des cloisonnements contestés par les urbanistes [Mangin, 2004, p.53]. L'ingénierie routière et les pratiques de l'aménagement urbain n'ont pas été articulées, dans un équilibre à trouver entre des impératifs de séparation d'espaces n'assurant pas la même fonction et d'intégration de l'infrastructure dans un environnement bâti¹²³. Les aménagements qualitatifs réalisés par la suite, comme l'aménagement en 2012-2013 de la rue des Tuileries qui longe l'A47 au nord, tentent d'atténuer les perturbations produites, alors même que les trafics ont augmenté et que les habitations se sont rapprochées de l'infrastructure.

L'une des premières perturbations à considérer car structurelle est celle d'effet de coupure créé par l'A47 entre les quartiers se répartissant au nord et au sud de l'infrastructure. Cette perturbation est représentée planche 16 ci-après. Comme le montre ce schéma, passer de part et d'autre de la section autoroutière nécessite de franchir un échangeur. L'infrastructure délimite un domaine public réglementé, inaccessible au piéton¹²⁴.

¹²³ Cf 1^{ère} partie 1.1.a

¹²⁴ Le pont sur le Rhône constitue toutefois une possibilité offerte aux piétons qui voudraient se risquer à longer à pied la voie de circulation. Son statut administratif a été adapté pour permettre cette possibilité.



L'A 47 introduit une coupure dans l'espace urbanisé



Grand ensemble jouxtant l'A47



Protection anti-bruit en fermeture de façade



Planche 16: L'effet de barrière produit par l'A47. Une perturbation de caractère structurel.

Cette coupure pose la question de la proximité immédiate de certains immeubles d'habitations. Les riverains les plus proches sont exposés à l'altération de la qualité de l'air et aux nuisances sonores produites par la circulation automobile. Les dispositifs de protection phonique, s'ils peuvent réduire les nuisances peuvent aussi accentuer l'effet de barrière entre l'infrastructure et les quartiers environnants.

La proximité à l'autoroute est aussi celle de l'ancien site pétrolier qui abrite l'entreprise TACS classée SEVESO, seuil haut. Nous avons explicité les dispositions réglementaires que motivent un tel établissement dans la gestion de l'urbanisation¹²⁵. Malgré celles-ci, un accident industriel est cependant toujours possible qui poserait la question particulière ici de sa gestion s'il survenait en période de fort trafic sur l'A47. Quelles conditions d'intervention des services spécialisés lorsque l'autoroute est saturée ?

Au droit de Givors, en rive gauche du Rhône, le nœud autoroutier "A46 sud, A7, A47" situé sur la commune de Chasse-sur-Rhône, présente l'équivalent chaque jour de 4 kms de bouchons pendant deux heures, sur deux files par sens. L'A47 connaît de ce fait des périodes de saturation dont nous avons indiqué qu'elles pouvaient être journalières, hebdomadaires ou saisonnières. Aux périodes de fort trafic, le moindre incident de circulation connaît des amplifications pouvant aboutir au blocage de l'axe autoroutier.

La forte sollicitation de l'A47 - 60 400 véhicules jours en MJA 2011¹²⁶ - comme son ancienneté, donnent aux usagers une image négative de l'infrastructure, principalement sur le secteur de Givors : "*Quand il y a des accidents, c'est la catastrophe*" ou "*Quand il y a un grain de sable sur l'autoroute cela devient problématique*" [DDE 42, 2006]. Vu de l'espace givordin, la vision catastrophique est partagée. Lorsque le blocage autoroutier survient en période de fort trafic, la circulation à Givors peut être bloquée en 20' seulement. Le maire-adjoint utilise l'expression « *L'autoroute se déverse dans Givors* » pour traduire de façon imagée le phénomène qui se produit alors.

Les blocages de l'A47 sont pour 55% liés aux conditions de trafic, pour 45% aux nécessités de chantiers et aux accidents de circulation. Ils surviennent de façon souvent imprévue comme ce fut le cas le mercredi 11 octobre 2006 suivant la relation qu'en fait le Journal le Progrès :

¹²⁵ Cf 1^{ère} partie, 2.2

¹²⁶ Source Direction interdépartementale des Routes Centre-Est, site Internet <http://www.dir.centre-est.developpement-durable.gouv.fr/donnees-de-traffic-r87>. Consulté le 14 juillet 2012. Rapport Réseau de la DIR-CentreEst Trafic 2011 ; mai 2012.

« La circulation est plutôt fluide ce mercredi soir sur l'A47. Le pont autoroutier de Givors ne semble pas saturé. Et c'est pour des raisons encore indéterminées qu'un camion venant de Clermont-Ferrand et se dirigeant vers le sud se met à zigzaguer. Après avoir heurté la glissière centrale, il arrache sur une centaine de mètres celle de droite avant de se coucher. Le chauffeur n'est que légèrement blessé. Il est 22 h 40. L'heure n'est pas encore à la galère. Mais chacun sait que le matin venu, la pagaille s'installera à Givors. (...) Il est minuit mais... dix heures plus tard la voie n'est toujours pas ouverte. Des milliers d'automobilistes se perdent alors dans Givors où ils passeront plus d'une heure.

Entre-temps, la DDE n'a pas chômé. « Le camion a perdu 400 litres de gasoil et il nous a fallu passer une tonne d'absorbant » assure J.P.G. Il n'y avait plus qu'un garde-fou, destiné aux piétons, sur le pont. Il n'était pas question d'ouvrir la route dans ces conditions », poursuit le responsable de l'Équipement. (...).

C'est alors l'heure de pointe. Les stéphanois ont déjà mis plus d'une heure et demie lorsqu'ils sont pris au piège, rejoints par des givordins désireux de déposer leurs enfants à l'école avant d'aller, si possible, travailler. (...) Il est vrai que dans Givors certains quartiers sont carrément paralysés, les bouchons remontent même sur les hauteurs de la ville.

(...) Quelques policiers municipaux tentent pour leur part de régler la non-circulation devant laisser entrer dans la commune les véhicules venant de Lyon. Vers 10h30, une voie est à nouveau utilisable. Les travaux prévus cette nuit devraient permettre de retrouver une situation normale dès ce matin. Mis à part qu'en fin de soirée, la DDE a fermé totalement l'accès de l'autoroute à Lyon, occasionnant une paralysie totale du centre de Givors.

Quotidien Le Progrès, vendredi 13 octobre 2006, p.7

Aux périodes de blocage, les infrastructures routières ne sont pas en capacité de répondre au surcroît de sollicitation. Elles connaissent alors des situations de saturation. Deux à trois heures sont à ce moment nécessaires pour se rendre en voiture d'un côté à l'autre de la ville compte-tenu du nombre limité de franchissements. De telles perturbations désorganisent la vie des habitants et paralysent momentanément les activités économiques.

A la survenue du moindre événement inattendu : un accident de circulation, une panne de réseau, ces effets de saturation peuvent occasionner des perturbations complémentaires. Ils entravent la libre circulation des services de secours, les interventions de maintenance des réseaux techniques. L'approvisionnement en béton frais d'un chantier peut être interrompu en cours de réalisation d'un ouvrage.

Il convient également de prendre en compte le risque, toujours possible, d'accident lié au transport routier de matières dangereuses. Le SPIRAL¹²⁷ a réalisé un Livre blanc relatif aux transports de matière dangereuses dans l'agglomération lyonnaise. Ce document, actualisé en 1998, fait état de 2 à 9 accidents par an de transport de matières dangereuses par mode routier dans le département du Rhône. Sans que ces données puissent être précisées pour l'A47, cette autoroute est empruntée par des transports de produits, provenant ou se dirigeant vers le sud de l'agglomération lyonnaise (Vallée de la chimie). Le risque d'accident, de faible fréquence mais de forte gravité, est bien réel. Le 24 août 1993, un camion transportant du propane se renverse sur l'A47. Le réservoir de carburant s'enflamme mais la citerne est, elle, intacte¹²⁸. Le 13 mai 2008, sur l'A47 dans la vallée du Gier, deux poids lourds s'accrochent lors d'un ralentissement. L'un d'entre-eux, un camion-citerne transportant un produit chimique dangereux, l'acrylamide, se met en travers de la chaussée [Le Progrès, 14 mai 2008]. La cuve n'a pas été endommagée et le produit chimique ne s'est pas répandu. De tels événements peuvent avoir des effets catastrophiques s'ils surviennent en période de fort trafic, tant vis-à-vis de leurs effets directs, que des conditions d'intervention et de mise en sécurité des usagers et des riverains, rendues difficiles.

Les effets d'un accident de transport de matière dangereuse diffèreraient selon qu'il se produirait au droit du franchissement du Rhône, au risque d'une pollution du fleuve et de sa nappe d'accompagnement, au droit du quartier d'habitation du Canal et de l'entreprise TACS posant les questions de la mise à l'abri de la population et de la mise en sécurité des installations industrielles, au droit de l'échangeur, situé à proximité de deux établissements recevant du public : la piscine municipale et de l'établissement scolaire Notre Dame ou encore au droit du centre commercial des Deux-Vallées (cf planche 17).

.../...

¹²⁷ Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles et des Risques dans l'agglomération Lyonnaise.

¹²⁸ Source base de données ARIA. A www.aria.ecologie.gouv.fr

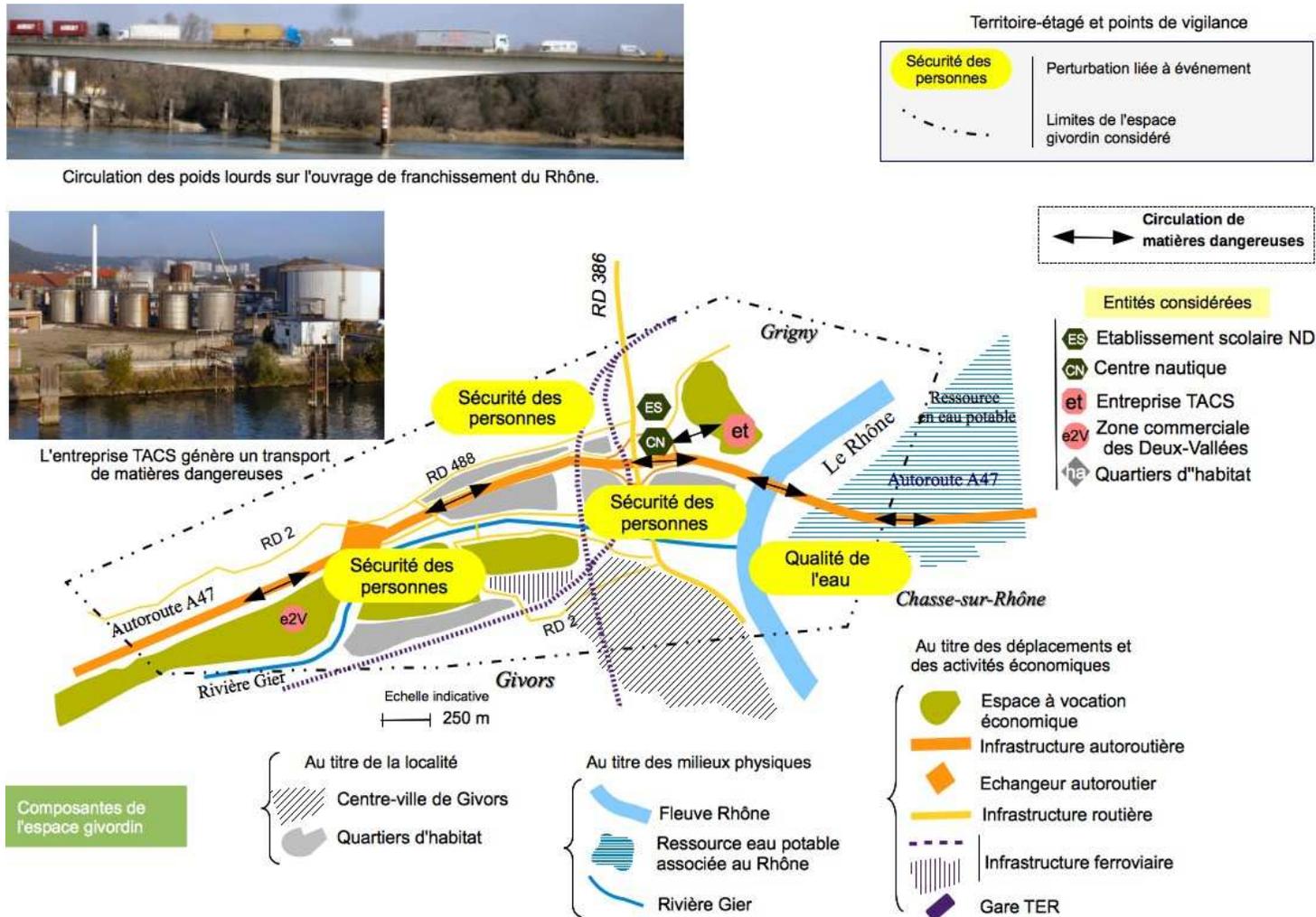


Planche 17: Le transport de matières dangereuses sur l'A47: une perturbation de caractère événementiel.

En définitive, sur la planche 18 ci-après, nous avons délimité la partie de l'espace givordin où se produisent les perturbations précédemment identifiées.

- effets de barrière dans les relations entre les quartiers situés de part et d'autre, limitant les franchissements à trois points de passage,
- nuisances phoniques et altération de la qualité de l'air, pour les riverains,
- mise en danger des personnes en cas d'accident de transport de matières dangereuses ou d'accident sur le site industriel TACS,
- coupure de circulation en cas d'accident,
- situation de saturation de l'A47 et par voie de conséquence du réseau routier dans son ensemble du fait de forts trafics, de chantiers de travaux ou d'intempérie,
- pollution accidentelle du fleuve ou de sa nappe d'accompagnement.

Au titre de la construction du territoire-étagé, nous considérons ces différentes perturbations sous l'angle de la vigilance qu'elles appellent. La veille active constitue ainsi la première étape d'une ingénierie qui contribuerait à envisager les effets dommageables favorisés par la dynamique d'urbanisation.

Nous avons mentionné comme points de vigilance les facteurs externes à l'espace givordin, susceptibles d'atténuer ou d'amplifier les perturbations. Il s'agit ici des conditions de trafic sur l'A47 dont les variations à différentes échelles de temps - la journée, la semaine, le mois, les années - peuvent varier de façon forte et influencer les conditions locales de circulation. Une solution envisagée transformerait en profondeur la situation de l'espace givordin : la réalisation du projet d'autoroute concédée A45 reliant Saint-Etienne à la vallée du Rhône, sans passer par Givors. Cette nouvelle infrastructure détacherait une partie significative des flux de circulation, d'un espace qui s'est urbanisé successivement au contact des infrastructures fluviale, ferroviaire, puis routière et autoroutière. Comme pour la déviation de la RN5 dans le Pays de Gex¹²⁹, ce projet fait débat quant à son tracé et aux conditions de son débouché, ici dans la vallée du Rhône. Une infrastructure nouvelle ne peut s'envisager, détachée de la dynamique métropolitaine, mettant en jeu localement des objectifs contradictoires et des intérêts divergents .

.../...

¹²⁹ Se référer à la 1^{ère} partie 1.5.

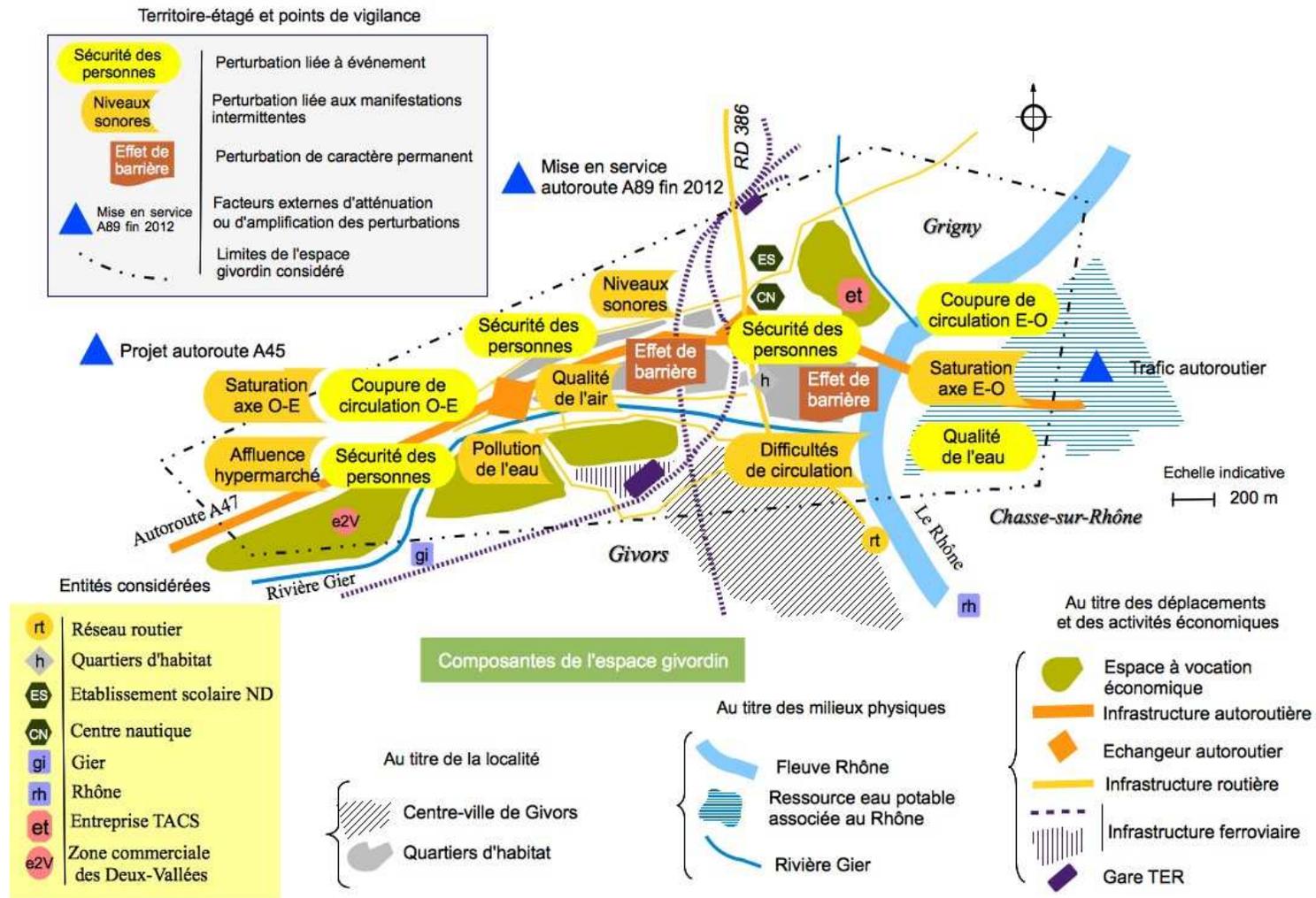


Planche 18: Construction du territoire-étagé givordin : les points de vigilance appelés par l'A47.

Nous avons aussi mentionné la mise en service de l'A89 Balbigny-Lyon qui interviendra fin 2012¹³⁰. Ce barreau autoroutier permettra de relier l'A71, Paris-Clermont-Ferrand, à l'agglomération lyonnaise par les Monts du Lyonnais, sans passer par l'A47. Bien que cette section autoroutière comportera de fortes rampes, son attractivité est susceptible de réduire le trafic poids-lourds dans la traverse de Givors. De même, sauf à ce qu'une réglementation spécifique intervienne dans les prochains mois, les transports routiers de matière dangereuse pourront emprunter ce nouvel itinéraire pour rejoindre la Vallée de la chimie au sud de Lyon sans passer par Givors. A ce jour, une incertitude pèse sur la nouvelle répartition des trafics et sur les dispositifs réglementaires qui pourraient être mis en place pour réguler des évolutions, dont certaines pourraient être problématiques.

Entités en interactions et projets modifiant l'espace givordin

Pour interroger les processus pouvant favoriser les perturbations, nous avons identifié les entités interagissant avec l'A47 (cf planches 18 et 19). Il s'agit d'abord des quartiers d'habitation, riverains de l'autoroute. Leurs habitants sont exposés aux nuisances et concernés par l'effet de barrière. Au titre des milieux physiques, les entités sont celles attachées au Rhône, que l'infrastructure surplombe, au Gier du fait de ses débordements pouvant affecter l'autoroute. Au titre de l'activité économique, nous prenons en considération la zone commerciale des Deux-Vallées dont la desserte est tributaire des conditions de trafic sur l'A47, l'entreprise TACS compte-tenu du transport de matière dangereuse qu'elle génère et des effets réciproques possibles d'un accident industriel et d'un accident de transport de matières dangereuses. Au titre des flux de déplacement et de transport, nous prendrons en compte le réseau routier, dont le fonctionnement est affecté par les conditions de circulation sur l'A47. Nous ne considérerons pas ici l'entité associée au réseau ferré. Bien que les infrastructures ferroviaires linéaires croisent l'A47 et que la gare de Givors-ville tienne une place importante à l'échelle régionale, nous n'avons pas mis en évidence d'éventuelles perturbations entre cette composante et l'A47.

Vis-à-vis de l'A47, ces entités assurent un certain nombre de correctifs pour réduire les interactions. Nous avons mentionné les projets menés au sein même de l'espace givordin, dont la réalisation est susceptible, à l'échelle de cet espace, de modifier les perturbations. Ainsi, des actions de requalification progressive de l'A47, décidées en 2004, sont conduites.

¹³⁰ Se référer à la fig.19. du chapitre 1.1.

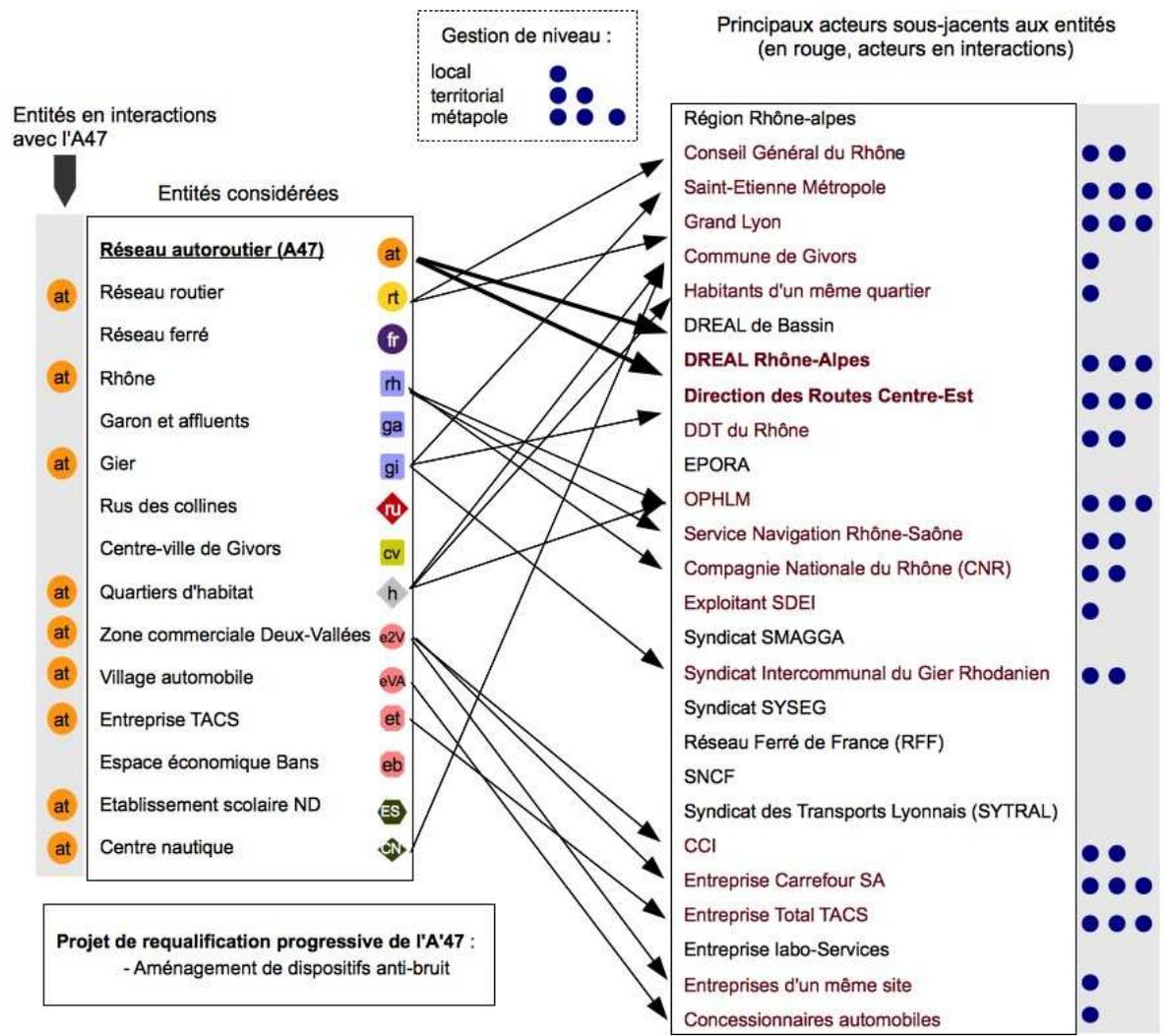


Planche 19: Construction du territoire-étagé givordain : entités en interactions vis-à-vis de l'A47.

La réalisation de dispositifs anti-bruit réduit les nuisances sonores pour les riverains, au prix cependant d'une accentuation de l'effet de barrière. La réalisation en 2007 de l'échangeur des Deux-Vallées a amélioré l'accès à la zone commerciale, réduisant l'effet de barrière produit par l'A47 qui, par ailleurs, favorise cette activité. Pour assurer ces améliorations, les acteurs mobilisent leurs référentiels respectifs de connaissances et d'actions, relevant d'échelles d'analyse et d'intervention différentes. Nous avons distingué sur la planche 19 l'échelle locale, par exemple celle de la commune, l'échelle territoriale correspondant à des attributions institutionnelles, celle par exemple du Conseil Général attaché au département du Rhône, l'échelle de la métropole traduisant le rôle joué par les pôles urbains influents, comme l'agglomération lyonnaise ou l'agglomération stéphanoise.

2.2.b Place de l'activité ferroviaire dans le territoire-étagé

Identification des perturbations et des facteurs externes

Les infrastructures ferroviaires - voies ferrées, gare de Givors-ville et gare de Givors-Canal- et les activités associées interagissent avec l'espace givordin. Ces infrastructures s'entrecroisent au sein de cet espace. Si l'A47 coupe en deux l'espace givordin créant des points de passage obligés, les infrastructures ferroviaires le compartimentent, avec pour effet de contraindre les déplacements entre les différents quartiers et secteurs d'activités comme le montre la planche 20. Les ponts-rails fixent des contraintes altimétriques au réseau routier induisant des gabarits à respecter pour les véhicules. Ils imposent souvent des largeurs réduites de voirie ne permettant pas le croisement des véhicules ou l'aménagement de trottoirs. Cet effet de barrière peut aussi jouer localement vis-à-vis du réseau hydrographique lors des épisodes de débordements du Gier et du Garon ou du Mornantet. Nous expliciterons cet aspect dans la partie 2.3.

.../...



Planche 20: Manifestation de l'effet de barrière associé aux infrastructures ferrées dans l'espace givordain.

Certains espaces délimités par les tracés ferroviaires se sont urbanisés postérieurement à la réalisation des infrastructures¹³¹. Les quartiers des Cornets et la Freydière, construits dans des délaissés de terrain, illustrent ces cas (cf. planche 20). Les effets de barrière observés sont certes liés aux aménagements réalisés au XIX^{ème} siècle, qui restent de ce fait actifs dans l'espace métropolitain. Mais ils résultent surtout de processus de différentes temporalités, relevant d'échelles d'intervention distinctes et insuffisamment coordonnées entre elles. Les interactions entre différentes dynamiques traduisent la complexité spatiale, sans que l'on puisse ici incriminer une entité spécifiquement par rapport à une autre.

Malgré les dispositions de sécurités prises, les accidents ferroviaires sont toujours possibles avec des effets pour la sécurité des personnes sur l'espace urbanisé. En 1970 à Givors, quatre wagons de carburants s'enflamment au droit du quartier de La Freydière, occasionnant 4 victimes. L'accident de Chavanay (Loire), commune située à 30 kms au sud de Givors dans la vallée du Rhône, reste gravé dans les mémoires : en 1990, un train de transport d'hydrocarbures s'était enflammé dans la traversée du village¹³². Le maire s'était trouvé en position de gérer les premiers moments de l'événement. Un accident de même nature intervient à La Voulte-sur-Rhône en 1993 sans faire de victime cette fois. En cas de déraillement d'un train de wagons d'essence, des évacuations de personne peuvent devoir être conduites sur un rayon de six cents mètres [HCFDC, 2010]. Le 5 avril 2004, entre Rive-de-Gier et Givors, une rame TGV heurte un train de travaux faisant deux blessés légers et occasionnant des dégâts matériels.

Le réseau ferré est exposé aux perturbations potentielles liées aux débouchés du Cotéon et du Froidefeuille, et de différents rus rejoignant la vallée du Rhône. Nous expliciterons cette situation dans la partie 2.3.c relative aux rus des collines. Bien que ces débouchés soient aménagés, des débordements sont toujours possibles et peuvent affecter la voie avec des dommages possibles pour les ouvrages voire une exposition des personnes si l'événement survient au passage d'un train.

Des dizaines de véhicules stationnent sur l'espace ferroviaire attendant à la gare de Givors-ville, sans que celui-ci ait été prévu à cet effet, faisant dire que *"La gare (est) victime de son succès"* [Grand Lyon, 2007]. Cette situation nécessite d'adapter les modes de gestion et les équipements. Elle traduit des interactions entre l'entité ferroviaire et l'entité réseau routier, qui n'ont pas été anticipées. Les acteurs institutionnels sont, à court terme, visiblement démunis pour traiter cette question posée de façon collective.

¹³¹ Cf 2.1.a

¹³² Source base de données ARIA (BARPI)

De la même façon que pour l'A47, nous avons délimité sur la planche 21 ci-après, la partie de l'espace givordin où les perturbations en lien avec le réseau ferré sont les plus évidentes. Elles prennent la forme :

- d'effets de barrière,
- de nuisances phoniques pour les quartiers d'habitations riveraines,
- de pollution accidentelle de l'eau par accident de circulation ferroviaire (transport de produits chimiques par exemple).
- de modification des écoulements des rus en crue.
- d'exposition des personnes à la possibilité d'accident de transport de matières dangereuses.

Au titre de la construction du territoire-étagé, nous considérons ces différentes perturbations sous l'angle de la vigilance qu'elles appellent pour réduire les effets potentiellement dommageables. Comme pour l'A47, la représentation d'ensemble des perturbations identifiées distingue selon leur caractère permanent, le fait qu'elles se manifestent de façon intermittente ou qu'elles soient liées à la survenue d'un événement soudain.

Nous prenons également en compte, au titre du réseau ferré, les influences extérieures à l'espace givordin. Nous en identifions deux :

- celle qui ressortirait d'un accident survenant sur l'aire ferroviaire de Badan, située sur la commune de Grigny. Cette aire peut donner lieu à un accident lié au stationnement de matières dangereuses.
- celle des modifications du trafic ferroviaire marchandise ou voyageurs pouvant influencer le fonctionnement de l'espace métropolitain, et corrélativement les perturbations qui peuvent s'y produire.

Ces influences extérieures rappellent que l'espace givordin ne peut être considéré isolément de sa situation dans la métropole. Les acteurs qui participeraient à son monitoring doivent d'une façon générale être attentifs à des événements, des évolutions ou des changements structurels se produisant en dehors du périmètre considéré, quelque soit la délimitation donnée à celui-ci.

Entités en interactions et projets modifiant l'espace givordin

De la même façon que pour l'A47, nous avons repéré les entités en interactions et projets modifiant l'espace givordin. Ces dernières données, contribuant à la construction du territoire-étagé, sont reportées en planche 22.

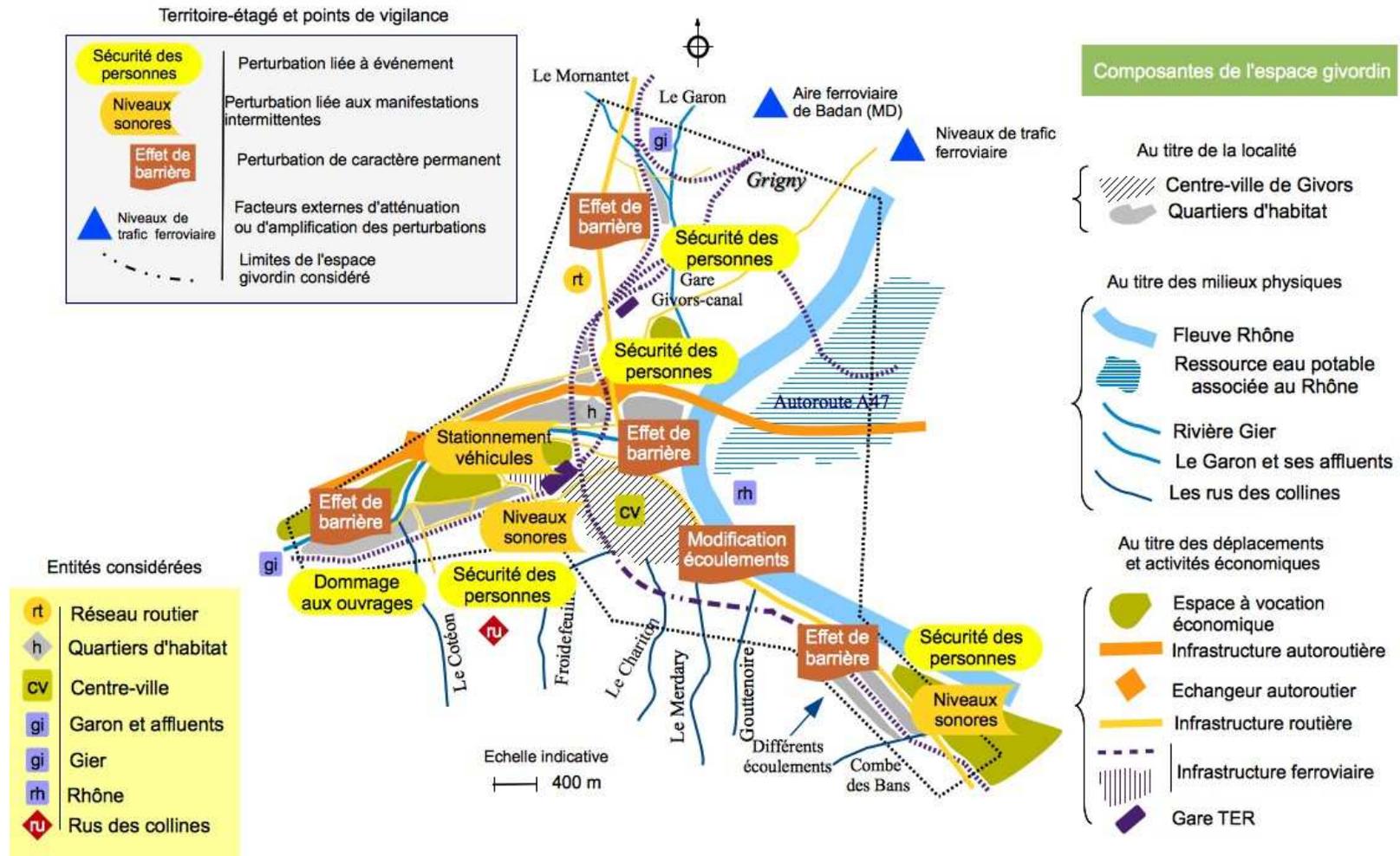


Planche 21: Construction du territoire-étagé givordin : les points de vigilance appelés par le réseau ferré.

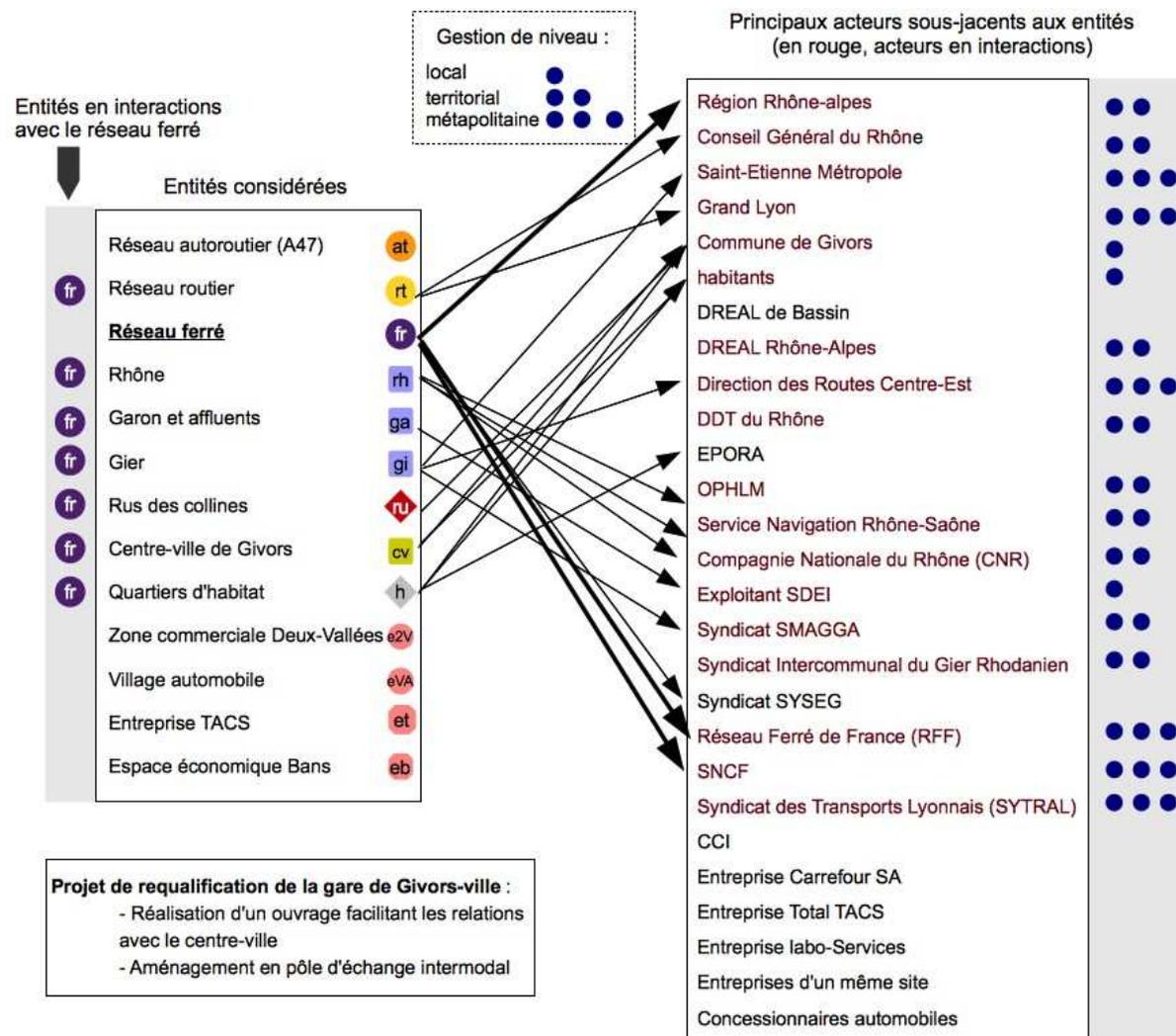


Planche 22: Construction du territoire-étagé givordin : entités en interactions vis-à-vis du réseau ferré.

Nous avons mentionné les facteurs d'évolution liés à la place grandissante que la gare de Givors-ville tient dans la structuration des déplacements par voie ferroviaire dans la métropole lyonnaise. Classée d'importance régionale, cette gare place en effet Givors à vingt minutes du centre de Lyon par le TER. Les actions de requalification engagées prennent la forme de l'aménagement d'un " (...) *pôle d'échanges multimodal en capacité d'accompagner les mutations profondes que va connaître l'agglomération lyonnaise dans les prochaines années*" [Grand Lyon, 2007]. Elles sont de nature à modifier, à terme, la cartographie des perturbations, telle que nous l'avons actuellement établie.

Dans le cadre du contrat de projet État-Région 2007-2013, l'État, la Région Rhône-Alpes, le Conseil Général du Rhône, RFF, la SNCF, le SYTRAL et le Grand-Lyon ont ainsi signé un protocole visant à faire de la gare de Givors-ville un pôle d'échange multi-modal. Cette requalification s'appuie sur le label « REAL » *Réseau Express de l'Aire métropolitaine Lyonnaise*, d'optimisation des politiques autour de l'infrastructure TER¹³³ : amélioration de la qualité et de la fiabilité de la desserte, adaptation ou réorganisation des réseaux de transport urbain pour assurer les correspondances, aménagement urbain du secteur gare et des accès, prise en compte des personnes à mobilité réduite, création d'espaces de stationnement voitures, vélos.... En 2009, RFF a d'ores et déjà assuré la maîtrise d'ouvrage d'un ouvrage sous la voie ferrée Lyon-Nîmes reliant la gare au centre-ville. Cet aménagement bien dimensionné en gabarit et en largeur, comme le montre la photographie 8, réduit l'effet de barrière produit par l'infrastructure entre le quartier de la gare et le centre-ville. Il participe de la réduction de la vulnérabilité spatiale du centre-ville en le reliant davantage à l'espace métropolitain¹³⁴ prenant ici la forme d'une gare TER.

A l'inverse, le besoin de stationnement est appelé à s'amplifier dans les prochaines années. Les améliorations du réseau TER peuvent ainsi favoriser un phénomène collectif de demande de stationnement à proximité de la gare dont on ne sait pas s'il peut être anticipé sur le plan quantitatif, compte-tenu des incertitudes quant aux futures pratiques des habitants de la métropole.

.../...

¹³³ Le protocole d'accord mettant en place cette dynamique a été signé en 2005 par les présidents : du Conseil régional Rhône-Alpes, des Conseils généraux du Rhône et de l'Isère, du Grand Lyon, des Communautés d'agglomération de Villefranche sur Saône et du Pays viennois, du SYTRAL, de la SNCF et de RFF. Saint-Étienne-Métropole, le Conseil général de l'Ain et la communauté d'agglomération des Portes de l'Isère ont été intégrés au projet en 2007.

¹³⁴ Se référer au 2.1.b ci-dessus.



Photographie 8: Givors. Ouvrage RFF réalisé en 2009, favorisant les échanges gare / centre-ville.

Si les infrastructures de transport interagissent avec l'espace urbanisé, il en est de même avec les milieux physiques que sont le Gier, le Garon et les rus des collines dans leurs effets hydrauliques.

2.3 La construction du territoire-étagé : le réseau hydrographique

En interrogeant le réseau hydrographique, nous tenons compte de la place de l'eau dans l'espace givordin. Pour Jacky Vieux, directeur de la Maison du Fleuve Rhône "*La qualité du site géographique de Givors a un prix : les crues et les inondations* » [Le Progrès, 2008]. De la même façon que l'événement du 3 octobre 1988 a conduit la ville de Nîmes à prendre conscience que son essor lui valait d'être vulnérable à la submersion, les événements du 3 décembre 2003, moins dramatiques dans leurs effets, doivent conduire l'espace givordin à prendre en considération les vulnérabilités attachées à ses transformations, passées et présentes, dans un cadre physique où l'eau est très présente.

2.3.a Place de la rivière Gier dans le territoire-étagé

Identification des perturbations et des facteurs externes

La crise hydrologique du 2 décembre 2003 est propice à aborder les interactions liées au Gier. Les débordements hydrauliques surviennent alors que l'ébauche d'un plan communal d'intervention est en cours, en relation avec le Certu. La crise précède ainsi la mise au point d'un outil devant faciliter sa gestion. Le désarroi des autorités, dont nous avons fait état, pose plus généralement la question de l'anticipation des interactions entre différentes entités se référant à des dispositifs de gestion distincts. Ceci renvoie à notre pratique de l'aménagement confrontée à différentes configurations non maîtrisables¹³⁵ sans qu'une gestion stratégique de l'espace urbanisé ait tenté de les appréhender.

Si, en amont de Givors, la crue du Gier a endommagé l'A47 en différents points de son tracé, nous nous sommes intéressé aux perturbations les plus manifestes au sein de l'espace givordin, que nous avons représentées en planche 23.

Des mesures de prévention y ont été prises pour faire face à l'éventualité de processus non contrôlés. Ainsi, le centre commercial Carrefour, aménagé en zone inondable, a été fermé à la clientèle dès 9 heures du matin, anticipant de possibles effets des débordements du Gier. A l'inverse, l'ouvrage de franchissement du Gier (RD2) est ouvert à la circulation au moment où le tablier cède brutalement, sous l'effet de la déstabilisation d'une pile du pont. L'affaiblissement de l'infrastructure n'a pu être anticipé, il se produit lors du passage d'un camion, sans faire de victime. Cet ouvrage avait été fermé puis réouvert, faute de signes tangibles justifiant son interdiction. L'autoroute A47 a pu, elle, être interdite à la circulation avant d'être envahie par les eaux du Gier, ayant emprunté à contre-pente une canalisation d'assainissement pluvial de l'infrastructure. L'intrusion des eaux dans l'A47 présente des similitudes avec l'accident du cours Lafayette en février 2008 à Lyon, où le gaz s'était répandu dans les sous-sols des immeubles d'habitation, empruntant aussi le réseau d'évacuation des eaux pluviales¹³⁶. Dans les deux cas, la présence des réseaux participe des effets inattendus à différentes échelles. Ils produisent des événements imprévisibles. Ici, la fermeture de l'autoroute au sein de l'espace givordin perturbe localement mais elle interrompt aussi les flux de circulation reliant les agglomérations lyonnaise et stéphanoise, et au delà la vallée du Rhône et l'Auvergne. Le dysfonctionnement affecte l'échelle de la métropole.

¹³⁵ Se référer à la 1^{ère} partie, 1 et 2.

¹³⁶ Se référer à la 1^{ère} partie 2.4.



Planche 23: Les débordements du Gier du 3 décembre 2003 endommagent l'espace givordin.

L'espace givordin est bien un espace complexe recouvrant différentes échelles de gestion. Les défaillances observées lors de la crue révèlent des interactions dont les effets portent potentiellement sur la sécurité des personnes, des endommagements d'ouvrages et de véhicules (cas du camion renversé par l'effondrement du tablier comme le montre la planche 20), la circulation, interrompue sur l'A47 au droit de Givors et perturbée sur les réseaux autoroutier et routier.

Une nouvelle crue du Gier intervient le 1^{er} novembre 2008 (cf illustrations 19 et 20). A Givors, l'autoroute A47 est perturbée par des entrées d'eau. Les eaux de crue envahissent la zone commerciale, produisant des dommages rapportés par la presse.

" (...) A hauteur du centre commercial du Gier, la rivière du même nom charriait tout sur son passage. Des canettes, des papiers mais aussi et surtout des branches et des troncs d'arbres. Cette zone commerciale qui la veille se délectait du travail de jour férié en recevant des milliers de clients n'était plus qu'un cours d'eau. On imagine d'ailleurs la panique si le Gier n'avait pas attendu la fermeture des commerces pour s'inviter brusquement. D'autant que les travaux de l'échangeur avaient transformé, dans la soirée, le parking en entonnoir. (...)

Quotidien Le Progrès, lundi 3 novembre 2008, p. 11

" Sur sept cent mètres, aucune enseigne n'a été épargnée. Seuls Carrefour, Gémo et quelques autres situés à l'entrée ouest sont passés entre les gouttes. A l'opposé, Kiabi, Cultura et Optical Center, entre autres, s'en tirent intacts. Entre les deux, c'est le désespoir. (...) Le responsable d'un magasin de pièces pour automobile estime sa perte à 15 000. J'habite Lyon, explique Patrick, directeur d'un magasin de meubles (...) Je croyais qu'on était protégé. Mes pertes ? A coup sûr, plus de 1000 000. (...) La gérante d'Esprit habite Vienne. Dès huit dimanche, elle a nettoyé son magasin, ce qui n'a pas empêché le parquet de gonfler. Devant, comme partout ailleurs, son parking est noir de boue. (...) A la Grande Récré J.H. L. soupire : je rouvre mardi mais j'ai perdu 2000 de jouets et sept fois plus en chiffres d'affaires."

Quotidien Le Progrès, mardi 4 novembre 2008, p. 13

Le trafic TER est très perturbé. Le quotidien le Progrès du 4 novembre 2008 rapporte à ce sujet : *"Des experts se rendent sur place pour déterminer si les trains peuvent rouler ou pas indiquait-on hier à la cellule communication de la SNCF. Le secteur de Rive-de-Gier est le plus touché. (...) Des cars de substitution vont continuer à acheminer les voyageurs entre Givors et Saint-Etienne."* Les dommages affectent surtout la commune de Rive-de-Gier, en amont de Givors (cf illustration 21). L'événement a une portée nationale puisque la Secrétaire d'Etat à l'Ecologie se déplace dans la commune. Il a donné lieu rétrospectivement à analyse par la municipalité de Rive-de-Gier, lors d'un séminaire de travail que nous avons organisé en janvier 2010 à la Maison du Fleuve Rhône à Givors, avec l'université Lyon III, le CNFPT, en lien avec la DREAL Rhône-Alpes.

Bien que partiel, ce retour d'expérience pose la question des effets non prévus de la gestion autoroutière de la crue du Gier. La décision prise de fermeture de l'A47 a en effet provoqué un afflux de trafic, via le réseau routier, vers l'agglomération de Rive-de-Gier, sans que l'acuité de la crise hydrologique à cet endroit ait pu être évaluée à distance. Les crises peuvent se succéder sans produire les mêmes effets aux mêmes endroits.



Illustration 20: Givors. A47. Dommages des 1^{er} et 2 novembre 2008.

Photo. Source mairie de Givors.



Illustration 21: Rive-de-Gier. Centre-ville. Dommages des 1^{er} et 2 novembre 2008.

Photo. Source mairie de Rive-de-Gier.

Au sein de l'espace givordin, les interactions liées aux débordements chroniques du Gier sont multiples. Elles affectent la zone commerciale des Deux-Vallées. Ce fut le cas en 1983 et également lors des événements de 2003 bien que nous n'ayons pu réunir que peu d'informations sur les dommages réels lors de cet événement. La localisation de la zone commerciale dans le lit moyen du Gier est à considérer sous l'angle de la sécurité des personnes vis-à-vis d'un événement hydrologique de forte intensité.

Celui-ci peut survenir en période de forte affluence du centre commercial, de fort trafic sur l'autoroute. Les espaces de stationnement et la voirie de desserte sont inondables, l'A47 l'est également. Les modalités d'évacuation du site dans de bonnes conditions posent question. Les trois composantes du triangle de vulnérabilité¹³⁷ sont ici présentes, explicitées en planche 24 ci-après. L'éventualité d'interactions entre différentes composantes de l'espace givordin : le Gier, l'infrastructure autoroutière, l'infrastructure routière, l'espace économique, est à considérer sous l'angle d'effets potentiellement catastrophiques.

¹³⁷ Se référer à la 1^{ère} partie, 3.3.b

Ce triangle fait ressortir la place tenue par la complexité de l'espace métropolitain dans la production de tels effets. Trois dynamiques sont en jeu, liées : à l'espace économique (niveau d'affluence commerciale), à l'autoroute (niveaux de trafic), à la rivière Gier (caractéristiques de la crue). elles mettent en jeu des entités distinctes. Remédier à cette configuration critique nécessite des transformations structurelles de l'espace métropolitain.

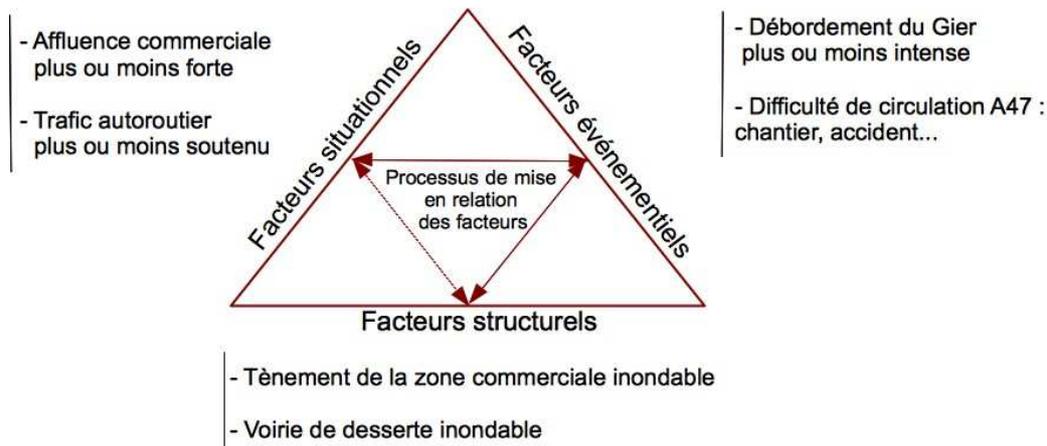


Planche 24: Processus mettant en jeu la vulnérabilité spatiale de la zone commerciale des Deux-Vallées.

Les événements hydrologiques de 2003, 2006, 2008 ont incité la DDT du Rhône à actualiser la connaissance hydrologique du Gier pour établir un PPR inondation. L'étude montre que la crue de référence précédemment utilisée, réputée de fréquence centennale, est seulement de niveau tricennale. La connaissance actualisée de l'aléa confirme la vulnérabilité de la zone commerciale des Deux-Vallées telle qu'elle ressort de la configuration critique observable entre les trois composantes de l'espace métropolitain.

Si le centre de l'agglomération peut être perturbé par des remontées de nappe affectant des quartiers d'habitat, des réseaux enterrés ou des voiries, les interactions entre le Gier et la composante habitat concernent plus spécifiquement le quartier des Cornets, situé dans une dépression topographique, en rive droite du Gier. Ce cas illustre une configuration critique, potentiellement dangereuse, comme le montre la planche 25 ci-après. Ce quartier est séparé du lit mineur de la rivière par la voirie de desserte, aménagée en remblai et protégée au nord par un talus enherbé jouant un rôle d'endiguement. Il est délimité au sud par la voie ferrée pouvant faire barrière hydraulique aux eaux de débordement. Un certain nombre de maisons sont réalisées sur des remblais de surélévation mais pas toutes.



Planche 25: Quartier des Cornets. Configuration critique vis-à-vis de débordements du Gier.

Deux projets de lotissements étaient en cours en 2010, respectivement de 13 et 19 habitations individuelles, lorsque la DDT du Rhône a obtenu les résultats de l'étude hydraulique du Gier mettant en évidence le risque de submersion pour ce quartier.

A la demande du Préfet, le premier projet a été abandonné alors même que les travaux étaient en cours, le second a été mené à son terme au prix d'adaptations des dispositions constructives initiales. Pour analyser la vulnérabilité du quartier des Cornets, nous avons recours au spectre de la vulnérabilité pour mettre en évidence, en planche 26, les différents facteurs appelant une vigilance particulière.

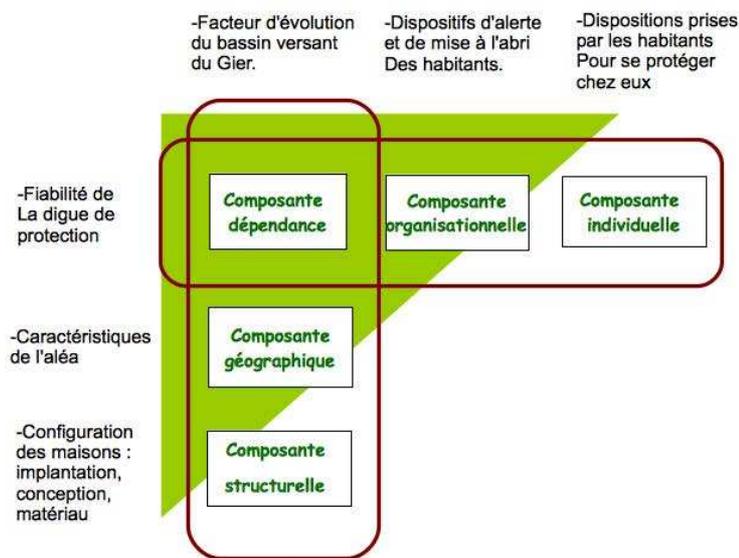


Planche 26: Givors. Facteurs de vulnérabilité du quartier d'habitation des Cornets..

De la même façon que pour l'A47 et le réseau ferré, nous avons délimité sur la planche 27 la partie de l'espace givordin où des perturbations sont possibles avec la rivière, posant des questions :

- de sécurité des personnes fréquentant l'espace économique vis-à-vis des débordements soudains du Gier.
- de sécurité des habitants du quartier des Cornets vis-à-vis d'une submersion.
- de pertes d'exploitation par fermeture temporaire de la zone commerciale des Deux-Vallées et de dommages aux biens du fait des débordements du Gier.
- de coupure de l'infrastructure autoroutière dans les deux sens de circulation.
- de déstabilisation des berges (érosion) et ouvrages de protection hydraulique dont la digue de protection du quartier des Cornets.

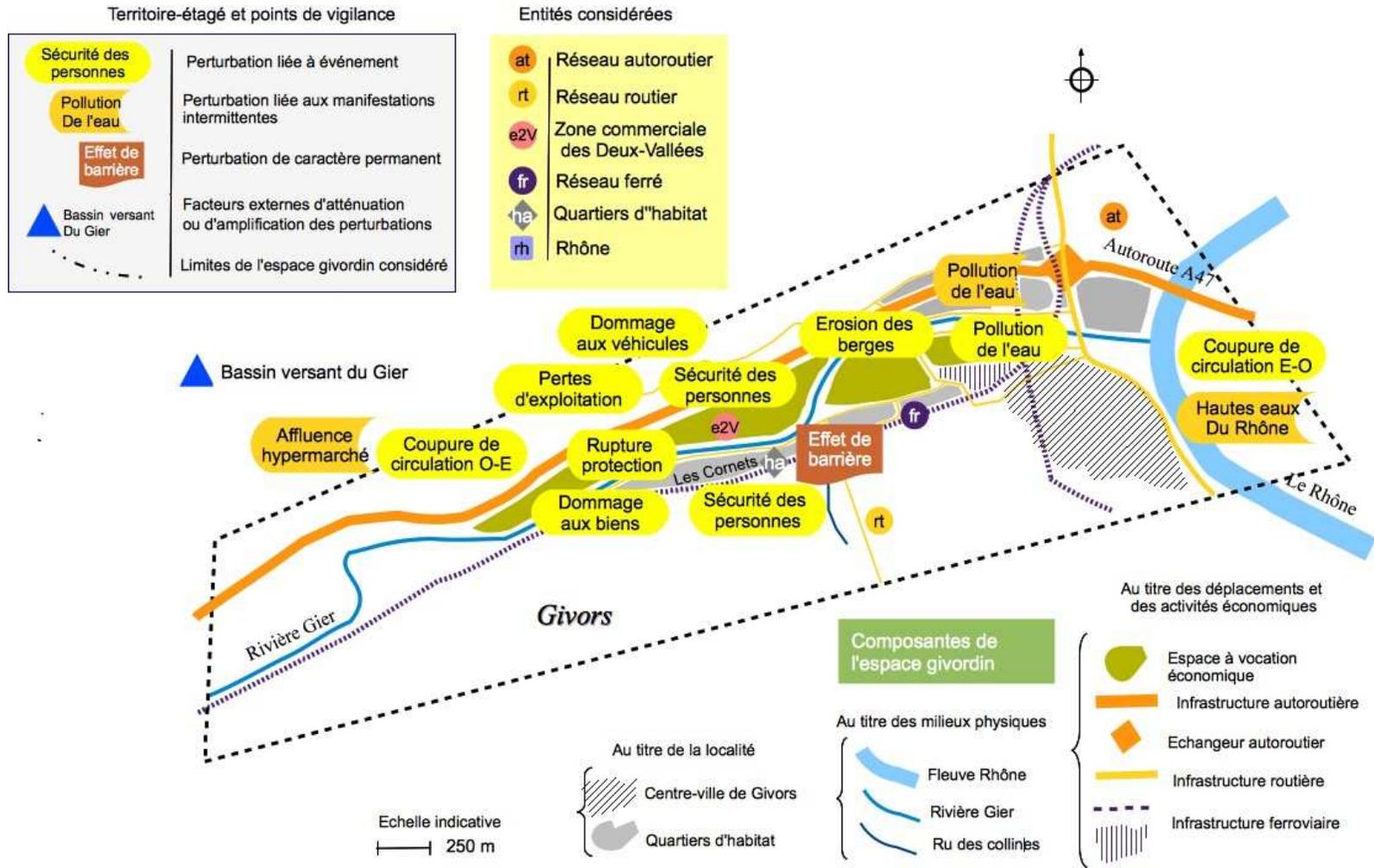


Planche 27: Construction du territoire-étagé givordin : les points de vigilance appelés par le Gier.

- d'effet de barrière hydraulique produit par l'infrastructure ferroviaire.
- de pollution accidentelle de l'eau pouvant provenir des sols pollués issus des friches industrielles, lors de travaux d'aménagement, ou d'un accident sur le réseau routier ou autoroutier.
- de pollution chronique de l'eau, liée par exemple à la présence des sols pollués.
- de niveaux des hautes eaux du Rhône.

Pour construire le territoire-étagé, nous prenons en considération ces perturbations appelant une vigilance d'ensemble pour favoriser la prise en compte des effets potentiellement dommageables associés à la dynamique d'urbanisation. Comme pour l'A47 et le réseau ferré, la représentation des perturbations identifiées distingue selon qu'elles sont de caractère permanent, qu'elles se manifestent de façon intermittente ou qu'elles sont liées à la survenue d'un événement soudain.

Nous prenons également en compte les facteurs externes à l'espace givordin introduisant des incertitudes sur l'évolution des composantes en présence. Nous avons identifié à ce titre : les évolutions possibles du régime hydraulique du Gier, en lien avec des transformations pouvant intervenir sur son bassin versant, les modifications des niveaux de fréquentation de l'A47, comme élément du système de transport à l'échelle de la métropole, les changements de niveaux de fréquentation de la zone commerciale des Deux-Vallées. Quant au Rhône, dès lors que son aménagement est réalisé, son influence sur l'espace givordin, en relation avec le Gier, relève de ses variations de niveau pouvant influencer sur la rivière en crue, dans sa partie aval proche du centre-ville.

Entités en interactions et projets modifiant l'espace givordin

De même que pour l'A47 et le réseau ferré, nous avons mis en évidence les entités en interactions en précisant le niveau de gestion : local , territorial ou métropolitain. Ces données contribuant à la construction du territoire-étagé sont portées sur la planche 28.

Différentes actions sont menées à l'échelle de l'entité Gier. Ainsi, les conditions de maîtrise d'ouvrage d'un second contrat de rivière ont été établies. Celle-ci sera assurée conjointement par la communauté d'agglomération de Saint-Etienne Métropole et le syndicat intercommunal du Gier rhodanien regroupant, depuis sa création en 2007, les communes concernées du département du Rhône. La mise en place d'un dispositif de prévision des crues a été engagée sous la maîtrise d'ouvrage de Saint-Etienne Métropole.

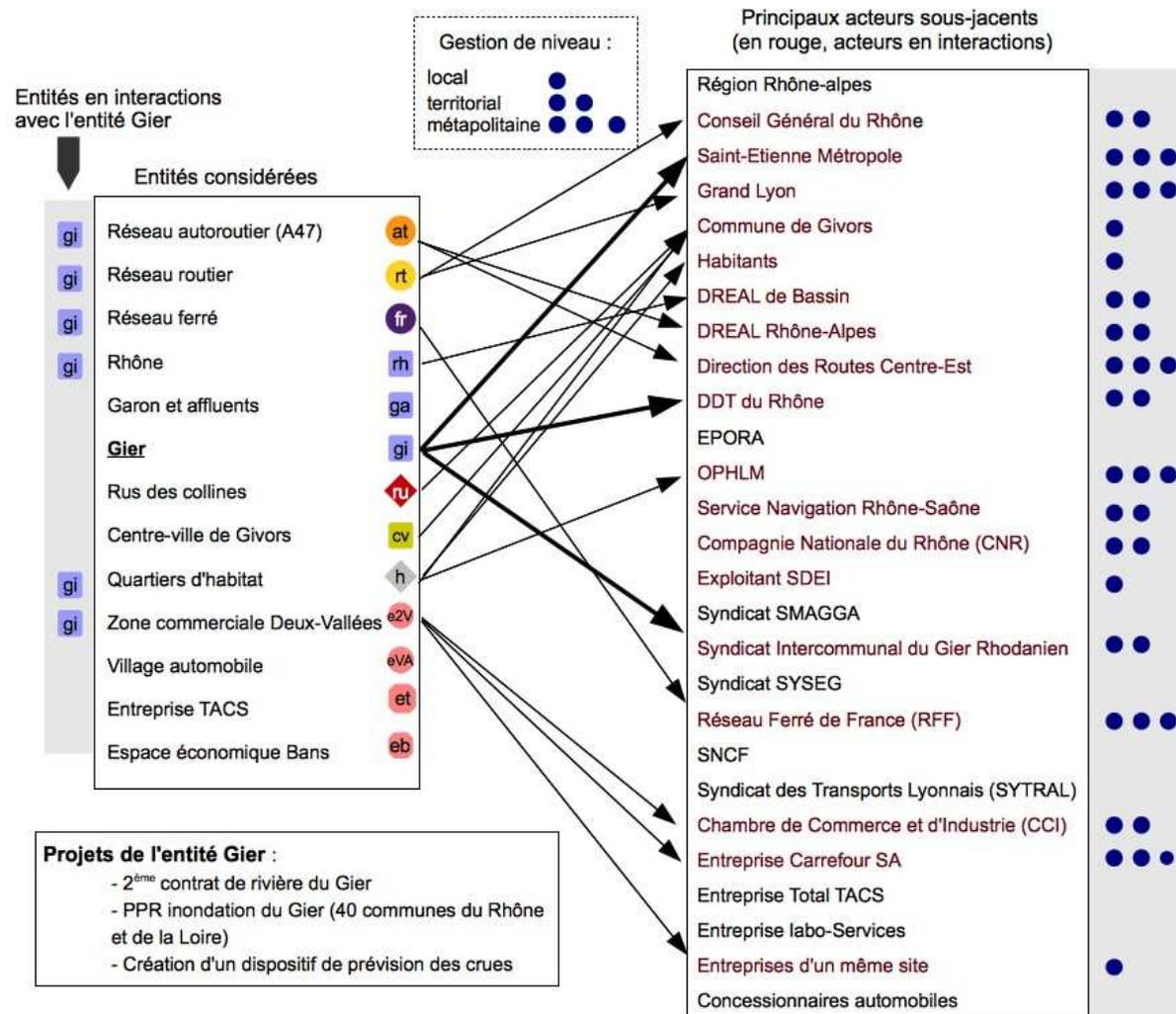


Planche 28: Construction du territoire-étagé givordin : entités en interactions vis-à-vis du Gier.

Par ailleurs, l'arrêté inter-préfectoral Rhône et Loire a prescrit le 9 janvier 2009, la réalisation d'un PPR inondation du Gier et de ses affluents, concernant 40 communes. Les études réalisées confirment l'inondabilité de la zone commerciale des Deux-Vallées ainsi que d'une partie du site Fives-Lille, posant la question de la constructibilité de ces espaces.

Nous avons montré la nécessité de transformations structurelles au niveau de l'espace économique du Gier, dans un sens qui permette de réduire les interactions avec la rivière. De telles transformations sont à rechercher en raisonnant à l'échelle de cet espace considéré dans sa globalité et aussi comme composante de l'espace métropolitain. La disponibilité de friches industrielles ouvre des possibilités de redistribution des activités commerciales en tenant davantage compte du Gier. L'échelle de temps pour réduire véritablement la vulnérabilité de la zone est alors celle du projet urbain, nécessitant plusieurs années pour se concrétiser. Ici, la dépollution des sols affecte l'économie des projets et le délai de leur réalisation, de même joue que la concurrence entre les activités économiques. La partie nord de l'espace économique - ancien site VMC - a donné lieu à la création d'un "village automobile" regroupant les concessionnaires automobiles givordins (cf Illustration 22 et photo 9). Cette réalisation renforce l'image de la voiture dans le territoire. La place tenue par l'espace des flux est ici évidente. Dans la plaine comprise entre l'A47 au nord et l'infrastructure ferroviaire au sud avoisinent maintenant le village automobile, l'espace de stationnement attendant à la gare de Givors-ville.

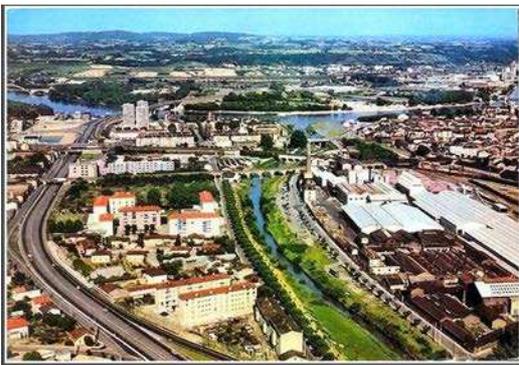


Illustration 22: Givors. Ancien site VMC.

Source inconnue



Photographie 9: Givors. Village automobile sur l'ancien site VMC.

Ces modifications accompagnent et renforcent la dynamique d'urbanisation, l'attractivité de la zone commerciale. La communauté urbaine de Lyon a engagé une réflexion d'ensemble pour cet espace économique visant à lui donner une dimension métropolitaine tout en prenant en compte les perturbations induites par la rivière. Le concept d'aménagement défendu est celui de *seconde confluence* faisant ici référence à l'aménagement de la confluence Rhône-Saône, au coeur de l'agglomération lyonnaise. Le projet associé conduirait à transférer des enseignes de la zone commerciale sur le site Fives-Lille réaménagé. Cette transformation permettrait de réduire le risque lié à l'inondation. En déplaçant l'activité commerciale métropolitaine vers l'Est. Elle réduirait également la vulnérabilité du centre-ville, en valorisant la création du nouveau passage inférieur ferroviaire. Comme dans le cas du quartier du Faubourg à Béziers¹³⁸ mais sans qu'il soit affecté par des processus de paupérisation, le quartier des Cornets n'est pas identifié dans ce projet. Bien qu'en interaction forte avec le Gier, cet élément de l'espace métropolitain se situe à l'écart des processus de transformation à venir.

2.3.b Place du Garon et du Mornantet dans le territoire-étagé

Identification des perturbations et des facteurs externes

Les événements de décembre 2003 nous conduisent à considérer le cours d'eau du Garon pour la construction du territoire-étagé givordin. Ce cours d'eau est une limite des deux communes de Givors et de Grigny. Le 3 décembre 2003, les habitations individuelles de la cité du Garon, l'immeuble collectif situé rue A. Delaune, les équipements du stade ont été affectés par des débordements du Garon et de son affluent le Mornantet. Les services de secours ont évacué des habitants. Début novembre 2008, les débordements menacent à nouveau l'espace urbanisé, ce que relate le Journal le Progrès dans son édition du 3 novembre 2008 (p.11) : "*Rue de Pressensé, lieu de tous les dangers en matière de crues, pendant que le coiffeur sèche ses sièges à même le trottoir certains riverains sont amers. A quelques pas, le Garon montre encore ses dents émergeant de flots boueux. Tout près de là, mais côté Givors, la cité du Garon panse ses plaies. Comme d'habitude. Rue Auguste Delaune, parkings et caves sont inondés comme à la belle époque. Enfin, un peu moins. Aux Vernes, c'est le Mornantet qui a fait des siennes au pied des grands ensembles (...)*".

Ces perturbations et dommages mettent en évidence des interactions au sein de l'espace urbanisé qui ne sont pas totalement nouvelles. Différents principes constructifs adoptés, comme la surélévation du premier niveau des habitations et celle des planchers des

¹³⁸ Cf 1^{ère} partie 2.5.

ouvrages techniques (cf photographies 10 et 11), traduisent des dispositions anciennes pour limiter les effets des débordements, sans que l'on sache si celles-ci visaient à protéger du Rhône, du Garon ou des deux.



Photographie 10: Givors, cité du Garon : Escalier extérieur donnant accès au plancher habitable.



Photographie 11: Givors, cité du Garon. Ouvrage technique surélevé.

Nous nous sommes intéressé à la propriété individuelle identifiée par la planche 29. La localisation de cette propriété à l'aval d'un coude du Mornantet, en amont immédiat de la confluence Garon Mornantet et en zone inondable par le Rhône, selon le PPR du Rhône met en évidence une configuration critique. Celle-ci se révèle lors de l'événement de décembre 2003 où l'eau envahit le tènement comme le montre l'illustration 1 de la planche 29. Nous dérogeons ainsi pour ce cas singulier au principe que nous nous sommes fixé de considérer les habitants à l'échelle du quartier, élément de l'espace métropolitain.

Bien que son terrain ait pu être affecté par le fleuve, le riverain se considère aujourd'hui comme d'abord menacé par les crues du Mornantet. Les débordements du cours d'eau se sont, semble-t-il, multipliés depuis les années 80. Ils se sont manifestés en novembre 1982, en mars 1983, en avril 1983 et encore en novembre 1990. Sans attendre que la puissance publique engage des actions pour tenter de réduire les effets dommageables produits, le riverain a pris toutes les dispositions possibles à son niveau : plantations arbustives de la berge pour limiter l'érosion produite, aménagement des descentes d'eau de toiture, surélévation des équipements sensibles dans son sous-sol (cf planche 29 ci-après).

Propriété riveraine du Mornantet en amont immédiat de la confluence avec le Garon.
Le propriétaire développe une résilience face aux crues : fixation arbustive de la berge rive droite (photo 1), surélévation des équipements situés en sous-sol de l'habitation (photos 2 et 3).



Planche 29: Propriété riveraine du Garon, exposée à des débordements.

Lorsqu'ils surviennent, les débordements du Mornantet suivent les deux côtés de la voie ferrée. Edifiée en remblai, celle-ci présente deux ouvertures sous la forme de deux passages inférieurs, l'un au nord du quartier du Garon, l'autre au sud. Un troisième passage inférieur, plus au sud, est surtout perméable aux débordements du Rhône. Habitant le secteur de longue date, le riverain reconstitue sans difficulté la chronique des transformations de voiries intervenues en amont de son terrain, participant des perturbations produites localement lors des débordements du Mornantet (cf planche 30 ci-après). A l'origine, la voirie empruntait un passage à gué offrant le débouché hydraulique maximale aux eaux de crues. Dans les années 70, un ouvrage en béton rectangulaire a été réalisé pour permettre le passage permanent de la circulation.

La diminution de section hydraulique qui en a résulté a favorisé des débordements en période de crues sur la voirie. Des buses ont été ajoutées en rive gauche du cours d'eau pour tenter d'augmenter cette section hydraulique. Cette adaptation n'a pas eu les effets escomptés. De plus, une transformation ultérieure du passage inférieur SNCF a induit une autre modification de la voirie. Une dalle en béton armé a été substituée au tablier en poutre métallique d'origine. De plus grande section, ce nouveau tablier a nécessité un abaissement du profil de la route pour maintenir le gabarit sous l'ouvrage. Cette modification a favorisé les écoulements hydrauliques des eaux de crue sur la voirie en direction du Parc des sports et du quartier du Stade. Ce cas concret montre comment la gestion éclipse, dans une recherche d'optimisations financière, technique ou d'usage, des effets pouvant intervenir sur le fonctionnement de l'espace urbanisé dans son ensemble sans qu'une synthèse territoriale soit faite des effets induits. Les perturbations qui peuvent en résulter localement nécessitent des adaptations qui devraient interroger les analyses sectorielles antérieures.

Porteur d'une analyse du cadre spatial où il vit - pourrait-on parler ici de *micro-territoire-étagé* ? - l'habitant met en évidence des interactions entre différentes gestions : celles du cours d'eau, de la voirie, des infrastructures ferroviaires, de son îlot bâti. Fort de cette analyse, il montre différentes aptitudes à la résilience. Pour ce faire, il mémorise les changements ayant affecté sur plusieurs années le cadre spatial de proximité auquel se rattache son habitation. Il observe en témoin attentif les effets qui peuvent en découler. Il constate une récurrence des phénomènes de débordement. Cette connaissance est qualitative et appuyée sur des différences avant/après, sur des évolutions. Elle diffère de celle de l'ingénieur qui, participant de la gestion de l'une ou l'autre des entités, appuie ses analyses sur des calculs d'ouvrage.



Planche 30: Le Mornantet en amont de la cité du Garon. Modifications successives de la voirie.

Ceux-ci ne livrent pas d'information, en terme d'effets produits, sur la façon dont s'articulent entre elles des configurations changeantes. Une modification anodine, comme le remplacement d'une poutre du tablier de l'ouvrage SNCF, peut avoir des conséquences imprévues. Si la poutre a été calculée dans les règles de l'art, le projet n'a pas pris en compte la réduction du gabarit de l'ouvrage. D'apparence anodine voire astucieuse, prenant la forme d'une modification de la voirie, la correction retenue n'a pas envisagé des possibles effets hydrauliques par interactions avec une autre composante. La gestion technique peine à intégrer la complexité faute d'un outil qui aide à le faire. La différence de méthodes entre le riverain *résilient* et l'ingénieur *technicien* a été illustrée sur place de façon très simple. Alors que des travaux d'endiguement sont réalisés au droit de sa propriété, le riverain observe que l'entreprise a réalisé sur son terrain une canalisation d'assainissement à contre-pente. Là où l'ingénieur venu sur place s'apprête à effectuer une mesure topographique pour vérifier les niveaux de pose, le riverain propose de vider un seau d'eau dans la conduite pour constater de visu le sens d'écoulement de l'eau. Les méthodes ne s'opposent pas, elles diffèrent !

Nous avons représenté les perturbations de ce secteur affecté par les débordements du Mornantet et du Garon (cf planche 31 ci-après). Ces perturbations sont de type :

- exposition des personnes à la montée des eaux, pouvant nécessiter leur évacuation pour mise en sécurité,
- dommages occasionnés aux biens et aux ouvrages.
- érosion des berges sous l'effet des écoulements hydrauliques et des processus naturels
- prescriptions attachées aux PPR inondation du Rhône et du Garon
- dysfonctionnements des équipements publics du parc des sports, conduisant à une interruption des services à la population.
- dysfonctionnement du dispositif amovible d'endiguement mis en place sur la rue Léo Lagrange¹³⁹.

Nous avons mentionné comme facteur d'évolution les transformations possibles du bassin versant du Garon et du Mornantet, sous l'angle des modifications du régime hydraulique des cours d'eau.

¹³⁹ Nous expliciterons ultérieurement la nature et l'objet de ce dispositif.

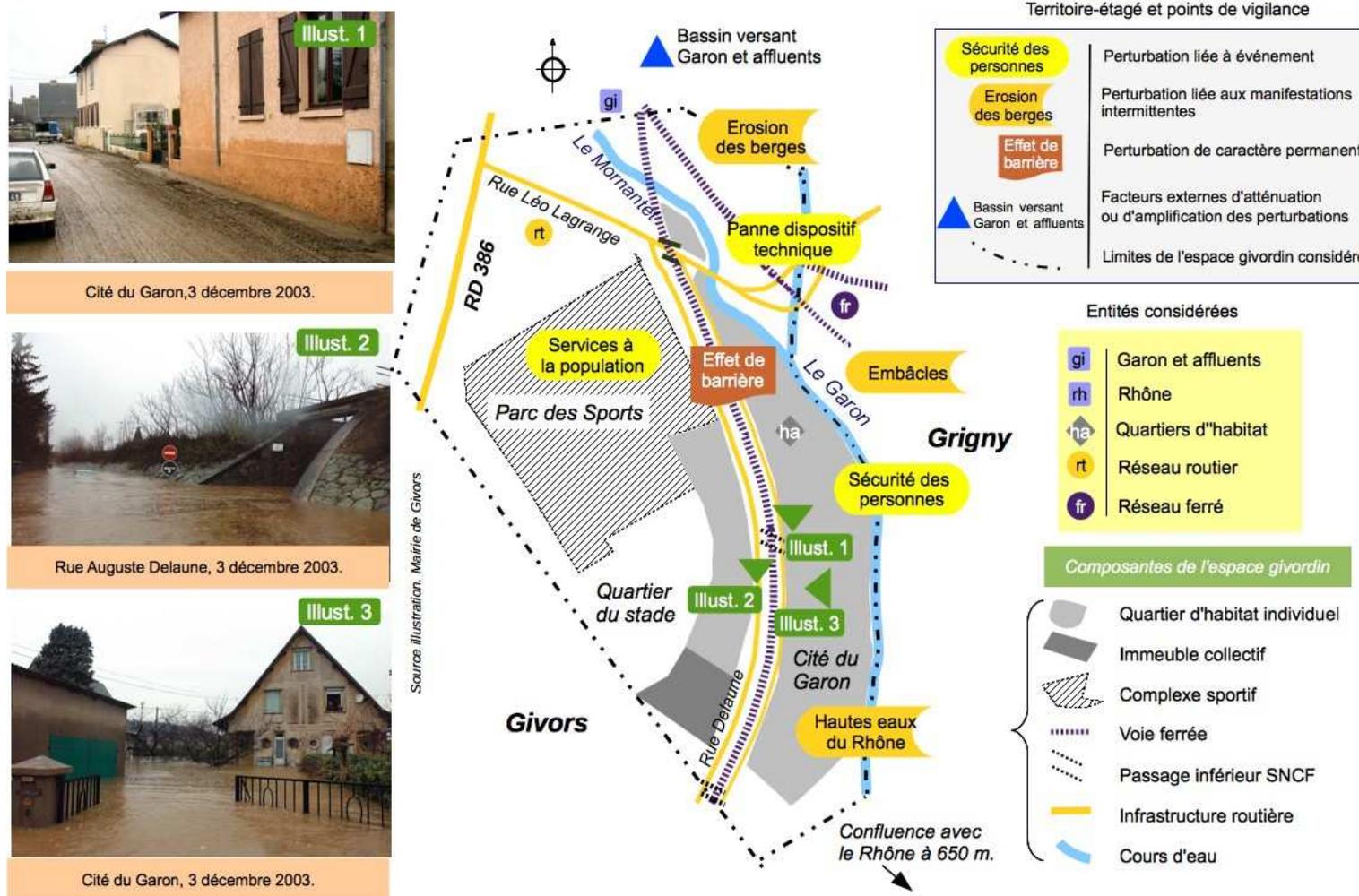


Planche 31: Construction du territoire-étagé givordin : perturbations liées au Garon et au Mornantet

Entités en interactions et projets modifiant l'espace givordin

De la même façon que pour l'A47, le réseau ferré et le Gier, nous avons mis en évidence les entités en interactions. Ces données contribuant au territoire-étagé donnent lieu à la planche 32 ci-après. Les débordements du Garon et du Mornantet ont conduit à la mise en place d'un PPR inondation approuvé par le Préfet du Rhône le 28 juin 2007. Cette servitude couvre six communes dont celles de Givors et de Grigny. L'étude hydraulique réalisée identifie la crue de décembre 2003 comme de fréquence de retour comprise entre 34 et 52 ans¹⁴⁰.

Aux côtés de l'État, le Syndicat Mixte d'Aménagement et de Gestion du bassin versant du Garon (SMAGGA) est un acteur important d'une gestion associée au cours d'eau et à ses affluents. Regroupant aujourd'hui 27 communes dont celles de Givors et de Grigny, ce syndicat avait pour compétence, à sa création en 1977, la réalisation d'un collecteur d'assainissement ayant le Garon pour exutoire. Cette compétence s'est élargie vers l'hydraulique de cours d'eau à la suite de la crue du Garon de 1983 puis à la maîtrise d'ouvrage d'un premier contrat de rivière initiée en 1994 et concrétisée en 2000. Depuis le 1^{er} janvier 2007, le SMAVG s'est transformé en SMAGGA. Les communes adhérentes sont prises en compte pour la partie de leur territoire incluse sur le bassin versant. Les populations concernées représentent environ 60 000 personnes, dont 5 659 habitants pour la commune de Givors (référence RGP 1999). Un Comité de rivière a été mis en place par arrêté préfectoral du 6 octobre 2009, afin de définir les actions d'un nouveau contrat de rivière, sous la maîtrise d'ouvrage du syndicat, intégrant des actions de réduction des effets des crues sur les communes de Givors et de Grigny situées à l'exutoire du bassin versant. A l'échelle du bassin versant du Garon, le SMAGGA a engagé en 2011 l'élaboration d'un Schéma directeur de gestion des eaux pluviales. L'objectif poursuivi est d'assurer une gestion d'ensemble des eaux, appuyée sur une connaissance du fonctionnement du bassin versant prenant en compte les aménagements anthropiques. Le schéma établira des propositions pour protéger les biens et les personnes, améliorer les conditions d'écoulement tant quantitatives que qualitatives, préserver la ressource en eau, ceci sans faire obstacle au développement urbain¹⁴¹.

¹⁴⁰ Etude DDT du Rhône, SOGREAH, septembre 2011.

¹⁴¹ Source compte-rendu du comité syndical du SMAGGA du 19 avril 2011.

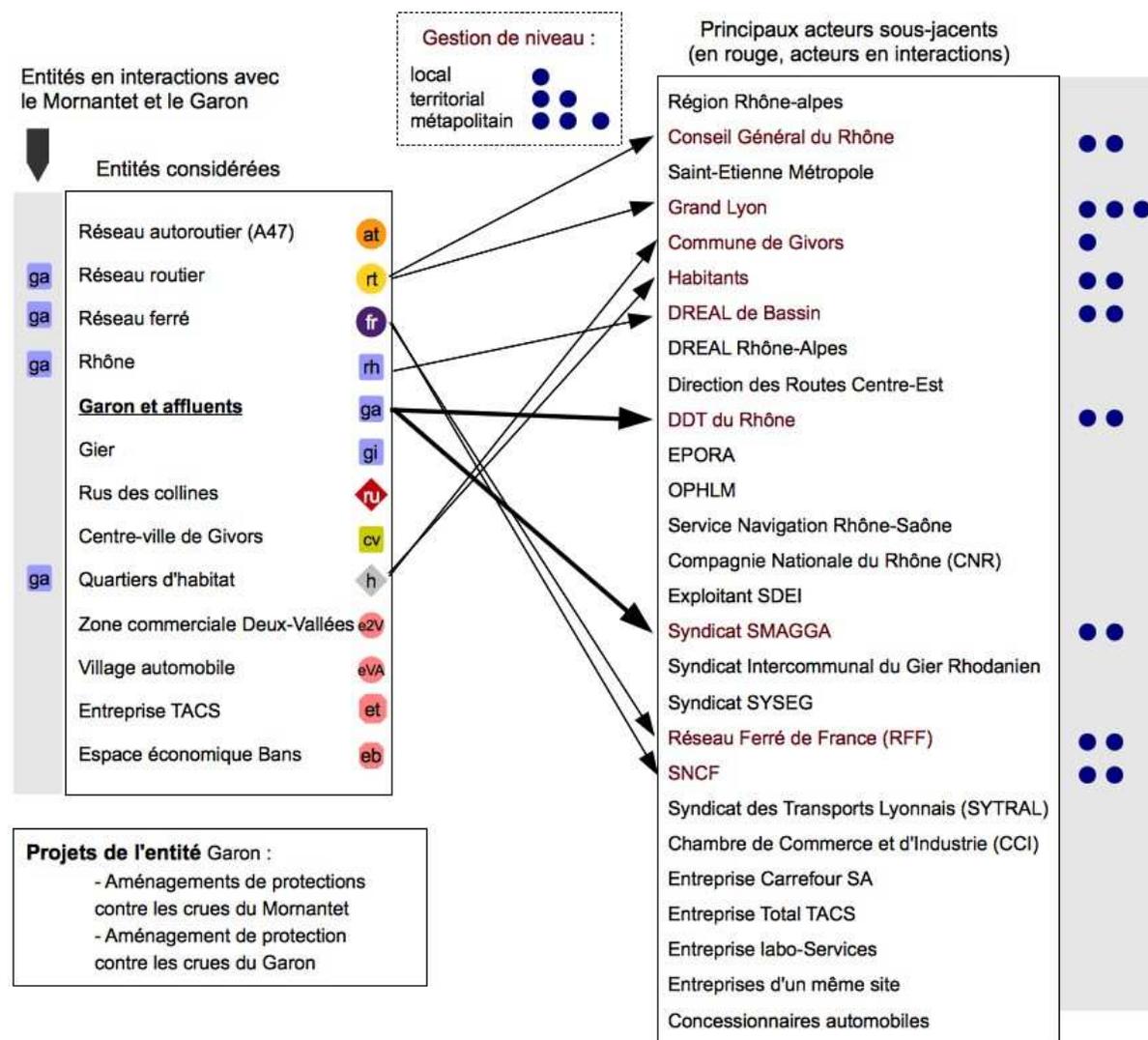


Planche 32: Construction du territoire-étagé givordin : entités en interactions vis-à-vis du Garon et du Mornantet.

Pour limiter les effets des crues à l'aval du bassin versant, le SMAGGA mène à court terme deux stratégies distinctes représentées sous la forme de deux secteurs A et B en planche 33 ci-après.

En secteur A, sur la commune de Givors, des « lignes de défense » successives sont édifiées sous la forme de la protection par enrochement des berges et de la construction d'un mur tenant la fonction de parapet hydraulique. Au droit de l'ancien passage à gué, la rue Léo Lagrange a été équipée d'un batardeau amovible (cf photo 2) dont la mise en place est confiée aux services techniques municipaux lors d'une crise hydrologique. Inauguré le 22 février 2012, ce dispositif a pour objet de fermer la ligne des parapets réalisés le long de la berge au nord et au sud de la voirie locale. Il empêchera, pour une fréquence de crue tricennale, la divagation des eaux vers les quartiers de la Cité du Garon et du Stade. Pour le président du SMAGGA, "[...] le but était que les voitures puissent circuler en temps normal et que, lors d'inondations, l'eau soit arrêtée" ¹⁴². Le principe antérieur du passage à gué est réintroduit, mais il s'agit, de plus, de contenir l'eau dans la rivière pour protéger les quartiers d'habitation.

En secteur B, sur la commune de Grigny, l'ouvrage routier de franchissement du Garon est reconstruit, sous maîtrise d'ouvrage du SMAGGA, pour améliorer les conditions d'écoulement hydraulique. La stratégie retenue conduit à modifier l'espace dans sa structure impliquant d'autres composantes, ici le réseau routier.

Différentes questions se posent ici qui appelleraient une réflexion collective, dans une anticipation des limites des aménagements réalisés : quelles évolutions possibles du régime hydraulique du Garon et de ses affluents dans les prochaines années, dans le sens d'une augmentation de l'intensité des événements et de leur fréquence ? Quels effets sur la cité du Garon d'un événement dépassant le dimensionnement des ouvrages de protection ? Quels effets d'une concomitance des débits de crues : Garon, Mornantet, Rhône ? Quels imprévus la multiplication des dispositions techniques peut-elle induire (exemple défaillance humaine pour la fermeture du dispositif amovible) ?

¹⁴² Journal Le Progrès du 24 février 2012. Edition de Givors p. 21.

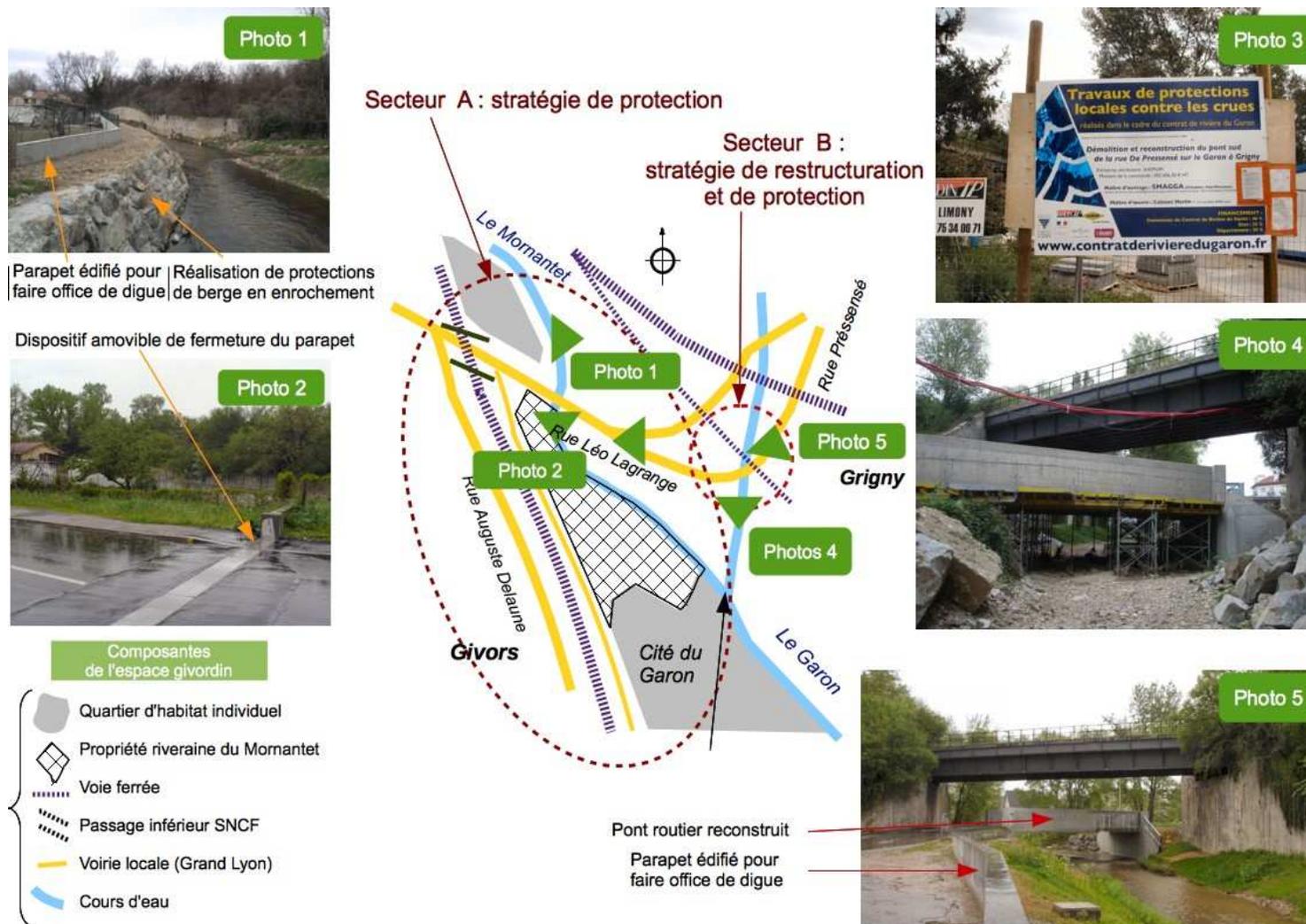


Planche 33: Garon et Mornantet. Stratégies de réduction des débordements.

2.3.c Place des rus des collines dans le territoire-étagé

Identification des perturbations et des facteurs externes

L'analyse des catastrophes du Grand-Bornand, de Nîmes et de Vaison-la-Romaine¹⁴³ nous invite à considérer l'espace givordin sous l'angle des interactions produites, en lien avec les rus descendant des contreforts du massif du Pilat.

La représentation de ces ruisseaux, donnée en planche 34 ci-après, permet de distinguer le Cotéon qui se jette dans la rivière Gier, le Froidefeuille, le Charriton et le Merdary qui disparaissent sous le centre-ville de Givors après avoir rejoint les collecteurs d'eau pluvial dirigés vers le Rhône, le Gouttenoire, la Combe des Bans et différents écoulements de moindre envergure, qui descendent directement vers la vallée du Rhône.

Jusque la fin du XX^e siècle, les ruisseaux étaient à Givors "*maîtres du territoire urbain*", avant qu'ils ne soient canalisés et enterrés [Barré, 1996, p.26]. Ces rus, dénommés localement rus des collines, ont en effet été aménagés dans leur partie avale pour traverser les infrastructures ferroviaires, les infrastructures routières, principalement la RD386, les quartiers d'habitat ou pour rejoindre les collecteurs intégrés au réseau d'assainissement pluvial du centre-ville. Si les rus ne sont plus « chez eux » dans l'espace urbanisé, que leurs écoulements sont moins visibles, ils sont bien présents et peuvent perturber brutalement l'espace urbanisé comme le rappelle de façon imagée le quotidien Le Progrès du 12 avril 2008 : "*Le 13 septembre 1993 (...) le minuscule ruisseau du Merdary explosa littéralement la rue Saint-Gérald*". En dépit des aménagements techniques, les ruisseaux peuvent occasionner des débordements, des coulées de boues et des remontées de nappe. Le Merdary, le Chariton et le Froidefeuille aménagés peuvent ruisseler dans les rues du Vieux Givors et endommager le coeur même de la ville.

Les dommages ont été multiples depuis les années 80, période à partir de laquelle ils ont été recensés, de même que les travaux réalisés pour limiter les effets sur les lieux habités (cf relevé ci-après extrait du PPR du Rhône).

¹⁴³ Se référer à la première partie, 2.1.



Planche 34: Les rus descendent des collines vers le Gier, le centre-ville ou la vallée du Rhône.

Dates et nature des événements, aménagements réalisés		Quartiers concernés
En 1993, en 1994 et 2003	Érosions des berges et inondations des propriétés riveraines du Cotéon. Travaux entrepris pour une protection inférieure à la crue centennale.	Quartier de La Freydière
En 1993 et en 2003	Débordement du ruisseau de Cras	Quartier de La Freydière
En 1993 et en 2010	Crue du ruisseau du Merdary avec inondation de la place centrale et d'une partie des Étoiles. Travaux de protection en 1993/1994.	Centre ville
En 1993	Débordements du ruisseau de Gouttenoire touchant des immeubles et la RN86. Réalisation d'aménagements hydrauliques en 1999.	Quartier de Bans
En 1983 et en 1993	Débordements du ruisseau de Fortunon dans le quartier de Bans et sur la voie ferrée. Travaux d'aménagements en 1994.	Quartier de Bans
En 1983 et en 1993	Débordements du ruisseau de Bans au sein du hameau et sur la voie ferrée. Réalisation de deux bassins de rétention en 1994.	Quartier de Bans

Source PPR du Rhône, 2007

Le 14 juin 2010, le centre-ville est dévasté par un débordement du Merdary. Des voiries, des véhicules et des logements sont endommagés. Des habitants doivent être évacués de logements situés en rez de chaussée des immeubles d'habitation (cf illustration 23). Ces perturbations traduisent les effets de processus d'urbanisation qui cherchent à s'affranchir des rus, alors même que ceux-ci interagissent au sein de l'espace urbanisé¹⁴⁴.



Illustration 23: Givors. Débordement du Merdary dans le centre-ville le 14 juin 2010.

Source photographique. Mairie de Givors.

¹⁴⁴ Se référer à la première partie 3.1.a.

Cet événement récent traduit la vulnérabilité du centre-ville aux débordements des rus. Les aménagements réalisés apportent certes une protection hydraulique, permettant de limiter la fréquence et, dans certains cas, l'intensité des débordements, mais ils connaissent des limites de dimensionnement pouvant être dépassées par des lames d'eau, alors même que la population peut ne pas soupçonner l'existence du chevelu hydrographique.

Les points de vigilance associés aux rus ont été représentés en planche 35 ci-après : exposition des personnes à la submersion rapide, dommages aux biens, colmatage des ouvrages, embâcles, saturation du réseau d'eau pluvial, coupure de la circulation routière sous l'effet d'un débordement affectant la RD 386.

Nous avons mentionné comme facteur de vigilance externe à l'espace givordin, l'influence que peuvent avoir des modifications de pratiques de gestion des contreforts du Pilat jouant la fonction de bassin versant des rus (cf photographie 12). En particulier, les changements des pratiques agricoles peuvent modifier, dans un sens ou dans l'autre, les temps de concentration des eaux de ruissellement lors des épisodes pluvieux intenses.



Photographie 12: Givors. Contreforts du Pilat. Les pratiques culturelles affectent le temps de concentration des écoulements.



Planche 35: Construction du territoire-étagé givordin : les points de vigilance liés aux rus.

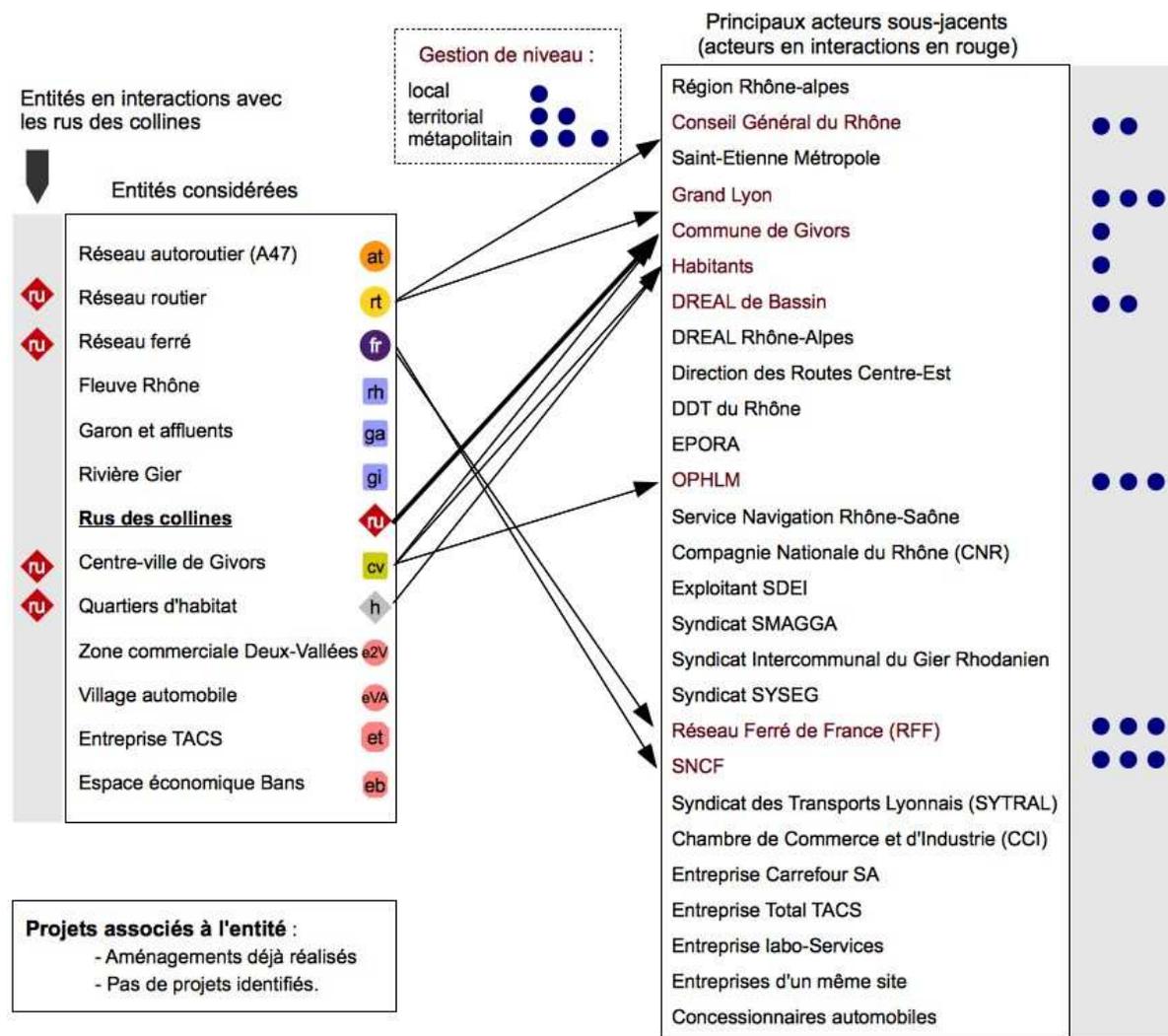


Planche 36: Construction du territoire-étagé givordin : entités en interactions vis-à-vis des rus.

Entités en interactions et projets modifiant l'espace givordin

De la même façon que pour les autres composantes de l'espace givordin, nous avons mis en évidence les entités en interactions. Ces données contribuant à la construction du territoire-étagé donnent lieu à la planche 36.

Comme composante de l'espace givordin, les rus interagissent avec le centre-ville, des quartiers d'habitation, le réseau ferré, le réseau routier et le fleuve Rhône. Des niveaux élevés du Rhône peuvent induire des saturations du réseau d'assainissement propices aux débordements des rus en centre-ville. La question se pose d'une visibilité plus grande des effets possibles des rus sur le fonctionnement du centre-ville.

2.4 La construction du territoire-étagé : les spécificités du Rhône

Identification des perturbations et des facteurs externes

Le fleuve Rhône est à considérer comme milieu physique et sous l'angle des différents usages auxquels il donne lieu. Il en est ainsi de sa fonction d'infrastructure de transport ou de ressource en eau procurée par sa nappe. A défaut de pouvoir, comme dans les cas du Gier et du Garon, appréhender les interactions entre l'espace givordin et la dynamique fluviale, à partir d'événements récents - la dernière crue significative du Rhône moyen datant de 1957 - il est possible de considérer les mesures prises localement pour limiter leurs effets.

Dans les dernières décennies, l'espace givordin a en effet été modifié dans sa structure pour réduire son exposition aux débordements du fleuve comme le montre différentes illustrations en planche 37 ci-après. Ainsi, dans les années 50, la reconstruction du quartier du Canal, bombardé lors de la seconde guerre mondiale, a été mise à profit pour établir une rehausse généralisée des niveaux altimétriques. Les platanes en témoignent, dont les fûts sont enterrés d'environ deux mètres (illustration 1). Dans les années 60, traversant initialement le centre-ville, la RN86 a donné lieu à l'aménagement d'un nouveau tracé en bordure du fleuve. Outre sa fonction d'écoulement des flux automobiles en périphérie du centre-ville, l'infrastructure routière équipée d'un parapet fait office de digue, érigée en ligne de défense de l'urbanisation contre les eaux du fleuve (illustration 2). A l'arrière de l'infrastructure, les espaces publics ont été rehaussés dans les limites possibles eu égard aux entrées des habitations (illustrations 3 et 4).



Planche 37: Stratégie de protection vis-à-vis des débordements du Rhône.

Des dispositifs de gestion hydraulique ont enfin été intégrés au réseau d'assainissement pluvial pour tenir compte du plus possible de la fluctuation des niveaux fluviaux. Les chambres aménagés en extrémité de réseau permettent le relèvement des eaux pluviales par pompage lors des hautes eaux du fleuve (illustration 2). Visibles, ces réalisations concrétisent pour les habitants, une protection qui est aussi apportée à l'échelle du bassin du Rhône dans son ensemble, par les aménagements de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR). En privilégiant le principe de protection, tout se passe comme si l'espace givordin avait tourné le dos au fleuve, à l'image des constructions orientées vers le centre-ville et non vers la perspective du fleuve (illustration 5).

Pour autant, c'est la ville de Givors qui a présidé à la création de la Maison du Fleuve Rhône (MFR) en 1988. De statut associatif, fédérant de nombreux acteurs, la MFR a pour objet de réconcilier, à l'échelle du fleuve, le Rhône et les populations riveraines. La distance entretenue entre les riverains du Rhône et leur exposition aux effets des crues du fleuve a été démontrée [DIREN, 2007]. Une enquête téléphonique menée en 2006 auprès de 3807 riverains du fleuve, répartis de la frontière suisse à la Méditerranée, a révélé que 81% des personnes concernées disaient ne pas se protéger de l'éventualité d'une inondation. Des entretiens complémentaires, menés en face-à-face, ont montré, qu'en dépit des campagnes d'information préventive, les riverains ont perdu les repères que pouvaient avoir leurs aînés. Certaines personnes adhèrent au mythe du barrage protecteur justifiant l'idée d'un risque improbable. D'autres, percevant le risque, le minorent, sans se projeter sur un événement de grande ampleur. Enfin, si certaines personnes appréhendent le risque, c'est pour l'identifier à un niveau de crue observé. Rares sont ceux ou celles à imaginer des événements de forte intensité. Cette perte des relations à l'inondation est particulièrement forte à Givors. A partir de 1886, date de la création de la Société Locale de Sauvetage, et jusque dans les années 1960, la prise en charge des inondations est assurée au plus près de la population. Les sauveteurs permettent au médecin de visiter ses malades, au postier de distribuer son courrier et encore aux habitants d'être alimentés [Barré, 1996, p.54]. Dès lors que l'eau n'est plus synonyme de richesse économique, que des aménagements sont réalisés, l'inondation change de statut, elle relève de l'intervention de la puissance publique.

Pour être moins fréquentes qu'auparavant, les interactions sont cependant présentes dès lors que les niveaux de protection peuvent être dépassés, que des remontées de la nappe d'accompagnement du Rhône sont possibles en centre-ville et que la fiabilité des systèmes techniques n'est pas absolue.

De plus, le niveau des eaux du Rhône peut avoir des incidences sur les écoulements hydrauliques du Gier ou du Garon dans leur partie aval. Le PPR inondation du Rhône révèle les limites du principe de protection dont nous avons fait état¹⁴⁵. Approuvé le 13 avril 1999, il met en évidence des effets possibles pour une crue d'occurrence centennale. Ses prescriptions font débat dès lors qu'elles entravent le changement de destination de locaux commerciaux aujourd'hui désaffectés en logements d'habitation, ou qu'elles gênent la réalisation d'opérations programmées par ailleurs au titre de la Résorption d'Habitat Insalubre (RHI). Nous avons identifié et représenté en planche 38 ci-après un certain nombre de perturbations liées au fleuve, relevant du territoire-étagé.

Certaines sont à relier aux débordements du Rhône : vieillissement des ouvrages de protection pouvant perdre de leur robustesse au fil des décennies, dysfonctionnement possible des dispositifs techniques au moment d'une crue, présence d'atterrissements augmentant les niveaux atteints par les plus hautes eaux, coupures de circulation, dysfonctionnements des réseaux urbains liés aux remontées de nappe. D'autres sont liés aux possibilités de pollution chimique chronique ou accidentelle liée à la présence de la zone d'activité de Bans aménagée sur une ancienne décharge. Sans qu'il s'agisse de crue débordante, des niveaux élevés du fleuve peuvent perturber le fonctionnement des réseaux urbains. Au travers des prescriptions qu'il édicte, le PPR lui-même perturbe des projets d'évolution de l'espace givordin dès lors qu'il n'y a pas de mise en concordance des démarches entre elles.

La possibilité d'accident de navigation fluviale existe au droit de Givors. Ainsi, le 11 juillet 2007, un bateau fluvio-maritime transportant 1100 tonnes de ciment s'échoue en amont immédiat du pont suspendu reliant Givors à Chasse-sur-Rhône. Cet endroit est réputé difficile pour la navigation : *"La présence d'un fort courant traversier à 30 mètres en aval du pont côté rive gauche, d'un banc de graviers à 200 mètres en amont du pont côté rive gauche et des enrochements mis en place autour des piles contribuent à créer beaucoup de remous et de tourbillons et à réduire la largeur de passage utile de la passe marinière à environ 1,5 fois la largeur du bateau"* [CGEDD, 2010]. Les conséquences de cet accident ont été limitées et circonscrites au Rhône. Elles seraient toutes autres pour un accident impliquant des matières dangereuses. Or la circulation fluviale de matières dangereuses au droit de Givors est notable. En 2011, 645 392 tonnes ont été transportées dans le sens Rhône-Saône et 229 300 tonnes dans le sens Saône-Rhône¹⁴⁶, dont l'essentiel provient de la vallée de la chimie soit une moyenne de 2396 tonnes jour.

¹⁴⁵ Se référer à la 1^{ère} partie 2.4.

¹⁴⁶ Source Service Navigation Rhône-Saône.

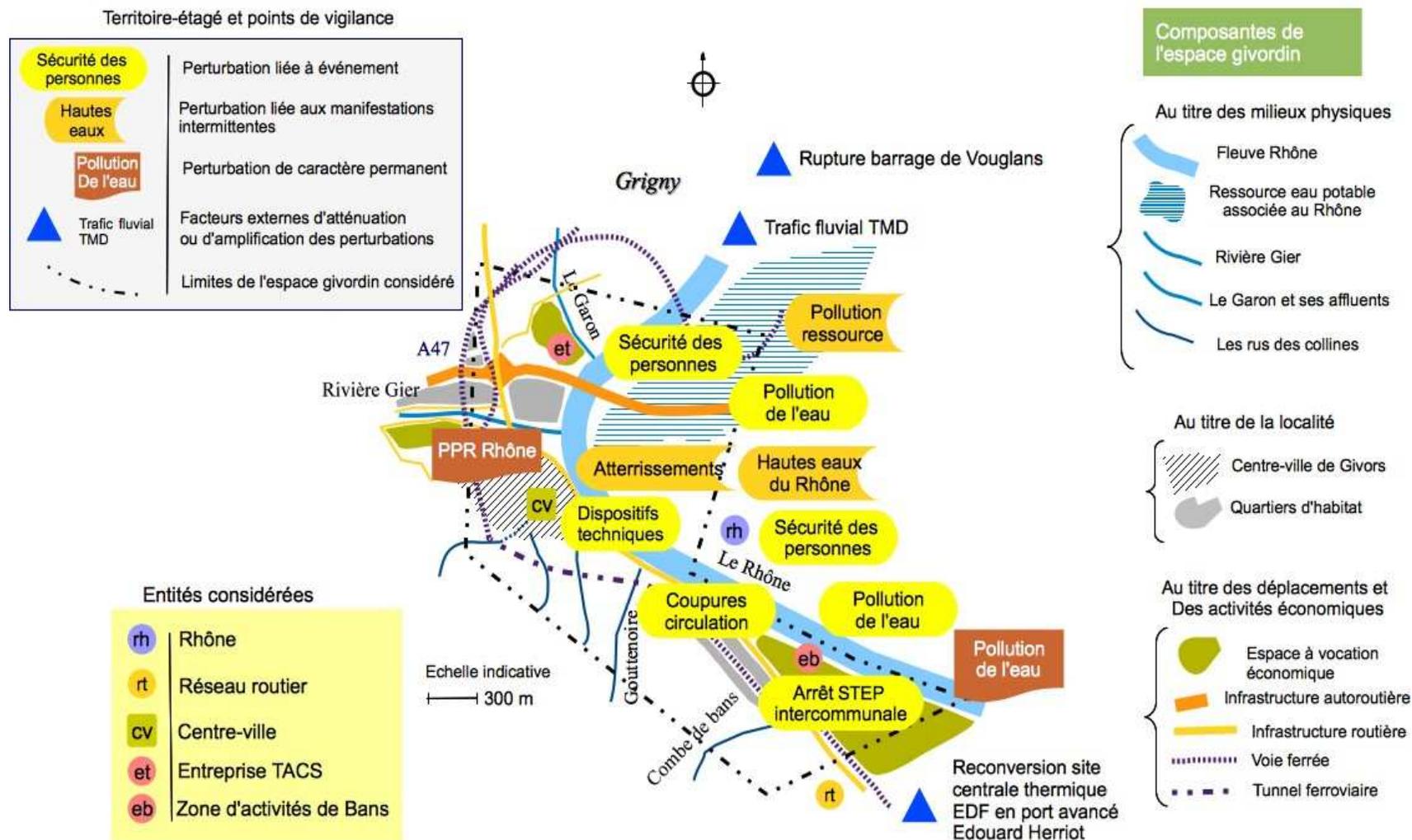


Planche 38: Construction du territoire-étagé givordin : les points de vigilance appelés par le Rhône.

Les conséquences possibles d'un accident de navigation impliquant des produits dangereux sont illustrées par celui survenu à la Voulte-sur-Rhône le dimanche 18 janvier 2004, pour une raison indéterminée. Le convoi fluvial composé d'un pousseur, d'une barge contenant 2000 tonnes de benzène et d'une barge porte-container a heurté en « portefeuille » les deux piles du pont ferroviaire, qu'il franchissait de façon trop biale. L'accident a fait une victime parmi l'équipage et aurait pu avoir des conséquences plus lourdes : pollution du fleuve, endommagement de l'ouvrage SNCF conduisant à un arrêt prolongé de la circulation des trains sur cette voie, éventualité d'une fuite de gaz compte-tenu de la présence sous l'ouvrage d'une conduite de transport de gaz naturel, avec mise en danger de la sécurité des personnes dans un périmètre indéterminé [CGPC, 2005]. L'enquête menée a montré des piles de l'ouvrage favorables à la déchirure des coques des bateaux. L'accident a conduit à l'arrêt de la navigation et de la circulation des trains pendant une semaine, nécessité la coupure du transport de gaz le temps des vérifications de la conduite et l'éloignement des populations présentes dans un périmètre de 500 mètres pendant la durée de l'enlèvement des barges.

Outre les perturbations, nous avons identifié des facteurs externes pouvant influencer l'espace givordin de façon significative. A ce titre, nous considérons le risque de rupture du barrage de Vouglans sur la rivière Ain, affluent du Rhône, les changements pouvant affecter le trafic fluvial sur le Rhône et le projet de transformation de l'ancien site de la centrale thermique EDF en port avancé du port Edouard Herriot de Lyon.

Entités en interactions et projets modifiant l'espace givordin

Nous avons enfin mis en évidence les entités en interactions (cf planche 39 ci-après).

L'entité Rhône développe différents projets qui dépassent souvent l'échelle de l'espace givordin. Il en est ainsi du Plan Rhône mis en place par l'État en 2006 à la suite des crues ayant affecté la basse vallée du Rhône¹⁴⁷. Ce plan comporte six volets visant à valoriser la vallée du Rhône dans ses différentes fonctions. L'un est relatif à l'équilibre à trouver entre la prévention des inondations et les pressions exercées par le développement urbain et des activités humaines en zone inondable. De son côté, la communauté urbaine de Lyon a engagé une démarche structurante, dite Lyon 2020, destinée à valoriser le système fluvial.

¹⁴⁷ Le Plan Rhône a été décidé lors du Comité Interministériel d'Aménagement et de Compétitivité des Territoires du 6 mars 2006.

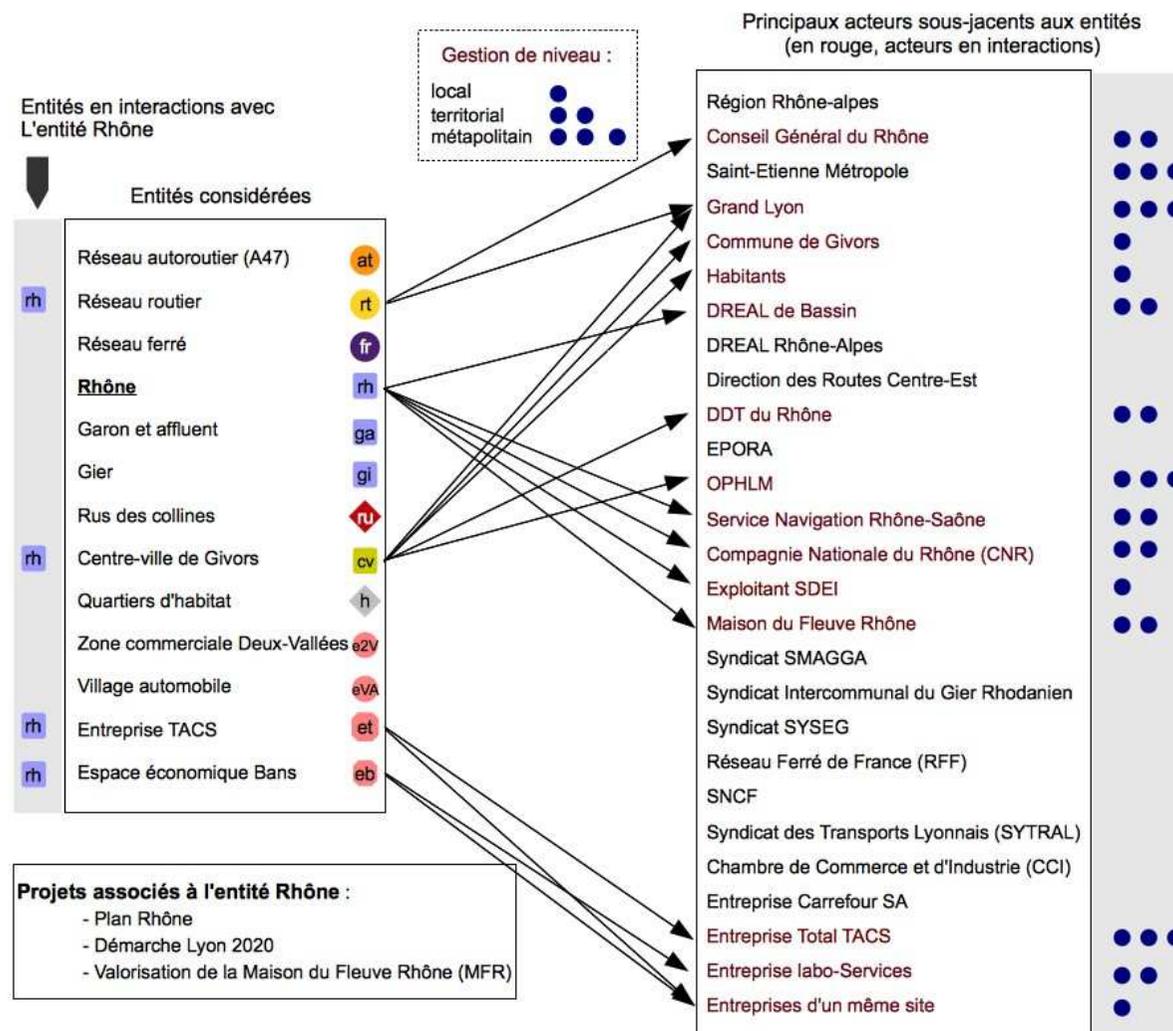


Planche 39: Construction du territoire-étagé givordin : entités en interactions vis-à-vis du Rhône.

Le fleuve agit comme élément fédérateur et identitaire pour l'agglomération qui ne se définit plus alors uniquement dans une vision radio-concentrique (ville centre et périphéries), mais territoriale en relation avec son réseau hydrographique structurant. La démarche Lyon 2020 mentionne que l'ancien site de la centrale thermique EDF de Loire-sur-Rhône, en limite immédiate de la zone d'activités des Bans à Givors, est susceptible d'accueillir un poste avancé du port Édouard Herriot de Lyon.

La Maison du Fleuve Rhône assure, quant à elle, une mission de projet s'employant depuis vingt cinq ans à faire découvrir la valeur sociale et culturelle du fleuve. Pour ce faire, elle fait appel aux sciences sociales et à l'ingénierie culturelle : suivi et analyse des évolutions des usages du fleuve, participation aux projets de revalorisation du Rhône, création d'outils, conception et préparation d'évènements... Elle intervient aux différentes échelles du territoire fluvial. Son conseil d'administration réunit différents acteurs et notamment la ville de Givors, le Syndicat Mixte Rhône Pluriel, le Parc Naturel Régional du Pilat, l'université Lumière Lyon 2.

2.5 Le territoire-étagé givordin au travers des perturbations et des entités en interactions

Identification des perturbations et des facteurs externes

Pour établir le territoire-étagé, nous avons considéré l'espace givordin en mouvement, activé par la dynamique de la métropole lyonnaise. Si nous avons porté notre attention aux transformations actuelles, nous n'avons pas pour autant négligé les dynamiques passées. L'analyse des catastrophes du Grand-Bornand, de Nîmes et de Vaison-la-Romaine¹⁴⁸ nous a incité à prendre en compte des processus de temporalités différentes dont certains, pour être anciens, sont toujours actifs. Ces processus interagissent entre eux. Nous nous sommes référé à notre pratique de l'aménagement pour considérer les effets différés des processus d'urbanisation et des infrastructures réalisées¹⁴⁹, que des événements dommageables comme les débordements du Gier et du Garon révèlent.

A partir d'une démarche d'appropriation des lieux par des visites de terrain, des rencontres avec les acteurs et des analyses documentaires, nous avons identifié un ensemble de perturbations pouvant affecter cet espace. Les analyses spatiales que nous avons effectué sur ces bases nous ont permis de mettre en évidence les composantes de l'espace givordin et les entités jouant un rôle à l'échelle de l'espace métropolitain. De

¹⁴⁸ Se référer à la 1^{ère} partie, 2.1.

¹⁴⁹ Se référer à la 1^{ère} partie, 1.

façon pratique, pour construire une représentation du territoire-étagé, nous avons sélectionné les composantes manifestant les perturbations les plus visibles : le réseau autoroutier, le réseau routier, le Gier, le Garon et le Mornantet, les rus, le Rhône. Pour chaque composante considérée, nous avons délimité un secteur de l'espace givordin connaissant des interactions multiples, appelant de ce fait une vigilance vis-à-vis des perturbations observées ou potentielles. L'agrégation de ces analyses conduit à la représentation donnée en planche 40 ci-après.

Les dégradés de couleur utilisés pour la représentation, de jaune à marron, traduisent le besoin *d'éclairage* de l'espace métropolitain sous l'angle de la vigilance et de l'anticipation des processus dommageables susceptibles de se produire, comme un préalable à l'action. Les formes retenues pour désigner les différents types de perturbations veulent traduire le mouvement. Les perturbations mises en évidence peuvent en effet être permanentes, se manifester de façon occasionnelle ou chronique, être associées à la survenue d'un événement imprévu. Elles correspondent à des points de vigilance à observer vis-à-vis des évolutions de l'espace givordin. Certaines concernent directement la population, qu'il s'agisse de sécurité des personnes, de nuisances phoniques, de conditions de circulation, de dommages économiques ou de dommages occasionnés aux biens. D'autres portent sur la tenue des ouvrages techniques assurant une fonction de protection et sur la structure même de l'espace urbanisé et des contraintes qui peuvent y être attachées (PPR). D'autres encore relèvent des conditions changeantes comme les conditions réelles de circulation sur l'A47 ou les périodes d'affluence à la zone commerciale des Deux-Vallées.

Par rapport à ces différentes natures de perturbations, il convenait d'identifier l'influence de facteurs externes à l'espace givordin, susceptibles d'agir sur les perturbations, dans le sens de les atténuer ou de les accentuer. Ces influences peuvent être de type projets d'infrastructure, modification des modalités de gestion des bassins versants hydrologiques, des zones de chalandise ou des niveaux de fréquentation des infrastructures de transport existantes. Elles conduisent également à considérer des possibilités d'accident technologique. Celles-ci sont liées ici à la proximité de l'entreprise Finorga, sur la commune de Chasse-sur-Rhône, et de l'aire de triage ferroviaire de Badan, sur la commune de Grigny. Sur la représentation de synthèse, nous avons introduit ces données qui ne ressortaient pas des approches par composantes. Il serait possible de prendre en considération des facteurs d'influence immatériels comme le vieillissement démographique, les progrès technologiques, le changement climatique, dès lors que ces facteurs seraient reconnus comme jouant un rôle tangible sur les perturbations.

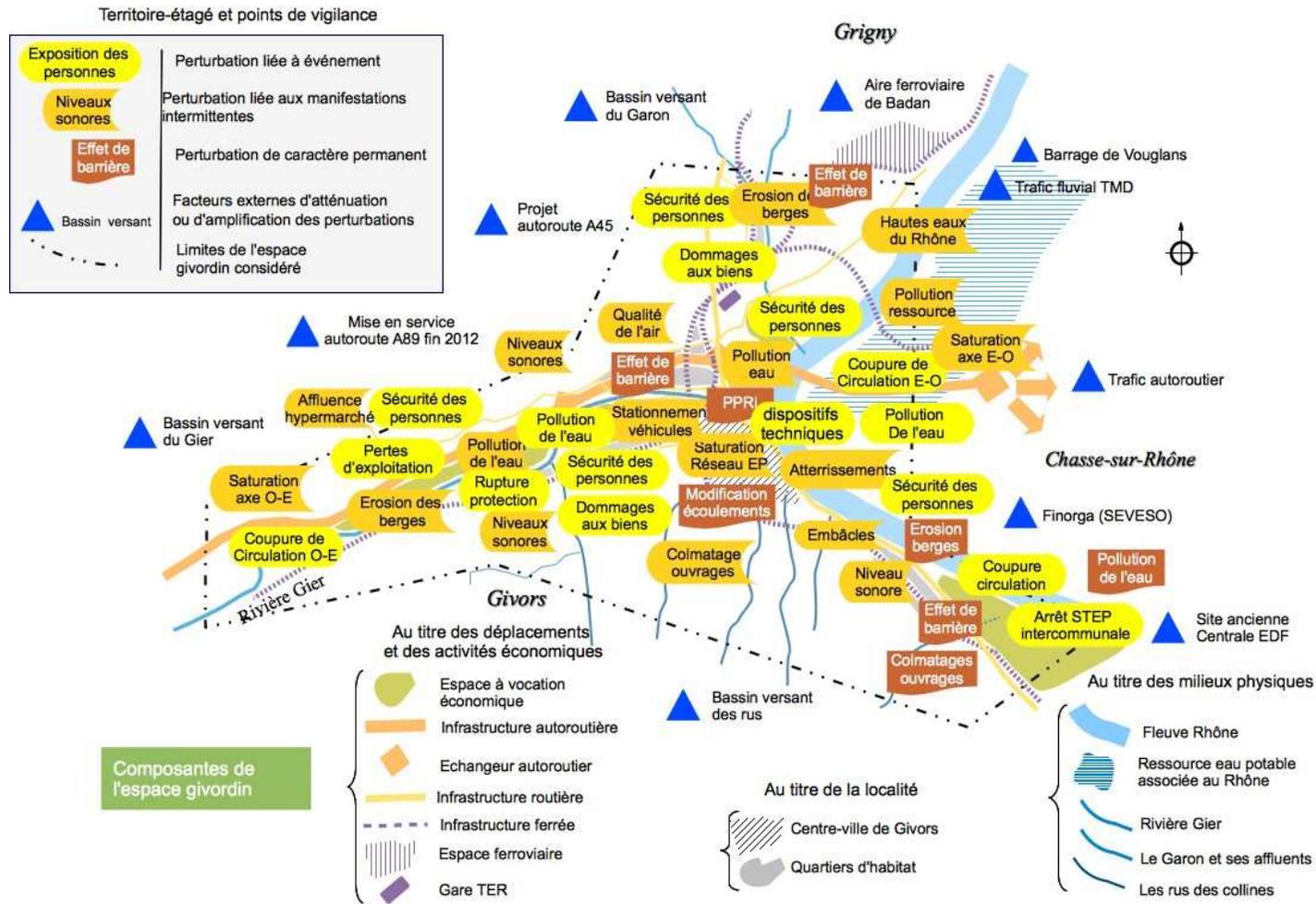


Planche 40: Représentation du territoire-étagé givordin sous l'angle des points de vigilance.

L'exhaustivité ne peut être obtenue dans l'identification des interactions et de leurs effets. Cette exhaustivité serait en fait contre-productive. En outre, une approche analytique qui viserait à « maîtriser » l'espace givordin en recensant le plus grand nombre possible de perturbations serait contraire aux principes que nous avons défendus¹⁵⁰. Une telle tentative entacherait la lisibilité du cadre spatial givordin, là où il s'agit de construire une vision stratégique devant laisser leur place aux phénomènes imprévisibles ou non identifiés. En revanche, la pertinence de la démarche mérite d'être renforcée par une collaboration entre les acteurs, chacun questionnant les limites de son référentiel de connaissances et d'actions. L'analyse pourrait ainsi être complétée sur les interactions entre les sites pollués et les milieux aquatiques ou entre les constructions et les sols. Hérités du passé industriel¹⁵¹, les sites pollués interagissent avec les milieux aquatiques. ils posent des questions de qualité des eaux souterraines et de stabilité des constructions réalisées sur des sols remaniés. Ainsi, au quartier de Bans, un supermarché s'est fissuré peu après son ouverture en août 2007. Les expertises engagées devaient établir le degré de fragilité de la construction, réalisée sur un sol pollué, et les risques éventuels d'émanations dangereuses pour la santé [Lyon Capitale, juillet 2008]. Par ailleurs, dans certains secteurs où différentes formations géologiques peuvent être instables [DDE du Rhône, C.G. du Rhône, 1989], le plan local d'urbanisme déconseille la construction sans études spécifiques poussées.

Entités en interactions et projets modifiant l'espace givordin

Au vu des perturbations effectives ou potentielles, il convient d'interroger les entités en présence sur la façon dont elles prennent en compte les effets de leurs interactions. La cartographie des entités en interactions, et des projets associés constitue la seconde facette du territoire-étagé givordin obtenue par agrégation des analyses effectuées précédemment (cf planche 41 ci-après). Pour l'établir, nous avons figuré les interactions identifiées, repéré les cas où les interactions sont peu probables, celles où nous ne pouvons conclure par nos investigations sur des interactions ou non entre entités. Ces analyses mettent en évidence des programmes d'actions visant à valoriser les potentialités de développement favorisées par la dynamique d'urbanisation et à réduire les dysfonctionnements observés.

¹⁵⁰ Se référer à la 1^{ère} partie, 3.2.c sur l'approche cartésienne.

¹⁵¹ Ces sites sont identifiés dans la base de données *BASOL* du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL),



Planche 41: Représentation du territoire-étagé sous l'angle des entités : interactions et projets.

Ces programmes sont menés par composante ou par entité, qu'il s'agisse des travaux d'amélioration de l'autoroute A47 dans la traversée de Givors, de la réhabilitation économique des anciennes friches industrielles de la plaine du Gier, de la transformation de la gare de Givors-ville en pôle multimodal. Pour ces dynamiques, vis-à-vis desquelles les acteurs coopèrent, des tentatives sont menées de prendre en compte les interactions avec les autres entités. C'est le cas de la démarche REAL dont le programme d'action diffuse dans l'espace urbanisé, de l'aménagement de la rue des Tuileries, conduit par la municipalité de Givors, avec l'appui de la DREAL Rhône-Alpes, pour réduire les nuisances provoquées par l'A47, de la reconstruction par le SMAGGA d'un ouvrage routier, dans le cadre du contrat de rivière Garon pour limiter les effets des crues. Les entités attachées à une composante font ainsi des *incursions* dans les composantes voisines, avec lesquelles elles interagissent.

La dynamique d'urbanisation révèle des vulnérabilités de différentes natures. Celle du centre-ville est liée à sa localisation à l'écart des dynamiques de transformation. Cette entité connaît alors des processus de dévitalisation. Sa place attendue dans l'espace métropolitain favorise un agir local visant à des transformations structurelles de la composante, réduisant sa vulnérabilité. La vulnérabilité de l'entité commerciale des Deux-Vallées est liée à sa situation au coeur même des dynamiques de transformation. Cette entité est exposée à des configurations critiques du fait des perturbations se produisant entre différentes composantes : l'espace économique, le Gier, l'A47. Certains quartiers d'habitat, celui des Cornets ou la Cité du Garon, sont des composantes vulnérables de l'espace métropolitain alors que leur devenir n'est pas envisagé à l'échelle de cet espace.

Le territoire-étagé constitué offre la possibilité de disposer d'un diagnostic sur les perturbations favorisées par la dynamique d'urbanisation. Un tel diagnostic interpelle la commune où il est réalisé, ici celle de Givors, mais il concerne en fait différentes entités de l'espace givordin. Il ouvre sur le monitoring de l'espace métropolitain.

Les analyses effectuées des perturbations intervenant entre différentes composantes de l'espace givordin ont mis en évidence la façon dont les entités interviennent dans les transformations du cadre métropolitain. Nous avons ainsi établi le besoin d'une gestion stratégique à l'échelle de cet espace, appuyée sur un partage des référentiels de connaissance et d'action et sur une coordination d'ensemble des projets attachés à chaque entité pour réduire la vulnérabilité spatiale. Les tentatives partielles, déjà conduites dans ce sens, rappelées ci-dessus, nécessiteraient en particulier d'être partagées et valorisées à l'échelle de l'espace métropolitain.

3. L'apprentissage collectif de l'espace neuvillois

Nous montrons dans cette partie que Neuville-sur-Saône est un espace métropolitain. Nous appliquons à cette localité les principes de construction du territoire-étagé expérimentés à Givors. En nous appuyant sur les enseignements tirés du séminaire inondation de Neuville-sur-Saône, nous proposons de compléter la représentation du territoire-étagé neuvillois par une analyse des possibilités de monitoring de cet espace.

3.1 L'espace neuvillois représentatif du Val de Saône

Jouxtant la ville de Lyon, le Val de Saône, s'il est propice au développement d'un plan d'actions de développement durable prenant la forme d'un Agenda 21 communautaire, est un espace d'échelle géographique trop vaste pour qu'une gestion stratégique agissante sur la dynamique d'urbanisation puisse y être attachée. Nous nous proposons de mener l'analyse spatiale propice à une telle gestion à l'échelle de l'espace neuvillois.

3.1.a Le Val de Saône, espace métropolitain jouxtant la ville de Lyon

Le Val de Saône peut être défini comme l'intersection de la communauté urbaine de Lyon et de la vallée de la Saône¹⁵². Cet espace recouvre des réalités à la fois urbaines et territoriales. Estimée à 635 habitants/km², sa densité de population tranche avec celle de la ville de Lyon - 9742 habitants/km² - qu'il jouxte au nord-est. Comptant une population de 42 571 habitants¹⁵³, le Val de Saône est érigé en canton de 16 communes, dont Neuville-sur-Saône est le chef-lieu. Du fait de sa situation dans l'agglomération lyonnaise, cet espace urbanisé connaît des dynamiques de transformations liées à des développements résidentiels, aux activités économiques et aux flux de déplacement. Il concentre des fonctions urbaines dans le cadre exigü d'une vallée fluviale délimitée, au nord par les reliefs des Monts du Lyonnais, au sud par les contreforts des Dombes (cf illustration 24 et photographie 13 ci-après). La dynamique d'urbanisation pose la question du cadre de vie et de la préservation des milieux physiques, qu'il s'agisse de la biodiversité ou des milieux aquatiques. Elle interroge les relations de l'urbanisation aux aléas prenant la forme d'inondations, de risque technologique ou encore de transport de matières dangereuses.

¹⁵² 480 km de cours d'eau pour une superficie de bassin versant de 30 000 km²

¹⁵³ Source INSEE. 2007.



Illustration 24: Le Val-de-Saône, vue d'ensemble vers le nord-est.

Source documentaire Grand Lyon.



Photographie 13: Le Val-de-Saône, juxtapose différentes fonctions.

La communauté urbaine du Grand Lyon a érigé le Val de Saône en espace de la Conférence des Maires¹⁵⁴. Ce cadre de discussions est propice à la mise en œuvre d'un Agenda 21 destiné, d'une part à réduire les menaces que l'urbanisation fait peser sur le patrimoine humain, naturel et bâti, d'autre part à limiter les dysfonctionnements associés : pression foncière excessive, difficultés de circulation à certaines heures, pollutions et nuisances ou encore fragilité de l'économie territoriale. Cinq orientations de l'Agenda 21 portent ainsi sur la préservation et la valorisation de la rivière et de ses affluents, la préservation du patrimoine, le développement économique, le cadre de vie et enfin les liens entre les habitants.

Si ces mesures sont apparues nécessaires au titre d'un développement durable, il nous semble possible d'aller plus loin, dans le sens de la résilience, pour tenter d'agir sur la dynamique de métropolisation elle-même, pour réduire ses effets non désirés. Agir de façon plus stratégique revient à intervenir en amont d'un programme d'actions, en mobilisant un cadre d'analyse spatiale représentatif de la réalité métropolitaine. Or, le Val de Saône définit un espace trop vaste pour articuler les référentiels de connaissances et d'actions : le même type de problématique serait pris en compte plusieurs fois, la place tenue par les différentes échelles d'intervention serait difficilement mise en évidence, la distance au quartier d'habitation, c'est-à-dire à la population résidente, serait trop grande pour aborder la vulnérabilité de façon concrète. En revanche, l'espace attaché à Neuville-sur-Saône, que nous dénommons espace neuvilleois, apparaît adapté au territoire-étagé.

¹⁵⁴ Le Grand Lyon a sectorisé la communauté urbaine en différents espaces de Conférences des Maires, destinés à faciliter le dialogue avec les élus locaux. Le Val de Saône est l'un de ces espaces.

La commune de Neuville-sur-Saône est significative du Val de Saône dont elle constitue avec la commune d'Albigny-sur-Saône la partie amont. De plus, elle est une position avancée pour la métropole lyonnaise¹⁵⁵. Ouvrant vers l'Est sur l'espace alpin par l'accès qu'elle offre au barreau autoroutier de l'A46 Nord, elle abrite des activités industrielles. Nous montrons que cet espace stratégique à l'échelle de la métropole est un espace métropolitain. Il paraît pertinent de le considérer vis-à-vis des effets non maîtrisés de la dynamique d'urbanisation, sans que cela fasse obstacle, par ailleurs, à la prise en considération de questions particulières, qui pourraient être présentes sur le Val de Saône sans l'être sur Neuville.

3.1.b L'espace neuvillois, pertinent pour établir le territoire-étagé

L'espace neuvillois est constitué, tout à la fois, de milieux physiques, de quartiers résidentiels, d'activités de services - pour le Val-de-Saône, les Monts d'Or et les Dombes - d'activités économiques métropolitaines et d'infrastructures de circulations routières et ferroviaires. Situé à un km environ de la zone d'activités Lyon nord, l'échangeur de l'A46N donne accès à l'aéroport international Lyon-Saint-Exupéry, ainsi qu'aux directions de Paris, de Genève et de la Méditerranée. Les analyses spatiales menées nous ont permis de mettre en évidence les composantes significatives du territoire-étagé, eu égard aux perturbations possibles, et d'identifier les entités visiblement en interactions. Par la planche 42 ci-après, l'espace neuvillois peut être représenté sous son caractère d'espace métropolitain.

La représentation proposée des composantes et entités du territoire-étagé, tient compte de processus de transformations dont certains sont anciens mais toujours actifs. Ceux-ci ressortent de la présence de la Saône, d'une fonction urbaine très ancienne et d'une activité industrielle présente depuis la seconde moitié du XIX^{ème} siècle. Ancrée dans le territoire du Franc-Lyonnais, la cité moyenâgeuse a légué au centre-ville actuel la structure du bâti médiéval, enserré dans des murailles jusqu'au XIX^{ème} siècle. Bénéficiant aujourd'hui d'une économie de la redistribution et de la fonction de chef-lieu de canton, le centre-ville participe des dynamiques de transformations spatiales. Il regroupe des services à la population, des activités commerciales diversifiées et des activités artisanales. Dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle, les habitations se sont multipliées en périphérie du centre urbain, prenant la forme de quartiers de logements collectifs ou de lotissements de maisons individuelles. La proximité de l'autoroute A46N ancre aujourd'hui l'espace neuvillois dans la métropole lyonnaise.

¹⁵⁵ Se référer 2^{ème} partie, 1.1.

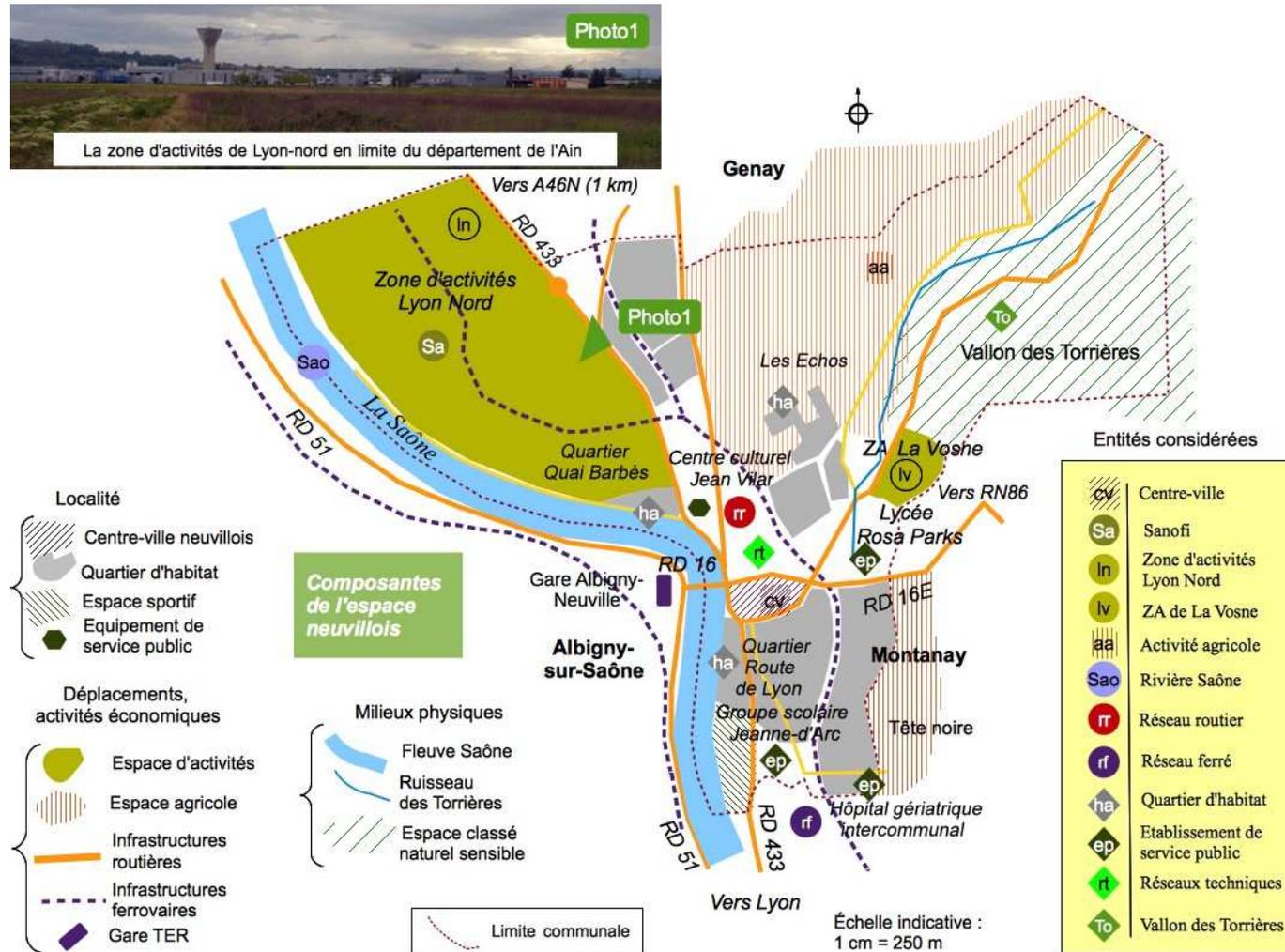


Planche 42: Composantes et entités pour appréhender l'espace neuvillois.

Nous montrerons que le centre-ville est partie prenante de perturbations comme les débordements de la Saône ou les difficultés de circulations. Il est de ce fait une composante à considérer du territoire-étagé. Les quartiers d'habitation périphériques sont, pour certains, exposés à des perturbations associées à des aléas naturels ou technologiques, des nuisances liées aux flux automobiles, la problématique dite du « vivre-ensemble ». Nous identifierons, en lien avec ces perturbations, les quartiers de route de Lyon, du quai Barbès et des Échos.

La Saône est tout à la fois un milieu physique et une voie navigable. Elle assurait autrefois la fonction de halte fluviale. Comme milieu physique, elle assure des fonctions naturelle, écologique et hydraulique, et des fonctions anthropiques : ressource en eau potable, milieu récepteur des rejets d'assainissement. Sa fonction d'axe de transport lui confère aussi une dimension économique. La Saône est un lieu de passage en direction du nord de l'Europe et, vers le sud, en direction de la vallée de la chimie et du bassin méditerranéen. La rivière participe des perturbations qui peuvent affecter l'espace neuvillois, par exemple en lien avec la variation de son régime hydraulique (crues) ou en relation avec le transport de matières dangereuses. Elle est une composante du territoire-étagé.

Outre la Saône, le système hydrologique neuvillois comporte le vallon des Torrières, écosystème drainé par un ruisseau. Ce vallon se développe, dans sa partie amont, sur les contreforts des Dombes, dans le département de l'Ain. Il met en relation des espaces naturels, des espaces agricoles et des parties urbanisées où les écoulements sont canalisés. Parmi les perturbations les plus visibles, figurent celles liées au débordement du ruisseau. Le vallon est une composante du territoire-étagé.

Nous associerons une entité unique à chaque composante ci-dessus : centre-ville, quartiers d'habitation, Saône et vallon des Torrières, que nous expliciterons par les analyses spatiales.

L'espace neuvillois est aussi industriel, marqué par l'espace économique de Lyon-nord, d'importance métropolitaine. Aménagé sur les communes de Neuville-sur-Saône et de Genay, cet espace accueille des entreprises d'importance internationale (Sanofi), de rang national (Coatex, BASF Agri-production) ou de rang régional (Calberson). Il abrite également une pépinière d'entreprises témoignant de l'attention portée localement à l'éclosion de nouvelles activités. Cet espace participe des perturbations de l'espace neuvillois, en relation avec des aléas naturels (débordement de la Saône) ou technologiques (risque d'accident industriel ou de transport de matières dangereuses). Il est une composante du territoire-étagé à laquelle nous associons deux entités correspondant, l'une à la zone d'activités dans son ensemble et l'autre à l'entreprise SANOFI. Nous considérons cette dernière compte-tenu du rôle particulier que celle-ci tient dans les transformations de l'espace neuvillois.

Bien que d'importance moindre, l'espace économique de la Vosne est également à considérer tout à la fois comme composante et entité du territoire-étagé. Cet espace, qui abrite principalement la PME Rousseau, interagit avec le vallon des Torrières. Il peut être perturbé par les débordements du ruisseau. Sous l'angle de la sécurité des déplacements, il interagit également avec la dynamique résidentielle. A proximité immédiate, de petits ensembles collectifs sont en construction en 2012.

Bien que l'activité agricole ne puisse être considérée localement comme une dynamique de transformation spatiale, nous la prenons en considération comme composante et entité, compte-tenu de son rôle dans certaines perturbations, comme le ruissellement pluvial.

Deux établissements scolaires jouent un rôle dans la dynamique neuvilloise ; le lycée public Rosa Parks et l'établissement d'enseignement privé Jeanne-d'Arc accueillent 5000 élèves au total, en provenance de Neuville et des communes alentours. Par les déplacements qu'ils génèrent, ces établissements interviennent dans les perturbations, par exemple lors d'un débordement de la Saône affectant les voiries. Ils ont vocation à être identifiés comme entités de même que le collège de Neuville et le nouvel hôpital gériatrique intercommunal, du fait de leur vulnérabilité au ruissellement pluvial. L'espace culturel Jean Vilar peut être considéré, comme composante compte-tenu de sa fonction attendue dans la gestion de crise inondation.

L'infrastructure routière, constituée des routes départementales (Conseil Général du Rhône) et de la voirie locale gérée par le Grand Lyon, est à considérer comme composante unique. Cette infrastructure est à appréhender dans les mises en relation qu'elle opère entre les différentes composantes du territoire-étagé. Trois routes départementales font de Neuville-sur-Saône un nœud de communication : la RD16 offrant un accès à Lyon par la rive droite de la Saône, la RD433 donnant accès à l'A46 Nord et à Lyon par la rive gauche de la Saône, la RD16E, donnant accès, par le plateau des Dombes, à la RN83 (liaison Lyon - Bourg en Bresse). Les infrastructures routières supportent le réseau des transports en commun lyonnais. A Neuville-sur-Saône, comme sur l'ensemble du Val-de-Saône, le réseau routier pose les questions de sa saturation aux heures de pointe du matin et du soir, de la sécurité des déplacements, des niveaux sonores pour les quartiers d'habitation traversés, de l'altération de la qualité de l'air, du transport de matière dangereuse. Le pont de la RD16 est l'unique point de passage sur la Saône au droit de la commune. Nous associons au réseau routier une entité unique dont le Conseil Général du Rhône, en charge des routes départementales, et le Grand Lyon, en charge des voiries locales, sont les principaux acteurs.

Nous prenons enfin en compte les infrastructures ferroviaires dans leur double fonction de transport de marchandises, en rive gauche de la Saône, de transport de voyageurs et de

marchandises en rive droite. Ces infrastructures interagissent avec l'espace neuvillois en lien avec les conditions de déplacements et le transport de matières dangereuses, en relation avec le site industriel Lyon-nord. Nous les considérons comme composante en y intégrant la gare dite d'Albigny-Neuville, située sur la commune d'Albigny-sur-Saône, comme point d'entrée du transport de voyageurs. Nous leur associons une entité unique.

3.2 La construction du territoire-étagé : la vigilance sur les perturbations possibles

Si pour construire le territoire-étagé givordin, il est apparu pertinent de considérer prioritairement l'autoroute A47, compte-tenu de la place qu'y tient cette infrastructure, nous aborderons la construction du territoire-étagé neuvillois par ses zones d'activités et par le centre-ville. Ces composantes nous paraissent premières au titre des forces de transformation attachées aujourd'hui à cet espace métropolitain. Nous montrerons que les processus induits par ces forces agissantes confrontent l'espace neuvillois, en retour, à des effets non désirés.

3.2.a Dynamique industrielle et points de vigilance

La zone d'activités Lyon Nord, située sur les deux communes de Neuville-sur-Saône et de Genay, abrite une activité productive présente de longue date. Le tableau 7 ci-après retrace brièvement les principales étapes liées à l'industrialisation du site, depuis la création de la teinturerie des Frères Thomas en 1868, jusqu'aux activités pharmaceutiques et chimiques lui donnant aujourd'hui une véritable dimension métropolitaine. Le site héberge des entreprises de rang international dans la production pharmaceutique et d'importance nationale dans la chimie. Employant environ 800 salariés, l'entreprise SANOFI comprend un centre de recherche et de développement de nouveaux procédés pharmaceutiques et un centre de fabrication de produits actifs. Cet établissement participe au pôle de compétitivité international Lyon Biopôle¹⁵⁶ qui appréhende les maladies infectieuses de façon globale, du diagnostic et de la prévention jusqu'au traitement.

Alors que l'activité industrielle en était à ses débuts, le site neuvillois a été affecté par l'explosion accidentelle du 17 février 1917 qui fait 11 morts, 52 blessés, détruisant intégralement l'usine de la Badische. Dans le contexte de la Grande Guerre, cette usine fabriquait alors la tolite, un puissant explosif (TNT).

¹⁵⁶ Ce pôle a été labellisé le 12/07/05 par le comité interministériel d'aménagement et de développement du territoire.

Si la destruction des vitraux de l'église a eu une portée symbolique, l'extension du souffle a provoqué des bris de vitres à grande distance, jusqu'aux villes de Trévoux et de Villefranche-sur-Saône¹⁵⁷, distantes de plusieurs kilomètres.

Évolutions du site industriel de Neuville-sur-Saône et Genay		
1868	Teinturerie des Frères Thomas (Neuville-sur-Saône)	Création du site.
1882	Société allemande BASF (Badische Anilin & Soda Fabrik)	L'usine s'agrandit, est rachetée par une société allemande et prospère jusqu'en 1914.
1933	Société Savanil (Genay)	Développement d'une seconde activité sur le site, de fabrication de soie artificielle.
1953	Société Roussel-Uclaf	Laboratoire pharmaceutique de niveau national
1971	Société COATEX (Genay)	Produits chimiques
1997	Hoechst Marion Roussel	La société Roussel Uclaf est intégrée au groupe Hoechst, et devient de niveau international
Aujourd'hui	Sur Neuville : SANOFI Chimie (produits phyto-pharmaceutiques) Sur Genay : COATEX, production de matières plastiques, et <i>BASF AGRI Production</i> , produits phytosanitaires.	Hoechst a été racheté par le groupe Sanofi-Aventis en 2004. Production de principes actifs. En 2011, Sanofi Aventis devient Sanofi. COATEX. Production de matières plastiques. Une des 3 usines en France de BASF AGRI Production.

Tableau 7: Évolutions de l'activité industrielle sur l'espace neuvillois.

Aujourd'hui, l'aléa technologique reste présent. Le risque d'accident industriel attaché à l'activité des établissements BASF AGRI Production et COATEX, sur Genay, Sanofi Chimie sur Neuville-sur Saône, peut prendre la forme d'effets thermique, toxique ou de suppression. Classés SEVESO seuil haut, ces établissements relèvent des réglementations relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Ces industries génèrent également un transport de matières dangereuses empruntant le réseau routier vers Lyon et vers l'autoroute A46N et le réseau ferré vers Lyon. Identifiée par le plan communal de sauvegarde, la potentialité d'accident de transport de matières dangereuses met en jeu différentes composantes du territoire-étagé : le centre-ville, des quartiers d'habitation et des établissements scolaires importants comme le montre la planche 43 ci-après. Si le site industriel est inondable, l'exercice réalisé à l'automne 2005 avec la municipalité sur une pollution chimique de la Saône¹⁵⁸ montre que des interactions peuvent aussi se produire du site industriel vers la rivière.

¹⁵⁷ Source *Histoire de Neuville-sur-Saône*, René Chassin.

¹⁵⁸ Se référer à la 2^{ème} partie 1.3.

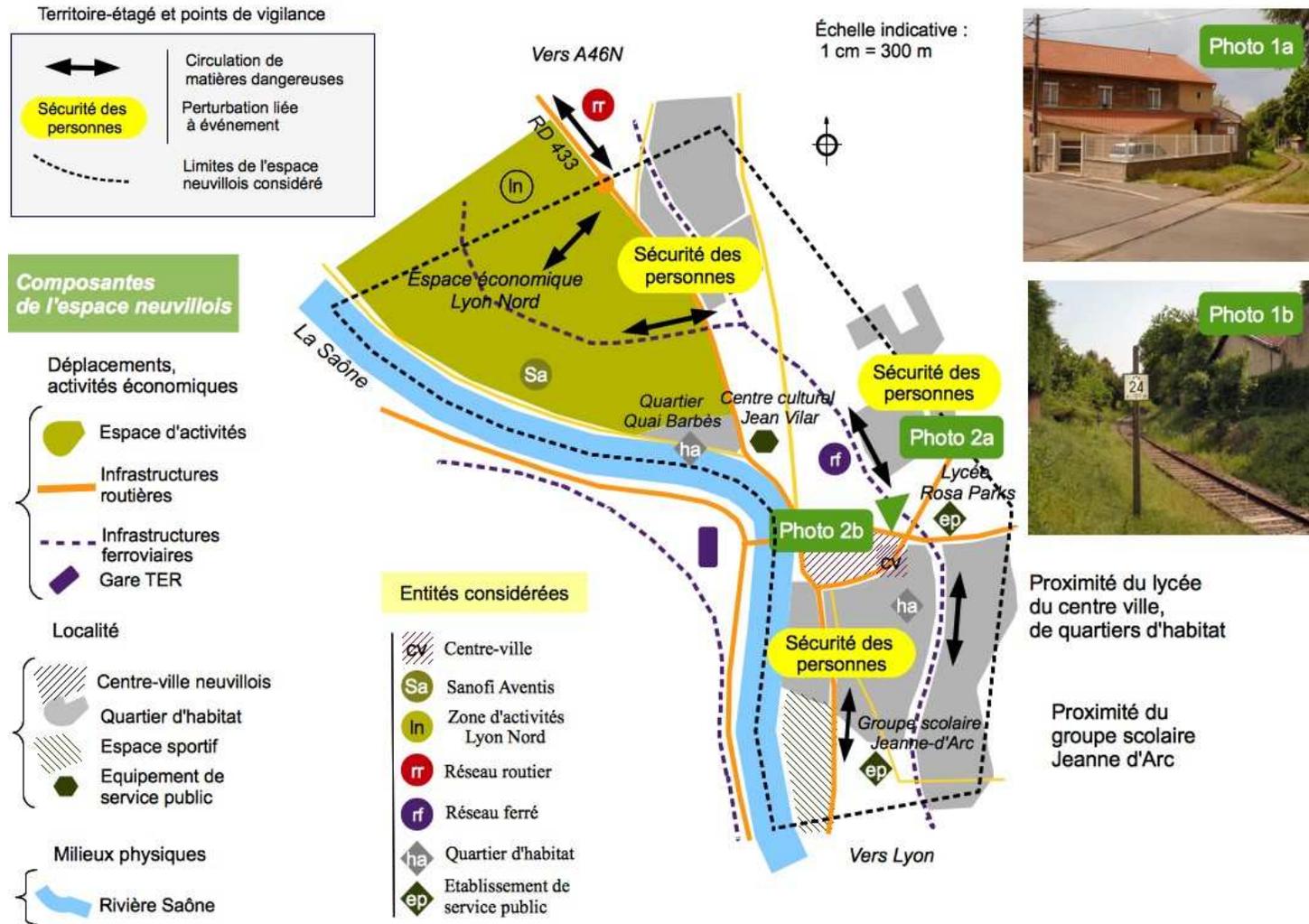


Planche 43: Neuville-sur-Saône. Les transports ferré et routier de matières dangereuses : une perturbation à caractère événementiel.

Bien que de dimension plus modeste, la zone d'activités de La Vosne abrite des PME comme l'entreprise Rousseau, spécialisée dans le matériel d'entretien du paysage. Ce site est concerné par des débordements possibles du ruisseau des Torrières [Grand Lyon, SOGREAH, 2007 et 2008]. Il pose la question de son enclavement et de sa desserte au travers des quartiers d'habitations. Il contraint dans sa partie sud, le vallon des Torrières, dans sa fonction d'espace naturel. La circulation des matériels peut générer des nuisances et affecter la sécurité des déplacements urbains. Le projet de déplacer les activités au sein de la zone d'activités Lyon-nord a pour objet, d'une part de renforcer la compétitivité des entreprises, d'autre part de réduire les interactions au sein de l'espace neuvilleois.

Nous avons représenté, en planche 44 ci-après, les perturbations en lien avec ces deux composantes. Celles-ci sont de nature similaire à celles mises en évidence sur l'espace givordin. Nous reprenons les mêmes principes de représentation et de distinction entre les différents types de perturbations. En relation avec ces composantes, nous avons identifié la concurrence internationale comme facteur externe susceptible d'influer l'espace neuvilleois dans ses évolutions. Ce facteur, lié à la fluctuation, à l'échelle de la planète, des besoins de protection des populations des vagues épidémiques, crée localement de l'incertitude sur l'activité industrielle future.

De la même façon que pour l'espace givordin, nous avons mis en évidence les entités en interactions (cf planche 45 ci-après). Nous avons complété ces données par les projets identifiés. En 2008, le projet d'un pôle vaccin a vu le jour au sein de SANOFI pour produire un premier vaccin contre la dengue. Au sein de cette entreprise, la politique d'externalisation des activités annexes à la production peut favoriser une offre en direction des entreprises locales, de services ou artisanales, appelant des besoins en aménagement. Nous ne sommes pas allés jusqu'à afficher cette politique de l'entreprise, faute de disposer d'information tangibles à ce sujet. En revanche, nous avons pris en compte le projet de PPRT, commun aux deux établissements COATEX et BASF AGRI Production. Un Comité Local d'Information et de Concertation (CLIC) a été mis en place le 10 décembre 2010, pour être associé à son élaboration, prescrite le 11 octobre 2011.

La ZA de La Vosne donne lieu à un projet de relocalisation des entreprises sur le site de la zone d'activités Lyon-nord. Ce transfert permettrait aux entreprises de bénéficier d'un environnement mieux adapté à leurs besoins : facilité d'accès au réseau autoroutier, proximité de services aux entreprises, tènement de plus grande superficie.

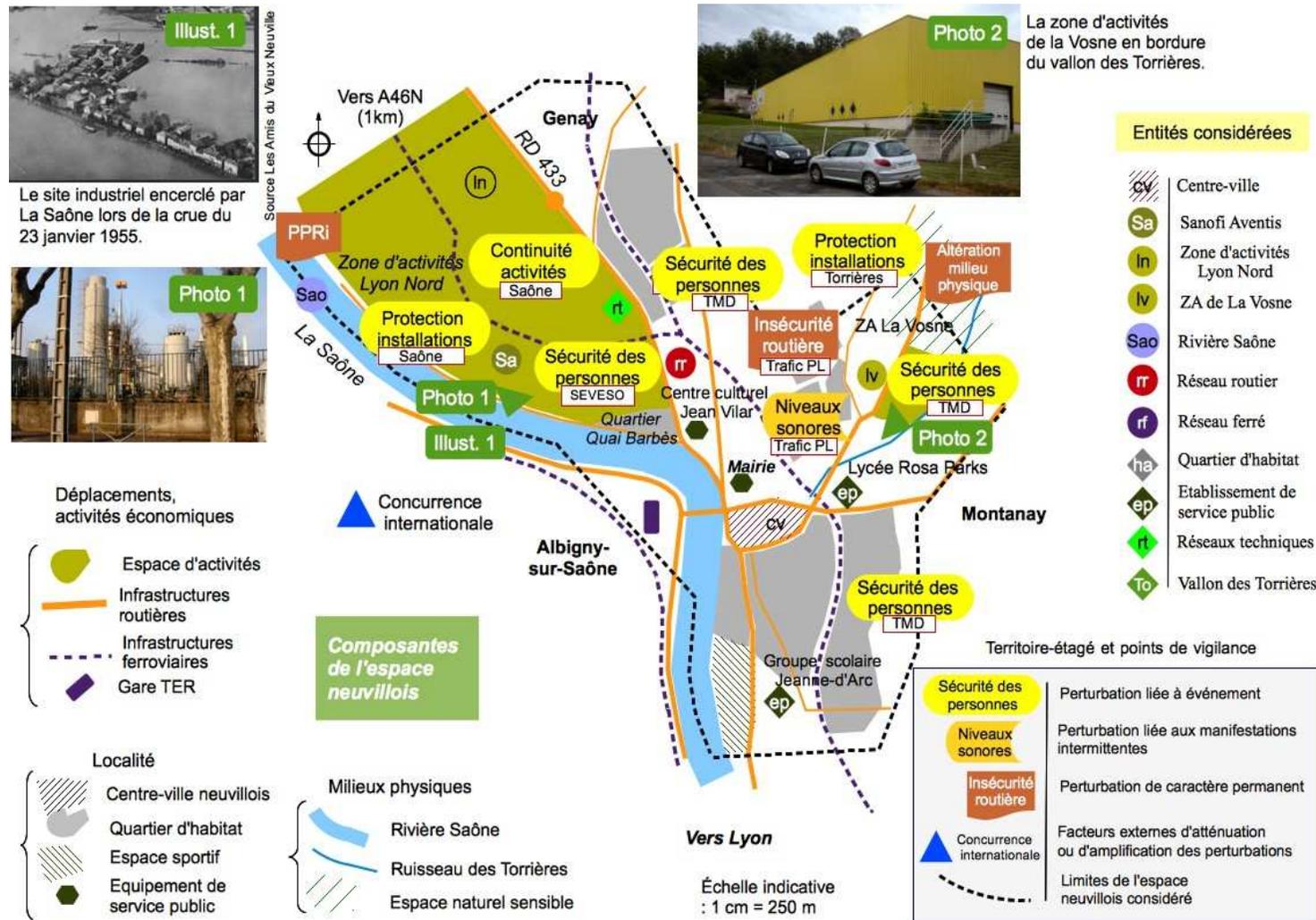


Planche 44: Construction du territoire-étagé neuvilleois : les points de vigilance appelés par l'activité industrielle.

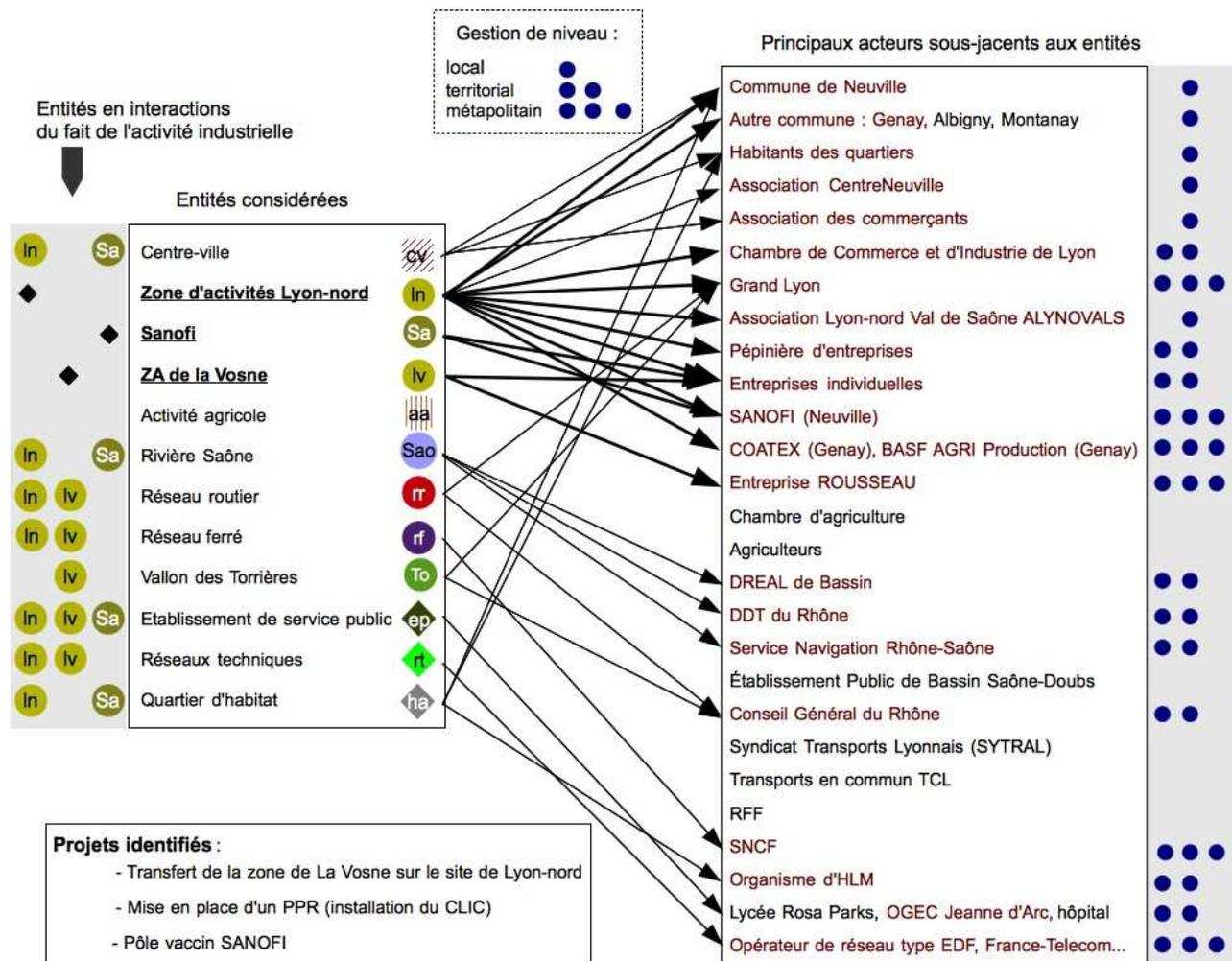


Planche 45: Construction du territoire-étagé neuvillois : entités en interactions avec l'activité industrielle.

Pour la municipalité, ce transfert permettrait une réaffectation des terrains libérés, prenant en compte la fonction de corridor écologique du Vallon des Torrières et l'extension de l'urbanisation dans ce secteur. Il réduirait le trafic poids lourd en centre-ville, vecteur de nuisances et de risques pour les quartiers d'habitation.

3.2.b Centre-ville et points de vigilance

L'attractivité du centre-ville, qui regroupe commerces et activités de services, dépasse la seule agglomération neuvilleoise. L'offre commerciale bénéficie d'une zone de chalandise de 30 000 habitants pour l'alimentaire et de 70 000 habitants pour le non alimentaire (cf illustration 25).

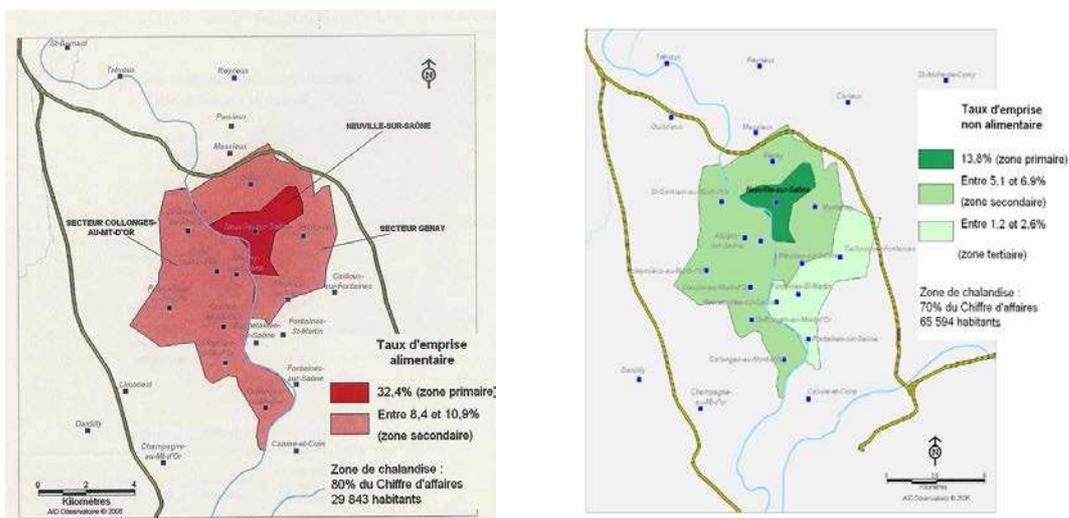


Illustration 25: Zones de chalandise de Neuville-sur-Saône ; produits alimentaires et non alimentaires.

Source CentreNeuille

Nous avons identifié en planche 46 ci-après des perturbations entre le centre-ville et les infrastructures routières. La trame viaire, héritée de la cité médiévale, limite les possibilités de concilier, par des aménagements, ces deux fonctions. La question de la circulation automobile se pose les jours ouvrés, lors des opérations de livraison des commerces. Les activités commerciales et de services sont elles-même affectées par les conditions de circulation, difficiles en bord de Saône à certaines heures de la journée. Ces difficultés ressortent en particulier du franchissement de la rivière. Les activités sont également confrontées, à certaine heures, aux limitations du nombre de places de stationnement en ville, et ce malgré des espaces aménagés en périphérie pour augmenter les possibilités offertes.

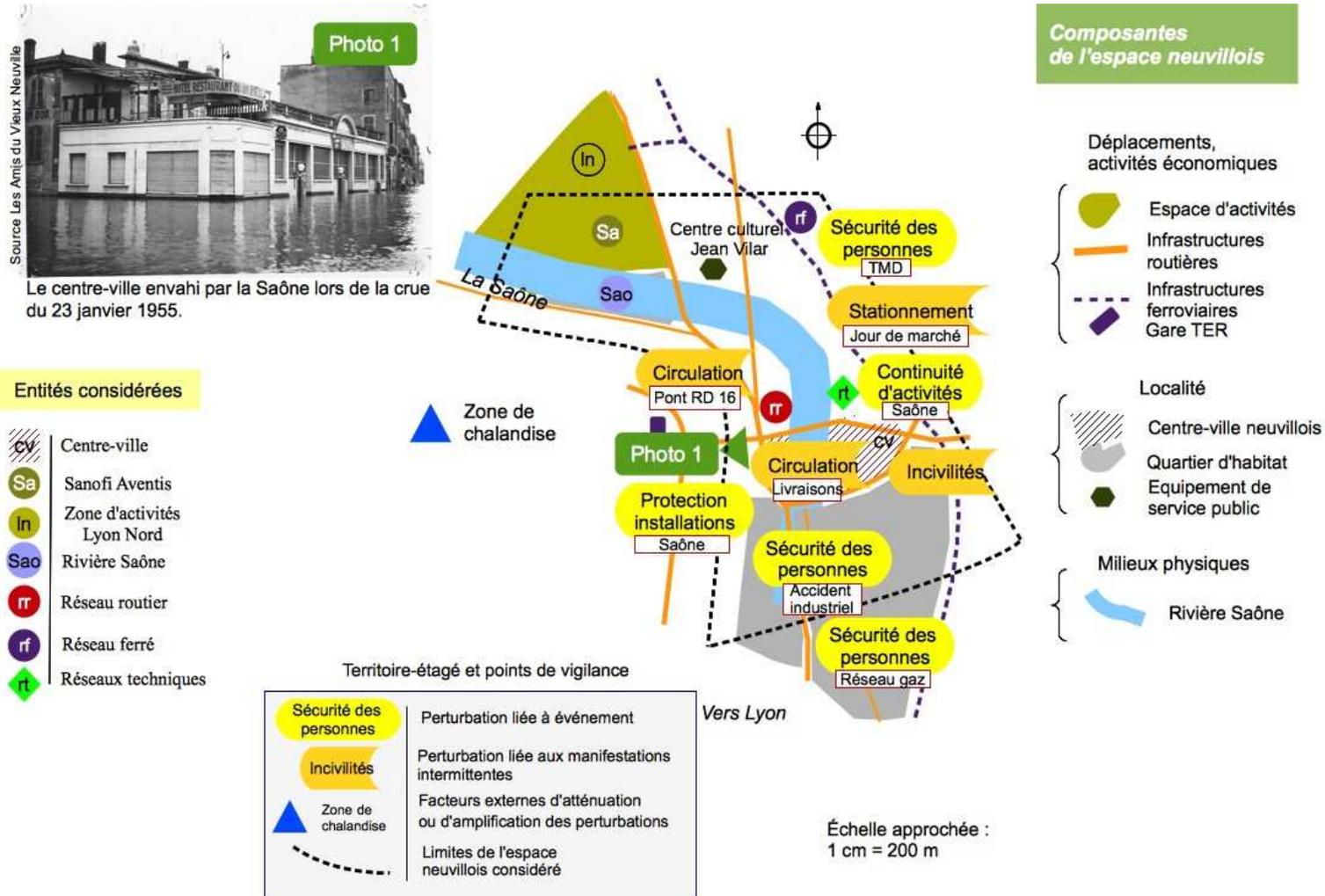


Planche 46: Construction du territoire-étagé neuvillois : les points de vigilance liés au centre-ville.

La fréquentation du centre-ville nécessite également qu'une vigilance soit portée aux actes d'incivilité qui peuvent s'y produire. La municipalité et les services techniques sont encore attentifs au risque pour les personnes, que représente l'éventualité d'un accident lié à la distribution de gaz de ville. Le réseau de distribution est ancien sans que des plans de recollement des branchements soient toujours disponibles. Le centre-ville est encore exposé aux potentialités d'accident liées à la circulation des matières dangereuses sur la RD433 ou sur la voie ferrée qui le contourne à l'ouest. Il est concerné par les débordements de la Saône.

Si le centre-ville interagit avec les autres composantes, c'est dans sa configuration actuelle, marquée par une dynamique économique. Il en est ainsi des problèmes de stationnement ; ceux-ci traduisent la vitalité commerciale. Un changement de contexte produirait un changement de configuration. La municipalité est attentive à l'éventualité de création d'un hypermarché dans le Val de Saône qui affaiblirait l'activité commerciale, par exemple en réduisant la zone de chalandises. Ce point de vigilance est mentionné sur la planche 46 ci-avant.

Nous avons représenté en planche 47 ci-après les entités en interactions. La dynamique du centre-ville est accompagnée par « CentreNeuville ». Réunissant la mairie, le groupement des commerçants, la Chambre de commerce et d'industrie de Lyon, la Chambre des métiers et le Grand Lyon, cette structure associative s'est fixée pour objectif d'assurer un environnement urbain favorable à l'activité économique et aux utilisateurs des commerces et services. Cette association est par conséquent attentive aux dysfonctionnements qui peuvent affecter le centre-ville. Membre de cette association, la municipalité développe depuis plusieurs années une démarche de dynamisation du centre-ville, reconnue par ses aspects innovants, comme le recours aux stewards urbains et l'aménagement de la voirie en zone de rencontre¹⁵⁹. Cette implication a conduit la ville à participer à la délégation française au projet européen INNOCITÉ, conduit par la Chambre de Commerce et d'Industries de Lyon¹⁶⁰. La structure associative projette actuellement la réalisation d'une plateforme logistique dont la localisation est recherchée en périphérie immédiate du centre-ville.

¹⁵⁹ La zone de rencontre est définie par l'article R.110-2 du code de la route. Elle correspond à la délimitation d'une section de voirie en agglomération, aménagée et signalée pour être affectée à la circulation de tous les usagers. Les piétons y sont autorisés à circuler sur la chaussée et sont prioritaires sur les véhicules dont la vitesse est limitée à 20 km/heure. Le terme rencontre signifie que les relations entre les usagers doivent se gérer par des comportements de courtoisie au bénéfice des plus vulnérables (source plaquette Certu, la zone de rencontre, 4 pages, novembre 2008).

¹⁶⁰Se référer à la 2^e partie 1.3.

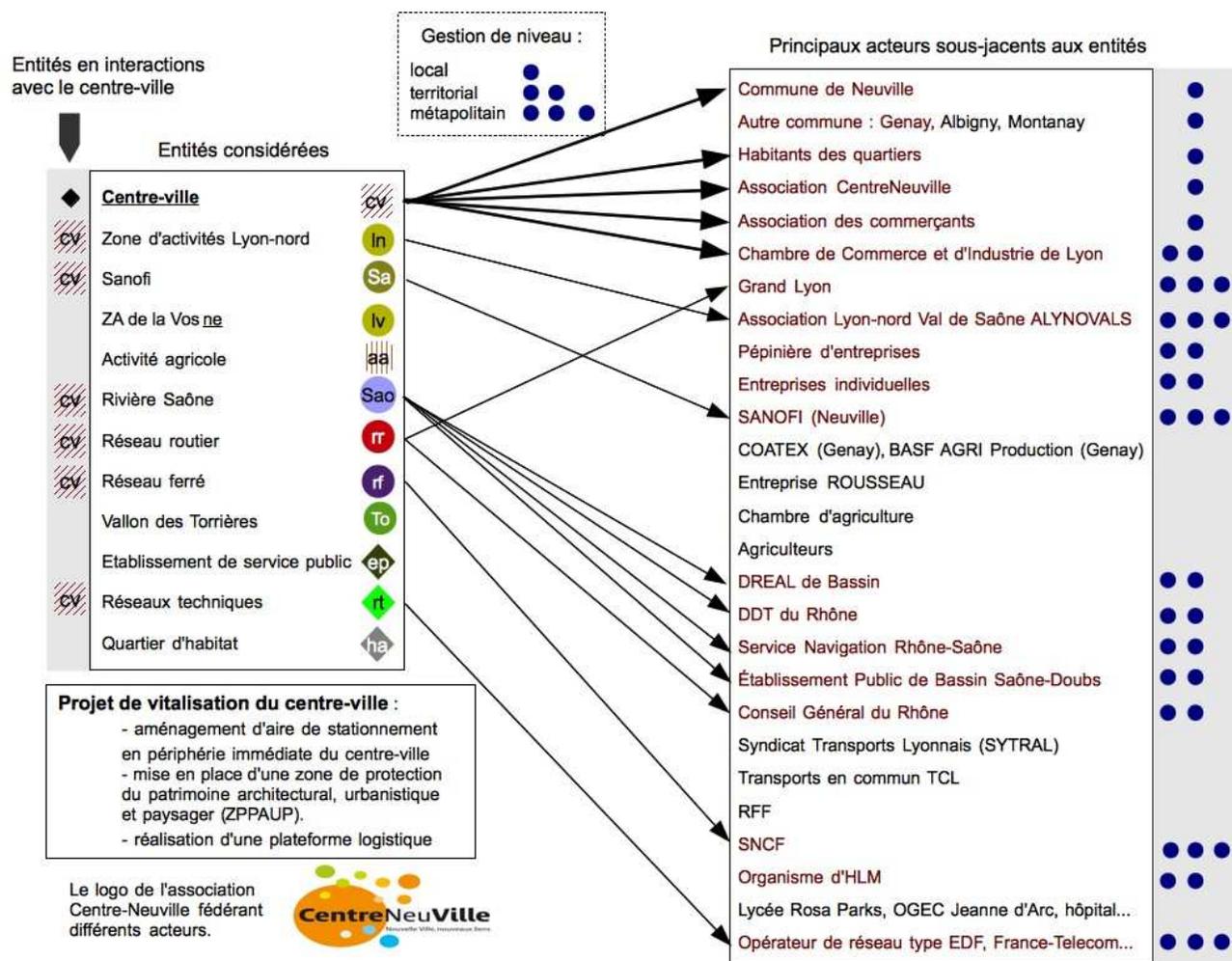


Planche 47: Construction du territoire-étagé neuvillois : entités en interactions avec le centre-ville.

Ce projet modifierait les modalités d'approvisionnement. Des matériels spécifiques assureraient les manutentions et acheminements entre un bâtiment de stockage et les commerces. Sa réalisation permettrait de réduire les perturbations des activités induites par les débordements de la Saône.

3.2.c Dynamique résidentielle et points de vigilance

La dynamique résidentielle transforme la localité neuvilloise. Elle participe de multiples perturbations que nous avons mentionnées en planche 48. Nous avons figuré en planche 48 et 49 les composantes et entités en interactions. Cette dynamique se développe depuis plusieurs décennies, favorisée par l'activité industrielle. Ainsi, la présence de l'industrie nécessite, dès 1950 et jusqu'au milieu des années 1970, la construction d'immeubles collectifs et de lotissements d'habitation destinés aux ouvriers. Pour répondre aux besoins, les sociétés d'HLM urbanisent différents secteurs disponibles du territoire neuvillois, dont certains sont exposés aux débordements de la Saône.

La technique du remblaiement des terrains est utilisée. Mais ces transformations anthropiques, menées de façon similaire en France dans d'autres vallées inondables, affectent le système fluvial lui-même : *"...la multiplication des remblais industriels au sud de Lyon à partir de la fin du XIX^e siècle a rapidement provoqué un exhaussement des hauteurs d'eau dans les parties non remblayées de la plaine"* [Combe, 2007]. Comme nous l'avons montré¹⁶¹, l'ingénierie des années 80 ne prenait en compte, ni les effets induits par la multiplication des projets individuels - ici les rehausses des lignes d'eau du fleuve en crue - ni la possibilité de dépassement du niveau de protection apporté par les ouvrages techniques, ici le remblai, ni les perturbations de la vie des résidents liées à l'encerclement de leur îlot d'habitation par les débordements de la rivière : coupure des réseaux, traumatisme psychologique lié à la mise à l'abri temporaire des personnes. Il en est ainsi à Neuville-sur-Saône des immeubles collectifs situés route de Lyon, aménagés en bordure de Saône sur des remblais, comme le montre la photo 4 de la planche 48 ci-après.

¹⁶¹ Se référer à la 1^{ère} partie, 1

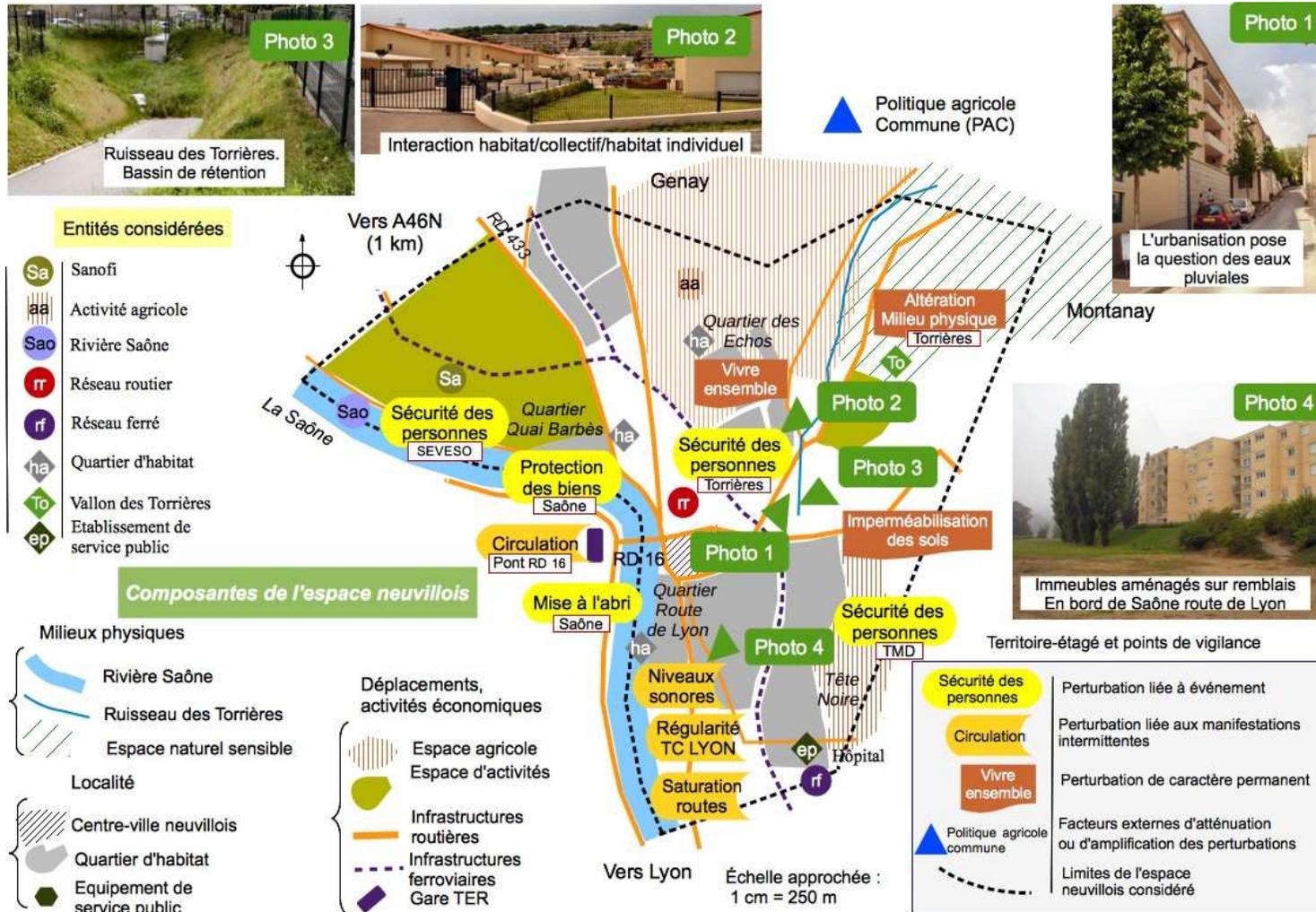


Planche. 48: Construction du territoire-étagé neuvillois : les points de vigilance appelés par la dynamique résidentielle

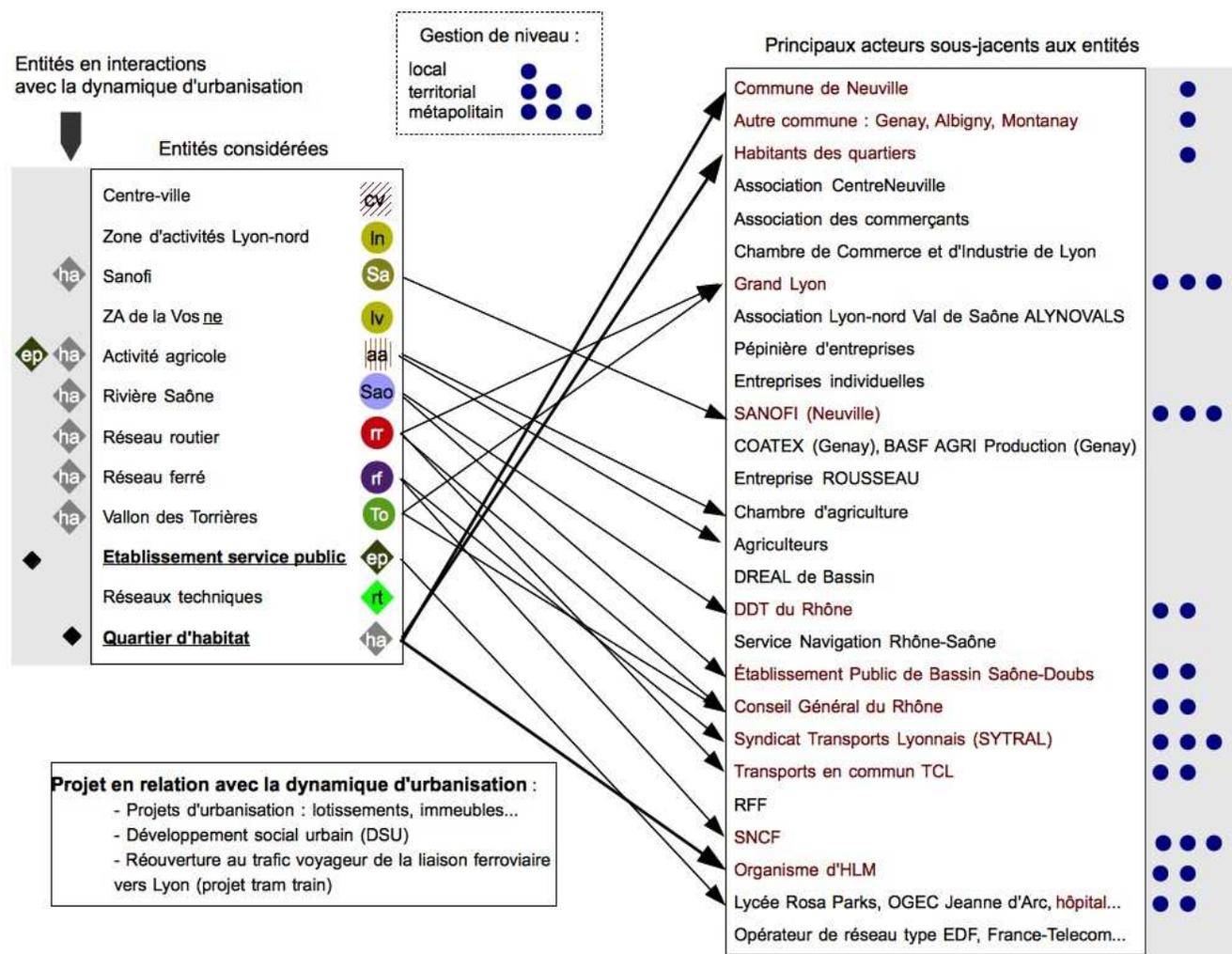


Planche 49: Construction du territoire-étagé neuvillois : entités en interactions vis-à-vis de la dynamique résidentielle.

Si les HLM ont pu être construits en zone inondable, du fait de la disponibilité de terrains, la réalisation de quartiers d'habitats collectifs a, par ailleurs, favorisé des processus de concentration géographique des populations en difficultés économiques et sociales. De leur côté, certains lotissements d'habitats individuels ont été rendus accessibles, dans leurs parties collectives, aux seuls résidents comme le montre la photographie 2. Ces processus posent, dans les relations entre quartiers de compositions socio-économiques différentes, des questions dites du vivre ensemble. Pour tenter de limiter les phénomènes d'exclusion sociale et d'insécurité urbaine, la commune de Neuville-sur-Saône s'est engagée, depuis plusieurs années, dans un programme de développement social urbain et, en 2007, dans une démarche labellisée pour expérimenter et diffuser des actions de résorption des difficultés sur des secteurs socialement fragiles. Par ailleurs, en continuité du centre-ville, sous l'effet des opérations immobilières, le patrimoine urbain est menacé d'altération de sa qualité architecturale et paysagère. Sa préservation a conduit à la mise en place d'une zone de protection du patrimoine architectural, urbanistique et paysager (ZPPAUP), approuvée le 19 janvier 2010. Établie entre le Grand Lyon, les communes de Neuville-sur-Saône et d'Albigny-sur-Saône, cette réglementation fixe les conditions de préservation et de réhabilitation des éléments patrimoniaux remarquables.

Le développement de l'urbanisation produit également des interactions avec des milieux physiques comme celui du vallon des Torrières, situé à l'intersection des communes de Neuville, de Genay et de Montanay. Ce vallon joue le rôle de corridor écologique, pour le déplacement des chevreuils en particulier. Il fait partie aujourd'hui des espaces naturels sensibles du département du Rhône et de la trame verte définie à l'échelle du Grand Lyon. Les trois communes participent au plan de gestion mis en place par le Conseil Général. Le bassin versant hydraulique de cette composante, dont la fonction principale est naturelle, couvre des espaces agricoles situés dans le département de l'Ain. Il intercepte également le tracé de l'autoroute A46 nord. Les conditions d'écoulement du ruisseau des Torrières ont été analysées. Leur étude met en évidence l'intérêt d'une vigilance sur les modifications possibles des modes d'occupation ou de gestion des sols dans sa partie amont [Grand Lyon, SOGREAH, 2007 et 2008]. Ces modifications peuvent porter sur les pratiques agricoles et les aménagements autoroutiers (projet de création d'une aire de service). L'étude précise les perturbations possibles à l'aval, liées à des débordements du ruisseau.

L'espace neuvillois est également au contact du plateau agricole des Dombes. Le développement de l'urbanisation en limite des espaces agricoles pose la question de l'interface des quartiers d'habitation ou établissements recevant du public avec cette composante, sous l'angle du ruissellement pluvial (cf photographie 14 ci-après).

La réalité de ce risque est attestée par les déclarations de catastrophes naturelles sur la commune de Neuville-sur-Saône. Depuis 1982, 10 déclarations sur un total de 14 sont relatives à des ruissellements et coulées de boues¹⁶². Sur le plateau surplombant le Val de Saône, une culture céréalière intensive peut mettre à nu des terrains argileux, les rendre propices à l'érosion. En prenant insuffisamment en compte des mesures agro-environnementales, les pratiques céréalières accentuent le phénomène de battance favorable à l'érosion des terrains et au ruissellement. Dans le même temps, le processus d'urbanisation favorise l'imperméabilisation des sols. Ces différents processus peuvent co-produire un aléa. Nous retrouvons ici des mécanismes que nous avons explicité préalablement par l'analyse des catastrophes ayant affecté le sud-est de la France et la transformation des pratiques agricoles¹⁶³.

Les coulées d'eau boueuse qui ont affecté le 4 août 2004 les communes de Fleurieux sur Saône, de Neuville-sur-Saône et de Genay sont une manifestation des processus de transformations que connaissent les flancs est du Val-de-Saône. Des précipitations intenses ont ruisselé sur les terrains agricoles à vocation céréalière après les labours. La boue liquide a obstrué les réseaux d'assainissement, submergé des voiries en endommageant les chaussées. Le mécanisme qui s'est développé aurait pu mettre en danger la population. Il a occasionné des coûts de remise en état des réseaux, de la voirie et de la station d'épuration, selon une estimation de l'ordre de 515 000 €¹⁶⁴. A la suite de cet événement, le Grand Lyon a engagé une démarche visant à agir à l'échelle du Val-de-Saône pour limiter tout à la fois le ruissellement d'origine agricole et l'érosion des sols [Grand Lyon, Direction de l'Eau, 2005]. Ces processus affectent les communes de Montanay, Fleurieu, Neuville-sur-Saône et Genay. La démarche a conduit à identifier les secteurs concernés en limite de plateau des Dombes, ceux sensibles aux effets du ruissellement correspondant à des interfaces entre composante résidentielle et composante agricole comme illustré par la photographie 14. Elle a conduit à expliciter les mesures agro-environnementales et les aménagements pouvant limiter les phénomènes et leurs effets, en distinguant ce qui pouvait être fait par l'agriculteur et ce qui relevait de la puissance publique. Si les communes de Montanay et de Genay disposent d'un linéaire plus important d'interfaces entre les lotissements d'habitation et les terres agricoles, la problématique du ruissellement est présente sur la commune de Neuville, dans sa partie sud-est, en interface avec la commune de Montanay. Le quartier d'habitation de la Bigue et le nouvel hôpital gériatrique sont situés à l'aval immédiat d'un bassin versant agricole de 60 hectares.

¹⁶² Source Prim.net, mise à jour au 29 août 2008.

¹⁶³ Se référer à la 1^{ère} partie 2.1

¹⁶⁴ Source Grand Lyon.

Le Grand Lyon prévoit la réalisation d'un bassin de rétention des eaux de ruissellement après collecte par fossé dimensionné pour une période de protection de retour de 30 ans [Grand Lyon, SOGREAH, 2007 et 2008]. De façon plus générale, le développement de l'urbanisation pose la question des effets de l'imperméabilisation des sols vis-à-vis du ruissellement urbain.

Interface composante quartier d'habitation - composante espace agricole, posant la question du ruissellement pluvial. Le labourage est ici effectué vers les habitations. Vue depuis le plateau des Dombes.



Interface composante quartier d'habitation- composante espace agricole mieux traitée par des haies. Le labourage est ici effectué parallèlement aux lots bâtis. Vue depuis les hauteurs de Neuville, côté Genay.



Le nouvel hôpital gériatrique situé à Neuville-Fontaines, entité en interface avec la composante espace agricole, est appelé à être protégé par un bassin de rétention des eaux de ruissellement d'origine agricole.



Photographie 14: Neuville-sur-Saône. Interface urbanisation et espaces agricoles, considérée sous l'angle du ruissellement pluvial d'origine agricole.

La dynamique d'urbanisation renvoie encore aux interactions avec l'activité industrielle, déjà évoquée sous l'angle du transport de matière dangereuse et du risque industriel (SEVESO), aux interactions avec le réseau routier lors des périodes de trafic intense. Ce réseau routier supporte le trafic des TCL vers Lyon, tandis que le pont sur la Saône (RD16) donne accès à la gare TER vers Lyon.

Elle interroge également le projet d'aménagement à terme d'une liaison tram-train Lyon-Trévoux, par ré-ouverture au transport de voyageurs de la voie ferrée actuellement dédiée au transport de marchandises¹⁶⁵. Ce projet augmenterait et diversifierait les possibilités de rejoindre l'agglomération lyonnaise en transports collectifs. Les déplacements pourraient s'affranchir des contraintes liées au réseau routier départemental, exposé à la saturation du trafic et aux crues de la Saône. Cette future ligne réduirait les perturbations locales : saturation du trafic à certaines heures, insécurité routière, niveaux sonores et qualité de l'air. Elle pourrait aussi introduire de nouvelles perturbations pour les quartiers d'habitat proches de la voie ferrée, liées à l'augmentation du trafic ferroviaire.

3.2.d Dynamique fluviale et points de vigilance

La Saône favorise des interactions que la construction du *territoire-étagé* invite à considérer. Elle est à la fois un milieu physique, connaissant des crises hydrologiques, et une voie navigable utilisée pour le transport de pondéreux dont une partie relève des matières dangereuses, qu'il s'agisse d'engrais, de produits chimiques ou de produits pétroliers.

Les inondations de la Saône ont donné lieu à l'établissement d'un PPR inondation à l'échelle du Val de Saône, en place depuis 2004. La crue du 8 novembre 1840 est remarquable par le niveau atteint, repéré en berge (cf photographie 15 ci-après). Depuis cette crue, la plus forte connue de la Saône, 36 débordements ont affecté de façon plus ou moins forte Neuville-sur-Saône. Les côtes les plus significatives sont reproduites ci-après en illustration 26 :

Dates	Cotes NGF à Neuville-sur-Saône	Écart avec la cote de la Saône à Neuville-sur-Saône en période normale (165 m)
8 novembre 1840	172,84	+ 7,84
5 mai 1856	170,11	+ 5,11
31 décembre 1882	170,25	+ 5,25
1 ^{er} et 11 novembre 1896	169,97	+ 4,97
15 février 1945	169,90	+ 4,90
23 janvier 1955	170,47	+ 5,47
25 décembre 1981	169,65	+ 4,65
22 mars 2001	169,60	+ 4,60

Illustration 26: Côtes de crues de la Saône relevées au droit du pont de Neuville.

Source mairie de Neuville-sur-Saône

¹⁶⁵ Cette fonction était autrefois assurée par un train reliant Lyon à Trévoux (Ain), dénommé La Guillotine.

Certains événements ont marqué plus que d'autres. Les habitants gardent en mémoire l'inondation du 23 janvier 1955. Cette crue, la plus importante du XX^e siècle pour le Val de Saône, est un événement marquant. Elle a été utilisée comme événement de référence pour établir le PPR. Préservées et valorisées par l'association *Les amis du Vieux Neuville*, les photographies prises mettent en évidence les perturbations produites. Si les eaux du fleuve ont atteint de façon symbolique le parvis de l'église, elles ont aussi envahi une partie du centre-ville. L'illustration 27 met en évidence les difficultés de circulation au droit du pont sur la Saône. Le débordement de la Saône a affecté également le site industriel comme l'établit l'illustration 1 de la planche 44. Bien plus récente, l'inondation de mars 2001 est encore gravée dans les esprits pour avoir fortement perturbé les déplacements à l'échelle du Val de Saône (cf illustration 28). Le débit enregistré à Couzon-au-Mont d'or, en aval de Neuville, classe cette crue comme la quatrième du XX^e siècle. Ses effets sur les services et réseaux urbains ont été analysés et décrits à l'échelle du Val de Saône [FELTZ, 2002, p.7].



Photographie 15: Neuville-sur-Saône. Débordements de la Saône de 1840 et de 1955. Repère des niveaux atteints au droit de la zone d'activités Lyon Nord



Illustration 27: Neuville-sur-Saône. Débordement de la Saône de 1955. Le pont recouvert par les eaux.

Source : *Les Amis du Vieux Neuville*



Illustration 28: Débordement de la Saône de 2001. Les déplacements paralysés.

Source *Grand Lyon*.

Marc Rodriguez, adjoint au maire de Neuville-sur-Saône, rapporte qu'en 2001 "*[...] des poids lourds sont dans tous les sens et bloquent toutes les déviations*¹⁶⁶". Pour la municipalité, un niveau fluvial à peine plus élevé aurait perturbé tout à la fois les déplacements et les réseaux techniques et, de ce fait, la population résidente et les activités. Par mesure de sécurité, des alimentations électriques auraient dû être sectionnées et des habitants évacués, quai Barbès et route de Lyon. Les services d'assainissement et de ramassage des ordures ménagères auraient été interrompus. L'espace neuvillois interagit par paliers avec la dynamique fluviale.

La planche 50 ci-après représente les perturbations identifiées, liées à la composante Saône, considérée comme milieu naturel et comme infrastructure de transport fluvial. Les débordements du fleuve peuvent perturber différentes composantes ou entités de l'espace neuvillois. En premier lieu, des dommages aux biens et aux installations sont possibles, affectant les quartiers d'habitation, l'espace économique de Lyon nord, le centre-ville. En second lieu, les activités peuvent être perturbées en lien avec le dysfonctionnement des réseaux urbains, du réseau routier. Une vigilance est nécessaire sur la vie des résidents dans certains quartiers, la continuité des activités pour les entités économiques : zone d'activité Lyon-nord, centre-ville. Ces potentialités de dommages appellent une vigilance sur les mesures de gestion pouvant être prises pour les réduire. Un accident lié au transport fluvial de matière dangereuse est toujours possible. En 2011, les transports de matière dangereuse représentent 180 799 tonnes, dans le sens Saône-Rhône 15 687 tonnes d'engrais et 5 695 tonnes de produits pétroliers, dans le sens Rhône-Saône 91 129 tonnes d'engrais et 68 288 tonnes de produits pétroliers¹⁶⁷. La fluctuation du trafic fluvial est un facteur de vigilance externe à l'espace neuvillois.

Nous avons figuré, en planche 51 ci-après, les entités en interactions manifestes avec la Saône. A été identifié le projet à terme d'une halte sur la Saône, en relation avec la démarche Lyon 2020 de requalification du système fluvial engagée par la communauté urbaine de Lyon¹⁶⁸.

¹⁶⁶ Selon la main courante que Marc Rodriguez, Maire-adjoint chargé de l'urbanisme, de l'environnement et des risques a établi de la crue de mars 2001.

¹⁶⁷ Source Service Navigation Rhône Saône.

¹⁶⁸ Se référer au chapitre 2.4 relatif à l'espace givordin.

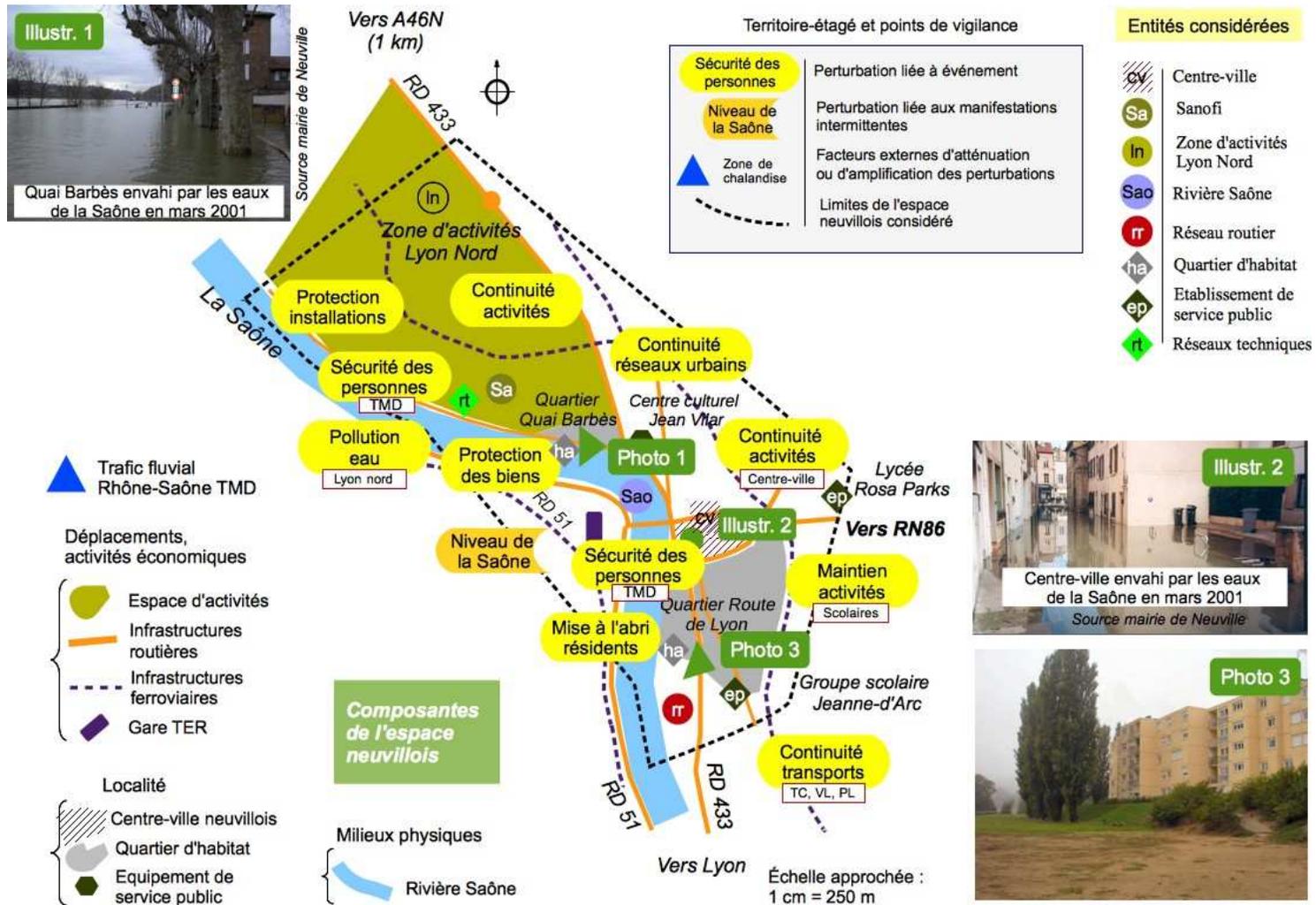


Planche 50: Construction du territoire-étagé neuvillois : les points de vigilance appelés par la Saône.

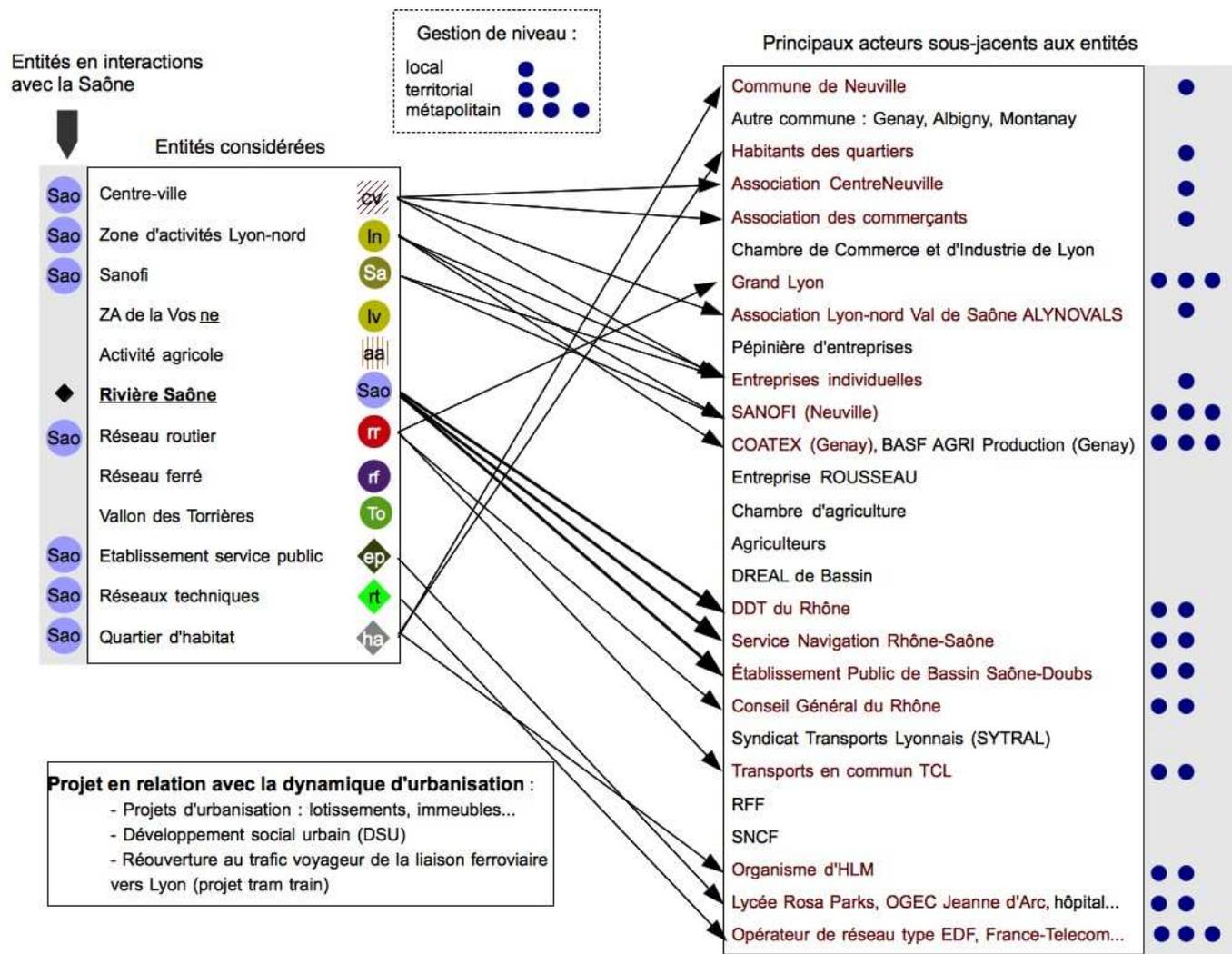


Planche 51: Construction du territoire-étagé neuvillois : entités en interactions vis-à-vis de la Saône.

3.3 Le territoire-étagé neuvillois : de sa construction au monitoring

Les analyses spatiales menées ont vocation à être agrégées. Le territoire-étagé obtenu donne une vision d'ensemble des perturbations susceptibles d'affecter l'espace neuvillois et des interactions entre les entités en présence. Pour limiter les perturbations ou leurs effets, nous montrerons qu'une démarche de monitoring conduit à encourager une action collective structurée à l'échelle de chaque entité et coordonnée à l'échelle de l'espace métropolitain.

3.3.a Le territoire-étagé neuvillois

Agréger les approches partielles permet d'établir une représentation d'ensemble du territoire-étagé, pour le considérer globalement sous les deux facettes des perturbations observées ou potentielles et des entités en interactions (cf planches 52 et 53 ci-après). Pour avoir analysé séparément différentes composantes, celles-ci ne peuvent être ni dissociées, ni considérées distinctement des entités en présence, l'ensemble donnant une représentation simplifiée de la complexité spatiale. Les points de vigilance identifiés en planche 52 ci-après sont à considérer sous l'angle des processus dommageables pouvant se développer. Tenant compte des perturbations identifiées, ces points de vigilance ne dispensent pas d'une attention aux perturbations imprévues. Pour tenter de limiter les incertitudes, l'attention portée aux évolutions possibles de l'espace neuvillois conduit à reconsidérer en permanence l'analyse qui en est faite.

La mise en relation des entités en présence, figurées en planche 53, conduit à considérer les cas où les analyses effectuées ont mis en évidence des interactions, les cas où les interactions sont peu probables - par exemple, bien que géographiquement proches, l'agriculture et la zone d'activités de Vosne, ne laissent pas apparaître d'interactions significatives – et ceux où il n'est pas possible de conclure sur les interactions entre deux entités.

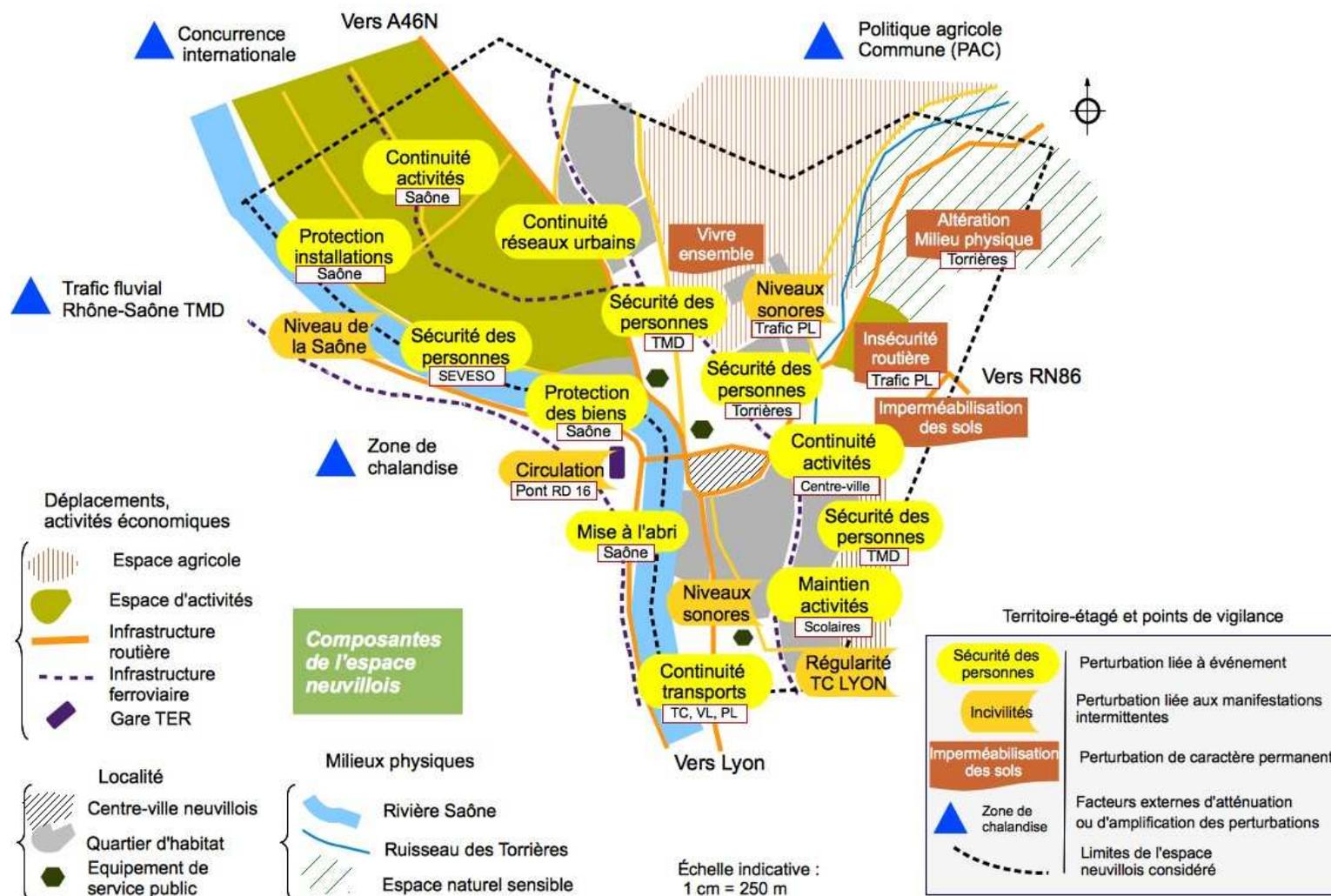


Planche 52: Représentation du territoire-étagé neuillois: points de vigilance et influences externes.

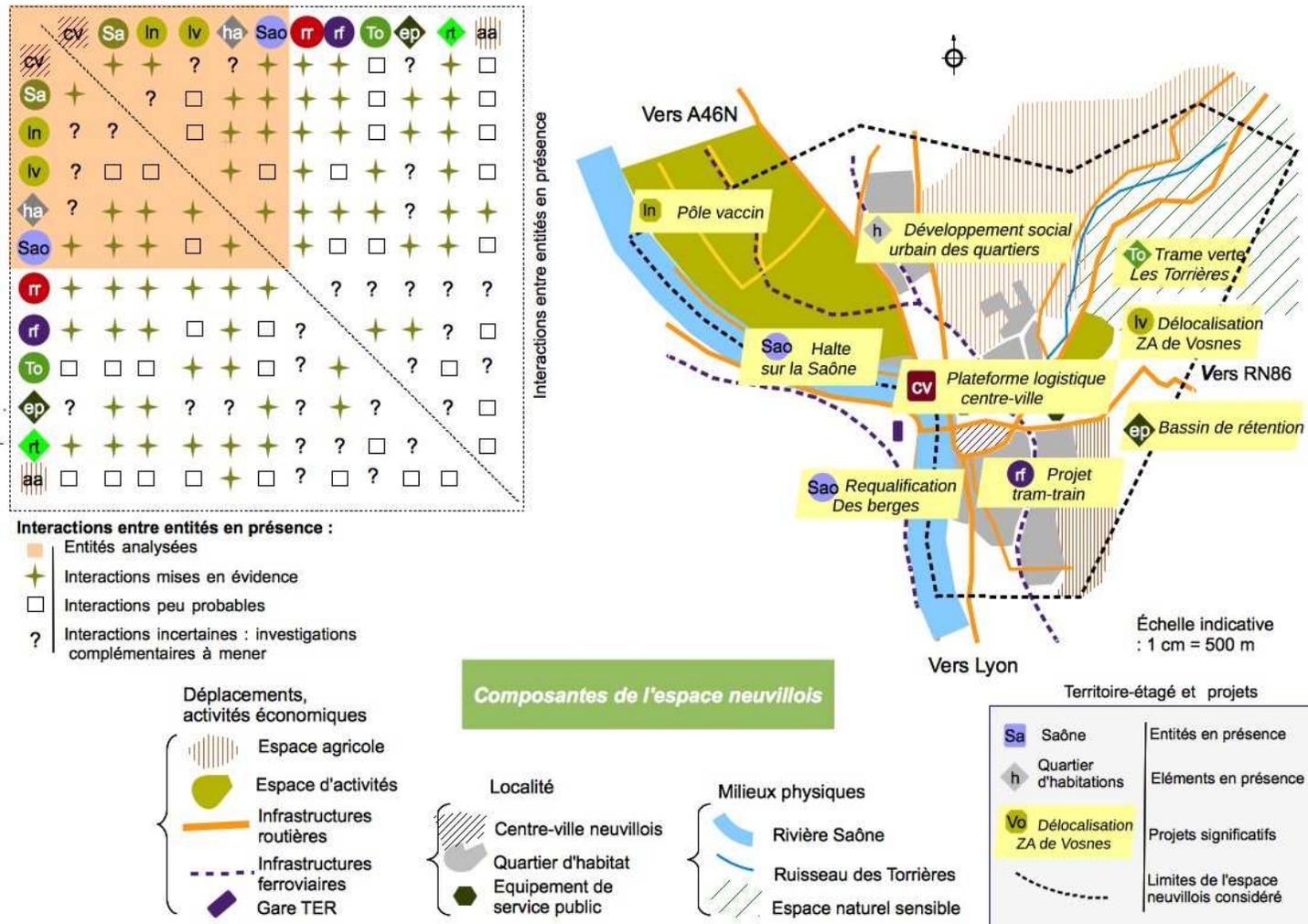


Planche 53: Représentation du territoire-étagé neuvillois : entités en présence et projets.

Des investigations complémentaires seraient à mener pour lever les indéterminations. Ainsi, les perturbations liées au réseau routier ou aux réseaux urbains seraient à expliciter. Au vu de la représentation obtenue du territoire-étagé, une analyse spatiale de ces composantes, impliquant les acteurs concernés, serait pertinente. Ainsi un accident de circulation, aux conséquences a priori limitées, peut, dans certaines conditions, participer de l'amplification d'un processus dommageable affectant tour à tour le réseau routier, le site industriel, des quartiers résidentiels ou le centre-ville. Les déplacements des moyens techniques d'intervention, voire les modalités de mise à l'abri de populations peuvent être rendus plus difficiles. Une configuration critique peut ainsi être mise en évidence. Ces investigations complémentaires relèvent du traitement de problématiques que l'analyse du territoire-étagé peut mettre en évidence. La réflexion menée par un collectif d'acteurs conduirait alors à l'actualisation de la représentation donnée. Par itérations successives, cette représentation approche du plus possible la réalité complexe de l'espace neuvillois. Pour autant, la construction du territoire-étagé ne rend pas pertinent de couvrir par des analyses toutes les entités en présence. Cette systématisation alourdirait la démarche, sans améliorer la pertinence du résultat.

3.3.b La question du monitoring

Ainsi construit, le territoire-étagé pose la question du monitoring de l'espace métropolitain, c'est-à-dire de l'activation d'une praxis locale suivant la finalité d'éviter le développement de processus dommageables, qu'elle que soit la forme que ceux-ci peuvent prendre. La construction du territoire-étagé a mis en évidence trois entités donnant lieu à coordination volontaire des acteurs. La première correspond au centre-ville. La structure associative CentreNeuville fédère le groupement des commerçants, la municipalité, le Grand Lyon représenté par l'Office du tourisme et des congrès, la Chambre de Commerces et d'Industrie de Lyon (CCI), La Chambre d'Artisanat et des Métiers du Rhône, une banque. Cette structure peut débattre de problématiques concrètes comme les interactions entre livraisons et circulation routière. A ce titre, elle peut interroger tant les pratiques de la profession en matière d'approvisionnements que la politique municipale du stationnement. CentreNeuville est en capacité de mobiliser des ressources comme la Chambre de Commerce et d'Industrie de Lyon qui lui permet d'échanger au niveau européen en participant au projet INNOCITE. La deuxième entité coordonnée est la zone d'activités Lyon-nord, bénéficiant également d'une structure d'animation Lyon Nord Val-de-Saône (ALYNOVALS¹⁶⁹).

¹⁶⁹ Association Lyon-nord, Val de Saône.

Créée à l'initiative d'entreprises de la Zone d'activités Lyon-nord, cette association fédère environ 150 entreprises du Val de Saône, réparties sur 8 sites industriels. Elle développe des partenariats avec les communes, le Grand Lyon et la CCI de Lyon. L'animation du centre-ville ne peut cependant être comparée à celle de la zone d'activités en terme de niveau de complexité. Le centre-ville est un espace ouvert tandis que les zones d'activités sont des espaces fermés. Ainsi, la zone Lyon-nord est gérée par l'ASLI, association syndicale du lotissement industriel. Enfin, troisième entité à coordonner les acteurs : le vallon des Torrières. Délimité par la réserve naturelle volontaire, ce vallon donne lieu à un plan de gestion géré par le Conseil Général du Rhône, associant les communes concernées. S'agissant des autres entités, la coordination des acteurs est assurée momentanément, lors de la mise en œuvre d'actions sectorielles. Nous pouvons citer au titre de ces actions : la ZPPAUP de Neuville-sur-Saône/Albigny-sur-Saône, le projet tram-train, l'Agenda 21 Val de Saône, l'élaboration du PPRT de COATEX et BASF AGRI Production, le plan communal de sauvegarde de la commune de Neuville-sur-Saône, le Document d'Information Communal sur les risques (DICRIM). Les échelles de mise en relation des acteurs diffèrent à chaque fois, selon la nature du projet.

La mise en relation des acteurs peut être dynamisée par la confrontation d'un projet à un processus dommageable. Ainsi, les dommages occasionnés par les coulées d'eau boueuses de 2004 et le projet ultérieur de construction de l'hôpital gériatrique intercommunal, en limite des terres agricoles, ont incité à une démarche de promotion de pratiques agro-environnementales, appliquée au flanc est du Val-de-Saône. L'étude des ruissellements attachés au vallon des Torrières pose aujourd'hui question sous l'angle de sa traduction dans la planification de l'urbanisme : faut-il établir un zonage réglementaire, ce qui revient à recourir au modèle régalien du PPR, ou établir des recommandations, ce qui pose la question de leur accompagnement ?

D'une façon générale, les études ou documents sont reliés à la planification de l'urbanisme qui en constitue l'attracteur principal. Or, cet outil a pour objet la gestion de l'occupation des sols et non la prise en compte de la complexité de l'espace métropolitain. A l'échelle du centre-ville et à celle de la zone d'activités Lyon-nord, la gestion de la complexité apparaît davantage prise en compte, la structure d'animation en place assurant une vigilance sur les problématiques pouvant affecter ces espaces.

Le séminaire de Neuville-sur-Saône

Interroger les modalités d'un monitoring de l'espace neuvillois nécessite de réunir les acteurs pour débattre des perturbations observées et potentielles et des possibilités d'en diminuer les effets. Si cette démarche participative pouvait difficilement être envisagée pour analyser le territoire-étagé dans son ensemble, sans étape préalable, elle pouvait être menée vis-à-vis d'une composante significative, ici la Saône.

Cette possibilité nous a été donnée par le séminaire des 22 et 23 janvier 2009 organisé entre le Certu, l'Association Française de Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN) et la commune de Neuville-sur-Saône [Certu, AFPCN, Ville de Neuville-sur-Saône, 2011]. L'AFPCN souhaitait identifier les passerelles à développer entre prévention des risques et gestion des secours. Ce projet pouvait consister à traiter, entre professionnels concernés, de la faisabilité d'une gestion dynamique du risque inondation. Comme nous l'avons établi, l'exercice se serait heurté à la complexité des espaces métropolitains¹⁷⁰. En proposant d'inscrire ce projet dans l'espace neuvillois, nous avons offert la possibilité d'intégrer l'exercice de décloisonnement des métiers dans une réflexion plus stratégique. Celle-ci renvoie au traitement d'une problématique, intéressant de multiples acteurs, celle des processus dommageables pouvant se développer au sein d'un espace métropolitain, en lien avec un débordement de la Saône. Nous pouvions alors relier prévention des risques d'une part, gestion des secours d'autre part, aux questions des facteurs de vulnérabilité et de résilience de l'espace neuvillois. Nous pouvions également tirer des enseignements sur les conditions d'un monitoring de cet espace.

La préparation du séminaire s'est engagée, le comité de pilotage réunissant l'AFPCN, la municipalité, les services métropolitains et le Certu. Les participants devaient relever de la gestion des risques, de celle des secours ou être acteurs de l'espace neuvillois, que ce soit à l'échelle locale, territoriale ou métropolitaine. L'événement initiateur du processus dommageable était une crue de la Saône, du type de celle du 21 janvier 1955. Cet événement correspond à la crue de référence du PPR inondation. Il permet de se rattacher à un fait réel, retranscrit par une collection de photographies, mise à disposition par l'Association des Amis du Vieux Neuville. Il conduit à extrapoler les effets récents de la crue de mars 2001, d'intensité moindre. Sur ces bases, une réflexion collective pouvait intervenir par le biais de visites de terrain, de séances plénières et d'ateliers de travail.

¹⁷⁰ Se référer au 2.3.

De façon pratique, cinq ateliers, explicités en tableau 8, ont été mis en place. Deux ateliers abordaient la gestion des secours en relation avec la prévention. Trois autres traitaient des interactions entre : la Saône, la zone d'activités Lyon-nord et le centre-ville, la Saône et les quartiers d'habitat, la Saône et le réseau routier.

Ateliers		Questionnement pour les ateliers	Thématiques.
A1	Éléments stratégiques et points névralgiques	Les points importants sont-ils les mêmes pour la gestion de la crise et pour le fonctionnement de l'espace urbanisé ? Comment articuler politique d'urbanisation et gestion des risques ? Quelle localisation ou sécurisation des accès pour les installations nécessaires à la gestion de la crise ?	Liens entre ingénierie des secours et ingénierie de prévention.
A2	Information, communication et logistique	Quels liens possibles entre information préventive et information en cas de crise ? Quels outils complémentaires au plan communal de sauvegarde établi par la commune ?	Liens entre ingénierie des secours et ingénierie de prévention.
B1	Population et habitat	Quel réseau de médiation pour faciliter l'évacuation de la population ? Quelles actions en matière d'urbanisme ? Comment assurer la période de crise dans les meilleures conditions : avant, pendant, après ? Quelle évolution de la vulnérabilité sociétale entre 1955 et 2008 ?	Perturbations de l'entité "fonction résidentielle". Gestion des secours.
B2	Économie et environnement	Quelle réduction possible de la vulnérabilité des entreprises à l'inondation ? Comment organiser l'activité économique pendant la crue, limiter l'impact économique de cette situation et la gérer au mieux ?	Perturbations des entités "activité industrielle" et "centre-ville". Prévention des risques.
B3	Circulation et déplacements	Comment améliorer la gestion, l'exploitation et l'aménagement ? Comment assurer cette situation suivant son séquençage, à l'échelle locale ? Quelle gestion des transports de matière dangereuse ?	Perturbations de l'entité "déplacements routiers". Prévention des risques.

Tableau 8: Ateliers du séminaire inondation de Neuville-sur-Saône des 21 et 22 janvier 2009.

Nous avons tiré des enseignements de ce séminaire sous l'angle du monitoring.

Vigilance au changement

Peu avant la tenue du séminaire, la crue de novembre 2008 a illustré l'imprévu qui pouvait survenir en lien avec un débordement de la Saône. Celui-ci revêt alors la forme d'une réaction hydrologique rapide des ruisseaux latéraux à la rivière. Comme le montre l'illustration 29 ci-après, la brusque variation du niveau de la rivière a créé la surprise. Dans la partie agglomérée du Val de Saône, les parcs de stationnement sur berges n'ont pas été fermés à temps pour éviter des dommages aux véhicules.



Illustration 29: Débordement de la Saône de 2008. Des effets inattendus.

Source photographique. Certu

Différents aspects du séminaire relèvent de la démarche de vigilance attachée au monitoring. L'un est relatif à l'attention portée par les participants au développement possible de processus dommageables, en relation avec le débordement de la Saône. Les participants ont pris conscience que l'inondation n'était pas à considérer sous ses seuls effets directs. Si des discussions ont porté sur les dommages matériels, elles ont traité surtout des multiples perturbations possibles : interruption des services urbains comme les transports collectifs ou le ramassage des déchets, arrêt des approvisionnements de produits alimentaires, désorganisation des activités économiques, difficultés de circulation, accueil non assuré des élèves dans les établissements scolaires, coupures d'électricité. Les échanges mettent ainsi en évidence les problématiques posées par les interdépendances entre les différentes entités. Chaque acteur est cependant soucieux de la perturbation qu'il peut subir avant de s'interroger sur les effets, lors de la crise, de ses dysfonctionnements et ses propres actions, sur l'espace neuvillois dans son ensemble. Si en période normale, les interdépendances sont gérées au sein de chaque entité, au point de ne plus être visibles, sous l'effet de la crue, des processus non maîtrisés se développent, posant la question de leurs effets.

Ainsi, la fréquentation inhabituelle des commerces du centre-ville peut favoriser des ruptures d'approvisionnement, les habitants pouvant effectuer des achats de précaution. Le fonctionnement du réseau routier peut être perturbé par les eaux de la Saône, mais aussi par des coupures d'électricité mettant hors service les feux de signalisation.

Une initiative de la municipalité relève de la vigilance : la matérialisation de seuils attachés au niveau de la Saône en crue, traduisant des niveaux d'effets différents de perturbations. A titre d'exemple, lorsque l'eau atteint certains espaces, la distribution d'électricité doit être coupée, ce qui affecte certains quartiers. L'implantation de repères topographiques en ces points de basculement des effets apparaît comme un moyen pratique pour traduire les niveaux fluviaux dans le « langage » de l'espace neuvillois. Cette initiative municipale traduit le besoin de mettre en relation des référentiels de connaissance et d'action différents : celui relatif à la Saône, ceux pouvant être attachés au centre-ville, au réseau routier ou à d'autres entités. La mise en place de ces repères favorise la mise en relation des acteurs. Ceux-ci sont appelés à s'identifier mutuellement, à échanger des informations, à coopérer, tous préalables utiles lorsque la crise survient. De façon pratique, la municipalité valorise les connaissances obtenues dans son plan communal de sauvegarde.

Un autre aspect est relatif à une configuration critique inattendue, mise en évidence par la DDT du Rhône. Pour ce service, en cas de grande crue de la Saône, le fonctionnement de la métropole lyonnaise sera perturbé pendant plusieurs semaines. Des pénuries d'eau sont à prévoir, des coupures de l'A46 sont à envisager, des problèmes d'approvisionnement alimentaire peuvent se poser, les télécommunications peuvent être interrompues. Bien que l'accès à la métropole lyonnaise depuis Neuville reste potentiellement assuré par l'A46N, cet itinéraire peut connaître des difficultés de circulation. L'espace neuvillois - espace métropolitain - devrait alors fonctionner temporairement en "mode local".

Nous n'avions pas envisagé cette configuration critique où des processus dommageables peuvent résulter des difficultés de l'espace métropolitain à subvenir à ses propres besoins, pendant un temps déterminé, alors que celui-ci articule différentes échelles d'analyse et d'action. La cité redeviendrait alors, pour un temps, un « territoire de plein exercice ». Les participants au séminaire ont pris conscience de l'intérêt d'une autonomie temporaire en énergie, en eau, en moyens de communications, voire en approvisionnement. Celle-ci permettrait d'assurer une continuité minimale des services à la population, des commerces alimentaires, des entreprises. Toutefois, en l'absence de monitoring, les conditions ne sont pas établies pour inciter à la mise en place de dispositions relevant manifestant de la résilience locale à des événements affectant un espace bien plus vaste de la métropole.

La perspective d'une inondation affectant des quartiers d'habitation et le centre-ville invite le système de santé et d'aide social : médecins libéraux, infirmières, hôpital local, pharmacie, assistantes sociales à apporter une assistance coordonnée aux personnes immobilisées ou à mobilité réduite, aux mères de famille. Il n'existe actuellement pas de dispositif d'identification des espaces appelés à tenir des fonctions temporaires : stockage de déchets avant enlèvement ou stationnement de véhicules en dehors de la zone inondée.

La ténacité par la mobilisation des outils existants

Les outils disponibles sont utilisés de façon très contrastée. Les habitants des quartiers inondables adhèrent peu à la possibilité offerte par l'Établissement Public Territorial de Bassin Saône-Doubs d'établir des diagnostics du bâti comme un préalable à la réalisation de travaux de réduction de la vulnérabilité. Lors du séminaire, la potentialité d'endommagement des habitations a été reliée à l'indemnisation des dégâts. La question posée par les participants est celle des relations à établir au moment des événements avec les assureurs pour la mobiliser. S'agissant des activités économiques, le PPR Val de Saône a rendu obligatoire pour les entreprises de plus de 20 salariés exposées aux inondations, la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité dans un délai de cinq ans à partir de sa mise en application le 12 décembre 2006. Le constat a été fait de leur faible réalisation alors même que celle-ci était subventionnée. En revanche, L'entreprise SANOFI a adapté ses installations pour éviter l'endommagement des équipements : mise hors d'eau ou possibilité de démontage. S'agissant du réseau routier, le fait que, lors de la crue, des transferts de circulation s'effectuent entre le réseau routier principal, localement inondé, et le réseau routier secondaire restant libre à la circulation ne se traduit pas par des adaptations de ce dernier pour améliorer sa fonctionnalité. La question des éléments essentiels à la gestion de la crise a été abordée. Le centre de secours, inondable, fait l'objet d'un projet de délocalisation. L'inondabilité de la salle polyvalente Jean Vilar prive les services techniques d'un espace fonctionnel utile au suivi et à la gestion de la crise. Faute de temps, par réserve, et peut-être aussi par manque de connaissance, les acteurs n'affichent pas nécessairement les points névralgiques de leur organisation. Un tel exercice supposerait de structurer une démarche dans la durée, instaurant des relations de confiance entre les parties prenantes.

L'élasticité sous l'angle du retour à la normale

Le séminaire a abordé l'élasticité de l'espace neuvillois perturbé sous le seul angle du retour à la normale. Celui-ci mobilise les organisations et la population. Les acteurs locaux doivent montrer leur capacité à agir et à se coordonner.

A été débattu en particulier l'opportunité du maintien en activité des établissements scolaires importants, public et privé. Ceux-ci représentent 5000 élèves pour une population de 7000 habitants. Les déplacements qu'ils génèrent à certaines heures de la journée peuvent contribuer à paralyser le réseau routier. Des discussions seraient à établir avec ces établissements pour adopter des modalités de fonctionnement temporaires qui limitent les perturbations de l'espace neuvillois. Autre exemple, la réouverture à la circulation d'une route, après le retrait de l'eau, nécessite le nettoyage préalable des boues susceptibles de rendre la chaussée glissante. Pour paraître anodine, cette tâche se doit d'être anticipée dans ses modalités de réalisation. Les perturbations ressortent aussi des attitudes individuelles, pouvant jouer des effets d'atténuation ou d'amplification des interactions. Ces comportements relèvent d'un apprentissage de la population au fonctionnement de l'espace métropolitain en mode perturbé et des conduites à tenir. Cet apprentissage, auquel le territoire-étagé peut contribuer, doit limiter les effets de stress et de paniques.

La plasticité sous l'angle de la coopération entre les acteurs

La plasticité de l'espace neuvillois a été abordée sous l'angle des liens à tisser entre les acteurs comme un préalable à la possibilité d'influer les processus de métropolisation. L'intérêt de relais d'animation est apparu pour différentes entités : le réseau routier, les quartiers affectés par l'inondation, la Saône (cf planche 54 ci-après). Ainsi, le séminaire a fait apparaître le besoin d'articuler, à l'échelle du Val de Saône, les plans de gestion de trafic des différents opérateurs routiers : routes départementales et voirie communautaire, en tenant compte de l'influence de l'autoroute (A46N). Les structures associatives CentreNeuville et ALYNOVALS sont favorables à intégrer dans leurs activités d'animation la question des perturbations, à condition de disposer d'un appui administratif, financier et technique. Les entreprises SANOFI ou COATEX se sont déclarées prêtes à transférer des compétences en matière de réduction de la vulnérabilité, vers le tissu économique local des petites et moyennes entreprises. En effet, celles-ci ne disposent pas d'un savoir-faire véritable, de capacités financières suffisantes, d'un cadre propice à l'échange d'expériences. La question de structurer des relais à la population dans les quartiers a été posée. Les associations locales pourraient être mobilisées en utilisant la possibilité donnée aux communes de constituer une réserve communale de sécurité civile¹⁷¹. Enfin, les liens avec les opérateurs nationaux de réseaux techniques sont apparus difficiles à tisser. Ceux-ci étaient absents du séminaire alors que la question de la vulnérabilité de leurs installations a été posée à de multiples reprises. Enfin, les ressources dont l'entité Saône dispose, rappelées dans le tableau 9 ci-après, posent la question de leur mobilisation à l'échelle du Val de Saône comme un préalable au monitoring du territoire-étagé.

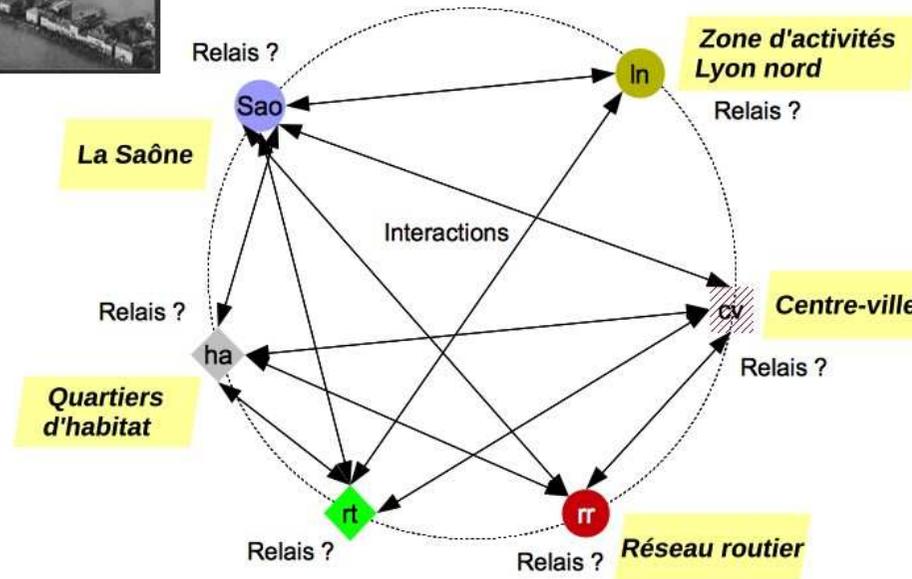
¹⁷¹ Cette possibilité est explicitée par la circulaire du 12 août 2005 (JORF n°215 du 15 septembre 2005).

Source photographique crue de 1955. Amis du Vieux Neuville.



*Perturbation du territoire-étagé neuvillois :
...crue similaire à celle de la Saône du 23 janvier 1955.*

Les travaux en ateliers interrogent les interactions entre les entités et éléments en présence et posent la question des relais à mobiliser : Identification, reconnaissance, moyens et missions.



Séminaire des 22 et 23 janvier 2009 au centre Jean Vilar

Séance plénière

Visite de terrain

5 ateliers

Planche 54: Séminaire de Neuville : les acteurs interrogent les interactions liées au débordement de la Saône.

Organisme	Actions	Nature	Échelle d'intervention
DREAL de Bassin	Prévision des crues	Gestion du système de mesures, de calcul et d'alertes	Bassin de la Saône
Établissement Public Territorial de Bassin Saône Doubs (EPTB)	Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI), contractualisé en 2003	Amélioration de la prévision des crues, développement de la prévention, réduction de la vulnérabilité, protection des zones habitées denses, restauration des champs d'inondation.	124 communes de la vallée de la Saône abritant des lieux habitables inondables, soit 71 000 personnes concernées
DDT du Rhône	PPR inondation Approuvé le 12 décembre 2006	Inondation par débordement fluvial, remontée de nappes, débordement des ruisseaux et aussi ruissellement pluvial.	Département du Rhône
Service navigation Rhône-Saône.	Police de l'eau et de la navigation	Gestion du transport fluvial, de la masse d'eau.	Rhône et Saône.

Tableau 9: Ressources associées à la gestion de la Saône.

En effet, le séminaire a fait apparaître des liens distendus entre l'entité Saône et les autres entités de l'espace métropolitain. Cependant des ressources existent, des études d'amélioration de la connaissance sont disponibles - par exemple celles menées de 2004 à 2006 pour établir le PPR inondation - des financements peuvent être proposés, des possibilités sont offertes de mobiliser des acteurs locaux. Il manque visiblement un relais d'animation de l'entité Saône qui inciterait les entreprises à la réalisation des diagnostics de vulnérabilité prescrits par le PPR, motiverait les particuliers à diagnostiquer leurs habitations, travaillerait à rapprocher les opérateurs routiers pour qu'ils établissent des principes partagés de gestion de la circulation à l'échelle du Val de Saône, faciliterait les relations avec les opérateurs de réseaux techniques, notamment de télécommunications, retranscrirait dans un « langage métropolitain » les informations fournies sur les niveaux de crue. Cet animateur relierait son action aux autres entités pour participer au monitoring de l'espace métropolitain. Il serait imaginable que les entités les plus importantes bénéficient, de la même façon, d'un relais assurant une mission vis-à-vis du territoire-étagé, et que ces structures soient elles-mêmes coordonnées à cette échelle.

Pour favoriser une dynamique de l'action, il manque en effet une instance qui soit en mesure de favoriser une dynamique de l'action, à l'échelle de l'espace métropolitain. Celle-ci s'appuierait sur des relais ayant vocation à fédérer les acteurs à l'échelle de chaque entité, pour chaque entité significative vis-à-vis des perturbations. Nous proposons en planche 55 ci-après, une représentation mettant en évidence les structures susceptibles d'assurer un rôle d'animation ou de coordination des acteurs.

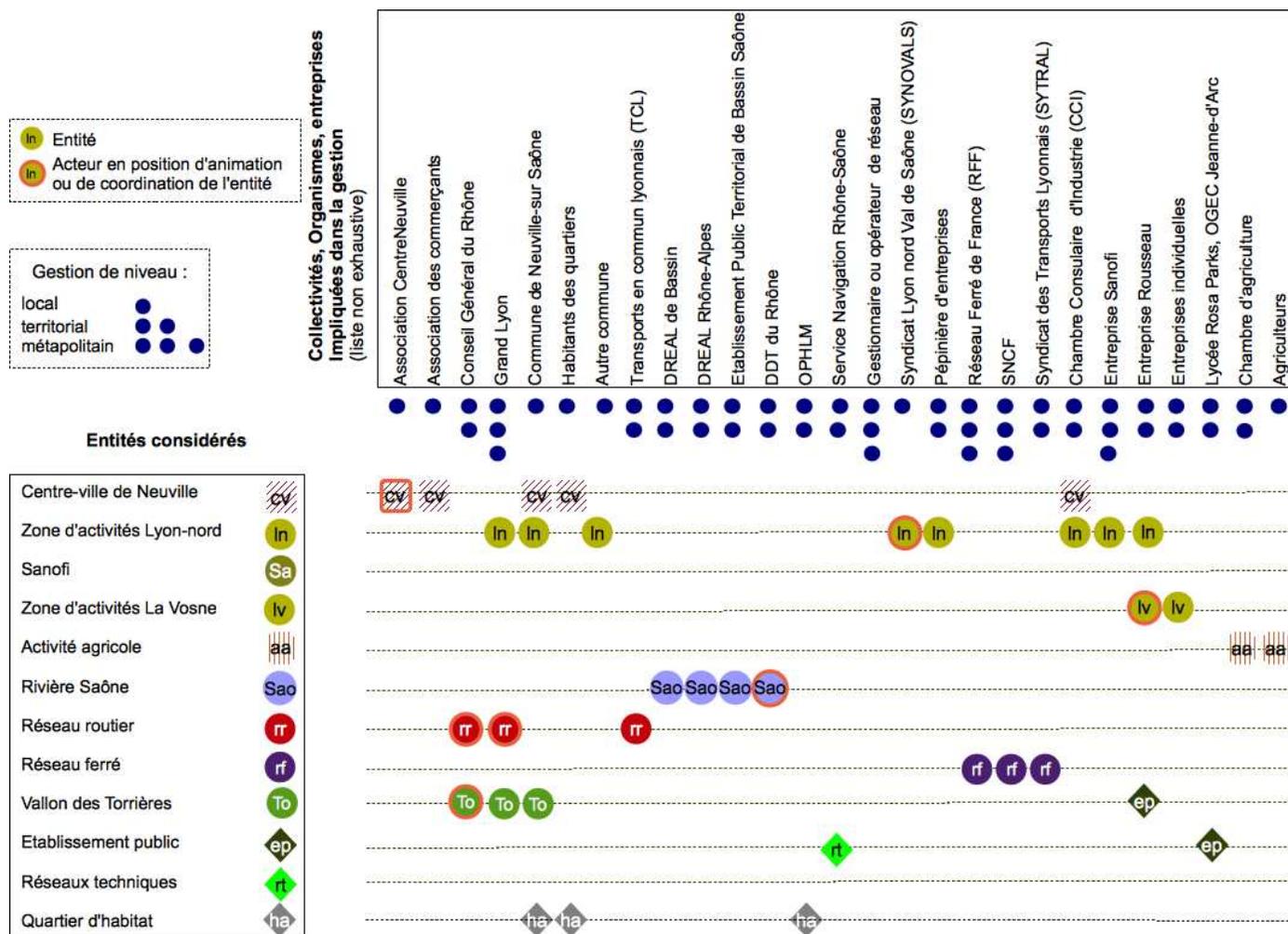


Planche 55: Neuville-sur-Saône. Entités posant la question de la coordination de leurs actions.

4. Les enseignements des expérimentations

Pour expérimenter le territoire-étagé, nous avons considéré la métropole lyonnaise. Confronté à la dynamique de métropolisation, cet espace s'est engagé dans des phases successives de structuration, dont la plus récente correspond à la mise en place en juin 2012 du Pôle métropolitain G4 regroupant, dans un syndicat mixte, la communauté urbaine de Lyon, les communautés d'agglomérations de Saint-Etienne, de Vienne et de l'Isle-d'Abeau. En installant son siège à Givors, à la Maison du Fleuve Rhône, le G4 traduit la place stratégique que tient cet espace métropolitain pour la métropole lyonnaise. Nous avons identifié cet espace en transformation, comme propice à l'établissement du territoire-étagé. Neuville-sur Saône est l'autre espace métropolitain que nous avons retenu pour établir le territoire-étagé. En équilibre fragile, l'espace neuvillois est également stratégique pour la métropole lyonnaise. Il abrite une zone d'activité d'importance métropolitaine qui accueille l'entreprise Sanofi, participant du pôle de compétitivité international Lyon Biopôle.

Les territoires-étagés givordin et neuvillois : une même méthode

Pour construire les territoires-étagés, nous avons appliqué aux espaces givordin et neuvillois une même méthode, dont nous avons synthétisé les cinq étapes en planche 56 ci-après. Nous avons tout d'abord mené une démarche préalable d'appropriation de ces espaces (**étape 1**). En nous transposant de la sorte dans chacun d'entre eux, nous avons voulu acquérir une véritable légitimité à les considérer [Lussault, 2007, p.240]. De façon pratique, nous nous sommes approprié du plus possible ces espaces. Pour chacun, nous avons rencontré des acteurs représentatifs des entités en interactions manifestes et pris en considération les documents accessibles au titre des différents référentiels de connaissances et d'actions. Nous avons conduit différents chantiers de réflexion pédagogique sur la vulnérabilité spatiale. Nous avons établi également des contacts avec l'échelon de la localité. Pour Givors, nous avons mobilisé un ancien responsable des services techniques, sensible aux vulnérabilités de l'espace givordin. Pour Neuville, nous avons sollicité un élu, retraité de l'industrie et sensible à ce titre aux questions de sécurité. Le séminaire de Neuville-sur-Saône a permis d'élargir les analyses effectuées. Pour les deux espaces métropolitains, des dynamiques de transformation affectent des composantes et entités en présence, d'autant plus fortement que l'espace métropolitain établi des relations multiples entre des espaces de flux et des espaces de lieux [Castells in Pflieger, 2006]. Nous avons appréhendé ces dynamiques, sans faire abstraction des processus passés pouvant être encore actifs, en considérant les perturbations produites.

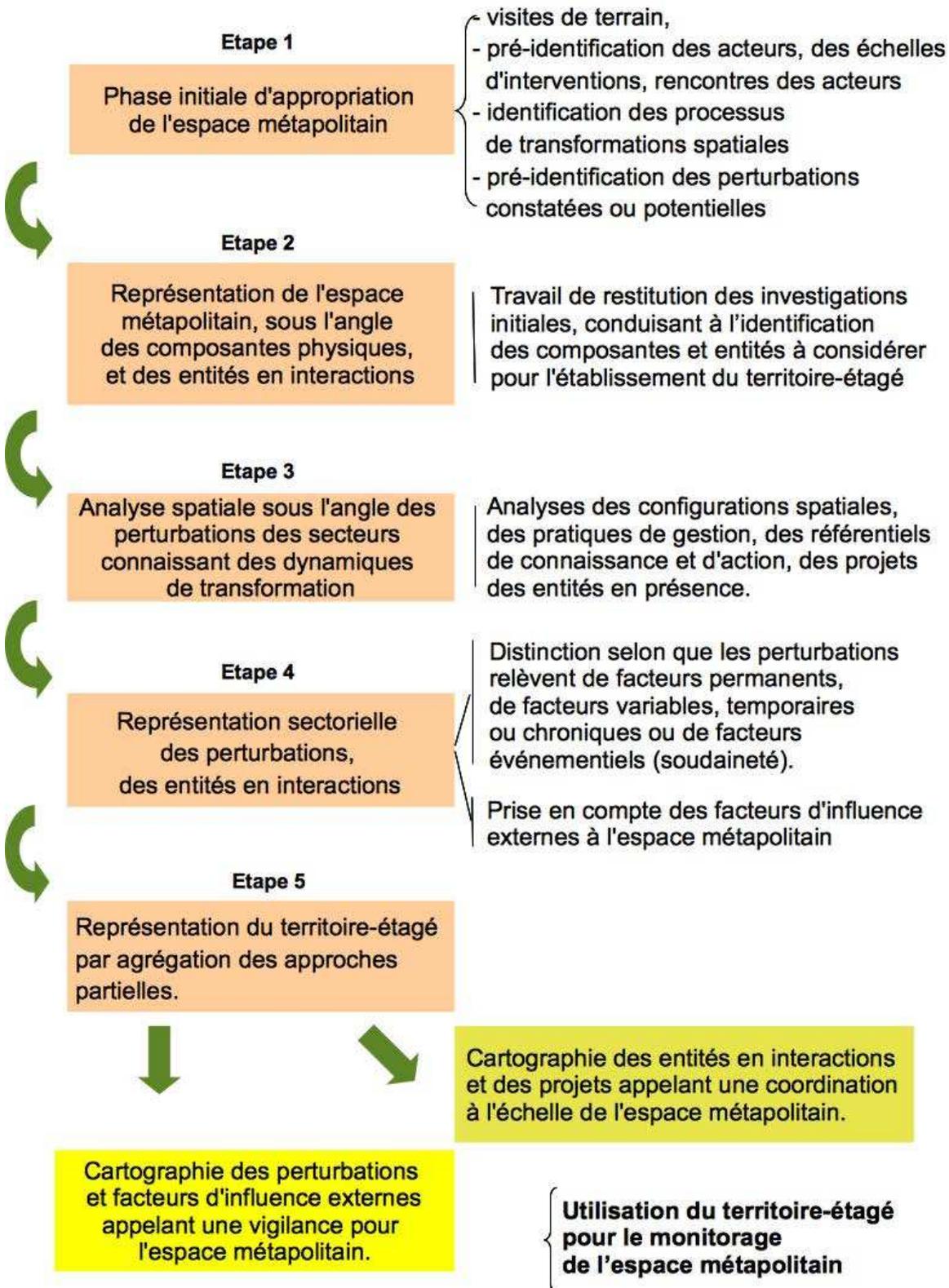


Planche 56: Les Etapes de construction du territoire-étagé.

Pour établir la configuration de chacun des espaces métropolitains considérés, nous avons identifié les composantes physiques, ainsi que les entités participant des dynamiques de transformation ou sensibles à celles-ci, sous l'angle des perturbations. **(étape 2)**. Les constats effectués rejoignent ceux que nous avons établi par l'analyse de notre pratique de l'aménagement, qui nous a conduit au territoire-étagé¹⁷². Des analyses territoriales ont été ensuite conduites là où elles se manifestent les perturbations **(étape 3)**. Affinées par des rencontres d'acteurs, ces analyses nous ont permis de déceler des configurations critiques liées aux modifications structurelles des espaces, aux situations temporaires ou chroniques qu'ils connaissent, à des événements soudains et imprévus. Nous avons ici mobilisé des principes mis en évidence dans l'analyse de catastrophes ayant affecté des espaces urbanisés. Les interactions qui se produisent mettent en défaut les référentiels de connaissances et d'actions portés par chaque acteur, chacun étant tributaire de son échelle d'intervention. Une représentation partielle du territoire-étagé peut alors être donnée à l'échelle de la composante considérée, tenant compte des influences externes **(étape 4)**. Celle-ci traduit à chaque fois la disjonction entre les processus de transformation spatiales, les limites atteintes par les actions sectorielles et les difficultés rencontrées par les acteurs pour relier leurs interventions. En agrégeant les approches menées par composante, nous avons établi une représentation du territoire-étagé sous les deux facettes des perturbations et des interactions entre les entités en présence **(étape 5)**.

En proposant un nouvel outil, nous souhaitons favoriser les conditions qui permettent aux acteurs d'agir de façon plus collective sur la vulnérabilité spatiale sans ignorer que cet outil constitue une étape parmi d'autres du chemin à parcourir pour modifier les pratiques dans ce sens. Nous tentons de faire partager le principe pascalien¹⁷³ selon lequel il est impossible de *connaître le tout sans connaître les parties et de comprendre les parties sans connaître le tout*. Si l'approche menée permet de considérer des configurations critique, elle met aussi en évidence l'incertitude inhérente à la complexité. Prendre en compte celle-ci est une façon d'appréhender la part d'imprévu que recèlent les processus dommageables, excluant d'y apporter de façon préventive des réponses toutes faites. Ces processus sont ceux mis en évidence par notre pratique de l'aménagement et par les analyses des catastrophes passées, en particulier celles qui se sont produites dès les années 80¹⁷⁴. Le territoire-étagé vise à favoriser une action collective par la connaissance réciproque des acteurs, des ressources dont ils disposent, des contraintes qu'ils doivent prendre en compte. Il incite à valoriser les initiatives prises et à en susciter de nouvelles.

¹⁷² Se référer à la 1^{ère} partie 1.

¹⁷³ Pascal, Les pensées.

¹⁷⁴ Se référer à la 1^{ère} partie 2.1.

Les territoires-étagés givordin et neuvillois : des spécificités

La démarche méthodologique étant établie dans ses principes et ses limites, nous avons abordé chaque espace métropolitain en tenant compte de ses spécificités. Si les composantes physiques relèvent des mêmes registres, les formes spatiales diffèrent. Si les acteurs relèvent des mêmes catégories institutionnelles, ils agissent différemment. Les processus de transformation sont distincts d'un espace à l'autre. Les configurations spatiales obtenues ne peuvent être les mêmes. Nous avons considéré chacun de ces espaces, pour partie comme un "*laboratoire de plein air*" donnant toute sa place au savoir profane, pour partie comme un "*laboratoire de terrain*" propice à l'expérimentation de principes théoriques [Callon et al, 2001, pp. 136-137]. Agir dans la complexité suppose de combiner ces deux formes de production de la connaissance. Par construction même, les informations mobilisées pour établir le territoire-étagé n'ont pas été identiques d'un espace à l'autre. Ces différences n'ont pas vocation à être gommées dès lors qu'elles sont une manifestation de la complexité spatiale, avec laquelle il convient de composer.

Du fait de la complexité plus grande du cas givordin, la localité étant située au croisement des espaces urbanisés de la vallée du Rhône, de la vallée du Gier et de la plaine du Garon, nous avons axé nos travaux sur l'établissement du territoire-étagé. Les transformations spatiales traduisent l'urbanisation d'un site aux potentialités économiques changeantes associant aux ressources du lieu, des flux véhiculés d'abord par la voie d'eau, puis par le ferroviaire et aujourd'hui par l'autoroute et de nouveau le ferroviaire (TER). Ces transformations successives révèlent des vulnérabilités dont l'atténuation appelle de nouvelles modifications spatiales. Il en est ainsi du centre-ville, qui, situé à l'écart des dynamiques autoroutière et ferroviaire (gare de Givors-ville), connaît des déprises commerciale et résidentielle propices à des processus de paupérisation. Nous retrouvons ici une problématique observée sur l'agglomération biterroise, à d'autres échelles, en particulier celle du quartier du Faubourg¹⁷⁵. Parce qu'il est une composante identitaire pour l'espace métropolitain, le centre-ville bénéficie ici de processus de remédiation impliquant d'autres composantes et entités : création d'un passage supérieur ferroviaire facilitant les relations centre-ville gare, valorisation de la Maison du Fleuve Rhône pour ouvrir Givors au fleuve et au massif du Pilat...

Parce qu'il est situé au coeur des dynamiques de transformations, l'espace économique du Gier recouvre des vulnérabilités d'un autre type que celles du centre-ville. La configuration critique associée à la zone commerciale des Deux-Vallées, édifiée en zone inondable, peut être appréhendée par le triangle de la vulnérabilité.

¹⁷⁵ Se référer à la 1^{ère} partie 2.5.

La réduction de la vulnérabilité spatiale implique une restructuration de la composante, à la faveur de la reconversion des anciens sites industriels. Elle dépend également de l'évolution des effets des flux autoroutiers, susceptibles d'évoluer, tant du fait de transformations externes à l'espace givordin - mise en service fin 2012 de l'antenne autoroutière Lyon-Balagny - que de la requalification de l'A47. Autres composantes appelant une vigilance quant à leur vulnérabilité propre, différents quartiers d'habitation. Pour ces quartiers, la réduction de la vulnérabilité peut être interrogée en propre, en recourant au spectre de la vulnérabilité. A l'issue des analyses spatiales, l'espace givordin fait ainsi apparaître différentes formes de vulnérabilité, toutes reliées aux processus d'urbanisation : celle de composantes participant de forces de transformation rendant nécessaires des ajustements, celle de quartiers d'habitation affectés par ces forces, qui leurs sont étrangères - et celle de composantes, en déprise car situées à l'écart de celles-ci. Nous en déduisons que la dynamique de métropolisation devrait être mise à profit pour atténuer la vulnérabilité de l'espace givordin dans son ensemble. Pour ce faire, différentes entités doivent être reliées, recouvrant de multiples échelles d'intervention. Menée par l'entité ferroviaire, la démarche REAL d'amélioration de la desserte TER tente ainsi de tisser des liens avec le centre-ville, le réseau routier. Elle trouve intérêt à participer de la résilience de l'espace givordin vis-à-vis des dynamiques qui le transforment.

Le territoire-étagé neuvilleois montre des différences avec l'espace givordin. Cet espace métropolitain tient une position originale comme extrémité nord du Val de Saône, disposant d'un accès à l'autoroute A46N, sans que celle-ci la perturbe. Le développement de la zone d'activités Lyon-nord et la vitalité du centre-ville participent des forces de transformation spatiales. Pour autant, ces entités sont vulnérables. Chacune est en effet exposée à des influences extérieures : concurrence internationale pour les entreprises, création toujours possible d'un site commercial concurrent pour le centre-ville. Par ailleurs, les évolutions spatiales mettent en évidence des effets en retour des processus d'urbanisation. Au fur et à mesure du développement de cet espace, les contraintes spatiales s'accroissent et la question des vulnérabilités prend de l'importance. En effet, les aléas se multiplient : aléas technologiques, transports de matière dangereuses, débordement de la Saône, débordement de cours d'eau, ruissellement pluvial d'origine agricole, aléa industriel, aléa commercial, vivre ensemble...

.../...

La multiplicité de ces aléas traduit la complexité particulière de l'espace métropolitain. Elle accompagne la production de richesses. Ces effets non maîtrisés conduisent à la multiplication des actions sectorielles posant la question de leur monitoring. Les configurations critiques que l'espace neuvillois peut connaître, justifient la mise en relation dans la durée des principales entités en présence pour valoriser les actions de réduction de la vulnérabilité déjà menées, structurer des maillons manquants et susciter des initiatives nouvelles pour agir en retour sur l'urbanisation.

Le monitoring pour mobiliser la résilience des espaces métropolitains

Le séminaire inondation, tenu à Neuville-sur-Saône, a mis en évidence des actions à mener au titre de la gestion des secours et de la prévention des risques. Il a aussi permis d'interroger les conditions d'un monitoring de l'espace métropolitain. Les travaux en atelier ont établi qu'un débordement de la Saône exposait l'espace neuvillois à des perturbations dont la prise en charge est assurée de façon aléatoire. En effet, les questions soulevées ne relèvent pas directement de chaque acteur, considéré individuellement, c'est-à-dire des référentiels de connaissances et d'actions établis de façon sectorielle. Ainsi, si chaque opérateur routier (routes départementales, voirie communautaire) dispose de son plan d'intervention, la mise en relation de ces plans à l'échelle de l'espace métropolitain n'est pas prévue. La relation entre ces plans et la gestion des établissements scolaires n'est pas coordonnée alors qu'elle serait nécessaire pour limiter temporairement les flux de déplacements qui peuvent l'être. La réalité de l'espace métropolitain n'est pas prise en compte dans la gestion, qui reste structurée de façon institutionnelle et organisée pour des conditions non perturbées. En posant la question des débordements de la Saône, les entités représentées ont pu débattre des perturbations produites, des problématiques posées ne pouvant être résolues par les outils mobilisables. Ils ont appréhendé les interactions entre entités - par exemple, entre les entreprises de la zone d'activités Lyon-nord et les opérateurs de réseaux non présents. Ils ont manifesté le besoin d'un référentiel de connaissances et d'actions attaché à l'espace neuvillois, qui leur permette de faire face aux dysfonctionnements possibles. Les structures associatives en charge d'animer la zone d'activités Lyon-nord et le centre-ville ont adhéré à l'idée de jouer un rôle d'interface avec l'espace neuvillois dès lors que les conditions nécessaires pour assurer une telle mission seraient remplies. Au travers des ateliers, le territoire-étagé incite à agir à partir d'une analyse de la complexité spatiale. Il invite au monitoring, et à développer une ingénierie de la complexité, articulant les ingénieries de l'aménagement et de la gestion des risques.

L'étude de cas a montré la forme que pouvait prendre le monitoring pour établir la vigilance sur les perturbations et activer des processus visant à leur atténuation. Le référentiel de connaissances et d'actions qui devrait être attaché à l'espace neuvillois, considéré comme espace métropolitain, devrait assurer les interfaces entre les référentiels de connaissances et d'actions sectoriels. Il devrait ainsi produire de la connaissance nouvelle, propice à l'adaptation des outils de gestion. Le territoire-étagé est un creuset pour l'action collective. Il invite à structurer les relations entre les entités en interactions notoires. Il conviendrait, pour chacune, qu'un acteur soit mandaté par les autres pour jouer un rôle de *point d'accès au système abstrait* [Giddens, 1994 (1990) pp.40-43] que la métropole constitue.

Vis-à-vis des acteurs, si le territoire combine des démarches individuelles et collectives [Di Méo, 2008], le territoire-étagé met en jeu, du fait de la multiplicité des entités en présence, un niveau plus grand de complexité. Il justifie de ce fait une démarche de monitoring assurant la vigilance sur les perturbations, l'articulation des connaissances et des projets, l'adoption de mesures spécifiques. Cette démarche place l'ingénierie dans une position d'appui technique à la gestion stratégique de ces espaces pour accompagner la métropole dans sa structuration.

Conclusion générale

Chaque nouvelle catastrophe interroge ce qui pourrait être fait, au vu des connaissances disponibles, pour réduire les effets des événements du futur. L'ingénierie figure parmi les différents registres d'action qui seraient ainsi à questionner. En effet, elle intervient dans l'urbanisation des territoires comme dans la gestion des risques. La catastrophe invite l'ingénieur à rechercher, au delà des méthodes et des outils existants, des pratiques nouvelles qui lui permettraient d'anticiper davantage les conséquences d'événements dommageables. Cette question renvoie aux processus d'urbanisation, du fait des relations très étroites qui s'établissent entre catastrophe et urbanisation [Pigeon, 2012]. Les espaces urbanisés sont régulièrement affectés par des événements dramatiques, les derniers ayant marqué les esprits, en France, étant ceux du littoral Atlantique en 2010 (tempête Xynthia) et du département du Var en 2010 et 2011 (crues torrentielles). Pour avancer sur la question de la prévention des catastrophes, nous avons montré que l'ingénierie devait bousculer sa relation aux espaces urbanisés pour prendre en compte la complexité. Il s'agit d'inventer de nouveaux modes d'action qui permettent de contrer du plus possible le développement des processus non maîtrisés que la complexité favorise. Cette discipline est bien légitime à le faire. Reconnue par les méthodes innovantes qui ont forgé son histoire, elle participe en effet activement et de longue date à la transformation des territoires. Elle établit des référentiels de connaissances et d'actions, auxquels les différentes collectivités publiques recourent, au titre de la gestion urbaine ou pour protéger des aléas de différentes natures. Ces modes d'intervention montrent cependant leurs limites dès lors qu'ils ne sont pas suffisamment attentifs aux dynamiques d'urbanisation. Celles-ci nécessitent de relier de multiples échelles spatiales et différentes temporalités d'actions. Notre recherche a mis en évidence des directions possibles pour adapter l'ingénierie à la réalité complexe des espaces métropolitains.

Les espaces urbanisés les plus complexes nécessitent un outillage particulier

Comme ingénieur ayant pratiqué tout à la fois l'aménagement et la gestion des risques, nous avons établi que ces deux registres d'intervention étaient confrontés, au sein des espaces urbanisés, à des limites d'efficacité. Les réalisations techniques comme les dispositifs réglementaires, s'ils résolvent des problèmes, interagissent avec ces espaces du fait de leur complexité. La prise en considération de ces interactions est d'autant plus nécessaire que le développement des connaissances et des technologies nouvelles, la normalisation des pratiques professionnelles, la limitation des moyens disponibles et des ressources mobilisables favorisent une gestion sectorielle et centralisée.

Dans le même temps, les attentes qui s'expriment pour des villes résilientes traduisent le besoin d'un outillage aidant à l'orientation des politiques urbaines pour anticiper leurs effets non désirés. Ce besoin, pour être satisfait, nécessite de considérer les espaces les plus complexes, exposés à des dynamiques de transformation.

Comme subdivisionnaire territorial du Pays de Gex, nous avons pour mission d'accompagner le développement de l'urbanisation, produit par la dynamique de l'agglomération genevoise. En assurant cette mission de différentes façons : l'aménagement, la réalisation d'équipements, la gestion de l'urbanisme et l'exploitation du réseau routier, nous éprouvons aussi les effets de la complexité spatiale. Sa prise en compte était cependant facilitée par la possibilité qu'offrait cette mission, de confronter différentes échelles de connaissances et d'actions. Aujourd'hui, la séparation des tâches entre l'État, les Conseils Généraux et les intercommunalités, pose - plus fortement encore - la question de la prise en charge des interactions qui se produisent au sein d'espaces urbanisés ; de multiples échelles d'intervention s'y croisent, sans que les coopérations entre celles-ci soient toujours assurées à un niveau suffisant. Or dans un contexte d'échanges généralisés, la coordination et la mise en relation des acteurs devient un enjeu majeur [Veltz, 2005 (1996)]. Pour prendre en compte la complexité spatiale et anticiper du plus possible les effets liés à l'incertitude qui y est associée, l'ingénierie doit proposer de nouveaux moyens pour réinterroger l'action.

Les perturbations : objet de connaissance de la complexité propice à la résilience

En intervenant au sein des espaces urbanisés, nous avons montré de multiples façons qu'un projet, pour satisfaire aux finalités fonctionnelle ou régaliennne qui lui étaient assignées, pouvait participer d'effets en retour non désirés. Ces effets peuvent prendre la forme de contraintes portées à une composante ou à une entité de l'espace urbanisé. Ils peuvent contribuer au développement de processus dommageables. Que le projet puisse participer d'une configuration critique de l'espace urbanisé est d'autant plus préoccupant qu'un tel processus peut produire des effets catastrophiques. A l'inverse, l'ingénierie peut chercher à transformer les espaces urbanisés sans y parvenir comme elle le souhaiterait. La mise en œuvre d'une action, voire d'un ensemble d'actions, peut être de portée limitée pour agir sur la complexité dès lors que celle-ci n'est pas suffisamment prise en compte.

Notre pratique de l'aménagement a montré l'insuffisante reconnaissance des perturbations liées à la dynamique d'urbanisation comme mode d'accès à la complexité. De fait, la gestion spatiale tire peu partie des enseignements que les dysfonctionnements apportent, alors que leur analyse peut contribuer à corriger les processus d'urbanisation dans le sens

d'une réduction des dommages. Les perturbations nécessitent d'être reconnues comme véritable objet de connaissance. Partager les questions qu'elles soulèvent, interroger collectivement les ressources disponibles pour y faire face, sont des façons très concrètes de pratiquer la gestion stratégique entre les entités de l'espace urbanisé et de favoriser une praxis locale prenant en compte les potentialités de dommages. C'est en analysant les phénomènes de ruptures physiques que les ingénieurs ont amélioré la ténacité des ouvrages réalisés. Cependant, la complexité spatiale nécessite aujourd'hui de dépasser l'échelle d'analyse de l'ouvrage et de son environnement immédiat, pour appréhender les interactions possibles au sein de l'espace urbanisé, sans préjudice des réflexions déjà menées au titre de l'aménagement et de la gestion des risques.

Si les catastrophes donnent lieu à des retours d'expérience, porteurs d'enseignements sur des processus dommageables, les dommages moindres qui se produisent au sein des espaces urbanisés nécessitent également d'être pris en compte. Dès lors qu'ils sont liés à la complexité, les mécanismes qui les sous-tendent ne diffèrent pas, dans leur nature, de ceux qui aboutissent à des dommages plus importants. Ceci appelle un changement de paradigme, le processus dommageable ne s'analyse pas seulement en terme de non qualité attachée à la mise en œuvre d'un projet, pouvant être corrigée par le recours à des procédures pré-établies. Parce qu'il résulte de la confrontation de processus relevant de différentes échelles de temps et d'espaces, ce processus nécessite des démarches de veille permanente, le partage des informations entre les entités en présence et la capacité de rétro-agir sur un ou plusieurs des processus concernés. Pour contribuer à une gestion véritablement stratégique des espaces urbanisés les plus exposés aux forces de transformations, l'ingénierie devrait par conséquent développer des outils collaboratifs entre les institutions et organisations, publiques et privées, agissantes au sein de ces espaces. Ces outils devraient porter prioritairement sur l'identification des changements et la prise en compte des incertitudes qui y sont liées. Ils devraient rendre visibles les perturbations susceptibles de survenir et ouvrir sur le monitoring.

Les outils à développer doivent permettre d'analyser le projet, dans ses interactions avec l'espace urbanisé, et les évolutions de cet espace lui-même, dans ce qu'elle peut agir sur les ouvrages ou les dispositifs en place. Dans quels cas agir pour stabiliser l'espace urbanisé (élasticité) dans sa configuration présente, en augmentant sa ténacité, et quand accompagner des évolutions inéluctables pour les infléchir dans le sens d'une atténuation de la vulnérabilité, considérée aux différentes échelles (plasticité) ? En éclairant ces questions, l'ingénierie contribuerait à une gestion stratégique de l'espace urbanisé répondant à des impératifs de résilience.

Les espaces métropolitains, appellent une gestion du prévu et de l'imprévu

Parmi les différents espaces urbanisés pouvant être considérés, les espaces métropolitains sont significatifs des interactions susceptibles de se produire du fait de la complexité. Exposés aux forces de transformation produites par la dynamique de métropolisation, ces espaces modifient les composantes spatiales, confrontent des entités multiples, agrégeant elles-mêmes différents référentiels de connaissances et d'actions. Du fait de la multiplicité des processus à l'oeuvre, ils sont propices à produire des perturbations, des processus dommageables, c'est-à-dire des configurations critiques. Les espaces métropolitains offrent tout autant des possibilités d'agir en retour sur les processus d'urbanisation pour réduire la potentialité de dommages. Mettant en œuvre de nouvelles formes d'urbanisation dans un cadre territorial, ces espaces font système. Ils peuvent être considérés comme une localité mettant en relation des sous-systèmes relevant d'échelles de proximité, territoriale ou métropolitaine. Du fait même de cette diversité d'échelle, **ces sous-systèmes interagissent davantage qu'ils ne coopèrent**, les finalités poursuivies étant multiples. Ces interactions justifient la recherche d'une praxis locale destinée à orienter les changements pour limiter du plus possible la potentialité de dommages. Les espaces métropolitains sont les chantiers de la ville contemporaine appelant - comme tels - une gestion tout à la fois du prévu et de l'imprévu. Les projets les plus significatifs ne devraient être mis en oeuvre, sans que ne soit vérifié que ceux-ci participent de la résilience de l'espace métropolitain, vis-à-vis de la production de perturbations, et qu'ils ne contribuent, du plus possible, à la réduction de sa vulnérabilité.

En dotant les espaces métropolitains d'un outil d'analyse, le territoire-étagé, nous incitons l'ingénierie à rendre compte de la complexité de ces espaces, stratégiques pour la métropole. Il s'agit de prendre en compte les perturbations qui s'y produisent comme pouvant être amplifiées et produire des effets catastrophiques. Pour expérimenter cet outil, nous avons considéré Givors et Neuville-sur-Saône comme deux espaces métropolitains de la métropole lyonnaise. Propices aux interactions entre de multiples entités en présence, ces espaces sont faits de caractères génériques autorisant les comparaisons et de spécificités conduisant à les distinguer. Nous avons ainsi confronté à la réalité les principes que nous défendons, d'une ingénierie de la complexité spatiale. Nous avons pris conscience, tant du chemin qui reste à parcourir pour que cette ingénierie soit reconnue comme une voie d'avenir pour les sciences de l'ingénieur, que des possibilités offertes par cette approche, pour dépasser les pratiques sectorielles.

Le territoire-étagé introduit au monitoring de l'espace métropolitain

La disjonction faite par le territoire-étagé entre des composantes géo-morphologiques - rendant compte d'une réalité physique - et des entités, recouvrant chacune une communauté d'acteurs, rend compte de l'espace métropolitain tout à la fois sous l'angle des fonctions exercées spatialement et des pratiques de gestion. Cette discrimination facilite l'analyse des secteurs de l'espace métropolitain les plus exposés aux perturbations. Ces secteurs présentent des situations contrastées vis-à-vis des dynamiques de transformations, eu égard à leur vulnérabilité. Rendant visible le quartier d'habitation, l'échelle de représentation adoptée signifie que l'appréhension de la vulnérabilité des espaces métropolitains ne peut s'affranchir de la dimension humaine, considérée là où elle est la plus manifeste. La prise en compte des composantes et des entités n'exclut pas de considérer ponctuellement l'échelle plus élémentaire du bâti, de l'ouvrage, de l'entreprise, de l'habitant, là où celle-ci prend sens vis-à-vis des analyses effectuées. Appuyée sur ces différentes analyses, le territoire-étagé rend compte d'une configuration d'ensemble de l'espace métropolitain propice à sa gestion stratégique.

Le territoire-étagé ouvre sur le monitoring. Cette fonction que nous proposons consiste à assurer une vigilance sur les transformations spatiales sous l'angle de l'anticipation des processus dommageables qui peuvent l'affecter. La mise en place du monitoring nous paraît devoir être progressive car elle relève de l'apprentissage de la complexité par les acteurs en présence. Pour intervenir dans la complexité, il faut développer des chemins partagés sur lesquels puissent être greffées des notions, des analyses, des interrogations et des actions ciblées. La construction du territoire-étagé, par itérations successives sur les composantes les plus sensibles aux changements offre de premières étapes vers une démarche de monitoring. Dès lors que des points d'accès aux différents sous-systèmes en présence sont mobilisés, et qu'une confiance peut alors être établie envers les différents systèmes abstraits [Giddens, 1994(1990), p.89], la mise en évidence de perturbations - avérées ou potentielles - est propice à fédérer les acteurs. Le territoire-étagé favorise les face-à-face entre experts et profanes [Giddens, p.91]. Ces rencontres sont nécessaires, certes pour interroger la sécurité propre à chaque système, mais surtout - s'agissant des espaces métropolitains - pour reconnaître la complexité et ses effets. Travailler sur la structure même des problèmes, au delà des réponses apportées par les projets et dispositifs en place, oriente vers une gestion plus stratégique [Prost, 1999, p.158]. Les analyses spatiales effectuées permettent ainsi de débattre des configurations pouvant être critiques. La perspective de développement de processus dommageables peut être explorée comme l'a montré le séminaire de Neuville-sur-Saône.

Pour s'être appropriés la démarche de monitoring, les acteurs sont enclins à davantage relier leurs actions pour limiter du plus possible les effets en retour qu'elles peuvent avoir au sein de l'espace métropolitain. Des connaissances peuvent être échangées, recoupées, reconsidérées. Des projets d'action peuvent voir le jour.

Pour être effectif comme fonction attachée à l'espace métropolitain, le monitoring doit cependant s'inscrire dans la durée. Deux questions se posent alors. La première est relative à sa mise en place. Quelle structure peut le porter ? Il nous semble que des organismes agissant à l'échelle de la métropole- le pôle métropolitain G4 pour la métropole lyonnaise - pourraient se doter de moniteurs permettant aux espaces métropolitains les plus significatifs de bénéficier de cette démarche. Une autre possibilité pourrait être d'établir un Groupement d'Intérêt Public (GIP). Légère sur le plan institutionnel, cette structure permet de regrouper acteurs publics et acteurs privés sur un projet d'intérêt général. Nous ne préconisons pas une obligation réglementaire nouvelle mais **davantage une prise de conscience des acteurs de l'intérêt de faire**, appuyée par l'État. La question de la résilience appelle tout comme celle du développement durable des démarches volontaires. Une fois reconnue utile à l'échelle de la métropole, et portée par une structure adéquate, cette fonction nouvelle, dédiée à la complexité, appellerait la mise en place, à l'échelle des espaces métropolitains, d'une équipe de personnes-relais. Attachées aux entités les plus significatives eu égard aux perturbations, ces personnes auraient pour mission de mobiliser les acteurs afin qu'ils reconsidèrent leurs actions à l'aune du territoire-étagé. La seconde question est relative à l'ingénierie nécessaire au monitoring. Au delà du *territoire-étagé*, il nous semble que l'ingénierie trouve ici un champ étendu d'innovations qu'elle a vocation à investir en mobilisant les nouvelles technologies. À l'échelle des espaces métropolitains, des plateformes informatiques peuvent être établies entre les entités en présence, donnant accès en temps réel aux ressources partagées, aux analyses spatiales, aux traitements des incidents et aux actions engagées pour développer la résilience de ces espaces. Un référentiel de connaissances et d'actions attaché à l'espace métropolitain peut alors se mettre en place, à partir duquel le monitoring peut se développer.

En considérant la complexité comme constitutive des espaces métropolitains, nous avons posé d'une façon nouvelle la question de la vulnérabilité des espaces urbanisés. Relier la vulnérabilité aux transformations spatiales nous conduit alors à envisager un nouveau paradigme pour l'ingénierie. De façon pragmatique, nous proposons à l'ingénieur lorsqu'il intervient au sein des espaces métropolitains et plus largement au sein des espaces

urbanisés, d'être vigilant aux limites des choses, ouvert à la réflexivité des actions et attentif aux résonances possibles entre les systèmes. De la sorte, nous faisons notre la préconisation ancienne de Jean-Jacques Rousseau : "*c'est un excellent moyen de voir les conséquences des choses que de sentir vivement les risques qu'elles nous font courir*"¹⁷⁶. Ces principes, expérimentés lors du séminaire de Neuville-sur-Saône, où les participants se sont appropriés la question des perturbations spatiales sous l'effet d'un débordement de la Saône, sont à partager entre les différents acteurs comme une première étape vers le monitoring des espaces métropolitains nécessitant, pour sa mise en œuvre, un engagement dans la durée des principaux d'entre eux.

Nous avons appliqué pour une part ces principes dans le cadre de la mise en œuvre du Plan séisme Antilles. Sous la maîtrise d'ouvrage du ministère de l'Ecologie¹⁷⁷, le Certu a organisé sur la période 2009-2011 différents séminaires en Guadeloupe et en Martinique où les participants (collectivités territoriales, services de l'Etat, autres services publics) ont été amenés à travailler sur les perturbations posées à un territoire communal par un séisme. Les travaux ont conduit à débattre des désordres pouvant affecter les quartiers d'habitat, les infrastructures et équipements, l'activité économique pour mettre en évidence des problèmes posés et des pistes de réponse [Certu, 2010]. Bien qu'ayant obtenu une forte adhésion des participants, ces travaux ne se sont pas poursuivis par la mise en place d'un monitoring des espaces urbanisés les plus sensibles. En Guadeloupe, si un séminaire s'est tenu à Marie-Galante en janvier 2011, pour traiter des questions posées par la double insularité, la réalisation programmée d'un séminaire de travail sur la zone d'activités de Jarry (commune de Baie-Mahault), stratégique pour l'économie de l'île, n'a pu à ce jour se concrétiser. La méthode d'analyse spatiale étant définie, la véritable question soulevée par notre recherche est bien celle du portage, dans la durée, d'un monitoring des espaces les plus complexes.

A ce titre, des questions générales se posent, qui appelleraient des développements dans le prolongement de notre recherche. Nous proposons de présenter ci-après ces questions sous forme de paradoxes pour montrer qu'elles peuvent être considérées tant comme des obstacles pour avancer sur la prise en compte de la complexité, que comme de véritables opportunités pour faire.

¹⁷⁶ Jean-Jacques Rousseau, *La nouvelle Héloïse*, Partie I, Lettre 11

¹⁷⁷ Direction Générale de la Prévention des Risques Majeurs, Cellule Centrale Interministérielle du Plan Séisme Antilles (CCIAPSA)

Que la gestion stratégique de la métropole puisse se concevoir, pour partie, en différents lieux distants des centres décisionnels des métropoles : les espaces métropolitains, constitue un premier paradoxe, que la proposition de monitoring met en évidence. Ce paradoxe doit être dépassé si l'on considère que la stratégie se construit de la base vers le sommet, du complexe au simple, en se détachant de ce qui est secondaire pour aller à l'essentiel [de la Maisonneuve, 1998, p.14]. Les espaces métropolitains sont les lieux où la dynamique d'urbanisation établit de nouvelles formes spatiales. La complexité y est propice à l'émergence de questions nouvelles, dont la formulation et le traitement ne peuvent être modélisés à distance. Ces lieux en construction sont à l'image de chantiers où doivent se gérer simultanément le prévu et l'imprévu, la part d'imprévu étant ici significative. Le territoire-étagé peut accompagner la métropole dans ses développements pour agir en retour sur les effets non désirés de la dynamique d'urbanisation.

Un deuxième paradoxe qui ressort de nos travaux est relatif à la place que devrait tenir l'échelon communal dans l'appréhension de la vulnérabilité spatiale. Cette place est essentielle du fait même de l'échelle à laquelle est établi le territoire-étagé. Ce constat intervient alors que les institutions supra-communales, en particulier les structures intercommunales, se sont multipliées depuis plusieurs décennies, traduisant la recherche d'échelles pertinentes pour l'action, ne pouvant plus être celle de la commune. Ces observations ne sont pas contradictoires. Le fait que la commune puisse moins agir sur son environnement immédiat traduit une complexité croissante, qui se manifeste par une vulnérabilité d'autant plus prégnante localement, que celle-ci n'est pas prise en compte. La place que la commune, comme échelon de proximité, peut tenir dans la gestion de la complexité ne mériterait-elle pas d'être considérée davantage, alors même que le maire exerce en application de l'article L.2212-2 du Code Général des collectivités Territoriales un pouvoir de police générale sur sa commune ?

Le troisième paradoxe est relatif aux tendances observées ces dernières années, du développement de la normalisation des pratiques de gestion et de la raréfaction des moyens disponibles pour assurer la transversalité entre les organisations. Parce qu'elles participent du développement des interactions, et des perturbations qui peuvent en résulter, ces tendances renforcent le besoin d'espaces dédiés à l'appréhension de la complexité et à la mise en relation des acteurs. Dans l'attente d'une prise de conscience plus forte de ce besoin, des expérimentations seraient utiles pour progresser dans le déploiement d'une ingénierie des méthodes au profit des espaces métropolitains.

Le quatrième paradoxe est lié aux grands réseaux techniques, d'énergie et de télécommunications. Du fait du champ concurrentiel dans lequel ces réseaux interviennent, des interdépendances fortes entre ceux-ci, les points d'accès aux vulnérabilités introduites par ces systèmes sont limités. Les incertitudes associées à ces réseaux justifient d'autant plus d'opérer un monitoring de l'espace métropolitain mobilisant tant les connaissances disponibles que les zones d'ombres pour la connaissance, comme facteurs d'incertitudes parmi d'autres.

Le cinquième et dernier point, sur lequel nous voudrions conclure, est celui des relations devant être explicitées entre la notion de résilience et celle de développement durable. Au vu des cas pratiques traités, la résilience n'est-elle pas le moyen d'introduire l'incertitude dans l'analyse des projets, pour qu'ils répondent du plus possible à un impératif de développement durable ? Elle confronte alors ces projets au questionnement permanent sur leur bien-fondé, dès lors qu'ils interviennent au sein d'espaces en transformation.

Cahier des représentations ou modèles proposés

1/ Processus conduisant le PPRT à prendre en compte le territoire

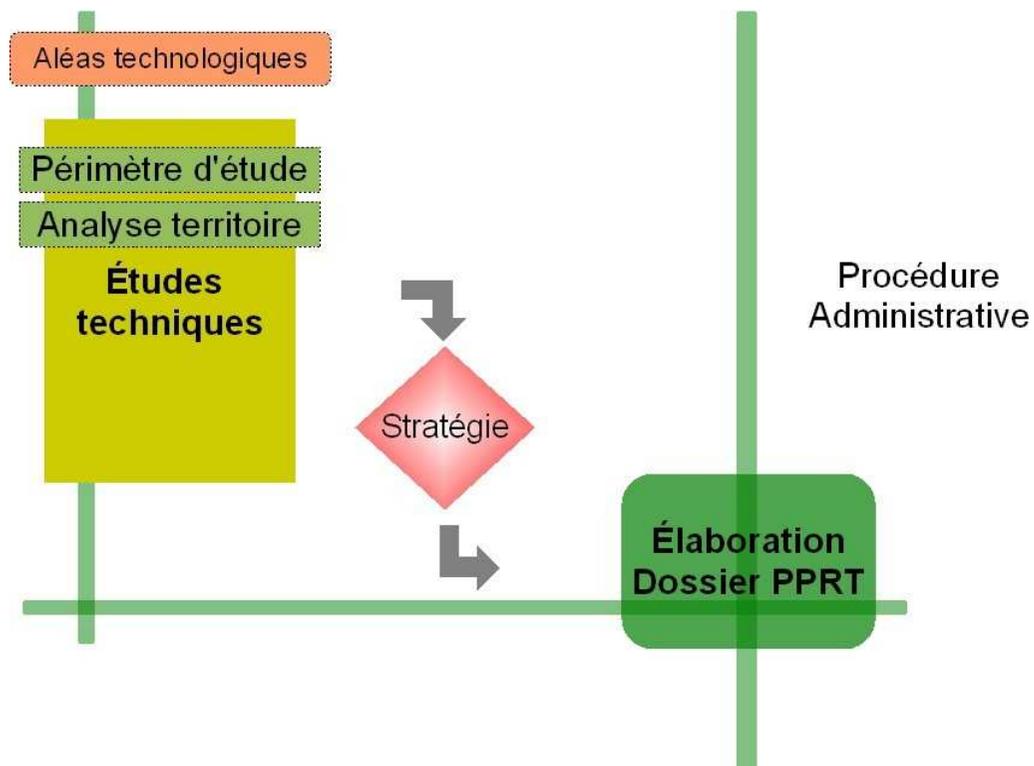


Planche 57: Le « processus » conduit l'outil PPRT à tenir compte du territoire.

[Guézo in LATTs, 2010, pp.87-93]

2/ Interactions entre les réseaux et le système urbain

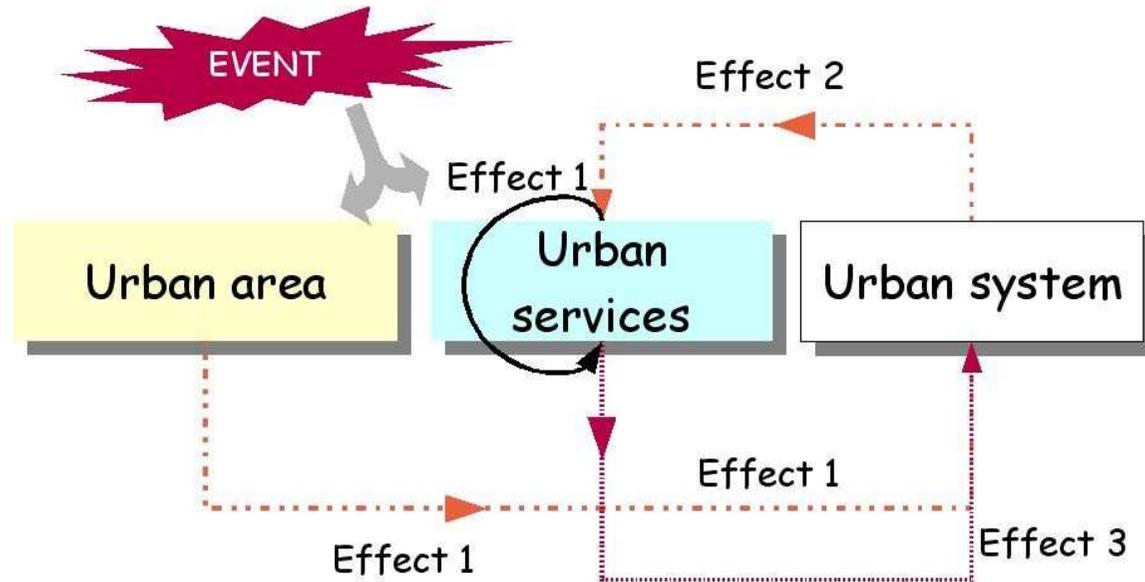


Planche 58: Propagation des effets d'un événement affectant l'espace urbanisé. Cost C19. 2008.

[Guézo in COST C19, 2008, pp.219-233]

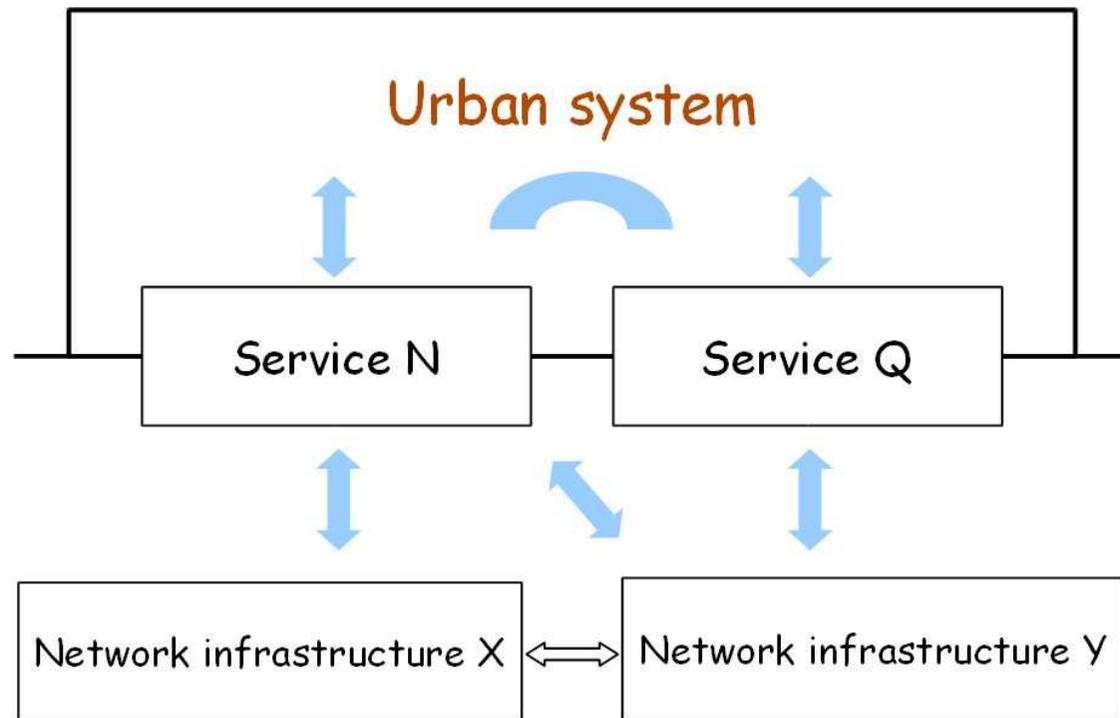


Planche 59: Relations entre espace urbanisé, services urbains et infrastructures urbaines.

[Guézo in Cost C19. 2008.]

3/ Gestion territoriale des risques

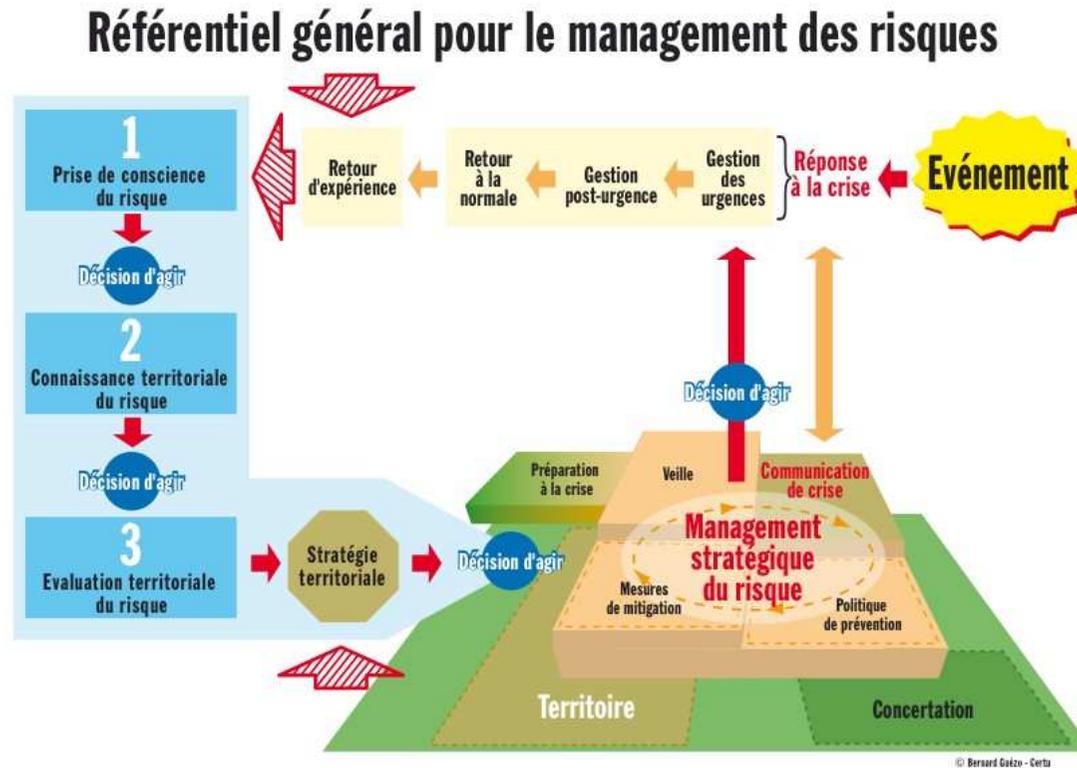


Planche 60: Le processus de gestion dynamique du risque associé à un territoire.

[Guézo in SETRIC, 2008]

4/ Gestion municipale des risques

La démarche d'ensemble



Planche 61: Proposition de démarche d'ensemble pour la gestion municipale des risques.

[Guézo in Guézo et Verrhiest, 2007, pp.27-33.]

5/ Triangle de vulnérabilité de l'espace métropolitain

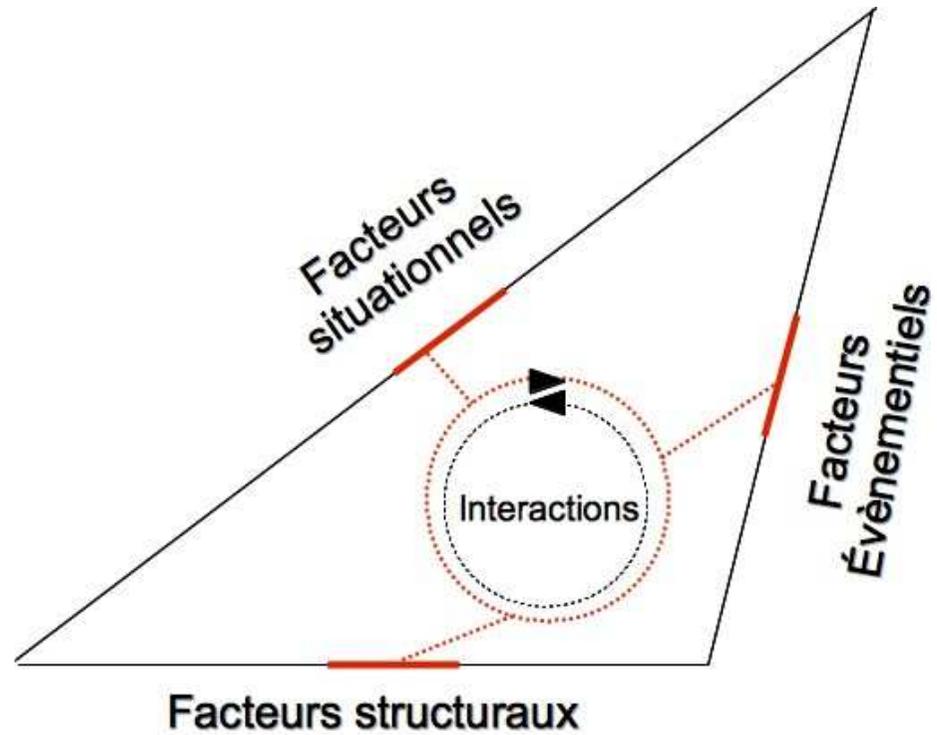


Planche 62: Triangle de vulnérabilité associé à une entité du territoire-étagé

[Guézo, 2008, pp.29-35]

6/ Spectre de vulnérabilité d'une composante de l'espace métropolitain et de l'entité associée

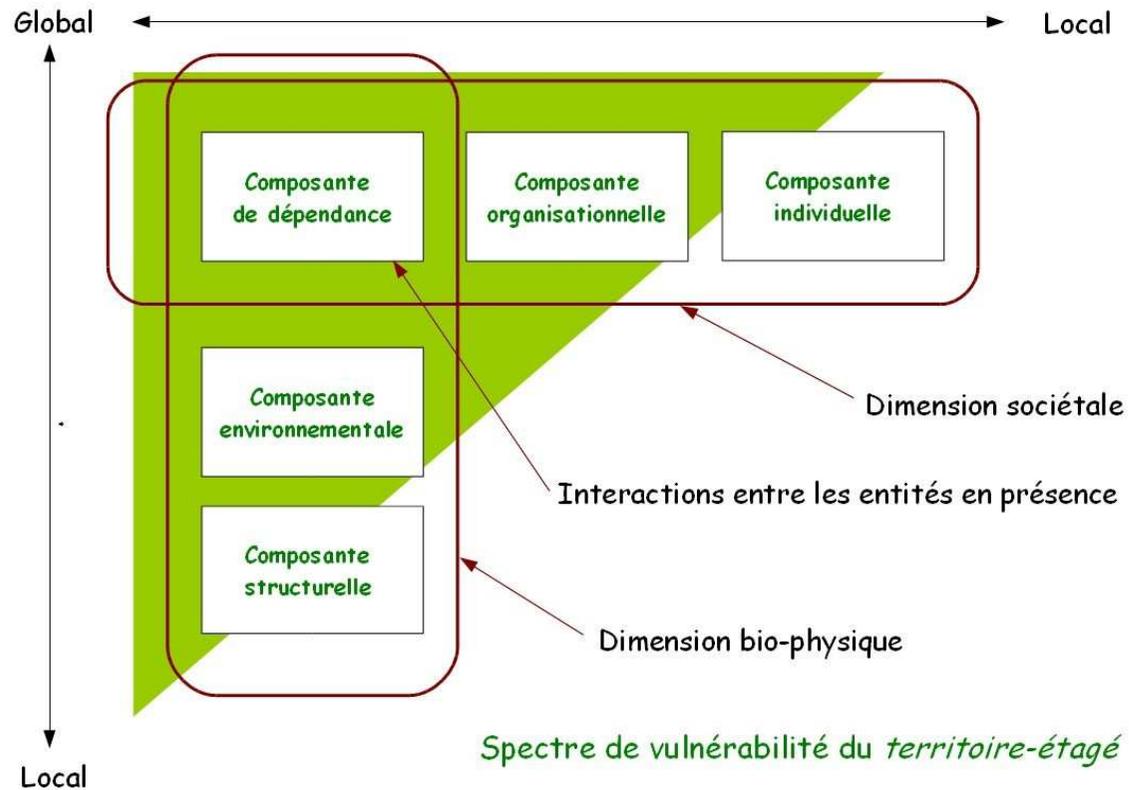
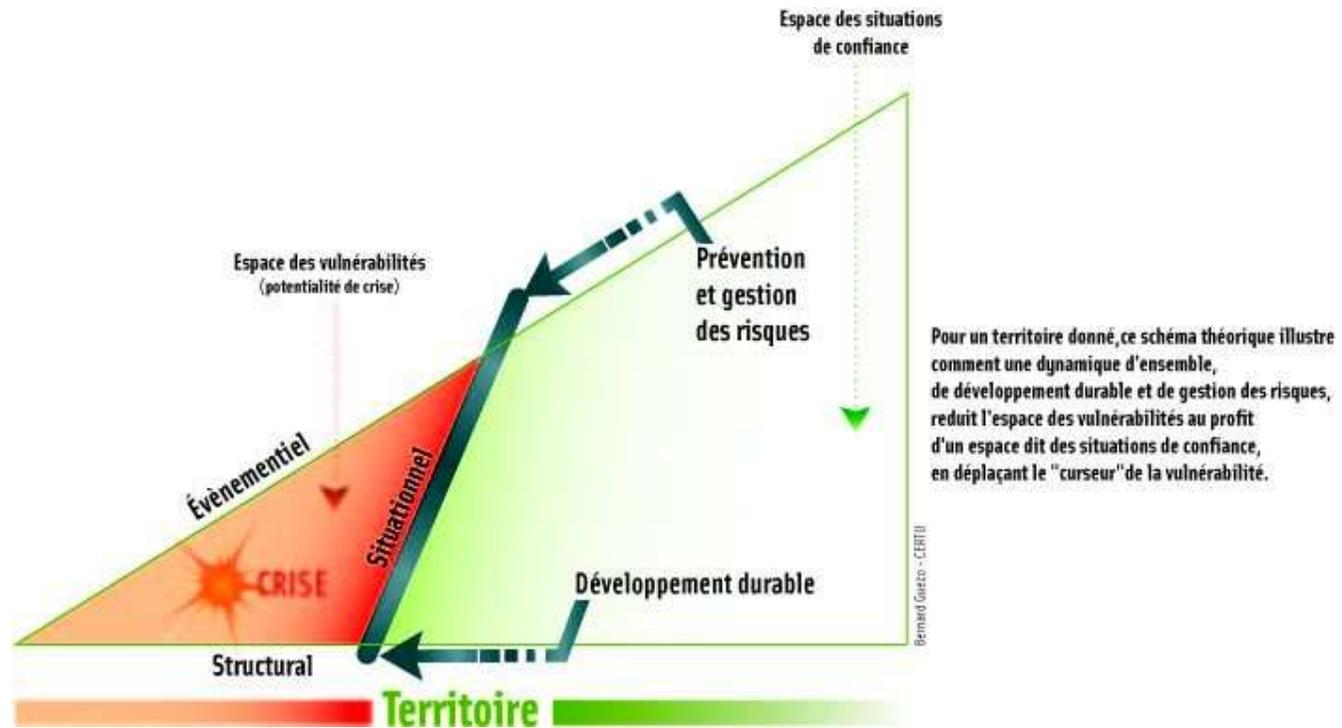


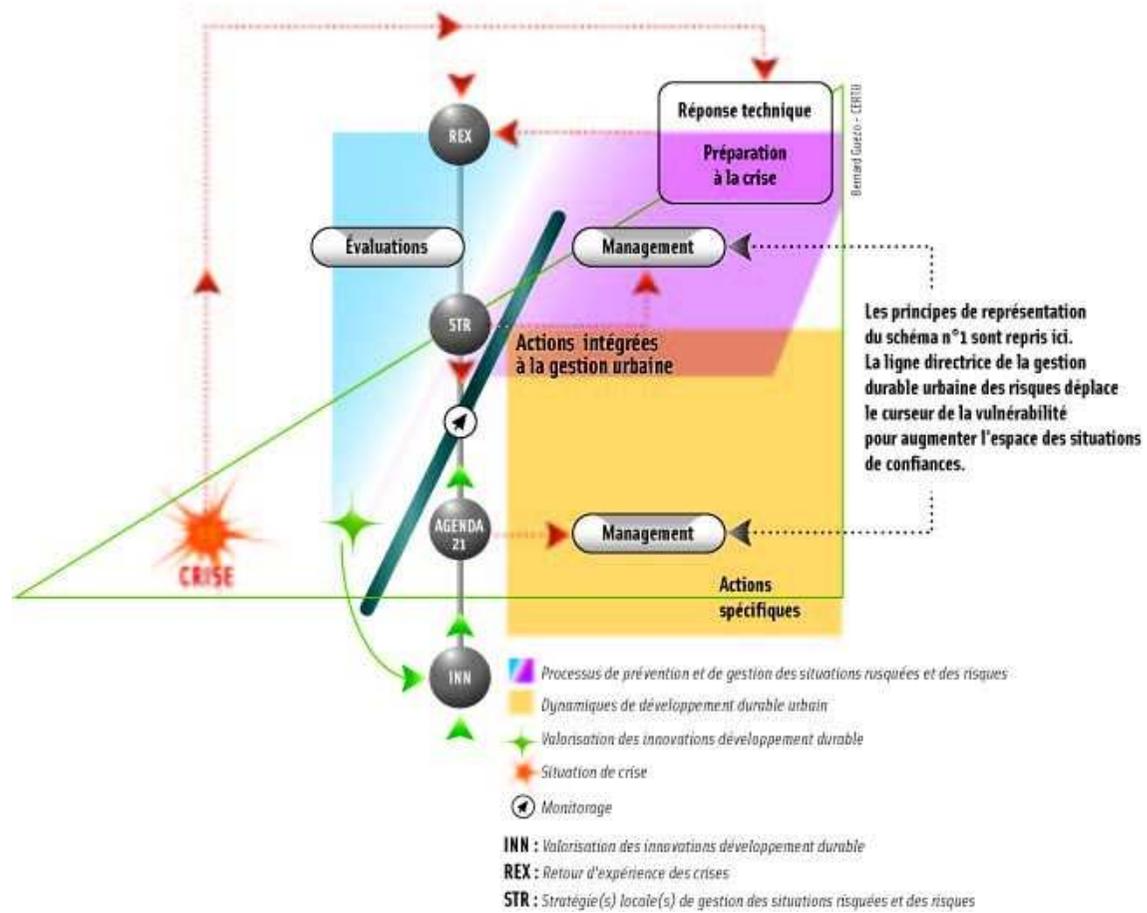
Planche 63: Spectre de la vulnérabilité associé à une composante du territoire-étagé.

[Guézo in Guézo, Verrhiest, 2006, pp.28-30]

7/ Gestion urbaine durable des risques en relation avec une entité structurée



[Guézo, 2008, p.30]



[Guézo, 2008, p.33]

Bibliographie

Ouvrages

- AGAMBEN Giorgio, *Qu'est-ce que le contemporain ?* Paris, Payot et Rivages, Coll. Petite bibliothèque, 2008, 41 p.
- ARENDT Hannah, *La crise de la culture*, Paris, Gallimard 2004 (1972), 380 p.
- ARNHEIM, *La pensée visuelle*, Paris, Flammarion, Coll. Champs, 2006 (1997), 350 p.
- ASCHER François, *Métapolis ou l'avenir des villes*, Paris, Odile Jacob, 1995, 269 p.
- ASCHER François, *La société hypermoderne ou Ces événements nous dépassent, feignons d'en être les organisateurs*, La Tour d'Aigues, l'Aube, Coll "Monde en cours", 2005 (2000), 301 p.
- AUBERT Nicole, ROUX-DUFORT Christophe, *Le culte de l'urgence, la société malade du temps*, Paris, Champs Flammarion, 2004, 342 p.
- AVENIER Marie-José et SCHMITT Christophe (Dir.), *La construction de savoirs pour l'action*, Paris, L'Harmattan, Coll. Action et Savoir, 2007, 245 p.
- BAIROCH Paul, *De Jéricho à Mexico; villes et économie dans l'histoire*, Paris, Gallimard, Coll. "Arcades" 1985, 707 p.
- BAK Per, *Quand la nature s'organise, avalanches, tremblements de terre et autres cataclysmes*, Paris, Flammarion, 1999 (1996), 283 p.
- BAREL Yves, *La ville médiévale, système social, système urbain*, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble, 1977, 699 p.
- BARLES Sabine, *La ville délétère, médecins et ingénieurs dans l'espace urbain XVII^e-XIX^e siècle*, Seyssel, Champvallon, 1999, 370 p.
- BECERRA Sylvia, PELTIER Anne [dir.], *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés*, Paris, L'Harmattan, Coll. "Sociologies et environnement", 2009, 575 p.
- BENEVOLO Leonardo, *Histoire de la ville*, Marseille, Parenthèses, 2004, 509 p.
- BENKIRANE Réda, *La complexité, vertiges et promesses*, Paris, Le Pommier, Coll. Poche, 2006, 405 p.
- BERGER Peter, LUCKMANN Thomas, *La construction sociale de la réalité*, Paris, Armand Colin, Coll. "Individus et société", 2006 (1996, 1966), 356 p.
- BIRKMANN Jörn *Measuring vulnerability to natural hazards. Towards disaster resilient societies*. United Nation University Press, Tokyo, New-York, Paris, 2006, 496 p.
- BOURDIN Alain, *La métropole des individus*, La Tour d'Aigues, L'Aube, Coll "Essai", 2005, 249 p.

- BOUVIER Alain, *Management des sciences cognitives*, Paris, Presses Universitaires de France, Coll. "Que sais-je", 2009 (2004), 127 p.
- BRASSEUL Jacques, *Histoire des faits économiques, tome 2, de la Révolution industrielle à la première guerre mondiale*, Paris, Armand Colin, Coll. "U", 2004, 333 p.
- BRAUDEL Fernand, *L'identité de la France, espace et histoire*, Paris, Arthaud, 1986, 368 p.
- CALLON Michel, LASCOUMES Pierre, BARTHE Yannick, *Agir dans un monde incertain, essai sur la démocratie technique*, Paris, Seuil, Coll. "La couleur des idées", 2001, 358 p.
- CAMBIER Alain, *Qu'est-ce qu'une ville ?* Paris, J. Vrin, Coll. "Chemins philosophiques", 2005, 128 p.
- CASTELLS Manuel, *La société en réseaux*, Paris, Fayard, 1998 (1996), 613 p.
- CHOAY Françoise, *L'urbanisme, utopies et réalités ; une anthologie*, Paris, Seuil, Coll. "Points", 2004 (1979), 435 p.
- CORBOZ André, *Le territoire comme palimpseste et autres essais*, Paris, L'imprimeur, 2001, 281 p.
- CORCUFF Philippe, *Les nouvelles sociologies*, Paris, Nathan, Coll. "Sciences sociales", 2000, 125 p.
- CYRULNICK Boris, MORIN Edgar, *Dialogue sur la nature humaine*, La Tour d'Aigues, l'Aube, Coll. "L'Aube poche essai", 2004, 87 p.
- DAUPHINE André, *Les théories de la complexité chez les géographes*, Paris, Économica, Coll "Géographie" 2003, 248 p.
- DESCARTES, *Discours de la méthode*, Hatier, Les classiques Hatier de la philosophie, 2002 (1637), 128 p.
- DESPORTES Marc et PICON Antoine, *De l'espace au territoire, l'aménagement en France XVI^e - XX^e siècle*, Paris, Presses des Ponts et Chaussées, 1997, 222 p.
- DI MÉO Guy (dir.), *Les territoires du quotidien*, Paris, L'Harmattan, Coll. "Géographie sociale", 2008, 207 p.
- DI MÉO Guy, *L'homme, la société, l'espace*, Économica, Coll. "Géographie", 1991, 319 p
- DUPUY Jean-Pierre, *Pour un catastrophisme éclairé*, Paris, Seuil, Coll. "Points", 2004, 216 p.
- DURAND Daniel, *La systémique*, Paris, PUF, Coll. "Que sais-je", 2006 (1979), 126 p.
- ELIAS Norbert, *Qu'est-ce que la sociologie ?*, traduit de l'allemand par Yasmin Hoffmann, Paris, Pandora Éditions, Coll. "Des Sociétés", 1981 (1970), 222 p.
- ELLUL Jacques, *Le bluff technologique*, Paris, Éd. Hachette, 1988, 479 p.
- FIJALKOW Yankel, *Sociologie de la ville*, Paris, La découverte, Coll. "Repères n°331", 2004, 110 p.
- FOURASTIÉ Jean, *Les Trente Glorieuses*, Paris, Fayard, Coll. "Pluriel histoire", 1979, 228 p.
- GIDDENS Anthony, *Les conséquences de la modernité*, Paris, L'Harmattan, Coll. "Théorie sociale

contemporaine", 1994 (1990), 192 p.

GODET Michel, *Manuel de prospective stratégique*, tome 1, *Une indiscipline intellectuelle*, Paris, Dunod, 2004 (1997), 267 p.

GOT Claude, *L'expertise en santé publique*, Paris, Presses Universitaires de France, Coll. "Que sais-je", 2005, 127 p.

GOUX-BAUDIMENT Fabienne, *Quand les territoires pensent leurs futurs*, La Tour d'Aigues, l'Aube, Coll. "Société et territoire", 2001, 161 p.

GRIBBIN John, *Le chaos, la complexité et l'émergence de la vie*, Paris, Flammarion, Coll. Champs sciences, 2010 (2004), 356 p.

GROSJEAN Bénédicte, *Urbanisation sans urbanisme, une histoire de la ville diffuse*, Wavre, Mardaga, Coll. Architecture, 2010, 347 p.

GUMUCHIAN Hervé, *Représentations et aménagement du territoire*, Paris, Économica, Coll. "Géographie", 1991, 142 p.

HEIDEGGER Martin, *Essais et conférences*, Paris, Gallimard, Coll. "Tel", 2003 (1980, 1954), 349 p.

KERVERN Georges-Yves, *Éléments fondamentaux des Cindyniques*, Paris, Économica, 1995, 106 p.

KERVERN Georges-Yves, BOULENGER Philippe, *Cindyniques, Concepts et mode d'emploi*, Paris, Économica, 2007, 101 p.

KOURILSKY François, dir., *Ingénierie de l'interdisciplinarité, un nouvel esprit scientifique*, Paris, L'Harmattan, Coll. "Ingénium", ouvrage collectif, 2002, 153 p.

KUHN Thomas S. *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, Coll. Champs Sciences, 2008 (1970), 284 p.

LACAZE Jean-Paul, *La ville et l'urbanisme*, Paris, Flammarion, Coll. "Dominos", 1995, 127 p.

LACOSTE Yves, *La géographie, ça sert d'abord à faire la guerre*, Paris, La Découverte, 1985 (1976), 214 p.

de LA MAISONNEUVE Eric, *Incitation à la réflexion stratégique*, Paris, Économica, Coll. "Poche Géopolitique", 1998, 109 p.

LAMARRE Denis (dir.), *Les risques climatiques*, Paris, Belin, Coll. "Sup géographie", 2005, 224 p.

LAURENTI Huguette (Dir.) *Paul Valéry, 3- Approche du système*, Paris, Lettres modernes, Coll. "La revue des lettres modernes", 1979, 221 p.

LE BERRE Maryvonne, *Territoires*, Encyclopédie de la Géographie, Économica, Paris, 1992.

LE BRAS Hervé, *Les limites de la planète*, Paris, Flammarion, Coll. Champs, 1994, 349 p.

- LE MOIGNE Jean-Louis, *La théorie du système général*, Collection les classiques du réseau intelligence de la complexité, www.mcxapc.org, 2006 (1994), 338 p.
- LEVY Jacques et LUSSAULT Michel, dir., *Logiques de l'espace, esprit des lieux, Géographies à Cerisy*, Paris, Belin, Coll. "Mappemonde", 2000, 351 p.
- LUSSAULT Michel, *L'homme spatial, la construction sociale de l'espace humain*, Paris, Seuil, 2007, 365 p.
- MANGIN David, *Infrastructures et formes de la ville contemporaine, La ville franchisée*, Lyon, Certu, Coll. Dossiers, 2004, 398 p.
- MERLIN Pierre, *L'urbanisme*, Paris, PUF, Coll. "Que sais-je", 1996, 127 p.
- MEYER Michel, *De la problématique*, Paris, PUF, coll. "Quadrige, grands textes", 2008, 308 p.
- MOINE Alexandre, *Le territoire : comment observer un système complexe ?* Paris, L'Harmattan, Coll. "Itinéraires géographiques", 2007, 176 p.
- MORIN Edgar, *La méthode, tome I, La nature de la nature*, Paris, Seuil, Coll. "Points", 1977, 400 p.
- MORIN Edgar, *La méthode, tome II, La vie de la vie*, Paris, Seuil, Coll. "Points", 1985, 470 p.
- MORIN Edgar, *La méthode, tome III, La connaissance de la connaissance*, Paris, Seuil, 1986, 245 p.
- MORIN Edgar, *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil, Coll. "Points", 2005 (1990), 158 p.
- NEMERY Jean-Claude, dir. *Le renouveau de l'aménagement du territoire en France et en Europe*, Paris, Économica, Coll. Collectivités locales, 1994, 706 p.
- PASCAL, *Les pensées*, Paris, G. CRES et Cie, 1928 (1669), 346 p.
- PAULET Jean-Pierre, *Géographie urbaine*, Paris, Armand Colin, Coll. U Géographie, 2000, 315 p.
- PECAUD Dominique, *Risques et précautions. L'interminable rationalisation du social*, La Dispute, Paris, 313 p.
- PERRIER-CORNET Philippe, *Repenser les campagnes*, La Tour d'Aigues, l'Aube Datar, Coll. "Monde en cours" 2002, 140 p.
- PFLIEGER Géraldine, *De la ville aux réseaux, dialogues avec Manuel Castells*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, Coll. "Espace en sociétés", 2006, 325 p.
- PIGEON, *Ville et environnement*, Nathan, Paris, 1994, 192 p.
- PIGEON Patrick, *Géographie critique des risques*, Paris, Économica, Coll. Géographie, 2005, 217 p.
- PIGEON Patrick, *L'environnement au défi de l'urbanisation*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, Coll. "Espace et territoires", 2007, 189 p.
- PIGEON Patrick, *Paradoxes de l'urbanisation, pourquoi les catastrophes n'empêchent pas l'urbanisation de se poursuivre ?* Paris, L'harmattan, Coll. Itinéraires géographiques, 2012, 275 p.

- PRIGOGINE Ilya, *Temps à devenir, à propos de l'histoire du temps*, Québec, Saint Laurent, Fides, Coll. "Les grandes conférences", 1994, 44 p.
- PRIGOGINE Ilya, *La fin des certitudes, Temps, chaos et les lois de la nature*, Paris, Odile Jacob, Coll. Poches, 2001 (1996), 230 p.
- PRIGOGINE Ilya, *Les lois du chaos*, Flammarion, Coll. Champs, 1997, 126 p.
- REMOND René, *Le XIX^e siècle 1815-1914*, Paris, Seuil, Coll. "Points" 1974, 248 p.
- RÉMY Jean, VOYÉ Liliane, *La ville : vers une nouvelle définition ?* Paris, L'Harmattan, Coll. "Ville et Entreprises", 1992, 172 p.
- de ROSNAY Joël, *Le microscope, vers une vision globale*, Paris, Seuil, Coll. "Points", 1975, 276 p.
- SCHEIBLING Jacques, *Qu'est-ce-que la Géographie ?*, Hachette Supérieur, Ed. Carré-Géographie, 2000, 199 p.
- SECCHI Bernardo, *Première leçon d'urbanisme*, Marseille, Parenthèses, Coll. "Eupalinos", 2006, 155 p.
- SIEVERTS Thomas, *Entre-ville/ Une lecture de la Zwischenstadt*, Marseille, Parenthèses, Coll. "Eupalinos", 2004, 188 p.
- THEYS Jacques (coord.), *La Société vulnérable, Évaluer et maîtriser les risques*, Paris, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, 1987, 675 p.
- THOM René, *Paraboles et catastrophes*, Paris, Flammarion, Coll. "Champs", 1989, 189 p.
- TOURAINÉ Alain, *Un nouveau paradigme/ Pour comprendre le monde d'aujourd'hui*, Fayard, Coll. " Biblio essais", 2006, 412 p.
- VELTZ Pierre, *Des territoires pour apprendre et innover*, Paris, l'Aube, Coll. "Monde en cours", 1994, 95 p.
- VELTZ Pierre, *Mondialisations, villes et territoires*, Paris, Presses Universitaires de France, Coll. Quadrige, 2005 (1996), 288 p.
- VELTZ Pierre, *La grande transition*, Paris, Seuil, 2008, 260 p.
- VIARD Jean, *La société d'archipel ou les territoires du village global*, La Tour d'Aigues, L'Aube, Coll. "Monde en cours", 1994, 117 p.
- VIARD Jean, *Lettre aux paysans (et aux autres) sur un monde durable*, La Tour d'Aigues, L'Aube, 2008, 93 p.
- WACHTER Serge, BOURDIN Alain, LÉVY Jacques, OFFNER Jean-Marc, PADIOLEAU Jean-Gustave, SCHERRER Franck, THEYS Jacques, *Repenser le territoire, un dictionnaire critique*, La Tour d'Aigues, L'Aube, Datar, 2000, 287 p.

Thèses

COMBE Claire, *La ville endormie ? Le risque d'inondation à Lyon. Approche géohistorique et systémique du risque de crue en milieu urbain et périurbain*. Thèse de doctorat en géographie et aménagement, Université Lumière Lyon 2, 2007.

DOURNEL Sylvain, *L'eau, miroir de la ville : contribution à l'étude de la requalification urbaine des milieux fluviaux et humides (Bassin parisien, Amiens, Orléans)*, thèse de doctorat en géographie, aménagement et environnement, Université d'Orléans, 2010.

PROST Thierry, *Le risque frontière du génie urbain. Identification et organisation des connaissances utiles pour l'aide à la décision dans les réseaux techniques urbains (eau potable et assainissement)*, thèse, INSA de LYON, 1999, 190 p.

REGHEZZA Magali, *Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine : la métropole parisienne face au risque de crue centennale*, Université Paris X Nanterre, 2006, 382 p.

ROGER Isabelle, *Les processus de métropolisation dans les capitales régionales européennes, agglomérations de 500 000 à 1 000 000 habitants, Les cas de Bordeaux, Montpellier, Bristol, Saragosse*, thèse de doctorat de géographie et d'aménagement, Université de Toulouse II, Le Mirail, 2007, 260 p.

TANGUY Benoit, *Modélisation de l'essai Charpy par l'approche locale de la rupture*, thèse de doctorat de l'École des Mines de Paris, 2001, 516 p.

Rapports et mémoires

BREBION Alexandra, *L'industrialisation de l'agglomération chartraine*, Université du Maine, Département de géographie, mémoire de maîtrise de géographie, Maître de stage Bernard GUÉZO, 1999, 104 p.

CETE Méditerranée, *Réduction de la vulnérabilité aux inondations à l'échelle d'un quartier*, Etude exploratoire sur le cas du quartier du Faubourg à Béziers (Hérault), 2005, 121 p.

Conseil Général Des Ponts et Chaussées (CGPC), ESTIENNE Jacques, FLORENT Jacques, SOULIMAN Marc, *Rapport de la mission d'Enquête sur la catastrophe du Grand-Bornand survenue le 14 juillet 1987*, Secrétariat d'État chargé de la Prévention des risques technologiques et naturels majeurs, 1987.

Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC), PONTON André, ESTIENNE Jacques, DENIEL J., VILLEVIELLE A., BOSCH R., *Catastrophe de Nîmes : rapport de la mission technique*, Secrétariat d'État chargé de la Prévention des risques technologiques et naturels majeurs, 1989, 69 p.

Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC), BOURGES Maurice, *Crues et inondations du 22 septembre 1992, dans les départements du Vaucluse, de la Drome et de l'Ardèche*, 1992.

Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC), *Risque industriel et maîtrise de l'urbanisation suite à*

l'accident survenu à proximité de l'usine de la société Grande Paroisse à Toulouse, Paris, MELTM, 2002.

Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC), *Étude historique des valeurs propres au ministère de l'Équipement*, Alain Billon, rapport n° 2004-0105-01, Paris, 2004, 99 p.

Conseil Général des Ponts et Chaussées (CGPC), *Le jeu des acteurs locaux de la prévention des risques : vers un nouveau partage des responsabilités*, rapport n° 004923-01, Paris, MEEDDAT, 2008, 92 p.

Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD), *Le ruissellement urbain et les inondations soudaines, Connaissance, prévention, prévision et alerte*, Paris, MEEDDAT, rapport n° 005487-0, 2009, 62 p.

DATAR, *Pour un rayonnement européen des métropoles françaises, éléments de diagnostic et orientations*, CIADT du 18 décembre 2003, 48 p., <http://www.datar.gouv.fr>.

DOURLENS Christine, *Nîmes, la domestication d'une catastrophe*, DRI, INGULS, Centre d'étude et de recherche sur les pratiques de l'espace, Lyon, 1991, 155 p.

GALLAND Jean-Pierre, *Les risques du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement*, Paris, DRAST, 1998, 40 p.

Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), *Changements climatiques*, rapport de synthèse, www.ipcc.ch, 2007, 104 p.

HAUT COMITÉ FRANÇAIS POUR LA DÉFENSE CIVILE ET ECONOMIQUE (HCFDCE), *Plan de déplacements urbains et étoile ferroviaire de Nantes : enjeux économiques et sécuritaires : des opportunités à saisir*, Conseil de développement, Nantes Métropole, 26 février 2010.

LEDOUX Bruno, *Bilan de la mise en œuvre des études de vulnérabilité dans les PER*, Paris, DPPR, 1995, 160 p.

LEDOUX Bruno, *Etat de l'art des recherches sur certaines mesures non structurelles de gestion des inondations* (PPR et système CATNAT), CEMAGREF, 2009, 266 p.

Mission d'Étude et de Développement des Coopérations Interrégionales et européennes (MEDCIE), Préfectures des Régions Auvergne, Corse Provence-Alpes Côte d'Azur Languedoc-Roussillon Rhône-Alpes, AlternConsult, Ecofys France, *Étude des effets du changement climatique sur le Grand Sud Est*, Etape 1, Rapport général, 28 mai 2008, 134 p.

METLTM, Direction de la Recherche et de l'Action Scientifique et Technique, Centre de prospective et de veille scientifique, DATAR. Note n°13, janvier 2000.

NATCAST 2010, Munich RE, Topic-Géo, 2011, 58 p.

SAUVEZ Marc, *Rapport sur les enjeux de la ville contemporaine*, MATE, Direction des Études Économiques et de l'Évaluation environnementale, 2001, 427 p.

Manuels, dictionnaires, colloques

CEMAGREF, Bruno Ledoux, *État de l'art des recherches sur certaines mesures non structurelles de gestion du risque inondation (PPR et système CATNAT)*, 2009, 266 p.

CERTU, *Risques industriels et territoires en France et en Europe/ État des lieux et perspectives*, Sylvie Vigneron et Bernard Guézo, Lyon, Certu, Coll. "dossiers", 2003, 120 p.

CERTU, *Centre-ville en zone inondable, prise en compte du risque, dix exemples d'adaptation du bâti*, auteurs Francis Dégardin, Sylvie Vigneron et Bernard Guézo, Paris, MEDD, 2004, 64 p.

CERTU, *Réduire la vulnérabilité des réseaux urbains aux inondations*, auteurs Sylvie Vigneron, Francis Dégardin, Bernard Guézo et André Oustric, Paris, MEDD, DPPR, 2005, 112 p.

CERTU, IPGR, CETE, *Les collectivités locales et le ruissellement pluvial*, auteurs Sylvie Vigneron et Bernard Guézo, Paris, MEEDDAT, DPPR, 2006, 80 p.

CERTU, *Concepts et outils pour la gestion urbaine des risques*, Lyon, Certu, Coll. "Rapports d'études", Bernard Guézo, 2008, 118 p.

CERTU, AFPCN, Neuville-sur-Saône, *Gestion des secours et prévention des risques, la mise en relation des acteurs, exemple de Neuville-sur-Saône, séminaire inondation des 22 et 23 janvier 2009*, Lyon, Certu, 2011, 96p.

Conseil Général Des Ponts et Chaussées, CGPC, *L'action publique face aux risques*, Lyon, 23 et 24 septembre 2004. Actes du colloque. Atelier 2, *Digues et inondations*, Bernard Guézo et Emmanuel Robert de Saint-Vincent, 2005, 14 p.

COST URBAN CIVIL ENGINEERING, C19, *Proactive Crisis Management of Urban Infrastructure*, Bruxelles, COST Office, Transport and Urban Development Domain, 2008, 240 p.

DESROCHES Alain, LEROY Alain, QUARANTA Jean-François, VALLEE Frédérique, *Dictionnaire d'analyse et de gestion des risques*, Paris, Lavoisier, Coll. "Management et informatique", 2006, 457 p.

DPPR, *Réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens aux inondations*, Actes du séminaire de Béziers des 6 et 7 mars 2006, MEDD, Scénario 4, *Réduire la vulnérabilité et valoriser un espace stratégique*, Patrick Chotteau et Bernard Guézo, 2006, 39 p.

DPPR, *Le plan de prévention des risques technologiques (PPRT)*, Guide méthodologique, Rédacteurs Fabrice Arki (DPPR), Gérald GARRY (DGUIHC), Nelson Rodriguez (INERIS) et Bernard Guézo (Certu), Paris, MEDAD, 2007, 151 p.

DGPR/ Certu, INERIS, CETE, valise pédagogique du PPRT, Certu, Lyon, 2008.

DGPR, *Réduction de la vulnérabilité aux inondations et valorisation urbaine, cadre méthodologique pour la conduite d'un diagnostic de quartier, illustration par l'exemple du quartier du Faubourg à Béziers*, Bernard Guézo et Ghislaine Verrhiest, MEEDDAT, Certu, Cete Méditerranée, juillet 2008, 28 p.

DGPR/CCIAPSA/ Certu, *Valise pédagogique du Plan séisme Antilles*, Guadeloupe, Martinique, Certu, Clara Villar et Bernard Guézo, 2 CD-Rom, 2011.

DRI, Délégation à la Recherche et à l'Innovation, Jean-Pierre Galland, Claude Gilbert et Jean-Paul Zuanon, Bernadette de Vanssay, Claude Hansen, *Regards de chercheurs sur une catastrophe, l'inondation de Nîmes du 3 octobre 1988*, MELTE, décembre 1991.

LATTS, Jean-Pierre Galland et Emmanuel Martinais, *La prévention des risques industriels en France, bilan et perspectives*, Bernard Guézo : *Enjeux, vulnérabilité et stratégie du PPRT : les trois piliers de l'approche territoriale des risques industriels*, pp.87-93, Actes de séminaire, PUCA, LATTS, EVS-RIVES, septembre 2010, 287 p. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/61/92/34/PDF/La PRI en France 2010.pdf>

LÉVY Jacques, LUSSAULT Michel, dir, *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, (2003), 2009, 1033 p.

MERLIN Pierre (coord.), CHOAY Françoise, DICTIONNAIRE DE L'URBANISME ET DE L'AMÉNAGEMENT, Paris, Quadrige, 2009 (1988), 963 p.

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT DES FORÊTS ET DU PAYSAGE (OFEPF), *Réseau écologique national REN, Rapport final*, Berne, Cahier de l'environnement n°373, Nature et paysage, 2004, 132 p.

SETRIC, *Security and Trust un Cities*, INTERREG IIIC, Lyon, Certu, CD-Rom, Final publication, 2006.

SPECTOR Thérèse, THEYS Jacques, *Villes du XX^e siècle, Entre Villes et métropoles : rupture ou continuité* ; synthèse du colloque de la Rochelle 19-20-21 octobre 1998, Certu, Coll. "débat", 1999, 262 p.

Articles

ALLOUI Adel, AIT-EL-HADJ Smail, BOUAZZI Ahmed, *Méthodologies de conception, État de l'art et ingénierie de développement*, Centre de recherche Magellan, Institut d'administration des entreprises de Lyon, Lyon III, Congrès international CMSM, Tunisie, Monastir, 2007, 16 p.

ARNAUD-FASSETTA Gilles, BALLAIS Jean-Louis, BEGHIN Eric, JORDA Maurice, MEFFRE Joel-Claude, PROVANSAL Mireille, RODITIS Jean-Christophe, SUANEZ Serge, *La crue de l'Ouvèze à Vaison-la-Romaine*, RGD, 1993, pp.34-48.

BERKES Fikret, COLDING Johan, Folke Carl, *Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptative management*, Ecological Society of America, 2000, pp. 1251-1262.

BOUCHON Sara, *L'application du concept de vulnérabilité aux infrastructures critiques : quelles implications pour la gestion territoriale des risques ?* Annales des Mines, juillet 2006, 35 p.

BRAVARD Yves, *La catastrophe du Grand-Bornand* in Revue de géographie alpine, 1988, tome 76, n°2, pp. 219-221.

CASTEL Jean-Charles, *La force de dilution de l'espace urbain une opportunité de remise en cause de l'urbanisme*, Troisième rencontre nationale des Scot à Grenoble les 29 et 30 mars 2006.

CHOAY Françoise, *De la ville à la mégapole, essor ou déclin des villes au XXI^e siècle ? Une mutation à l'œuvre*, DRAST, *Revue prospective*, 1998, n°35.

COMBY Jacques, *La catastrophe du Grand-Bornand (14 juillet 1987), composantes météorologiques*, *Revue géographique de Lyon*, vol.65, n°2, 1990.

DAUPHINÉ André, PROVITOLLO Damienne, *La résilience, un concept pour la gestion des risques*, Paris, Armand Colin, *Annales de Géographie*, n°654, 2007, pp 115-125.

D'ERCOLE Robert et METZER Pascale, *La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain*, *Cybergéo : European Journal of Geography*, Vulnérabilités urbaines au sud, article 447, mis en ligne le 31 mars 2009, modifié le 14 mai 2009, 14 p.

EWALD François, *Philosophie de la précaution*, *L'année sociologique*, Vol. 46, n°2, 1996, pp. 383-412.

FOLKES et al, *Resilience and sustainable development, building adaptive capacity in a world of transformations*, avril 2002, Sommet mondial sur le développement durable, Contribution au gouvernement suédois, 34 p.

GILBERT F. WHITE, Robert W. KATES, IAN BURTON, *Knowing better and losing even more : the use of knowledge in hazards management*. *Environmental hazards*, vol.3, 2001, pp.81-92

GUÉZO Bernard et MARLY Jean, *Trois étapes pour prendre en compte les risques dans les SCoT*, *La lettre du développement local* n°41, décembre 2005.

GUÉZO Bernard, VERRHIEST Ghislaine *Réduire la vulnérabilité urbaine aux risques majeurs*, revue *Technicités*, dossier, avril 2006, pp. 26-33.

GUÉZO Bernard, VERRHIEST Ghislaine in dossier Préventive Sécurité, *Risques majeurs l'État, les industriels, les collectivités locales, quelles responsabilités ? DPPR, 3- L'étude des vulnérabilités du territoire*, Juin 2007, pp. 26-28.

GUÉZO Bernard, VERRHIEST Ghislaine, *Collectivités : comment prendre en compte les risques?*, revue *Technicités*, dossier n°135, septembre 2007.

GUÉZO Bernard, *Risques et développement durable, comment structurer les territoires urbains en espaces de confiance ?* *Revue Technicités*, dossier n° 153, juillet 2008.

HOLLING C.S. *Resilience and Stability of Ecological Systems*, *Annual review of Ecology and Systemics*, vol. 4, 1973, pp.1-23.

IFEN, *La société face aux risques majeurs*, Les synthèses, édition 2006, pp.373-389.

LAGADEC Patrick, GUILHOU Xavier, *Le temps des ruptures*, *Agir, Revue générale de stratégie*, n°6, hiver 2000, pp. 6-7.

LAGADEC Patrick, *La rupture créatrice*, Éducation Management, juillet 2001, pp.34-37.

LE CORRE Françoise, *Le nu présent* SER-SA Études 2003/4 tome 398, 2003, pp.483-492

LOPEZ-PELAEZ Juanita, PIGEON Patrick, *Co-evolution between structural mitigation measures and urbanization in France and Colombia : a comparative analysis of disaster risk management policies based on disaster databases*, Habitat international 35, 2011, pp.573-581.

MIRAMOND Marcel, LE GAUFFRE Pascal, PROST Thierry, *Systèmes d'aide à la décision et conception de problèmes en Génie Urbain*. In Perrin J (dir.) *La Conception entre science et art. Regards multiples sur la conception*. Lausanne (CH), Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2001, pp. 267-282.

NOVEMBER Valérie, *L'incendie créateur de quartier ou comment le risque dynamise le territoire*, Cahiers de géographie du Québec, Vol. 37, n°132, décembre 2003 pp. 367-388.

PALENZUELA Salvador Rueda, *Un nuevo urbanismo para una ciudad más sostenible*, Agence d'Ecologie Urbaine de Barcelone.

PECQUEUR Bernard, TERNAUX Patrick, *Mondialisation, restructuration et gouvernance territoriale*, Géographie Économie Société 2005/4, Vol 7, Éditorial, pp.315-320.

PIGEON Patrick, *Réflexion sur les notions et les méthodes en géographie des risques dits naturels*, Annales de Géographie, Numéro 627-628, 2002, [en ligne], Armand Colin, 2002, pp.452-470.

PIGEON Patrick, *Gestion des risques et formation de l'aire urbaine transfrontalière*, L'espace politique (en ligne) juillet 2011, 16 p.

PIGEON Patrick, *Catastrophes dites naturelles, risques et développement durable : utilisation géographique de la courbe de Farmer*, Vertigo- la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 10, Numéro 1, avril 2010, [en ligne], mis en ligne le 26 avril 2010. : URL : <http://vertigo.revues.org/9491>.

PIGEON Patrick, *Apports de la résilience à la géographie des risques : l'exemple de La Faute-sur-Mer (Vendée, France)*, Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 12 Numéro 1, mai 2012, Consulté le 10 juillet 2012. URL : <http://vertigo.revues.org/12031> : DOI 10400/vertigo.12031.

RALLET Alain, *L'économie de proximités, propos d'étape*, in Torre A. (Ed.), *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, n°33, le local à l'épreuve de l'économie spatiale, 2002, pp.11-25.

RALLET Alain et TORRE André , *Proximité et localisation*, *Économie rurale*, 2004, mars-avril, n°280, pp.25-41.

RALYTÉ Jolita, *Vue stratégique sur l'ingénierie des méthodes*, Actes du XIXe Congrès Informatique des Organisations et Systèmes d'Information et de Décision (INFORSID'01), Martigny, Suisse, 2001, p.25.

ROLLAND Colette, *L'ingénierie des méthodes, une visite guidée*, e-TI, La revue électronique des technologies de l'information, Premier numéro, 25 octobre 2005, <http://www.revue-eti.netdocument.php>.

THOENIG Jean-Claude, DURAN Patrice, *L'État et la gestion publique territoriale*. Revue française de sciences politiques, 1996, vol. 46, n° 4. pp. 580-623.

TOULOUSE Gérard, *La faculté d'attention*, article, quotidien La Croix, 4 septembre 2007.

TURNER B.L. et al., *Illustrating the coupled human–environment system for vulnerability analysis: Three case studies*, communicated by Susan Hanson, Clark University, Worcester, Proc. Natl. Acad. Sci., 2003, 7 p.

TURNER B.L. et al., *A framework for vulnerability analysis in sustainability science*, communicated by Susan Hanson, Clark University, Worcester, MA, March 7, 2003.

VERRHIEST G., GUÉZO B., *Intégrer la construction dans son milieu physique*, Préventique Sécurité, septembre-octobre 2006, n°89, pp.37-41.

WEICHSELGARTNER Juergen, *Integrating science and practice for the mitigation of natural disasters : barrier, bridges, propositions*, Center for International Development at Harvard University, CID Graduate students and post doctoral fellow Working paper n°21, octobre 2007, 34 p.

Principaux textes de lois cités

Loi n° 67-1253 du 30 décembre 1967 d'orientation foncière.

Loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 sur les installations classées pour la protection de l'environnement.

Loi n° 82-600 du 13 juillet 1982, relative à l'indemnisation des catastrophes naturelles.

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.

Loi n° 95-101 du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement, dite loi Barnier.

Loi n° 95-115 du 4 février 1995 d'Orientation et d'Aménagement du Territoire (LOADT).

Loi n° 2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la Solidarité et au renouvellement urbains.

Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003, relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, dite loi Bachelot.

Loi n° 2004-811 du 13 août 2004, relative à la modernisation de la sécurité civile.

Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement, dite Grenelle 1.

Documents relatifs à la métropole lyonnaise

A-RISK Junior 2003-2004 *Proposition de méthodologie d'élaboration d'un Plan Communal d'Intervention*, Auteurs Anne-Claire Curé, Claire Frésard, Lionel Bajulaz, Jacques-Olivier Panier, tuteur professionnel Bernard Guézo, Atelier junior, Lyon, Université Lyon III, mars 2004, 113 p.

A-RISK Junior 2003-2004, "*Étude d'un scénario de gestion de crise à la suite d'un accident industriel lors d'une inondation sur la commune de Neuville-sur-Saône*", Auteurs Ludivine Bourel, Amélie Genin et Benoît Giuliani, Tuteur professionnel Marc Rennesson (Certu), Université Lyon III, avril 2005.

A-RISK Junior 2007-2008, *Méthode Certu pour établir le profil territorial dans le cadre d'un modèle global de gestion des risques : application au cas de Neuville sur Saône*, Auteurs Hervé Bouland et Arnaud Vincent, tuteur professionnel Bernard Guézo, Atelier junior, Lyon, Université Lyon III, mars 2008.

A-RISK Junior 2008-2009, *La gestion des risques sur la commune de Pierre-Bénite, Propositions pour un dispositif municipal des risques*, Auteurs Amanda Bouard et Bastien Delaunay, Tuteur professionnel Bernard Guézo, Université Jean Moulin Lyon III, 69 p.

BARRÉ Armelle, *La défense de Givors contre les inondations, 1790-1860*, Mémoire de maîtrise d'histoire contemporaine, Université Lyon 2, 1996, 178 p.

CGEDD, *Rapport d'enquête technique sur l'échouement du navire fluvio-maritime Natissa survenu le 11 juillet 2007 sur le Rhône à Givors (Rhône)*, septembre 2010, 42 p.

CGPC, *Rapport d'enquête technique sur l'accident de navigation fluviale survenu à La Voulte-sur-Rhône le 18 janvier 2004*, décembre 2005, 67 pages.

DDE 42, *Aménagement-entretien de la voirie départementale, Rapport sur l'état du réseau et sur l'évaluation des besoins de remise en état, d'aménagement et d'entretien des ouvrages*, Livre Blanc, Saint-Etienne, 1986, 80 p.

DDE 42, Bureau d'études Nova 7, *Positionnement de l'A 47*, rapport d'analyse, 2006 (http://www.hyronnelle.net/IMG/pdf/Rapport_Etude_A47_-_DDE_421.pdf)

DI CICCO Julien, *Le haut débit et la vallée du Gier*, Université Lyon 2, Master sciences politiques, rapport de stage, DDE de la Loire, 2004-2005, 57 p.

DIREN RHONE-ALPES, Bassin Rhône-Méditerranée, Maison du Fleuve Rhône, *Le risque inondation dans la vallée du Rhône, postures riveraines*, Synthèse, juin 2007, 11 p.

DIRECTIVE TERRITORIALE D'AMÉNAGEMENT DE L'AIRE MÉTROPOLITAINE LYONNAISE, approuvée par décret en Conseil d'Etat du 9 janvier 2007.

FELTZ Didier, *Vulnérabilité des réseaux urbains et gestion de crise, Exemple de l'inondation de mars 2001 à Lyon et Mâcon*, Lyon, Certu, Rapport d'étude, 2002, 78 p.

GRAND LYON, *Étude pour l'aménagement d'un pôle d'échanges de la gare de Givors-ville*, 2007.

GRAND LYON, SOGREAH, *Bassin versant du ruisseau des Torrières, connaissance du risque inondation*, différents rapports d'études hydrologie, caractérisation de l'aléa, du risque, propositions d'aménagement, 2007 et 2008.

GRAND LYON, SOGREAH, *Etude d'impact de la voie nouvelle du chemin du Gorgeat au chemin de Parenty*, Commune de Neuville, lieu-dit Tête Noire, différents rapports d'études, 2010.

GRAND LYON, *Lutte contre le ruissellement agricole sur le Val de Saône*, septembre 2005.

GRAND LYON, "LYON 2020, *Le fleuve se découvre*", 2007.

INSEE, Rhône-Alpes, *La Lettre Résultats n° 153*, octobre 2011, 4 p.

JACQUEMONT M., *Limitations de tonnage sur le réseau routier en janvier 1985, principales perturbations directes de la vie économique dans le département de la Loire*, Rapport de stage, maître de stage Bernard Guézo DDE de la Loire, 1985, 28 p.

LE PROGRÈS, "Givors : la ville est-elle à l'abri des inondations ? ", article, 12 avril 2008.

LE PROGRÈS, "Rive-de-Gier : collision entre deux poids lourds sur l'A47 ", article, 14 mai 2008.

MARLETTE Stéphane "Analyse préliminaire pour une approche transversale des risques, application à l'agglomération lyonnaise", Travail de fin d'étude ENTPE, Maître de TFE Bernard Guézo, 2007, 96 p.

MOULIN Marie-Anne, *Du risque au stress urbain, caractérisation sur la commune de Givors (Rhône)*, Lyon, Certu, janvier 2008, 102 p.

OBSERVATOIRE PARTENARIAL LYONNAIS EN ÉCONOMIE (OPALE), *Les territoires de l'économie lyonnaise, Rhône-sud*, 23 février 2005, 8 p.

PÔLE MÉTROPOLITAIN LYONNAIS, G4, projet de document d'orientation, 2011, Source Internet.

RÉGION RHÔNE-ALPES, Conseil économique et social régional, *Pour une maîtrise foncière dans les territoires de Rhône-Alpes en métropolisation*, rapport, Contribution 2009-26, Jean-Marc Bailly rapporteur, 24 novembre 2009.

RÉGION URBAINE DE LYON, *Coopération métropolitaine, Bilan de la coopération 2010*, 2011, 15 p.

SPIRAL, *Le transport de matières dangereuses dans l'agglomération lyonnaise*, Livre Blanc, 1998, 128 p.

VALLAUD Romaric, *Initialisation d'une approche intégrée des risques sur le territoire de Givors*, Référent : Bernard Guézo, DREAL, CERTU, 2009, 78 p.

VILLE DE FEYZIN, *Feyzin, Mémoires d'une catastrophe*, 2005, 179 p.

Table des matières

Table des matières

Présentation générale de la démarche	1
Première partie	27
De l'espace urbanisé à l'espace métropolitain : une redéfinition de l'ingénierie à l'aune de la complexité	27
1. 1982-2002 : l'urbanisation bouleverse les certitudes techniques	31
1.1 L'ingénieur affronte la complexité spatiale	32
1.1.a Les nouvelles questions retranscrites par le cadre réglementaire	32
1.1.b L'aménagement : une tentative de réponse au processus d'urbanisation	35
1.1.c Crise, gestion stratégique et analyse spatiale	38
1.2 Les limites de l'ingénierie routière confrontée à l'urbanisation	43
1.2.a Réseau routier et espace urbanisé : des interactions qui posent problème	43
1.2.b La crise routière, reflet d'un processus de non maîtrise de l'espace urbanisé	45
1.2.c Il manque un cadre d'analyse des interactions entre entités en présence	48
1.3 Mises en chantier des projets techniques et effets inattendus	49
1.3.a Crises routières et vulnérabilité de la vallée de la Valserine	49
1.3.b L'abondance de moyens techniques n'évite pas les imprévus	55
1.4 L'action collective peine à rapprocher les référentiels	58
1.4.a L'ingénierie mise à contribution pour rétablir des équilibres perturbés	58
1.4.b La difficile articulation des échelles d'intervention	62
1.5 Dynamique d'urbanisation genevoise, Pays de Gex et territoire-étagé	64
1.5.a Une gestion territoriale devenue une gestion des risques	64
1.5.b Le territoire-étagé dessine des espaces aux interactions multiples	66
1.5.c Le territoire-étagé invite à reconsidérer les modalités d'actions	72
1.6 En définitive, la complexité bouscule l'ingénierie	75
2. 2002-2011 : l'urbanisation défie la gestion des risques	81
2.1 Les catastrophes renvoient aux transformations du cadre spatial	82
2.1.a Au Grand-Bornand, l'urbanisation participe de la catastrophe	83
2.1.b A Nîmes, la mise en jeu de processus de différentes natures et temporalités	85
2.1.c Vaison-la-Romaine : quelle anticipation possible d'une configuration critique ?	87
2.1.d Seine-Maritime : comment corriger les processus à l'oeuvre ?	89
2.1.e Les catastrophes interrogent les possibilités offertes par le territoire-étagé	90
2.2 Le plan de prévention des risques technologiques confronté à la complexité des espaces urbanisés	92
2.2.a L'accident AZF interroge les interactions entre urbanisation et industrie	92
2.2.b Le PPRT se heurte à la complexité des espaces urbanisés	95
2.3 Les difficultés de coordination des outils de gestion des risques	99
2.4 Les limites du paradigme de la protection	106

2.5 Cas du processus d'urbanisation atonique : le quartier du Faubourg	109
2.6 En définitive, l'ingénierie des risques butte sur la complexité	115
3. Les espaces métropolitains : complexes et vulnérables	118
3.1 La métropole : un vaste espace à appréhender par sa complexité	118
3.1.a La métropolisation comme approche urbaine	118
3.1.b La métropole traduit la dynamique de métropolisation sur de vastes espaces	123
3.1.c Les espaces métropolitains appellent le territoire-étagé	126
3.1.d Multiplicité des échelles spatiales et approche territoriale	127
3.1.e Les réseaux incitent à action collective à l'échelle de l'espace métropolitain	134
3.2 Les espaces métropolitains, nouveau cadre d'action pour l'ingénierie	136
3.2.a Brève mise en relation de l'ingénierie à la modernité technique	136
3.2.b L'espace métropolitain : un cadre spatial qui fait système	139
3.2.c Qu'est-ce que la complexité ?	142
3.2.d Des mécanismes du non équilibre à la catastrophe	144
3.3 Le territoire-étagé : outil d'analyse du cadre spatial	147
3.3.a Résilience : propriétés et force agissante	147
3.3.b Vulnérabilité et vigilance sur la nature changeante des espaces métropolitains	152
3.3.c Le territoire-étagé : des composantes et entités en interaction	158
3.3.d Le monitoring associé au territoire-étagé	167
4. Conclusion : du bien-fondé du territoire-étagé, outil de monitoring de l'espace métropolitain	173

Deuxième partie **179**

Du territoire-étagé au monitoring : l'apprentissage de l'espace métropolitain et de sa vulnérabilité **179**

1. La métropole lyonnaise : étude des cas de Givors et de Neuville-sur-Saône	181
1.1 Le cadre de la métropole lyonnaise	181
1.2 L'espace givordin, un espace métropolitain en mutation	188
1.3 L'espace neuvillois, un espace métropolitain attentif à son équilibre	192
2. L'imprévu, élément marquant de l'espace givordin	195
2.1 L'espace givordin : transformations et espaces vulnérables	196
2.1.a Des dynamiques de transformation qui s'appréhendent dans la durée	196
2.1.b La dynamique d'urbanisation fragilise certains espaces	198
2.1.c Les composantes de l'espace givordin et entités associées	199
2.2 La construction du territoire-étagé : les réseaux de transport	205
2.2.a Place de l'autoroute A47 dans le territoire-étagé	205
2.2.b Place de l'activité ferroviaire dans le territoire-étagé	215
2.3 La construction du territoire-étagé : le réseau hydrographique	222
2.3.a Place de la rivière Gier dans le territoire-étagé	223
2.3.b Place du Garon et du Mornantet dans le territoire-étagé	234

2.3.c Place des rus des collines dans le territoire-étagé	245
2.4 La construction du territoire-étagé : les spécificités du Rhône	251
2.5 Le territoire-étagé givordin au travers des perturbations et des entités en interactions	258
3. L'apprentissage collectif de l'espace neuvillois	265
3.1 L'espace neuvillois représentatif du Val de Saône	265
3.1.a Le Val de Saône, espace métropolitain jouxtant la ville de Lyon	265
3.1.b L'espace neuvillois, pertinent pour établir le territoire-étagé	267
3.2 La construction du territoire-étagé : la vigilance sur les perturbations possibles	271
3.2.a Dynamique industrielle et points de vigilance	271
3.2.b Centre-ville et points de vigilance	277
3.2.c Dynamique résidentielle et points de vigilance	281
3.2.d Dynamique fluviale et points de vigilance	287
3.3 Le territoire-étagé neuvillois : de sa construction au monitoring	292
3.3.a Le territoire-étagé neuvillois	292
3.3.b La question du monitoring	295
4. Les enseignements des expérimentations	306
Conclusion générale	313
Cahier des représentations ou modèles proposés	325
1/ Processus conduisant le PPRT à prendre en compte le territoire	327
2/ Interactions entre les réseaux et le système urbain	328
3/ Gestion territoriale des risques	330
4/ Gestion municipale des risques	331
5/ Triangle de vulnérabilité de l'espace métropolitain	332
6/ Spectre de vulnérabilité d'une composante de l'espace métropolitain et de l'entité associée	333
7/ Gestion urbaine durable des risques en relation avec une entité structurée	334
Bibliographie	337
Table des matières	353

Index des planches de l'auteur

Planche. 1: DDE de la Loire. Extrait d'un schéma itinéraire de synthèse du réseau routier départemental...	44
Planche. 2: Situation des deux chantiers de la Joux-Verte et des Cerisiers dans le haut Jura gessien.....	50
Planche 3: Le chantier des Cerisiers sur la RD 991 entre la RN5 et Mijoux.....	52
Planche 4: Pays de Gex. Les espaces urbanisés gexoïses et de l'Est-gessien, propices aux interactions.....	68
Planche 5: Perturbations associées au secteur sud de l'agglomération gexoïse.....	70
Planche 6: Entités associées au secteur sud de l'agglomération gexoïse.....	71
Planche 7: La démarche d'élaboration du PPRT s'oriente vers la mise en œuvre d'un processus.....	97
Planche 8: La métropole, un vaste espace urbanisé posant des questions de compréhension.....	125
Planche 9: CC Val-de-Saône-Chalarnonne (Ain). Un espace urbanisé peu relié aux flux qui le traversent....	132
Planche 10: CC Val-de Saône-Chalarnonne : un espace urbanisé sous influence multipolaire.....	133
Planche 11: Vulnérabilité du Yucatan liée aux dynamiques de transformation à l'oeuvre.....	155
Planche 12: Relations entre vulnérabilité de l'espace métropolitain et développement durable.....	158
Planche 13: Le territoire-étagé représenté sous ses différentes facettes.....	166
Planche 14: Localisation de Givors et de Neuville-sur-Saône au sein du Pôle métropolitain lyonnais.....	186
Planche 15: Composantes et entités considérées pour appréhender l'espace givordinois.....	200
Planche 16: L'effet de barrière produit par l'A47. Une perturbation de caractère structurel.....	207
Planche 17: Le transport de matières dangereuses sur l'A47: une perturbation de caractère événementiel..	211
Planche 18: Construction du territoire-étagé givordinois : les points de vigilance appelés par l'A47.....	213
Planche 19: Construction du territoire-étagé givordinois : entités en interactions vis-à-vis de l'A47.....	215
Planche 20: Manifestation de l'effet de barrière associé aux infrastructures ferrées dans l'espace givordinois..	217
Planche 21: Construction du territoire-étagé givordinois : les points de vigilance appelés par le réseau ferré..	220
Planche 22: Construction du territoire-étagé givordinois : entités en interactions vis-à-vis du réseau ferré....	221
Planche 23: Les débordements du Gier du 3 décembre 2003 endommagent l'espace givordinois.....	225
Planche 24: Processus mettant en jeu la vulnérabilité spatiale de la zone commerciale des Deux-Vallées..	228
Planche 25: Quartier des Cornets. Configuration critique vis-à-vis de débordements du Gier.....	229
Planche 26: Givors. Facteurs de vulnérabilité du quartier d'habitation des Cornets.....	230
Planche 27: Construction du territoire-étagé givordinois : les points de vigilance appelés par le Gier.....	231
Planche 28: Construction du territoire-étagé givordinois : entités en interactions vis-à-vis du Gier.....	233
Planche 29: Propriété riveraine du Garon, exposée à des débordements.....	237
Planche 30: Le Mornantet en amont de la cité du Garon. Modifications successives de la voirie.....	239
Planche 31: Construction du territoire-étagé givordinois : perturbations liées au Garon et au Mornantet.....	241
Planche 32: Construction du territoire-étagé givordinois : entités en interactions vis-à-vis du Garon et du Mornantet.....	243

Planche 33: Garon et Mornantet. Stratégies de réduction des débordements.....	245
Planche 34: Les rus descendent des collines vers le Gier, le centre-ville ou la vallée du Rhône.....	247
Planche 35: Construction du territoire-étagé givordin : les points de vigilance liés aux rus.....	250
Planche 36: Construction du territoire-étagé givordin : entités en interactions vis-à-vis des rus.....	251
Planche 37: Stratégie de protection vis-à-vis des débordements du Rhône.....	253
Planche 38: Construction du territoire-étagé givordin : les points de vigilance appelés par le Rhône.....	256
Planche 39: Construction du territoire-étagé givordin : entités en interactions vis-à-vis du Rhône.....	258
Planche 40: Représentation du territoire-étagé givordin sous l'angle des points de vigilance.....	261
Planche 41: Représentation du territoire-étagé sous l'angle des entités : interactions et projets.....	263
Planche 42: Composantes et entités pour appréhender l'espace neuvillois.....	268
Planche 43: Neuville-sur-Saône. Les transports ferré et routier de matières dangereuses : une perturbation à caractère événementiel.....	273
Planche 44: Construction du territoire-étagé neuvillois : les points de vigilance appelés par l'activité industrielle.....	275
Planche 45: Construction du territoire-étagé neuvillois : entités en interactions avec l'activité industrielle.....	276
Planche 46: Construction du territoire-étagé neuvillois : les points de vigilance liés au centre-ville.....	278
Planche 47: Construction du territoire-étagé neuvillois : entités en interactions avec le centre-ville.....	280
Planche. 48: Construction du territoire-étagé neuvillois : les points de vigilance appelés par la dynamique résidentielle.....	282
Planche 49: Construction du territoire-étagé neuvillois : entités en interactions vis-à-vis de la dynamique résidentielle.....	283
Planche 50: Construction du territoire-étagé neuvillois : les points de vigilance appelés par la Saône.....	290
Planche 51: Construction du territoire-étagé neuvillois : entités en interactions vis-à-vis de la Saône.....	291
Planche 52: Représentation du territoire-étagé neuvillois: points de vigilance et influences externes.....	293
Planche 53: Représentation du territoire-étagé neuvillois : entités en présence et projets.....	294
Planche 54: Séminaire de Neuville : les acteurs interrogent les interactions liées au débordement de la Saône.....	303
Planche 55: Neuville-sur-Saône. Entités posant la question de la coordination de leurs actions.....	305
Planche 56: Les Etapes de construction du territoire-étagé.....	307
Planche 57: Le « processus » conduit l'outil PPRT à tenir compte du territoire.....	327
Planche 58: Propagation des effets d'un événement affectant l'espace urbanisé. Cost C19. 2008.....	328
Planche 59: Relations entre espace urbanisé, services urbains et infrastructures urbaines.....	329
Planche 60: Le processus de gestion dynamique du risque associé à un territoire.....	330
Planche 61: Proposition de démarche d'ensemble pour la gestion municipale des risques.....	331
Planche 62: Triangle de vulnérabilité associé à une entité du territoire-étagé.....	332
Planche 63: Spectre de la vulnérabilité associé à une composante du territoire-étagé.....	333

Index des tableaux de l'auteur

Tableau 1: Parcours d'apprentissage des espaces urbanisés.....	42
Tableau 2: Principales inondations en France entre 1977 et 2002.....	82
Tableau 3: Facteurs ayant concouru aux catastrophes : Grand-Bornand, Nîmes, Vaison-la-Romaine.....	91
Tableau 4: Modèle de gestion des risques appliqué à l'agglomération lyonnaise.....	102
Tableau 5: Principaux acteurs intervenant dans l'espace givordin.....	191
Tableau 6: Principaux acteurs intervenant dans l'espace neuvillois.....	194
Tableau 7: Évolutions de l'activité industrielle sur l'espace neuvillois.....	272
Tableau 8: Ateliers du séminaire inondation de Neuville-sur-Saône des 21 et 22 janvier 2009.....	298
Tableau 9: Ressources associées à la gestion de la Saône.....	304

Index des photographies de l'auteur

Photographie 1: Hambourg. Quartier HafenCity. Passage surélevé utilisé en période de crue.....	104
Photographie 2: Hambourg. Quartier HafenCity. Immeubles en console pour tenir compte des crues.....	104
Photographie 3: Hambourg. Quartier HafenCity. Premier niveau étanche.....	104
Photographie 4: Projet COST C19. Visite d'une galerie multi-fonctions à Amsterdam.....	108
Photographie 5: Quartier du Faubourg. Maison équipée d'un batardeau.....	112
Photographie 6: Quartier du Faubourg. Écluses de Fonterannes classées par l'UNESCO.....	113
Photographie 7: Quartier du Faubourg. Les nuisances de la circulation automobile.....	113
Photographie 8: Givors. Ouvrage RFF réalisé en 2009, favorisant les échanges gare / centre-ville.....	223
Photographie 9: Givors. Village automobile sur l'ancien site VMC.....	234
Photographie 10: Givors, cité du Garon : Escalier extérieur donnant accès au plancher habitable.....	236
Photographie 11: Givors, cité du Garon. Ouvrage technique surélevé.....	236
Photographie 12: Givors. Contreforts du Pilat. Les pratiques culturelles affectent le temps de concentration des écoulements.....	249
Photographie 13: Le Val-de-Saône, juxtapose différentes fonctions.....	266
Photographie 14: Neuville-sur-Saône. Interface urbanisation et espaces agricoles, considérée sous l'angle du ruissellement pluvial d'origine agricole.....	286
Photographie 15: Neuville-sur-Saône. Débordements de la Saône de 1840 et de 1955. Repère des niveaux atteints au droit de la zone d'activités Lyon Nord.....	288

Index des illustrations empruntées

Illustration 1: Evolution comparée de la sinistralité et de la mise en place des PPRN.....	2
Illustration 2: Les différents modes de gestion des situations.....	39
Illustration 3: Coupe du massif karstique de Dorvan, Torcieu, Ain.....	40
Illustration 4: Orage et traçage effectué dans le massif de Dorvan, Torcieu, Ain.....	40
Illustration 5: Rigueurs des hivers sur la période 1946- 1985.....	46
Illustration 6: Barrières de dégel. Fluctuations des demandes de dérogation.....	47
Illustration 7: Profil en travers type de la chaussée en béton du contournement de Moulins.....	56
Illustration 8: La vallée de l'Ardèche.....	59
Illustration 9: Roue de Deming et gestion des risques.....	100
Illustration 10: Explosion de gaz à Lyon le 8 février 2008.....	108
Illustration 11: Zonage réglementaire du PPRi de l'Orb.....	111
Illustration 12: Quartier du Faubourg. Palans pour suspendre des équipements lors d'inondation.....	112
Illustration 13: Typologie d'événements dommageables.....	146
Illustration 14: Propagation d'une perturbation au sein d'un réseau technique urbain.....	149
Illustration 15: Tentative de modélisation de la complexité territoriale.....	154
Illustration 16: Infrastructure naturelle : exemple d'un « réseau écologique » forestier.....	163
Illustration 17: Aire métropolitaine lyonnaise et périmètre de la démarche InterScot.....	182
Illustration 18: Région Urbaine de Lyon (RUL) et nouveau Pôle métropolitain G4.....	184
Illustration 19: Le projet INNOCITE interroge la compétitivité des petites villes à Koper (Slovénie).....	194
Illustration 20: Givors. A47. Dommages des 1er et 2 novembre 2008.....	226
Illustration 21: Rive-de-Gier. Centre-ville. Dommages des 1er et 2 novembre 2008.....	226
Illustration 22: Givors. Ancien site VMC.....	233
Illustration 23: Givors. Débordement du Merdary dans le centre-ville le 14 juin 2010.....	247
Illustration 24: Le Val-de-Saône, vue d'ensemble vers le nord-est.....	266
Illustration 25: Zones de chalandise de Neuville-sur-Saône ; produits alimentaires et non alimentaires.....	277
Illustration 26: Côtes de crues de la Saône relevées au droit du pont de Neuville.....	287
Illustration 27: Neuville-sur-Saône. Débordement de la Saône de 1955. Le pont recouvert par les eaux.....	288
Illustration 28: Débordement de la Saône de 2001. Les déplacements paralysés.....	288
Illustration 29: Débordement de la Saône de 2008. Des effets inattendus.....	299

Résumé. Si l'Ingénieur s'efforce de coordonner sur les territoires les deux facettes de son activité : d'un côté la gestion des fonctions urbaines, de l'autre celle des risques, il hésite à se démarquer de celles-ci comme il le devrait, pour affronter la complexité spatiale. Or notre pratique des espaces urbanisés comme notre engagement dans la prévention des risques montrent que la complexité se manifeste à lui, tant dans la réalisation des projets que dans la survenue des catastrophes. En proposant un outil d'analyse spatiale : le territoire-étagé, en le dotant d'une fonction - le monitoring - nous proposons une voie qui permette à l'ingénierie d'anticiper du plus possible le développement de processus dommageables. En permettant une plus grande compréhension des mécanismes à l'œuvre au sein des espaces métropolitains [Ascher, 1995], l'ingénierie du territoire-étagé offre la possibilité d'agir en retour sur les pratiques de gestion pour espérer réduire, par la résilience, les perturbations ou leurs effets de différentes natures et intensités.

Mots clés : catastrophe, complexité, métropolisation, ingénierie, vulnérabilité, résilience.

Abstract. If the Engineer tries to coordinate the two facets of its activities : on one hand the management of urban functions, on the other hand the management of the risk, he hesitates to escape of these to tackle with complexity as he should do. Meanwhile, our experiment of urban areas as well as our action in the management of prevention show complexity appear in the carrying out of projects and in disasters. By proposing a tool to analyse urban areas : the « territoire-étagé », by using it as monitoring tool, we open a way to allow engineers to anticipate as soon as possible the development of damaging processes. By allowing a better understanding mechanisms into metropolitan areas [Ascher, 1995], the engineering of « territoire-étagé » gives the possibility feed-back on management practices to expect reduce, by resilience, the perturbations or the effects of various nature and intensity.

Key words : disaster, complexity, metropolitan areas, engineering, vulnerability, resilience.

