



HAL
open science

**Approche topographique historique du sous-sol parisien :
1800-2000. La ville épaisse : genèse et évolutions
morphologiques**

Mathieu Fernandez

► **To cite this version:**

Mathieu Fernandez. Approche topographique historique du sous-sol parisien : 1800-2000. La ville épaisse : genèse et évolutions morphologiques. Archéologie et Préhistoire. Conservatoire national des arts et métiers - CNAM, 2014. Français. NNT : 2014CNAM0982 . tel-01223241

HAL Id: tel-01223241

<https://theses.hal.science/tel-01223241>

Submitted on 2 Nov 2015

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.

Conservatoire National des Arts et Métiers
Ecole doctorale Abbé Grégoire
Laboratoire Histoire des Techno-Sciences en Société

THESE

Présentée par Mathieu Fernandez

Pour obtenir le grade de Docteur du Conservatoire National des Arts et Métiers

Soutenue le 12 décembre 2014

Discipline/spécialité : histoire des techniques/urbanisme

Approche topographique historique du sous-sol parisien

1800 - 2000

La ville épaisse : genèse et évolutions morphologiques

Thèse dirigée par André Guillerme

Rapporteurs :

Monsieur Youssef Diab, professeur, Université Marne-la-Vallée

Monsieur Maurizio Gribaudo, directeur d'études, EHESS

Jury :

Madame Sabine Barles, professeur, Université Paris I Panthéon Sorbonne

Madame Cédissia de Chastenet, docteur, Architecte-voyer de la Ville de Paris

Monsieur Youssef Diab, professeur, Université Marne-la-Vallée

Monsieur Maurizio Gribaudo, directeur d'études, EHESS

Monsieur André Guillerme, professeur, CNAM

Monsieur Eric Monin, professeur, Ecole Nationale d'Architecture de Paris-Val de Seine

Remerciements

Je remercie avec grande reconnaissance et amitié André Guillaume pour son soutien constant, sa grande disponibilité et pour la liberté qu'il a transmise puis préservée autour de ce travail. Ses patientes relectures et sa confiance, toujours renouvelée, ont très largement contribué à son achèvement.

Je remercie chaleureusement Cédissia de Chastenet qui a également suivi avec une grande attention l'avancée de ce travail et m'a fait profiter généreusement de sa connaissance de l'administration parisienne.

Ma reconnaissance va tout autant au cadre de la bourse publique de trois ans, mis en place par la Ville de Paris, qui a matériellement rendu possible cette thèse.

Un grand merci plein d'amitié à Yves Bozelec, dont le coup d'œil aiguisé et quotidien a donné leur forme et leurs couleurs aux cartes.

Ainsi qu'à toutes les belles et durables rencontres réalisées aux cours de ces années de recherches souterraines, dont les innombrables aides furent toutes précieuses : elles jalonnent constamment ces pages.

Aux amis et amies de la société des anciens élèves du CDHTE et à Sofia Foughali, qui furent présents à des moments importants. A tous les courageux relecteurs de la dernière ligne droite pour leur présence, leur temps mais aussi leur art de la diplomatie.

Ainsi, qu'avec une affection particulière, à Alain, Pierre et Violette.

Enfin et surtout, je remercie mes amis de tous les jours pour l'appétit d'avancer qu'ils m'ont transmis et leur enthousiasme : elles et ils se reconnaîtront, j'en suis sûr, aisément.

Résumé de la thèse

Le sous-sol de Paris est reconnu et topographié depuis environ deux siècles par plusieurs disciplines.

Dans cette thèse, nous avons retenu et analysé depuis leur genèses, souvent intimement liées sur le territoire urbain, ces disciplines de l'épaisseur : la géologie, l'hydrogéologie, l'archéologie, la topographie, puis ce que nous nommons actuellement le génie urbain. L'urbanisme, accepté comme « science de l'organisation spatiale des villes », possède peu de méthodes d'appréhension à même de synthétiser dans le temps et l'espace la diversité de ces approches. La méthode proposée par la thèse rend représentables et quantifiables plusieurs évolutions longues issues des « mesures de ville » étalées dans le temps, à travers un *Système d'Information Géographique* construit dans une perspective diachronique. Il concerne ici spécifiquement la verticalité. Plusieurs cartographies originales concernant le mouvement du sol et de la nappe phréatique en sont issues.

Sur la base de ce support, intégrant la topographie historique, environnementale et tridimensionnelle de plusieurs disciplines urbaines, nous développons deux pistes d'analyse.

La première est la compréhension de la construction du projet urbain au XIX^e siècle jusqu'aux « grands travaux » à la lumière de la mesure de l'espace et des représentations disponibles. Une chronologie spécifique est proposée.

La seconde est une proposition pour un récolement urbaniste souterrain appréhendant le temps long et l'épaisseur de la ville. Elle peut contribuer aux bases de données urbaines, actuellement en majorité construites sur un espace conçu comme parcellaire.

Le modèle vise donc à fournir une contribution et de nouvelles pistes de recherches à la fois pour la morphologie préindustrielle de Paris, pour l'archéologie industrielle et plus généralement pour l'approche urbaniste de la couche, désormais connue dans un cadre géologique et environnemental, mais encore non définie du point de vue stratigraphique, sous le nom d'*anthropocène*.

Mots clés : temps long, morphologie urbaine, relief, sous-sol, nappe, SIG, diachronie, urbanisme

Thesis abstract

For more than two centuries now, researchers from different backgrounds and disciplines have started studying and making topographical surveys of the Parisian underground.

These different ways of studying urban thickness all inform this thesis. They are all analyzed from their very origins, which are often closely linked in an urban context. These methods include: geology, hydrology, archeology, topography, and what is currently called urban engineering. Urbanism, although it is often described as “the science of spatial organization in cities”, can seldom yield as much temporal and spatial information as these various approaches can when put together. This thesis proposes to present and quantify several long-term evolutions, traced through a series of “urban measurements” performed over time by a *Geographical Information System*, which was designed for the purposes of a diachronic study. The system here specifically targets urban verticality. It has resulted in the creation of many original maps of ground and ground-water movement.

Based on these maps, which include historical, environmental and tridimensional topography, two analyses are then conducted.

The first deals with understanding the construction of an urban project in the 19th century - up until the “grands travaux” - by looking at space measurement and available representations. A specific chronology is then proposed.

The second analysis offers to compile information concerning the thickness of the urban underground and its evolution through time. This could then dispense information to urban databases, many of which are currently based on an urban space fragmented by plots.

The model thus built serves to contribute and to give new research perspectives, to the study of Parisian preindustrial morphology, and industrial archeology, and more generally the urban approach of the layer - known in geological and environmental contexts, but which has yet to be defined from a stratigraphic point of view - under the name *anthropocene*.

Key-words: long duration, urban morphology, relief, underground, ground-water, GIS, diachronic, urban planning

Résumé introductif

Comment récoler les dessous de la capitale ? Pourquoi récoler des couches hétérogènes, chamboulées par les reconstructions, composées de terre, de gravats, d'asphalte, de métaux, de racines ? Afin de constituer un modèle topographique diachronique et dynamique pour les aménageurs et archéologues urbains.

Ce modèle se nourrit des données accumulées par les principales disciplines exploratrices du terrain urbain de ces deux derniers siècles. Nous avons attaché de l'importance à personnifier la constitution de ce savoir, notamment grâce à l'analyse systématique des pionniers de l'exploration du sous-sol. Reconstituer les couches représentant la dynamique bimillénaire du sol et celle, biséculaire des eaux souterraines soumises à l'industrialisation, permet de résoudre des questions à la fois géologiques, archéologiques, géotechniques, historiques, hydrogéologiques ou urbanistiques. Ainsi ce travail s'inscrit en tout point dans un souci de transversalité disciplinaire. Nous avons par exemple reconstitué le relief de Paris de 1805.

L'espace est notre vecteur, propice à permettre le récolement des logiques propres à des disciplines si diverses, de leurs objectifs, de leurs enjeux et de leurs modes de représentations. Par exemple, l'hydrogéologie se représente rarement par la profondeur de l'eau par rapport au sol : c'est pourtant l'immense majorité de l'histoire de Paris qui dépend de cette profondeur avec les 30 000 puits existant encore en 1870. Nous en cartographions l'impact morphologique. L'archéologie est concentrée sur des chantiers de fouilles et des phénomènes précis, généralement antérieurs aux temps modernes. Elle tend donc moins à la représentation d'ensemble urbain, alors même que son fondateur à Paris, Théodore Vacquer, dessine la structure de la ville romaine. Nous avons cartographié les dynamiques de l'exhaussement urbain caractérisant Paris. La géologie, de la même manière se détache de l'urbain, même si on peut lire cartographiée d'avant-gardistes propriétés morphologiques dans sa première représentation. Et l'anthropocène, ère récente, évoque la géologie par son appellation même. Cette recherche permettra de mettre à jour la porosité des disciplines dans la recherche urbaine.

Notre connaissance historique de la ville repose nécessairement sur les sources disponibles. Ainsi, nous avons voulu contribuer, grâce à cette méthode d'investigation historique qu'est le recoupement des sources par l'espace, à la compréhension des grandes transformations du XIX^e siècle. Les textes de cette époque sont très orientés par les spécialités et les objectifs de leurs producteurs : ils en deviennent difficiles à interpréter et parfois contradictoires. La

lecture spatiale permet alors d'observer la structuration d'une modernité pénétrant le territoire urbain, indépendamment d'une historiographie complexe : à ce titre nous nous concentrons sur la constitution du projet urbain au XIX^e siècle.

Cet exercice, à la fois historique et rétrospectiviste, est indiscipliné. Mais il accorde le temps long au développement durable. Il cherche à saisir les permanences physiques, les lenteurs de la cité, sa vitalité. Le sol, comme la nappe phréatique est bien resté le même objet, tout comme les traces polluantes des activités industrielles que les administrations recherchent aujourd'hui. Par ce biais, sans risque d'anachronisme, il semble possible de raccorder la problématique ponctuelle d'un projet au temps long de la ville. L'analyse des sources de ces deux derniers siècles et la création de données collectées grâce à la pratique du SIG fait de ce travail une étape actuelle de la recherche urbaine. Cette recherche a tenté de concevoir non seulement des outils urbanistiques comme les cartes et reliefs prêt à l'emploi en images 3D et couches géomatiques, mais également à contribuer à la renaissance d'une discipline riche : la topographie urbaine.

Sommaire

Introduction	11
Partie I Un espace épais : de la cartographie au SIG historique appliqué ...	27
Partie II Temps long : entre terre et eaux	111
Partie III Evolution morphologique et flux : XIX ^e siècle.....	227
Partie IV Ilot souterrain : « anthropocène » en milieu urbain	328
Conclusion générale	378
Bibliographie	386
Index des noms	403
Tables des illustrations	405

Sommaire détaillé

Introduction	11
• Espace et épaisseur.....	11
• Archéologie vivante de la ville.....	15
• Le SIG historique réhabilite la topographie historique	19
• Méthode et plan.....	22
• Sources disciplinaires et temporelles : terrain d'étude.....	24
Partie I Un espace épais : de la cartographie au SIG historique appliqué ...	27
Introduction Exploration de la ville : archives topographiques.....	27
Chapitre 1 Représentation cartographique de l'espace : Renaissance - XIX ^e siècle ...	31
1. En vue d'oiseau	31
2. Paris en plan : 1750 – 1900	34
3. Représentations de l'épaisseur : du militaire au civil.....	44
Chapitre 2 Les deux plans « inventant » la troisième dimension urbaine à Paris	52
4. Le XIX ^e siècle et le génie : le relief se conquiert en ville	52
5. Le plan de Girard (1805) et le plan de Delesse (1858).....	56
6. Le relief de Paris en 1805 : reconstitution cartographique.....	61
Chapitre 3 Les niveaux ancien et actuel du sol : saisie et intégration géomatique.....	75
7. Systèmes d'Information Géographique : principe, applications.....	75
8. Un modèle numérique de terrain vieux de deux siècles	79
9. Recherche du relief urbain actuel.....	92
Conclusion Topologie et topographie : représentations d'espaces	100
Partie II Temps long : entre terre et eaux	111
Introduction Echelle large : Cuvier et Brongniart sous le Grand Paris	111
Chapitre 4 Les strates souterraines théorisées et cartographiées.....	116
10. Sciences exploratoires et observatrices : genèses et développements urbains	116
11. L'archéologie de Théodore Vacquer : la lecture du sol d'une ville	128
12. Quand ingénierie et archéologie étaient indiscutablement liées.....	135

Chapitre 5	La nappe de la terre : dynamique en trois temps	140
13.	Visualisation de l'évolution du relief primitif à celui de 1805. Interprétations.....	140
14.	Visualisation et interprétation de l'évolution du niveau du sol de 1805 à 2012.....	147
15.	La mécanique humaine du sol à Paris	160
Chapitre 6	La nappe des eaux : dynamique en deux temps.....	163
16.	Géomatique, visualisation de la profondeur de l'eau aux origines, et 1858 en en 1966 .	167
17.	Les grands débordements : l'évolution du recueil des données	175
18.	Les dernières inondations souterraines et le drainage biséculaire de la rive droite.....	187
Chapitre 7	Rides morphologiques : l'histoire de nombreux ruisseaux.....	194
19.	La rue et le relief	194
20.	Objectif et sources géo-historiques disponibles	198
21.	Application et résultats géomatiques.....	203
22.	Des rues « ruisseaux » encore bien imprimées dans le relief de 1805	213
Conclusion	Strates et morphologie urbaine	224
Partie III	Evolution morphologique et flux : XIX ^e siècle.....	227
Introduction	Les discours et les flux façonnant la ville au XIX ^e siècle.....	227
Chapitre 8	Discours médicaux sur la ville, en relief : 1802-1832	231
23.	Notion d'archéologie industrielle : spatialité et stratification	231
24.	L'hygiène et l'espace : une topographie médicale en relief en 1822	233
25.	Dans l'espace épais : débuts d'anthropocène à Paris	243
Chapitre 9	L'eau réticulée et son impact morphologique pour Paris : 1805-1855	251
26.	L'eau, le relief et la morphologie urbaine au XIX ^e siècle	251
27.	Lier l'eau à l'espace : deux sources.....	254
28.	Equilibre urbain entre l'eau et le relief : formes liées à la profondeur du puits	264
29.	Les techniques de l'eau et l'espace : 1800-1850	266
Chapitre 10	L'évacuation du miasme et son impact morphologique : 1800-1850.....	274
30.	Recherche du sens morphologique des bouches du « cloaque gothique »	278
31.	Vérification : exploration de terrain diachronique	282
32.	Plans d'égouts et morphogénèse : les derniers ruisseaux devenant les premiers égouts .	289

Chapitre 11	Second Empire : un sol bosselé engendrant un projet niveleur	293
33.	Un sol bosselé : le percement de la rue de Rivoli et l'échec de Berger.....	294
34.	La technique de projet et les formes urbaines : interrogations	299
35.	Ressources historiques	302
36.	Analyse spatiale complémentaire autour du relief	315
37.	Un élément central pour la compréhension des « grands travaux »	320
Conclusion	Réseau et espace urbain : genèse spatialisée.....	326
Partie IV	Ilot souterrain : « anthropocène » en milieu urbain	328
Introduction	Nécessité de recherche d'informations sur l'îlot souterrain	328
Chapitre 12	Récolement spatial : éléments et dimensions.....	331
38.	Récolement spatial	331
39.	Récolement vertical du bâti à Paris : topographie et archéologie.....	336
40.	Pollutions souterraines : piste de recherche.....	343
41.	Récolement agioté : caves logements.....	345
Chapitre 13	Récolement militaire : le sous-sol et la défense passive	351
42.	La défense passive et l'urbanisme métropolitain de 1936 à 1973	354
43.	Bilan des récolements souterrains dus aux menaces militaires : 1936-1945.....	370
44.	Rebond de la guerre froide	371
Conclusion	Activités en sous-sol en 2014	376
Conclusion générale	378
Bibliographie	386
•	Manuscrits et archives	386
•	Imprimés.....	390
•	Bases géomatiques	402
Index des noms	403
Tables des illustrations	405
•	Table des figures	405
•	Table des cartes historiques.....	408
•	Table des cartes géomatiques	409

Introduction

- Espace et épaisseur

« En deux millénaires, le sol urbain s'est épaissi : un dépôt uniforme, par exemple d'un millimètre par an, signifierait une couche moyenne de deux mètres, dans toutes les villes. Or, on sait que l'ordre de grandeur est de quatre à six fois plus élevé, huit à douze mètres en deux mille ans, mais aussi que le rythme de la production du sol n'est pas uniforme dans le temps et selon les lieux ». ¹

Quelle est cette couche ? Sa forme est-elle représentable ? Que renferme-t-elle ? Quelle est sa genèse, à l'heure où un « anthropocène » se diffuse comme théorie de l'impact humain sur le substrat ? Peut-on y déceler un autre type d'urbanisme que celui de l'évidement ? Dans l'état de l'art, peu de cartes la caractérisent pour Paris. Malgré de nombreuses volontés au XX^e siècle, comme en histoire de l'art en 1945 :

« Pour faire cette étude [des caves urbaines], il suffirait pour commencer de dresser progressivement un inventaire aussi complet que possible de tous ces monuments, qui sont, eux aussi, de véritables monuments historiques ». ²

Mais aussi du côté des chantres de l'urbanisme souterrain à Paris à partir de 1933. L'élévation urbaine est médiatique et visible par les prouesses mécaniques et architecturales qu'elle opère. Le XXI^e siècle, comme le XX^e l'a été, sera plus sûrement encore un siècle urbain, et Paris semble réactionnaire à l'élévation qui illustre le paysage urbain mondial. Nous nous concentrons ici sur la connaissance du support, du sous-sol.

Les services techniques urbains de la Ville de Paris traitent de l'aménagement de parcelles et d'îlots. Les plans ne comportent pas la topographie du sol parisien et certaines des informations sont inconnues ou nécessitent d'être mises à jour. C'est à partir de ce constat que la Direction de l'Urbanisme a participé au lancement d'une bourse qui m'a permis de développer cette recherche sur l'organisation souterraine de Paris.

La partie souterraine ne relève pas d'une seule catégorie urbaine isolée, ce sont plusieurs disciplines qui interviennent. D'abord celles de l'espace : la géologie, la topographie, le génie et l'archéologie. Peu d'articles d'urbanisme citent Pierre-Simon Girard (1765-1836), Achille Delesse (1817-1881), Théodore Vacquer (1824-1899) ou Auguste Dollot (1841-1924) qui ont

¹ Sabine Barles, Henri Galinié, André Guillerme, « Evolution spatiale des sols urbains » in *Le Sol urbain*, Anthropos, 1999 (Barles, Galinié, and Guillerme, 1999), p°267

² Elie Lambert, L'étude d'une ville par ses caves, in *L'information géographique*, n°11, 1947 (Lambert, 1947), p°21

pourtant réalisé des œuvres étalées sur des décennies. Ils ont conçu, exploré, structuré les grands pans du souterrain parisien qui forment maintenant les premières sources pour le génie civil urbain et l'archéologie.

Depuis qu'on représente la ville sur papier,³ sa lecture est souvent plane et sans reliefs. La tradition cartographique représente l'espace sur support papier et donc un support plat. L'ombre à 45°, qui figure le relief, est remplacée par le trait de plus grande pente puis par la ligne de niveau à la fin du XVIII^e siècle qui exprime plus précisément le relief, mais elle reste superficielle : le sous-sol n'est point « déterminé ». Géographes, historiens, ingénieurs, planificateurs, aménageurs, tous se satisfont de cette platitude urbaine. Mais on peut repenser à un géographe critique comme Elisée Reclus (1830-1905), qui prend très au sérieux la perte d'information et les mauvaises habitudes induites par le manque d'épaisseur lorsqu'il projette son Globe Terrestre au 1/100 000^e pour l'exposition universelle de 1900 :

« La carte reste plate, tandis que la surface du globe se montre avec ses reliefs et ses creux, s'anime pour ainsi dire, de la vie planétaire. La lecture de la carte avec ses hachures, ses teintes ses ombres, ses courbes de niveau, ses divers procédés demande une attention patiente et une longue habitude, mais la compréhension d'un plan relief se fait sans aucun effort : on le regarde et l'étudie comme on le ferait pour la nature elle-même [...] L'étude de la géographie par le moyen du relief, beaucoup plus que par l'emploi de cartes planes, s'imposerait donc d'une manière absolue si les représentations sphériques de la terre n'étaient forcément encombrantes ».⁴

Inventions d'ingénieurs, tout comme la trigonométrie et la perspective, la mesure et la représentation du relief sont restées discrètes dans la planification urbaine, cantonnées aux domaines techniques ou très spécialisées. Nous revendiquons donc ici le recours aux disciplines de l'épaisseur.

Parmi les questions qui se posaient dès le début de ce travail, celle de l'espace était donc primordiale. Quand bien même la bibliographie autour du sous-sol fut avancée et reconnue, l'organisation spatiale avait été laissée de côté. Par spatialité nous entendons ici celle qui régit le fondement même de l'idée d'urbanisme. L'origine de cette discipline ainsi que sa mission sont ainsi décrites par le *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement* : « Du latin *urbs*,

³ Pas avant le XV^e siècle d'après Alfred Bonnardot dans ses *Etudes archéologiques sur les anciens plans de Paris*, La librairie ancienne de Deflorenne, 1851 (Bonnardot, 1851), p°22

⁴ Elisée Reclus, Nicolas Jankovich (préface), *Projet de globe terrestre au 100.000^e*, B2, 2011 (Jankovic and Reclus, 2011), p°65. Edition originale : Elisée Reclus, « Projet de Globe terrestre au 100 000^e », in *Société Nouvelle*, 1895 (Reclus, 1895)

la ville, ce terme récent a été formé sur le modèle du néologisme espagnol *urbanizacion*, créé en 1867 par l'ingénieur/architecte espagnol Ildefonso Cerda (1815-1876) dans la *Teoria general de l'urbanizacion*⁵ pour désigner une discipline nouvelle, la science de l'organisation spatiale des villes. »⁶ La spatialité est le concept exploratoire qui applique le plan au terrain, puis si possible, le volume au plan. Elle est présente dans la mathématique depuis l'Ecole d'Athènes - Euclide ou Thalès - et surtout depuis la fin du XVIII^e siècle avec Gaspard Monge qui « invente » la géométrie descriptive ou avec Jean-Victor Poncelet (1788-1867) qui étend la géométrie et la topographie. Elle est retenue comme point de départ de l'invention des géométries non euclidiennes qui marquent particulièrement l'avancée des mathématiques au XIX^e siècle.⁷ Elle est présente dans l'idée même de cartographie, de planification qui porte l'évolution urbaine durant tout le XIX^e siècle.

Par ailleurs, la compréhension spatiale a réalisé un bond qualitatif ces dernières années et d'abord dans les sciences humaines où l'on parle de « tournant spatial ». ⁸ Les *Systèmes d'Information Géographique* (SIG), que nous avons pris le parti de placer au cœur de cette recherche, permettent de dépasser un état de l'art et une bibliographie *a priori* complexes pour les organiser autour de la spatialité. Ils permettent en un temps limité de retrouver les données des pionniers et de leurs successeurs, puis de quantifier, comparer, représenter et pérenniser les enseignements spatiaux de diverses disciplines productrices de connaissances et de données.

L'espace et son évolution constituent donc un cadre général qui unifie le terrain de recherches. Il sera étudié ici par la verticalité. L'épaisseur ouvre de nombreuses pistes et interprétations pour l'urbanisme, de la même façon que Reclus l'estimait pour la géographie

⁵ Ildefonso Cerda, Jacques Boulet (trad.), *La théorie générale de l'urbanisation*, Seuil, 1979 (Cerda and Boulet, 1979)

⁶ Françoise Choay, Pierre Merlin, *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, PUF, 2009 (Merlin and Choay, 2009), 3^e éd., p°797

⁷ Bernhardt Riemann invente la topologie en mathématiques. Nicolas Bourbaki (groupe), *Eléments d'histoire des mathématiques*, Masson, 1984 (Bourbaki, 1984)

⁸ Emmanuelle Peraldo, « *Littérature et géographie : l'écriture de l'espace à travers les âges* », mars 2015, *appel à communication*, Université Jean Moulin – Lyon 3, 2014 (Peraldo, 2014), p°3 : « l'idée d'un « tournant spatial » comme phénomène interdisciplinaire dans les sciences sociales a été énoncée pour la première fois en 1989 par le géographe californien Edward Soja dans son essai *Postmodern Geographies* (Soja, 1989) pour signifier, assez modestement, une plus grande attention portée à l'espace dans les sciences sociales [...] il semble justifié de parler aujourd'hui de *tournant*, même s'il faut reconnaître sa grande variété : il peut être qualifié de « spatial », de « géographique », de « topologique » ou de « topographique ».

avec son projet de globe en 1900. Le *Dictionnaire Historique* d'Alain Rey récapitule l'origine du mot :

Épaisseur : autre dérivé de *épais*, désigne (1399) l'une des trois dimensions d'un corps par opposition à la longueur et à la largeur, d'où le sens de « couche » en *simple*, *double épaisseur*. Depuis la fin du XIV^e siècle, le mot se dit aussi de ce qui est serré, dru (en parlant de la végétation) et, par extension, de l'état de ce qui est dense, compact (1570-1682). [...] »⁹

Objectif

L'objectif technique de la thèse est d'améliorer le récolement du sous-sol urbain. Rapidement, la collecte de données à la fois archivistiques, historiques, architecturales, archéologiques, réticulaires, scalaires et hydrologiques, dépassait largement un système de mesures ordinaires. Dans le cadre de l'urbanisme, le récolement se devait d'être :

- Disciplinaire, car les lieux peuvent être décrits très différemment selon l'approche spatiale des diverses spécialités,
- Temporel, afin de différencier les phénomènes en les ramenant vers leur évolutivité anthropique, environnementale ou les deux. Ce dernier admet mieux la temporalité longue d'une ville qu'un inventaire fonctionnaliste.

La ville en plan est structurée par des notions de propriétés sur lesquelles nous reviendrons. Pour une ville dessinée, et lue classiquement par son cadastre, un premier état de l'art des ressources indique :

- Qu'un service administratif de la Ville de Paris effectuée depuis plus de quarante ans le récolement souterrain des rues, tâche non encore achevée mais forte utile aux concessionnaires de l'espace public,¹⁰
- Que le souterrain des parcelles, lui, n'a jamais fait l'objet d'un travail systématique. Diverses sources peuvent tout de même le renseigner.

⁹ Alain Rey, *Dictionnaire historique de la langue française*, Dictionnaires Le Robert, 2000, (Rey, 2000), p°735

¹⁰ La loi du 22 juillet 1983 (n°83-663) et les décrets du 27 novembre 1985 (n°85-1262 et n°85-1263) donnent des règlements pour la coordination des travaux et conduisent la municipalité à centraliser les données concernant les différents concessionnaires. Sabine Barles, « Urbanistique », in *Le Sol urbain* (Barles, 1999a), p°63

Pour définir l'emprise souterraine verticale de Paris, nous l'avons ainsi bornée au niveau de la rue pour le plafond et des eaux souterraines pour le plancher. Ces deux nappes physiques qualitativement intemporelles possèdent des dynamiques historiques propres et peu explorées dans une perspective urbaine et morphogénétique. Il nous est apparu qu'elles sont le lien d'une histoire longue, structurant des problématiques posées depuis Dante Alighieri jusqu'aux sections disciplinaires actuelles.

- Archéologie vivante de la ville

Part d'histoire urbaine en sous-sol

L'archéologie est classiquement associée au sous-sol, comme archive non écrite et accumulée des activités urbaines. Le sol actuel est également archive « vivante » : il est rempli d'architectures bien spécifiques, d'infrastructures. Sa forme même peut être source d'informations, si l'on conçoit qu'elle est en grande partie artificielle dans la ville médiévale dont Paris est le plus grand exemple occidental.¹¹

La thèse de Sabine Barles soutenue en 1994 est un point de départ essentiel pour la notion d'histoire urbaine explorée à travers le sol de Paris depuis le XVIII^e siècle. L'auteure démontre que des notions clefs de l'hygiène et du génie urbain s'y sont développées. Une histoire de la pensée scientifique entoure la dimension verticale et saisir celle-ci a nécessité une construction intellectuelle et technique qui n'a rien eu d'évident ni de rapide.

La première coupe urbaine qui soit répertoriée, relevée et dessinée par Philippe Buache (1700-1773), date de 1741. La nappe d'eau y est observée grâce aux puits de Paris. Par la suite, cette représentation pionnière a fait l'objet d'une amélioration régulière par plusieurs sciences émergentes. Vers 1810, la géologie se déploie grâce à Georges Cuvier (1769-1832) et Alexandre Brongniart (1739-1813) pour produire des cartes - la théorie des puits artésiens en est une application - qui gagnent en précision à la fin du siècle grâce à la finesse des observations d'Auguste Dollo (1841-1924) suivant le front de taille des travaux du métropolitain. Ses précieuses données fournissent la matière géologique aux cartes de

¹¹ Paris fut la plus grande ville occidentale au Moyen Age, un *monstre démographique* pour l'époque (il est probable - un débat subsiste chez les spécialistes au vu de la pauvreté des sources - que la ville ait compté plus de 200 000 habitants au XIV^e siècle). Bronislas Geremek, « Paris la plus grande ville de l'occident médiéval ? », in *Acta Poloniae Historica*, n°18, 1968 (Geremek and Kornecki (trad.), 1968)

l'Inspection Générale des Carrières (IGC) de la première moitié du XX^e siècle, mises à jour au fil des sondages.

Le préfet Georges Eugène Haussmann (1809-1891) grand amateur de lignes droites, a pour premier réflexe lors de sa prise de fonctions, de cartographier avec rigueur le niveau du sol pour mieux contrôler ses percées.¹² Le premier but est de prévoir le coût du terrassement, partie la plus onéreuse du projet car il augmente la surface d'expropriation. Un mauvais calcul pour la rue de Rivoli a en partie coûté sa place à son prédécesseur Jean-Jacques Berger (1790-1859). En 1858, l'hydrogéologue Achille Delesse fut le premier à cartographier les eaux souterraines, qui sont à l'époque encore une matière première domestique et industrielle. Théodore Vacquer (1824-1899) en invente la science humaine, en fondant l'archéologie parisienne. Ses carnets donnent un suivi de plus de cinquante ans des grands travaux parisiens de la deuxième moitié du XIX^e siècle, à la recherche des traces gallo-romaines de Lutèce.¹³

Au XX^e siècle, les menaces pesant sur la ville, explosives, chimiques puis nucléaires, poussent à aménager le bâti souterrain pour la défense civile : métro, jardins, caves, sont saisis après leurs premières représentations systématiques dans le cadre des règlements anti-incendie. C'est dans ce contexte que se développe « l'urbanisme souterrain », porté par celui qui sera son chantre jusque dans les années 1970 : Edouard Utudjian (1905-1975). A plusieurs reprises, ses partisans qui pensent un urbanisme original, font appel dans leur revue *Urbanisme Souterrain* à la plupart des disciplines : archéologie, zoologie, génie, mécanique des sols, droit, etc. Ils émettent notamment le souhait d'un cadastre et d'une cartographie générale du sous-sol urbain.

Histoire et espace : structure d'analyse

Nous nous sommes rendu compte - il n'y a pas de recensement systématique existant ou passé des souterrains parcellaires parisiens -, que l'urbanisme est souvent pratiqué, puis étudié comme juxtaposition (un projet, une construction, un objet architectural, une section de rue, une place). On dénote assez peu de marqueurs longs, de support général, montrant les

¹² Georges-Eugène Haussmann, *Mémoires. T.3. : Grands travaux de Paris*, Victor-Havard, 1893 (Haussmann, 1893), p°15-16

¹³ Colin Jones, "Theodore Vacquer and the Archeology of Modernity in Haussmann's Paris", *Transactions of the Royal Historical Society* (Sixth Series) (Jones, 2007)

évolutions qui porteraient l'histoire urbaine. Les études sont assez souvent spécialisées ou fonctionnelles, ou bien monographiques et localisées.

L'espace et la temporalité ont inspiré de nouvelles écoles d'histoire et de géographie dans les années 1920, côtoyant la genèse de l'urbanisme. *L'Archéologie du savoir* commence en ces termes :

« Voilà des dizaines d'années maintenant que l'attention des historiens s'est portée, de préférence, sur les longues périodes comme si, au-dessous des péripéties politiques et de leurs épisodes, ils entretenaient de mettre au jour les équilibres stables et difficiles à rompre, les processus irréversibles, les régulations constantes, les phénomènes tendanciels qui culminent et s'inversent après des continuités séculaires, les mouvements d'accumulation et les saturations lentes, les grands socles immobiles et muets que l'enchevêtrement des récits traditionnels avait recouverts de toute une épaisseur d'événements ».

« Les vieilles questions de l'analyse traditionnelle (quel lien établir entre des événements disparates ? Comment établir entre eux une suite nécessaire ? Quelle est la continuité qui les traverse ou la signification d'ensemble qu'ils finissent par former ? Peut-on définir une totalité, ou faut-il se borner à reconstituer les enchaînements ?), sont remplacées désormais par des interrogations d'un autre type : quelles strates faut-il isoler les unes des autres ? Quels types de séries instaurer ? Quels critères de périodisations adopter pour chacune d'elles ? Quels systèmes de relations (hiérarchie, dominance, étagement, détermination univoque, causalité circulaire ?) peut-on décrire de l'une à l'autre ? Quelles séries de séries peut-on établir ? Et dans quel tableau, à chronologie large, peut-on déterminer des suites distinctes d'événements ? »¹⁴

L'urbanisme naît comme discipline en France il y a près d'un siècle, dans une période de renouvellement de sciences humaines. On y voit une période d'échanges - souvent conflictuels - entre les nouvelles écoles de géographie et d'histoire (Lucien Febvre, Marc Bloch) et les historiens des villes, véritables initiateurs de la discipline nouvelle, comme Pierre Lavedan ou Marcel Poëte¹⁵ comme l'a montré Donatella Calabi.¹⁶ La loi Cornudet de 1919, à retenir comme fondatrice pour la nouvelle profession, est issue des influences conjointes des personnalités du Musée Social - dont Henri Sellier et Poëte -, et de la société des urbanistes et architectes français (S.U.F.), dont Prost et Hénart. Le cours de Poëte des années 1900 à l'Hôtel Saint-Fargeau est devenu une école en 1916, à l'origine directe de l'Institut d'Urbanisme qui est intégré à l'Université de Paris en 1924. Afin de justifier la suite

¹⁴ Michel Foucault, *Archéologie du savoir*, Gallimard, 1969 (Foucault, 1969), p°9

¹⁵ Qui créent l'enseignement universitaire allant de pair avec le nouveau métier. Vincent Berdoulay, Paul Claval, *Aux débuts de l'urbanisme français*, L'Harmattan, 2001 (Berdoulay and Claval, 2001)

¹⁶ Donatella Calabi, *Marcel Poëte et le Paris des années Vingt*, L'Harmattan, 1998 (Calabi, 1998)

de notre propos, retenons que la géographie et l'histoire des villes sont d'incontournables sujets des pères fondateurs d'un urbanisme *discipliné*, mais qu'il a été relativement tenu à l'écart des renouvellements universitaires des années 1920.

L'école des Annales et un de ses plus célèbres représentants Fernand Braudel ont su renouveler la conception même de l'histoire en l'enrichissant de nouvelles dimensions. Les premières réflexions en ce sens datent des fondateurs du groupe des Annales, Febvre et Bloch. Si l'on se réfère à *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*, thèse de doctorat de Fernand Braudel, la révision des dimensions de l'histoire passe par l'espace et par le temps. L'espace devient le personnage omniprésent du récit historique, celui dans lequel l'histoire s'unifie, qu'elle soit épaisse - longue -, ou bien saillante - événementielle - . En ce sens, l'historien des années vingt à quarante s'empare de l'espace au détriment du géographe, pour le mettre à la racine mais également au cœur réflexif de l'enquête sur les activités humaines¹⁷ : « Tout concourt dès lors, à travers l'espace et le temps, à faire surgir une histoire au ralenti, révélatrice de valeurs permanentes. La géographie, à ce jeu, cesse d'être un but en soi pour devenir un moyen ».¹⁸ Braudel justifie ainsi *La part du milieu* :

« Dans la première partie de cet ouvrage, notre propos a été de dégager, à partir de l'espace, ce qui est répétition, lenteur, permanence. Recherchant l'immobile, ou le quasi immobile, nous n'avions pas hésité à dépasser les bornes chronologiques d'une enquête restreinte, en principe, à la seconde moitié du XVI^e siècle, et à utiliser les témoignages d'autres époques, voire du temps présent. »¹⁹

Il n'est alors plus question de faire l'ancien paragraphe de « contexte géographique » au début du livre d'histoire mais bien de montrer que l'espace donne les clefs de compréhension d'une histoire moins prégnante mais plus explicative : celle de la longue durée. La géographie physique devient une clef de l'histoire humaine. La dimension temporelle est par conséquent totalement révisée. Braudel découpe son œuvre en trois récits, d'un lieu et d'une époque identique - un règne -, mais compris à travers différentes temporalités dont il peut justement démontrer par la suite la pertinence explicative : un temps long, un temps conjoncturel, et un temps événementiel.

¹⁷ (Calabi, 1998), p°31 : « le futur créateur des Annales soutient avec force l'idée que la géographie humaine est strictement liée, quoique de manière contradictoire, à l'étude historique (et en particulier à l'étude de la formation de la ville) »

¹⁸ Fernand Braudel, *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II. La part du milieu (Tome I)*, Armand Colin, 1997 (Braudel, 1997), p°27

¹⁹ Id., p°28

Si l'on parle de phénomènes urbains, l'espace est restreint, mais possède également une géographie explicative propre. Dans le contexte d'une grille de lecture développée au XX^e siècle, nous allons donc préciser comment notre problématique y prend place, et structure déjà un ordre de réponse.

- Le SIG historique réhabilite la topographie historique

Histoire urbaine et topographie

Le sujet du sous-sol est avant tout topographique, une branche de la géographie qui s'y intéresse dorénavant moins qu'à ses débuts. Toutefois, sa mission première a été une représentation systématique du monde connu, via l'objet conçu dans ce but : la carte. Quand bien même on se fixe un objet géographique à explorer, une topographie à saisir, l'histoire revient très vite au-devant de la scène car l'instantané est une illusion, la géographie est affaire de mémoire. Mémoire du creusement du métropolitain, des percées Haussmanniennes, des services archéologiques du XX^e siècle, d'Eugène Belgrand (1810-1878), des inondations et de leurs mesures, des forages préventifs ou fonctionnels, des plans d'architectes : c'est dans ces sources que nous pouvons trouver l'état actuel le plus documenté.

Les SIG sont passés d'une technologie spécifique, inventée dans les années 1950-1960 aux Etats-Unis et au Canada à des fins militaires, à une norme de lecture de l'information géographique : l'objet est mature pour lire spatialement des informations historiques. L'usage des SIG et leurs représentations temporelles semblent améliorer la représentation de plusieurs dimensions dont celle du temps. Ils sont donc utiles pour des projets et des modèles globaux de visualisation, qu'ils soient destinés à l'archéologie, à l'ingénierie, à l'hydrogéologie, aux modèles d'inondations, ou à l'architecture.

L'histoire urbaine n'a pas encore exploité pleinement la ressource topographique. Par impossibilité, car comment ré-archiver toutes les adresses, toutes les topographies, tous les événements, les rendre corrélables par l'espace sans un outil informatique puissant ? Il y a quelques années, beaucoup plus de temps aurait été nécessaire à ces représentations. C'est pourquoi nous insistons ici sur l'intérêt des évolutions de l'information en cours, qui peuvent permettre de lire et d'intégrer rapidement et de façon pérenne les données passées ou présentes. Le SIG historique peut restituer tout le travail accumulé réalisé durant une

recherche, pour la donnée elle-même - type bibliographie -, mais aussi pour sa localisation - non restituable dans le format papier classique -. Le SIG historique est donc un outil utile à ce travail et encore peu de travaux prennent les SIG diachroniques comme sujets.

Le cheminement que nous avons brossé précédemment, sur une discipline historique appréhendant de manière nouvelle les rapports à l'espace, a également renouvelé les outils techniques appréhendant la donnée historique.²⁰ La création d'outils spécifiques, de modèles d'enquêtes statistiques sont propices à la simplification de nombreuses données d'évènements liées. Un questionnement similaire nous pousse à représenter différemment la ville par le biais d'une cartographie revisitée. Sur des « séries visuelles », il est toujours possible de placer le bâtiment, la rue, la date, la monographie, la discipline : on ne perd pas d'information, on ne perd pas les éléments d'histoire urbaine dont nous nous servons en les plaçant dans un autre contexte de représentation.

Pour préciser la démarche, nous pouvons nous reporter à l'introduction de *l'Histoire du climat depuis l'an mil* d'Emmanuel Leroy-Ladurie (1967). Il y précise bien que l'histoire du lieu, ou du climat n'est ni suffisante pour elle-même, ni explicative, encore moins déterministe pour tous les mouvements humains qui en dépendent - écueil selon lui classiquement rencontré par les tentatives précédentes sur le climat -. Néanmoins, l'ignorer pour ne se concentrer que sur les activités humaines - l'histoire ogresse flairant son gibier dans la chair humaine, telle qu'imaginée par Marc Bloch²¹ -, ce serait perdre des spécificités explicatives, passer à côté de mouvements de fonds, ou se fier à des informations erronées ou non critiquées : ce serait « mutiler le métier d'historien que d'en faire seulement un spécialiste en humanité ».²² Il estime par la suite, pour son sujet, que les historiens ont une « carence à peu près totale [en matière de] séries anciennes de documents climatologiques ».²³ En ville, nous pourrions remarquer par la suite que des données environnementales importantes et structurantes échappent aux analyses historiques. Les données y sont pourtant très nombreuses, la ville étant le premier champ d'observation des divers creusets scientifiques qu'elle abrite traditionnellement.

²⁰ On cite souvent à ce titre la phrase de Ladurie, en 1973 : « L'historien de demain sera programmeur ou ne sera plus », dans Emmanuel Leroy-Ladurie, *Le territoire de l'historien*, Gallimard, 1973 (Leroy-Ladurie, 1973), p°14

²¹ Marc Bloch, « Apologie pour l'histoire, ou Métier d'historien », in *Cahiers des Annales*, 1949

²² Emmanuel Leroy-Ladurie, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Flammarion, 1967 (Leroy-Ladurie, 1967), p°23

²³ Id., p°21

Espace urbain et gestion topographique actuelle

Malgré la quantité de cartes urbaines sortant quotidiennement des cabinets d'architectes, urbanistes ou bureaux d'études spécialisés, les données réellement nouvelles sont rares. Les façons innovantes de les organiser, par contre sont légions. Dans notre exemple, il n'y a pas de base de données urbaine générale à Paris sur la topographie du sous-sol. Cette affirmation mérite d'être nuancée sur certains périmètres restreints, car des services de topographie produisent des recherches en ce sens : rue, tréfonds, lignes de transports souterrains. Nous les décrirons dans la mesure de ce que nos recherches nous ont permis de découvrir, mais elles ne semblent pas posséder une ambition de topographie, c'est-à-dire de perception générale de l'espace propice à la diffusion. La fonctionnalité reste de mise.

Plusieurs disciplines se cantonnent à leurs domaines de reconnaissances et s'arrêtent lorsque les frontières sont atteintes : couches géologiques, bâtiment, îlot, informations humaines, espaces de fouilles ou encore projet urbain. Ainsi, quel dialogue existe réellement entre un archéologue et un hydrogéologue ? Entre un architecte et un géomaticien ? Et surtout quelle est la marge d'évolution possible de ce dialogue ?

Pourtant, l'espace de travail est le même : fini et représentable. Cet espace est morcelé, comme les données qui en sont extraites. Les récits, tentatives de synthèses qui le décrivent, appartiennent à un temps large, parfois plus d'un siècle. Ils sont plus qualifiables d'histoire des techniques en termes de discipline, d'histoire de la donnée également. Il nous semble nécessaire d'appréhender des représentations qui sont restées jusqu'alors les monopoles de sciences spécialisées et qui ont du coup été imperméables à d'autres réflexions.

Nous proposons trois caractérisations du sol. Il s'agit ici de préciser la diversité concrète dans les approches du même espace, objet de plusieurs centres d'intérêt. L'article 552 du *Code Civil* le structure ainsi : ²⁴

« La propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous. Le propriétaire peut faire au-dessus toutes les plantations et constructions qu'il juge à propos, sauf les exceptions établies au titre Des servitudes ou services fonciers. Il peut faire au-dessous toutes les constructions et fouilles qu'il jugera à propos, et tirer de ces fouilles tous les produits qu'elles peuvent fournir, sauf les modifications résultant des lois et règlements relatifs aux mines, et des lois et règlements de police ».

²⁴ Loi 1804-01-27 promulguée le 6 février 1804, *Site Légifrance* : <http://www.legifrance.gouv.fr>, le 15-10-2014 à 13h00

Henri Galinié propose dans *Sol Urbain* :

« Un sol ne présente pas de caractéristiques archéologiques particulières qui permettraient de la distinguer comme urbain a priori. Il n'est pas nécessairement urbain parce qu'il se trouve dans les limites d'une ville contemporaine en activité. Il lui faut encore être urbain anciennement [Antiquité, Moyen Age, Epoque Moderne]. Or, les problèmes de limites de l'urbain sont aussi aigus hier qu'aujourd'hui. [...] Il y a un rapport entre l'ancienneté d'une ville, sa taille, sa population, la nature des activités de ses habitants et la quantité de sol produite ». ²⁵

Et, dans le même ouvrage, l'archéologie industrielle est présentée dans ce cadre par André Guillerme et Gérard Jigaudon :

« Intra-muros, ce n'est qu'au XIX^e siècle que les grands travaux et la mécanisation des chantiers ont peu à peu, mais irréversiblement, bouleversé le sous-sol. Dès le milieu du siècle, l'hygiène, catégorie moderne de la pensée médicale, ordonne l'assainissement et la rénovation des bas-quartiers urbains, l'assèchement des zones marécageuses, la couverture des égouts, le pavage des rues, le bitumage des trottoirs [...] ». ²⁶

Il semble difficile, dans les données actuelles, de récoiler la diversité de ces explorations disciplinaires sur un même support, sur le plan qui représente les villes depuis la Renaissance.

- Méthode et plan

Enquêtes géomatiques

Nous appliquons quasi systématiquement une méthode d'enquête basée sur la géomatique. ²⁷ Elle consiste à la mise à jour d'une archive ou d'une source renfermant une forte information spatiale qui n'avait pu jusqu'alors être exploitée. Nous nous proposons à plusieurs reprises de « refaire » parler ce type de sources. Celles-ci ont soit déjà été étudiées sans en tirer toute la spatialité faute d'outil adéquat, soit l'ont été très peu ou pas du tout, justement du fait que la spatialité en est la principale valeur ajoutée. La géomatique permet souvent d'aller plus loin que le seul médium papier qui guidait les producteurs de la source grâce aux possibilités d'analyse spatiale. La problématique initiale et les sources susceptibles de la résoudre

²⁵ Henri Galinié, « L'appréhension archéologique du sol urbain » in *Le Sol urbain*, Anthropos, 1999 (Galinié, 1999), p°7

²⁶ André Guillerme et Gérard Jigaudon, « Histoire Industrielle », in *Le Sol urbain*, Anthropos, 1999 (Guillerme and Jigaudon, 1999), p°24

²⁷ Contraction de « géographie » et d'« informatique » : qualificatif employé au sujet d'un travail utilisant les technologies SIG

renfermaient tellement de spatialité que nous la prenons comme fil directeur de la méthode d'analyse.

Plan

Notre thèse envisage l'histoire de cet espace en s'inspirant d'une approche géohistorique déclinée par temporalités, ici appliquée à un espace urbain.

La première partie est méthodologique, elle se concentre sur une ressource principale, consistant à reconstituer le modèle numérique du sol de Paris au début du XIX^e siècle. A travers celui-ci, nous pouvons régler des questions de cohérence et de transformations sur les sources. Ceci nécessite un état de l'art de l'histoire des techniques et des ressources équivalentes d'autres époques. Comment techniquement faire de la géomatique historique ? Spécifiquement sur notre problématique et sur notre période ?

Les parties II, III, et IV organisent cette réflexion autour de la problématique d'une histoire urbaine et des techniques basée sur des temporalités contenues dans le support de la ville - « pédosphère urbaine », ²⁸ ou encore dans un cadre plus généraliste d'une étude de l'« anthropocène » à Paris, ²⁹ terme plus récent et apparu dans *Science* en 2002 sous la plume de Paul Crutzen ³⁰ -. Nous identifierons trois temps.

Le temps long vise à concevoir le sous-sol verticalement, horizontalement d'une façon systématique. Dans l'axe vertical, deux frontières physiques définissent un lieu, la seconde étant rarement dépassée : la nappe du sol et la nappe phréatique. En plan, les sous-sols des îlots complètent les vides des données actuelles. La lenteur des modifications assure ici une intemporalité ou du moins un fort ralentissement. Une *part du milieu* dans la morphologie urbaine devient dès lors perceptible, liée au relief et aux strates.

Le temps moyen se concentre sur les flux urbains, étudiés spécifiquement au XIX^e siècle. La temporalité est générationnelle comme le projet urbain. La perspective est d'étudier le phénomène de la genèse de la ville épaisse au XIX^e siècle.

²⁸ Qualifiée ainsi par Barles en 1994. Sabine Barles, *La Pédosphère Urbaine. Le sol de Paris, XVIII^e- XX^e siècle*, Thèse, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1994

²⁹ Epoque géologique qui débiterait à la fin du XVIII^e siècle selon Paul Crutzen en 2000, terme qui a largement été repris depuis. Paul Crutzen, « The Anthropocène », in the *International Geosphere-Biosphere Programme (IGPB) Newsletter*, 2000 (Crutzen and Stoemer, 2000)

³⁰ Lauréat du prix « Alfred Nobel » de Chimie décerné par l'Académie Royale des Sciences de Suède en 1995.

Le temps court appréhende ce qui tient lieu à la fois d'architecture, d'urbanisme de projet, de patrimoine, de bâtiment. Recherchant des données ponctuelles, il peut fournir la ressource pour un récolement souterrain. A ce titre, devant plusieurs besoins identifiés, nous terminons cette partie par une ouverture à des problématiques actuelle d'urbanisme.

- Sources disciplinaires et temporelles : terrain d'étude

C'est aux sources historiques mais pas seulement historiennes que nous voulons accorder de l'importance dans les trois parties. La période étudiée étant vaste, le choix des sources est nécessairement non exhaustif. Nous assumons cette non exhaustivité, la revendiquons même car elle nous permet de faire parler certaines sources de façon plus poussée. Deux types de remarques peuvent être faites à ce niveau :

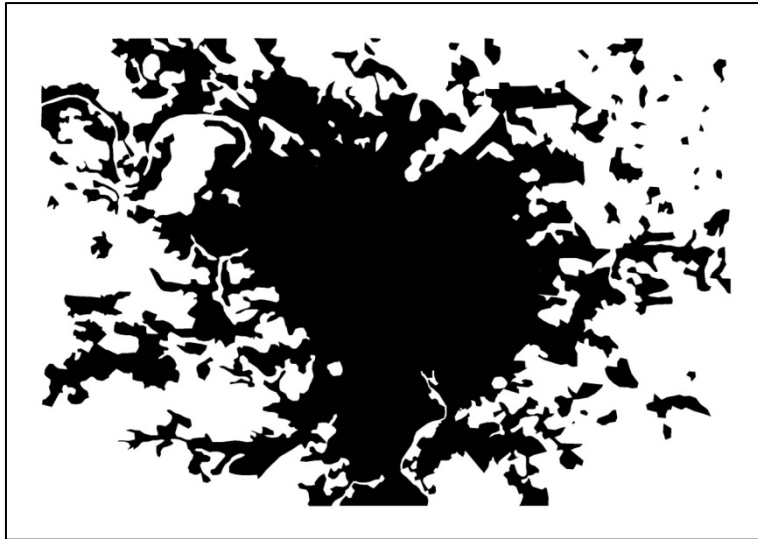
- Certaines sources ont été laissées de côté par les études historiques parisiennes, souvent au profit de synthèses déjà réalisées au XIX^e siècle. On trouve de nombreux éléments en interrogeant de manière spatiale des données primaires du XIX^e siècle.
- En faisant le choix de réaliser l'histoire la plus spatialisée possible, on augmente par conséquent le travail d'étude d'une source donnée. Dans un même temps imparti il faut par nécessité réduire le corpus, mais en le faisant parler de façon plus poussée. L'affaire est rentable car les nouveaux formats d'échanges font que les données accumulées sont facilement conservables et échangeables.

Les problématiques historiques restent centrales, sans quoi le travail de spatialisation dévierait vers une tache presque sans fin. Nous déterminons quelques instants historiques clefs, sur lesquels il est possible de se lancer dans l'approfondissement spatial explicatif. Par exemple, la période 1750-1850 est considérée comme centrale car l'ingénieur, qui modèlera la ville moderne jusqu'à aujourd'hui (formes, fonctions)³¹ et ses bâtiments (matériaux, *process* industriels, etc.) n'a pas encore assumé cette mission.³² La ville fonctionne encore dans un paradigme médiéval. Mais au niveau du métabolisme, rien n'a fondamentalement changé : le réseau n'est pas né.

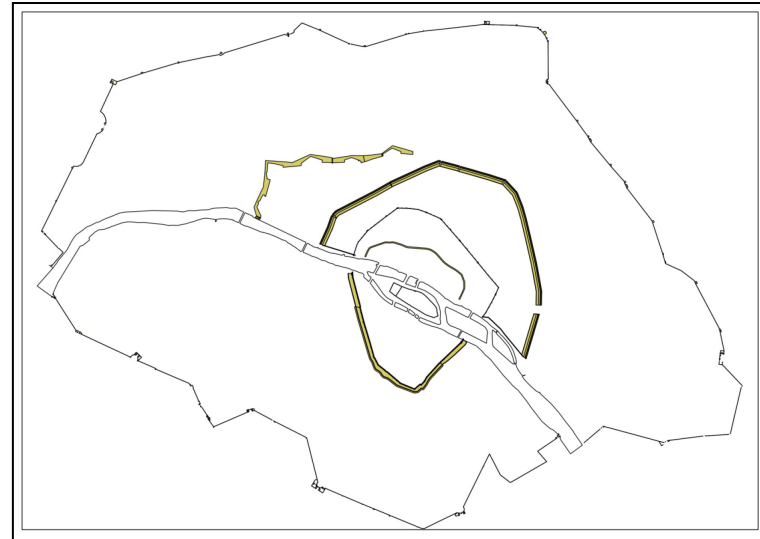
³¹ Bernard Landau, « La fabrication des rues de Paris au XIX^e siècle un territoire d'innovation technique et politique », in *Annales de la recherche urbaine*, 1993, vol.57-58 (Landau, 1993)

³² André Guillerme, *Bâtir la ville : révolutions industrielles dans les matériaux de construction : France-Grande-Bretagne (1760-1840)*, Champ Vallon, 1995 (Guillerme, 1995)

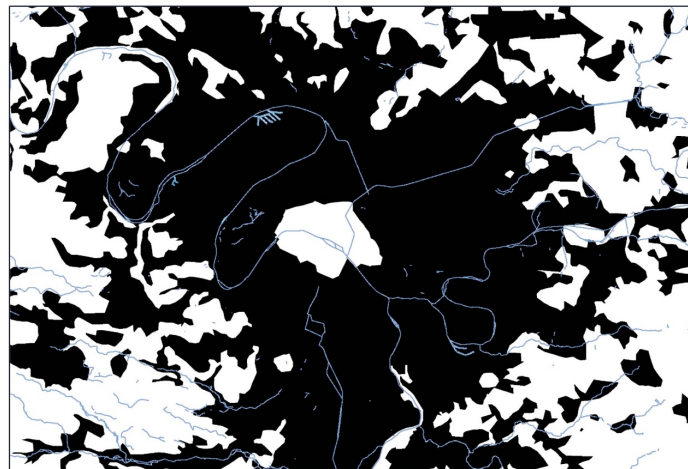
La limite des Fermiers Généraux constitue notre espace privilégié d'étude. La ville y est la plus dense et la plus ancienne, ce qui est valable pour l'urbanisme actuel mais aussi et surtout pour l'épaisseur de la donnée historique : nous verrons tout au long de ce travail que les sources topographiques y sont les plus anciennes, souvent primitives. Cette zone est donc propice à notre étude par deux caractéristiques importantes, tenant de l'histoire des techniques et de la forme urbaine actuelle.



Agglomération parisienne en 2012



Enceintes antique, médiévales et moderne comprises dans celle des Fermiers Généraux



Superposition et réseau hydrographique. Un centre dense et ancien lieu d'étude pour l'épaisseur urbaine.

Carte géomatique 1 : zone d'étude. L'enceinte des Fermiers Généraux dans l'agglomération de 2012. (Annexe, p°2)

Partie I Un espace épais : de la cartographie au SIG historique appliqué

Introduction Exploration de la ville : archives topographiques

Démarche et ressources

Dans sa lecture de *l'Introduction géographique à l'histoire* de Lucien Febvre, Albert Demangeon définit ainsi la géographie humaine au début des années 1920 :

« Son objet est l'étude des rapports des groupements humains et du milieu terrestre dans leurs actions et réactions réciproques, pour le passé aussi bien que pour le présent. De là, pour le géographe, une double nécessité. D'abord il lui faut connaître les conditions du milieu naturel ; par-là, la géographie humaine se rattache à la géographie physique et aux sciences naturelles ; ces liens constituent pour elle une sauvegarde précieuse, parce que, s'appuyant sur l'observation, elle évite les fumées sur la spéculation. Ensuite, il lui faut connaître les conditions du milieu humain. [...] ».³³

Comme présenté en introduction, nous voulons ici appréhender le sous-sol urbain évolutif, milieu naturel et humain, source d'enjeux pour la ville, avec un outil basé sur une topographie évolutive documentée au mieux. D'après l'idée des précurseurs de la géohistoire, nous voulons contribuer à la méthode de connaissance du terrain historique, qui leur semble essentielle. Si ces idées ont émergé il y a près d'un siècle au moment où se construisait par ailleurs une discipline urbaniste, nous voyons se renouveler les outils propices à la mise en œuvre d'une « sauvegarde précieuse ».

Pour cela, nous devons avoir la meilleure idée possible des ressources qui existent pour la connaissance du terrain, mais aussi pour travailler de façon à les exploiter au mieux. Nous y cherchons les éléments de complétion de la topographie urbaine qui nous occupe. Cette section est une méthode, elle est donc traitée à part car elle peut nourrir plusieurs propos. Par exemple celui de l'histoire environnementale dont notre époque semble avoir besoin : l'épaisseur est une donnée du milieu par définition, elle contribue donc à son appréhension.

Cette démarche signifie la recherche et l'exploitation des explorations du milieu parisien, dont les reprises et les mises à jour bibliographiques font souvent perdre de vue les travaux fondateurs. La donnée brute est utile, tout autant que le sens compris du point de vue

³³ Albert Demangeon, « Notes et correspondances : introduction géographique à l'histoire, de Lucien Febvre avec le concours de Lionel Bataillon », in *Annales de Géographie*, 1923, t.32, n°76 (Demangeon, 1923), p°168

historiographique. Ces deux points de vue ont rarement pu être associés. Nous allons donc faire le tour des archives topographiques historiques, ne laissant de côté ni la raison de leur création ni les modalités techniques les entourant, tout en cherchant à les intégrer aux outils actuels d'analyse de type SIG. Les archives topographiques sont riches pour trois raisons : leur date de création qui révèle souvent des mises en chantier, les modalités techniques entourant leur constitution et enfin les relevés cartographiques pour eux-mêmes, propices à un emploi géomatique. Cette dernière sera développée à travers deux exemples détaillés présentant à proprement parler la question de leur exploitation.

« La science du terrain » : Antoine-François Lomet traduit ainsi la *topographie*, dans son imposant et inédit ouvrage sur les baraquements militaires à destination de l'armée française en 1804.³⁴ L'étymologie nous indique *topos* : la terre et *graphia* : le dessin », ou bien l'« art du dessin de la terre ». Issue de l'art militaire, ayant connu un apogée aux XVIII^e et XIX^e siècles, cette science est tombée depuis dans un relatif sommeil. Ceci est dû aux renouvellements de la géographie, du génie, du fonctionnalisme de l'urbanisme récent niant particulièrement la spécificité des lieux, ou encore de l'universalisme des courants architecturaux dominants de l'après guerre à l'attitude similaire. La lecture de Françoise Choay confirme régulièrement ce diagnostic du point de vue architectural :

« Depuis les années 1960, les grands réseaux standards d'infrastructures techniques [...] ont transformé notre relation ancestrale avec l'espace humanisé, tissant, de régions en territoires et en continents, un maillage isotopique à l'échelle de la planète. [...] A la traditionnelle logique d'articulation se substitue une logique de branchement qui permet à tout établissement humain, singulier ou collectif, de se poser à son gré sur la planète, tandis que, du même coup, les édifices individuels échappent à la régulation d'une architecture, en cours de disparition malgré la permanence de sa désignation et acquièrent le statut d'objets techniques autonomes. »³⁵

Pourtant, les préceptes du développement durable mettent très largement en avant des concepts où une reconnaissance locale semblerait sous-jacente : habitat vernaculaire, circuits courts, adaptation et l'optimisation du milieu naturel à des fins d'énergétique, résilience aux aléas climatiques ou encore préservation biotopique. Ils remettent plus rarement au goût du jour les techniques avérées de reconnaissance du milieu et spécifiquement pour l'urbanisme. La ville lue et conçue de façon contemporaine avant tout en flux - par exemple par les techniciens *Smart-Grids* composante des *Smart Cities* - a tendance à nier le milieu au profit

³⁴ Antoine-François Lomet des Foucaux, *Instruction pratique sur le baraquement des troupes en campagne*, An XII, 1804, Service historique de la Défense, Ms 19

³⁵ Françoise Choay, *Pour une anthropologie de l'espace*, Seuil, 2006 (Choay, 2006), p°361

de techniques universelles et uniformisatrices. Ceci pourrait sous-entendre que le milieu soit suffisamment connu et maîtrisé pour nécessiter moins d'études. Cependant, les techniques pour appréhender ce milieu et l'archiver n'ont que peu évolué depuis deux siècles et la carence d'informations semble chronique dans le projet urbain.³⁶

« Aujourd'hui l'espace unique que tend à produire la mondialisation appelle un questionnement au fond sur la nature et le statut de l'espace local. »³⁷

Nous pensons donc qu'il est légitime de réinterroger les sources et la raison de leur création, sur lesquelles s'appuie l'urbanisme.

La carte et le territoire historique

Pour étudier par le plan les formes d'une époque avant le XIX^e siècle, il ne faut donc pas oublier qu'on étudie l'objet urbain dans un paradigme d'appréhension différent de celui de ses contemporains. Il ne faut donc pas surinterpréter les impacts d'une forme visible sur un plan : elle n'était pas perceptible par les contemporains comme elle peut l'être sur un écran. Pour une ville médiévale ou moderne le plan ne semble utilisable qu'à posteriori pour une étude morphologique, et donc hors raisonnement historique sur des causes ou des effets dus aux formes « vues du ciel ». La forme représentée reste une conséquence.

Au XIX^e siècle, l'étude de la ville par la carte prend tout un sens nouveau, y compris en histoire, car celle-ci devient la base importante de documentation, mais aussi d'initiatives et de décisions. Haussmann avait le plan de Paris disposé « comme un immense paravent » derrière son bureau comme il le rappelle dans ses *Mémoires*.³⁸ Comme le terrain militaire au siècle précédent, la ville devient un véritable espace stratégique, où une vue du ciel rigoureuse est gage d'efficacité et d'intelligence pour ses édiles autant que pour ses techniciens. Il faut ici questionner ce fait que le plan et la carte ne deviennent des normes administratives et de décisions qu'au cours du XIX^e siècle. Ce n'est ni un hasard ni sans conséquences. C'est pourquoi nous étudierons en profondeur les productions cartographiques urbaines du XIX^e

³⁶ La société civile (architectes, urbanistes ou simples citoyens), mais aussi les administrations, souvent dissociées entre diverses collectivités, missions ou statuts (public, semi-public, parapublic, établissement public, etc.), ont des difficultés à se procurer des données sur les flux, le relief, la géologie ou encore sur les nappes souterraines pour citer ces seuls exemples. Plusieurs participations à des équipes de recherche nous l'ont démontré avec régularité. Nous pouvons renvoyer, à ce titre, à l'annexe II présentant la directive européenne INSPIRE de 2007 directement reliable à ces notions.

³⁷ *Pour une anthropologie de l'espace* (Choay, 2006), p°365

³⁸ Georges-Eugène Haussmann, *Mémoires* (rééd.), Seuil, 2000 (Haussmann, 2000), p°803

siècle, de leur origine à une normalisation qui va de pair avec celle de la ville parvenue à son âge industriel : la représentation historique des villes nous semble utile pour l'appréhension de l'espace historique. Ce phénomène n'est par exemple pas abordé dans *l'Histoire de la France Urbaine*.³⁹

³⁹ Georges Duby (dir.), Marcel Roncayolo, Françoise Choay, *Histoire de la France urbaine. Tome IV : La ville de l'âge industriel*, Seuil, 1983 (Duby, Roncayolo, and Choay, 1983)

Chapitre 1 Représentation cartographique de l'espace : Renaissance - XIX^e siècle

1. En vue d'oiseau

Commençons par signaler que le *Plan de ville* est un condensé et une sous famille des trois sciences à qu'il fut longtemps nécessaire de maîtriser pour la production des cartes : la géodésie, la topographie et la cartographie.

La géodésie s'occupe de la transformation de la Terre - avec sa forme modélisée : ellipsoïdale, ou géoïdale - en un objet plat, propice à l'impression. Derrière elle se cachent des mathématiques - modélisation puis opérations mathématiques de transformation -, qui sont évolutives. Si bien que, jusqu'au XIX^e siècle, de nombreux mathématiciens trouvent leurs inspirations et leurs problèmes à résoudre dans cette base physique. On peut penser à Carl Friedrich Gauss (1777-1855) - surnommé de son vivant le prince des mathématiques -, qui fut notamment géodésien de l'Etat de Hanovre.

La topographie est essentielle pour la suite de la production cartographique : la « science du terrain » consiste à l'arpenter avec des instruments les plus perfectionnés possibles pour en lever les points par des opérations trigonométriques en vue de les rapporter sur papier.

La cartographie, enfin, est plus artistique, soignée et signée, et consiste à rendre la carte propice à son objectif grâce aux signes et codes qu'on y imprime. Elle est liée aux techniques disponibles de production (gravure sur cuivre, manuscrit, conventions cartographiques, disciplines etc.). L'échelle du 1/1500^e au 1/5000^e réduit considérablement les problèmes de géodésie en ville.

La technique renaissante

Pour revenir à l'origine des plans de villes, reportons nous à l'enquête de référence menée par Alfred Bonnardot (1808-1884) sur l'archéologie des plans de Paris :

« En quel pays, en quelle année, a-t-on tenté de retracer le premier *pourtraict* au vif d'une grande ville, je l'ignore, mais je ne crois pas qu'il s'en rencontre d'antérieur au XV^e siècle. Vers le milieu du XVI^e, les plans de villes commencent à devenir plus communs. Ils sont, presque toujours, dessinés à vol d'oiseau, c'est-à-dire qu'ils représentent à la fois le plan géométral et l'élévation en perspective des

édifices. C'est un genre qui s'est maintenu jusque vers le milieu du XVIII^e siècle et qui redevient à la mode depuis 1840. »⁴⁰

Les premiers plans sont des vues d'artistes dans les cités italiennes et dans les Flandres. Ces *vues d'oiseau*, Pierre Pinon les oppose à la famille des plans *géométraux*, qui prennent un essor plus tardif, les deux techniques cohabitant du XVI^e au XVII^e siècle. Bonnardot témoigne même d'un effet de mode qui les a remis au goût du jour au milieu du XIX^e siècle, alors que la technique géométrale s'était définitivement imposée. C'est donc dans le contexte renaissant que se développent les premiers plans de ville. Artistiques, commandes princières etc., ses sources de création sont nombreuses, mais il est certain que ces plans ne dépassent pas d'éventuelles études sur les fortifications dans leur ambition fonctionnelle. Michel de Certeau avance comme apport non fonctionnel, dû à ces plans à *vue d'oiseau* :

« La volonté de voir la ville a précédé les moyens de la satisfaire. Les peintures médiévales ou renaissantes figuraient la cité vue en perspective par un œil qui pourtant n'avait jamais existé. Elle inventait à la fois le survol de la ville et le panorama qu'il rendait possible. [...] La même pulsion scopique hante les usagers des productions architecturales en matérialisant aujourd'hui l'utopie qui hier n'était que peinte. »⁴¹

La logique succession à l'œil céleste passe par l'utilité qu'on peut en tirer. Ce sont des usages précis participant à développer le plan fonctionnel. Nous les recherchons par la suite.

Quelques plans de la période 1500-1750 en Europe

Nous présentons ce courant européen des « villes vues d'oiseau » à travers quelques œuvres récemment exposées : ⁴²

⁴⁰ Alfred Bonnardot, *Etudes archéologiques sur les anciens plans de Paris*, La librairie ancienne de Deflorenne, 1851 (Bonnardot, 1851), « Images de Paris antérieures à 1530 », p°22

⁴¹ Michel De Certeau, *L'invention du quotidien*, Union générale d'éditions, 1980 (De Certeau, 1980), p°140-141

⁴² *L'immagine della città europea*, Museo Correr, Venise, 2014

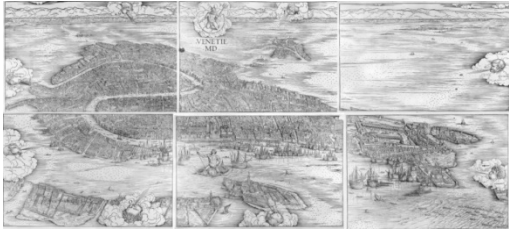





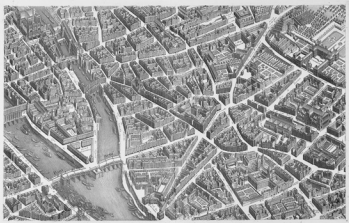

	
<ul style="list-style-type: none"> • Jacopo de Barbari, plan de Venise, 1500, 139*282 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Didier Barra, « <i>Veduta di Napoli</i> », 1647 (Musée National de Saint-Martin, Naples)
	
<ul style="list-style-type: none"> • Antoine du Pinet, « <i>Planz, pourtraitz et descriptions de plusieurs villes [...]</i> », Lyon, 1564 	<ul style="list-style-type: none"> • Pedro Texeira, Madrid, 1656, 20 planches, 2.85 m * 1.80 m
	
<ul style="list-style-type: none"> • Joseph Heintz il Giovane « <i>Planta della città di Udine</i> », milieu du XVIII^e siècle 	<ul style="list-style-type: none"> • Gaspar Van Willel, « <i>Veduta di Napoli dal Mare</i> », 1719 (Florence, Galerie Palatine)
	
<ul style="list-style-type: none"> • Louis Bretez « <i>Plan Bretez-Turgot</i> », Paris, 1734-1739, 20 planches, 2.49 m * 1.18 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Giovanni Carafa duca di Noya, « <i>Mappa Topographica della Città di Napoli</i> », Naples 1755-1768, 35 planches de 48.5*66 cm (11m²), (Naples, BUN)

Figure 1 : représentations de villes par les techniques de la Renaissance, du XV^e au XVIII^e siècle (Annexe, p°3)

2. Paris en plan : 1750 – 1900

Le saut qualitatif : Delagrive et les premières « planifications » systématiques urbaines

Succédant aux « vues d’oiseau » des villes, directement héritées de la Renaissance et de la technique de la perspective, les plans « scientifiques » apparaissent à la moitié du XVII^e siècle. Ils se rapprochent de la technique moderne du relevé, basé sur la triangulation de l’espace.⁴³ Au XVIII^e siècle, on assiste à un développement de cette même technique en même temps que les évolutions de représentation cartographiques. Il n’est cependant pas possible de marquer de franche rupture qui provoquerait une transition de la vue d’artiste à un dessin géométrique.

Jean Boutier montre que l’évolution est progressive, faite d’influences constantes, mais au final, au début du XVIII^e siècle, le nord se place en haut de la carte, puis surtout le plan de Guillaume Delisle « marque une étape décisive dans l’histoire de la cartographie [en étant] construit sur la méridienne de Paris, qui est relevée sur toute la longueur du plan et repérée en toutes lettres ». ⁴⁴ Delisle invente, en fait, le « canevas », en s’appuyant sur le méridien matérialisé par l’observatoire et la pyramide de Montmartre : « je ne pouvois en choisir de plus avantageuse que celle de l’observatoire Royal ». ⁴⁵ Chronologiquement proche, un saut qualitatif est opéré par l’œuvre de Jean Delagrive - signant Abbé Delagrive -, publiée en 1728. ⁴⁶ Supérieur en précision à tous ses prédécesseurs, le plan Delagrive est le « plus influent du XVIII^e siècle ». La grande précision de Delagrive est due au fait que la triangulation n’est plus opérée sur la seule méridienne, mais aussi sur un axe horizontal, empêchant la cumulation des erreurs. A ce titre, Delagrive publie une « une méthode pour rapporter une suite de triangles à une méridienne et à une autre ligne qui lui soit perpendiculaire ». ⁴⁷ Le procédé, parfaitement novateur, fait du plan Delagrive le plus précis de son temps. De plus, un premier contexte d’utilité urbaine apparaît : le plan devient davantage qu’un objet de représentation de prestige.

⁴³ Les premier relevé d’ampleur recensé est dû à Jacques Gomboust en 1646-1647 « à partir d’un ensemble systématique de mesures et avec une restitution géométrique ». Jean Boutier, *Les plans de Paris : des origines (1493) à la fin du XVIII^e siècle*, Bibliothèque Nationale de France, 2002 (Boutier, 2002), p°15

⁴⁴ *Les plans de Paris : des origines (1493) à la fin du XVIII^e siècle* (Boutier, 2002), p°224

⁴⁵ Guillaume Delisle, « Examen et comparaison de la grandeur de Paris et Londres, et de quelques autres villes du monde, anciennes et modernes », in *Histoire de l’Académie royale des sciences. Année 1725.*, Imprimerie Royale, 1728 (Delisle, 1728)

⁴⁶ Selon Jean Boutier, *Les plans de Paris : des origines (1493) à la fin du XVIII^e siècle* (Boutier, 2002), p°28

⁴⁷ Jean Delagrive, *Manuel de trigonométrie pratique*, H.-L. Guérin, 1752 (Delagrive, 1752), pp. 123-132

Quand Jeanne Pronteau, qui a écrit la principale monographie d'Edme Verniquet s'intéresse à ses prédécesseurs, elle montre que ce sont les plans d'alignements de rues qui constituent là un premier usage « fonctionnel » et récurrent. Ces derniers assurent ainsi utilité, demande et renommée au plan géométral dans le contexte des débuts de politique urbaine au XVIII^e siècle.⁴⁸ Malgré la succession de plans qu'a vus paraître la Ville de Paris à cette époque, - dont celui de Bretez-Turgot en 1739⁴⁹, le plus célèbre⁵⁰ -, « on leur préférait le plan de Delagrive, malgré son échelle plus réduite (11 mm pour 25 toises, soit 1/4429^e), parce que c'était un vaste plan très détaillé, dressé sur des opérations géométriques nouvelles, qui valut à son auteur une réputation méritée. Celui-ci avait fait les dessins, d'une admirable netteté qui furent conservés au greffe de l'Hôtel de Ville sans doute jusqu'aux incendies de la Commune. [...] Delagrive avait parcouru les rues « la toise, la chainette et la boussole à la main »⁵¹ et avait donné un plan d'une telle exactitude qu'il servit de base aux travaux postérieurs : [le plan de Deharme, 1/1949^e, de 1763, Jaillot, de 1772 à 1775, 1/3248^e]. Néanmoins, vers 1775, le plan de Delagrive avait vieilli, son échelle trop réduite était en outre une gêne considérable. »⁵²

On trouve une description de l'aspect concret des politiques d'alignement dans l'*Encyclopédie*, article « Maçonnerie », de Jacques-Raymond Lucotte :

« En payant la somme de 21 livres six deniers, on reçoit la permission de bâtir et un alignement relatif à la direction des rues ou aux vues publiques projetées. La permission de l'alignement reçue, on paye neuf livres pour le droit de placer des barrières pour clore l'emplacement destiné à bâtir, afin d'éviter les accidents qui pourraient arriver la nuit, et le préserver des gens mal intentionnés. Ces barrières se placent ordinairement à six pieds du mur de face, et sont composées de châssis en charpente de neuf à dix pieds de hauteur, recouverts de planches séparées, de portes charretières pour la facilité de service. Les saillies se payent 4 livres pour chaque espèce de petite saillie, et plus pour chaque espèce de grande ». ⁵³

⁴⁸ Le plan d'alignement devient réglementaire en 1754. A. de Royou, *Traité pratique de la voirie à Paris*, Felix Maleste, 1879 (A. de Royou, 1879), p^o6 Bien qu'il soit difficile de démontrer un lien explicite, les deux notions de la représentation disponible et des outils de transformations semblent au moins chronologiquement liées.

⁴⁹ Louis Bretez, *Plan dressé par Louis Bretez, par ordre de Turgot*, Gravé par Claude Lucas, 1739 (Bretez, 1739)

⁵⁰ Et le plus cher lors de la vente aux enchères de la collection Pierre Berger en 2012.

⁵¹ Jeanne Pronteau, *Edme Verniquet 1727-1804*, Commission des travaux historiques, 1986 (Pronteau, 1986), p^o308

⁵² Id., p^o308

⁵³ Jacques-Raymond Lucotte, « Maçonnerie », in *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, 1780 (Lucotte, 1780), p^o8

Dans le *Traité Pratique de la Voirie à Paris*, de Royou recense le premier règlement en ce sens en 1607.⁵⁴ Le plan géométral, projection sur papier des opérations de trigonométrie réalisées en milieu urbain a, avec Delagrive, acquis une suprématie technique, corrélée à un usage réglementaire, permettant d'imaginer une œuvre ambitieuse qui sera un chef d'œuvre.

Le saut quantitatif : Edme Verniquet

Edme Verniquet réalise l'œuvre majeure de la cartographie de Paris qui aura de l'influence jusqu'à la moitié du XIX^e siècle. C'est une représentation dont la technique est similaire à celle de Delagrive, mais à échelle plus large et recherchant une perfection topographique permise par les outils de mesures les plus efficaces. La plupart des techniques de topographie sont parfaitement au point lorsque Verniquet commence son relevé.

Pour donner une idée de l'ampleur du projet, commencé dès 1775, fini en août 1788, le relevé concerne de 3500 à 5000 plans de rues. Dans le grand dépôt des Cordeliers se trouvait le « dessin original » du plan général de Paris, commencé dès la fin de l'année 1785 et parachevé en 1791, jusqu'à 2 ou 300 toises au-delà des nouvelles barrières. Le Plan général de Paris est gravé de 1793 à 1799.⁵⁵ « Cet ouvrage a occupé le Citoyen Verniquet vingt-huit années, ayant employé jusqu'à soixante ingénieurs et plus de quatre-vingt aides à ce travail. »⁵⁶ Ce grand plan, issu de collages des trigonométries vérifiées parfois jusqu'à 10 fois de chaque rue, et pièce unique. Nous le retrouvons à l'Hôtel de Ville selon Bonnardot, qui l'y observe encore en 1851 : il a très certainement brûlé en 1871. Le Plan Verniquet n'a jamais été remis en cause comme chef d'œuvre fondateur. Selon Bertrand le Boudec :

« La révolution et l'Empire inaugurent un mouvement irréversible d'abstraction et d'uniformisation. Verniquet, tout d'abord, trace le premier plan exact d'une capitale. Fondé sur des opérations trigonométriques, sur la base de 67 points de station, il devient la modèle de référence pour tous les travaux ultérieurs aussi bien en terme d'aménagement urbain que de cadastre. Le mètre apporte un bouleversement de même nature [...] »⁵⁷

⁵⁴ A. de Royou , *Traité pratique de la voirie à Paris*, Felix Maleste , 1879 (A. de Royou, 1879), p°4

⁵⁵ L'original et les exemplaires gravés sont perdus.

⁵⁶ « Etat des travaux de Verniquet (*Arch. Nat., F13 951*) ». L'état de plusieurs édifices construits par Edme Verniquet, adressé le 18 vendémiaire An X (10 octobre 1810) aux « citoyens composant les membres de l'Institut National ».

⁵⁷ Pierre Pinon, Bertrand Le Boudec, *Les plans de Paris*, Atelier Parisien d'Urbanisme, Le passage, 2004 (Pinon and Le Boudec, 2004), p°133

Philibert Vasserot : une ville maison par maison

Un travail de longue haleine donne à Paris son cadastre, innovation napoléonienne liée à la question de la propriété dont il assure l'organisation rationnelle cartographique. Il s'étend pour Paris de 1810 à 1836 sous l'égide de Philibert Vasserot, employé municipal dont la remarquable constance lui permet de mener à bien ce travail immense. Il se base sur le plan Verniquet dont il comble les vides (îlots urbains dessinés maison par maison). Ce sont 910 planches par îlots échelonnés de 1810 à 1836 qui en sont issues. Ce grand ensemble de planches a récemment été numérisé, géoréférencé et vectorisé par un programme de recherche publique.⁵⁸ Il est observable sur une plate forme en ligne. Nous verrons en partie III l'importance de ces planches, qui sont encore utilisées pour les expropriations de la rue de Rivoli en 1850.⁵⁹

Théodore Jacoubet : premier héritage lucratif et stratégique

La cartographie urbaine reste encore, à ce moment de son histoire, un domaine libéral. Mais durant la première moitié du XIX^e siècle, le plan commence à être objet de convoitise par l'information qu'il contient, d'où des procès sur les questions de droits, de spéculation ou de confidentialité. La période est intéressante. D'une part l'objet technique devient remarquablement moderne, d'autre part sa gestion juridique et stratégique évolue.

Personnage haut en couleurs,⁶⁰ Théodore Jacoubet assure la transition avec la seconde moitié du XIX^e siècle. En procès avec l'héritière d'Edme Verniquet à la fin des années 1820, puis témoin dans un autre procès autour d'un scandale spéculatif impliquant les services municipaux dans les années 1830, il est fonctionnaire du même service (bureau de la grande voirie du département de la Seine), mais aussi architecte privé qui édite plusieurs mises à jour du Plan de Paris. Cet objet qu'est le Plan de référence commence à revêtir une importance nouvelle, à la fois financière et de gouvernance, dans une ville en voie d'agiotage.

⁵⁸ Voir le programme Alpage, lauréat d'un appel à projet ANR de 2009 à 2012 : <http://alpage.huma-num.fr/fr/> (20/10/2014, 12h00)

⁵⁹ Philibert Vasserot, *Rue de Rivoli, percement Roule - Arbre Sec*, BHVP (Vasserot, 1850)

⁶⁰ Par son activité politique importante lors des révolutions de 1830 et 1848, à côté de l'activité professionnelle que nous décrivons ici.

Théodore Jacoubet refait une triangulation de la capitale, certainement pour justifier de droits d'auteur sur le Plan,⁶¹ mais de façon plus rapide et avec moins de moyens que Verniquet : en effet son plan est de moins bonne qualité topographique.⁶² Il possède toutefois la grande qualité d'être le seul mis régulièrement à jour - au 1/2000^e, forme des rues et largeur des maisons étant lisibles - durant cette période charnière qui va de 1825 à 1852. Cela vaut à son auteur d'être recommandé par le Comte Siméon au Premier Ministre Persigny comme le « meilleur connaisseur de la topographie » de la capitale, réalisant les « devis » des rues prévues à la percée⁶³ par le prince en 1852. Tout cela se déroule avant l'arrivée d'Hausmann, et lors des premiers mois de sa prise de fonctions à la Préfecture de la Seine.

La prise en main du Plan de Paris par une ambitieuse administration

Jacoubet est donc encore un personnage incontournable en 1852. En effet, l'administration du nouveau régime de Napoléon III, ambitieux pour Paris, fait appel à lui, alors même qu'il vient d'être condamné à l'exil après ses prises de positions hostiles au Coup d'Etat de 1851.⁶⁴ Les années qui suivent vont voir la main mise complète sur le plan de Paris par l'administration préfectorale, représentée après juin 1853 par le préfet Eugène Hausmann.

On vient de voir que la plupart des plans de référence du siècle précédent convergent vers l'Hôtel de Ville au début des années 1850.⁶⁵ Deschamps, ancien collègue de Jacoubet aux bureaux de la grande voirie devient le personnage de confiance d'Hausmann pour diriger le Service du Plan, définitivement constitué et nommé ainsi en 1856.⁶⁶ Hausmann le présente

⁶¹ Un fac-similé de l'original de la triangulation est fourni lors du procès face à Madeleine Verniquet héritière d'Edme Verniquet, qui accuse Jacoubet de plagiat en 1829. BHVP.

⁶² Les S.I.G. le démontrent, avec une erreur quadratique moyenne supérieure après géoréférencement.

⁶³ Pierre Casselle, « Sur le Rapport à Napoléon III de la Commission des embellissements », in *Cahiers de la Rotonde*, n°23, 2000 (Casselle, 2000), p°13

⁶⁴ *Le Maitron* nous donne une partie de l'activité politique de Jacoubet de 1848 à 1851 : « Très acharné à retrouver sa place au bureau des plans à l'Hôtel de Ville, il défendit le régime établi en Juin 1848, tenta d'empêcher la construction de la barricade Saint-Denis qu'il attaqua avec son bataillon. En compagnie du général Lebreton, il donna l'assaut aux barricades de la rue Rochechouart, de la barrière de La Villette et, le 26, de la Chaussée Clignancourt. En décembre 1851, fraternisant avec les insurgés de la barricade de la rue Rochechouart, il leur promit de quoi manger et les envoya prendre des armes à son domicile. L'insurrection vaincue, il manifesta son hostilité au nouveau régime. Ses propos, rapportés par un forçat en rupture de ban, lui valurent d'être expulsé. » (Maitron et al., 1971)

⁶⁵ Delagrive et Verniquet sont avérés (enquête réalisée par Jeanne Pronteau) plus certainement Jacoubet, d'après les échanges reproduits par Pierre Casselle.

⁶⁶ Anne-Marie Châtelet, « *La conception Haussmannienne du rôle des ingénieurs et architectes municipaux* », Paris Hausmann, Pierre Pinon, p°258 : « Celui-ci est constitué en 1857 (28.12.56) comme un des bureaux de

comme issu de son initiative dans ses *Mémoires*. Le Service du Plan produit un premier plan mis à jour en 1857, après une grande campagne de mesures : il évacue par là tout recours et toute prétention civile sur la représentation de Paris. La première version éditée que nous ayons pu retrouver de ce Plan date de 1858.⁶⁷ Elle comporte une nouvelle triangulation et une nouvelle sémiologie par rapport à ses prédécesseurs - qui sont la principale signature d'un plan -, comme les pièces fournies par Jacoubet à la justice en 1829 pour se démarquer du plan Verniquet le démontrent. Haussmann ne parle pas de ces prédécesseurs dans ses *Mémoires* ni de la mesure de leur apport : dorénavant le Plan de Paris doit être celui de Deschamps, à l'Hôtel de Ville. Quasiment rien ne sort de ce service qui est le mieux protégé.⁶⁸

Le plan perd alors une part de son histoire, les efforts techniques déployés et les motivations initiales de sa constitution. De Certeau écrit sur cet effet dans *L'invention du quotidien* « la carte, scène totalisante où des éléments d'origine disparate sont rassemblés pour former le tableau d'un « état » du savoir géographique. Il rejette dans son avant et son après, comme dans les coulisses, les opérations dont elle est l'effet ou la possibilité ». ⁶⁹ Sous l'administration d'Haussmann, la science parvenue à sa maturité devient une norme et un outil de premier plan.

l'administration centrale mais, dès 1859, il lui est adjoint un service technique sous divisé en un service des alignements, recollements et bornages et un service topographique chargé de la levée du plan de Paris ». (Casselle, 2000)

⁶⁷ La version de Delesse dont nous reparlons plus loin. En effet toutes les minutes, versions de travail, campagnes de mesures ont disparu dans l'incendie de 1871. Le premier Atlas Administratif est édité en 1866 et constitue la version officielle de la physionomie des Grands Travaux. Deux versions « projet » ont été retrouvées, une du Comte Siméon par Pierre Casselle (1852), une par Rosa Tamborino (1866). La version d'André Morizet, reproduite à la Schloss-Bibliothek de Berlin pour son édition (cadeau de Napoléon III à Guillaume de Prusse en 1867, perdue lors de la destruction de Berlin en 1945) est plus difficile à dater et à interpréter. (Tamborino, 1994) et (Morizet, 1932)

⁶⁸ (Haussmann, 2000), p°799 : « Je n'ai pas besoin d'ajouter que le travail des Géomètres pour le lotissement des terrains à revendre, et celui des Commissaires-Voyers, pour toutes les expertises et les estimations, devaient être dirigés, surveillés, rectifiés même, au besoin, par un fonctionnaire inaccessible à toute influence extérieure [...] M. Deschamps fut ce fonctionnaire » et de préciser qu'il « mourut pauvre, vers 1880 ». Dans le langage toujours à double tranchant des *Mémoires*, on peut y voir au premier degré l'honnêteté du service, mais aussi son monopole de l'information urbaine, cadennassée par l'intégrité de Deschamps, homme qui su diriger « conformément à mes vues [le Service du Plan] ».

⁶⁹ Michel de Certeau, *L'invention du quotidien*, Union générale d'éditions, 1980 (De Certeau, 1980), p°212

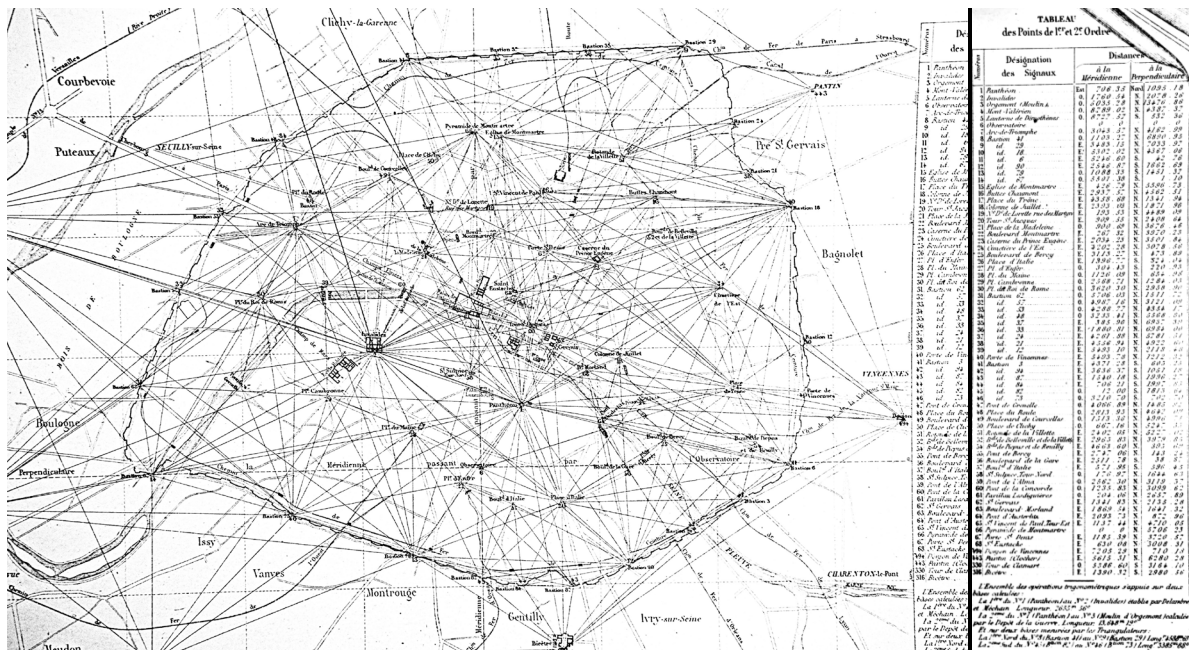


Figure 2 : la triangulation de Deschamps, 1856 : points de contrôle⁷⁰

L'espace urbain devient espace stratégique

A ce moment précis, l'administration s'empare de ce qui est devenu un véritable outil de stratégie urbaine, pour plusieurs raisons :

- les percées sont une volonté « du prince » comme le montrent les échanges entre Siméon et Persigny remis à jour par Pierre Casselle. Très pragmatiquement, on se rend compte que seule la maîtrise topographique peut permettre de réaliser des devis fiables et une politique d'expropriation efficace. Par la suite, il est logique que ces politiques, avec l'ampleur et le succès qu'elles ont connu, aient impliqué une autonomie administrative, et même un monopole de cette ressource essentielle
- la ville est un espace guerrier et devient un terrain de lecture militaire. A ce titre lui sont appliqués des instruments qui étaient l'apanage des militaires au XVIII^e siècle, la topographie en premier lieu. Haussmann installe des casernes aux points stratégiques. Par ailleurs, une dimension physique de Paris, peu explorée mais pressentie par

⁷⁰ Géomètres du Service Municipal de la Ville de Paris, *Plan Général de la Ville de Paris et de ses environs, dressé au 1/3000e, d'après les ordres de M. le baron G. E. Haussmann, préfet de la Seine, 1866* (Géomètres du Service Municipal de la Ville de Paris, 1866)

plusieurs historiens, en fait un véritable camp retranché en cas d'insurrection.⁷¹ Une partie des « grands travaux » se consacre à renouveler cet espace trop instable

- spéculations et agiotages en tout genre sont en grand essor dans la capitale de la modernité, comme le démontrent divers procès des années 1830-1840. Les trafics autour du plan et les enjeux financiers qui se rattachent à l'information qu'il contient en font un objet qui doit être mis à l'abri des regards de la société civile, pour davantage de contrôle

Il faut remarquer à ce propos que seule l'administration préfectorale dispose de la haute résolution permettant de réaliser la transformation urbaine. Les productions touristiques ou populaires qui se déploient à la même époque sont à des échelles larges. Finalement, le Plan de Paris est détruit par l'incendie de l'Hôtel de Ville en 1871, en même temps que les cuivres de ses principaux prédécesseurs Delagrive, Verniquet, Jacoubet ainsi que le cadastre à jour (la Préfecture de Police brûle également avec les doublons qui s'y trouvaient). Il faut près de trente ans pour le reconstituer, et la version publiée en 1900 nous est parvenue par mise à jour constante des services ad-hoc.⁷²

Les grands travaux profitent certainement de la « totalisation » cartographique, et vont être utilisées par le Second Empire pour à des fins politiques assumées. Dans ses *Mémoires*, Haussmann revendique, à propos du percement de Sébastopol et des rues Réaumur, Turbigo et aux Ours que :

« L'exécution des diverses opérations ci-dessus n'exigea pas moins de cinq années, de 1855 à 1859. C'était l'éventrement du Vieux Paris, du quartier des émeutes, des barricades, par une large voie centrale, perçant, de part en part, ce dédale presque impraticable, accostée de communications transversales, dont la continuation devait compléter l'œuvre ainsi commencée. L'achèvement ultérieur de la rue de Turbigo fit disparaître la rue Transnonain de la carte de Paris ! [...] Ce résultat servit, concurremment avec nombre d'autres bonnes raisons, à justifier, vis-à-vis de la France, que la tranquillité de Paris intéresse au premier chef, la participation de l'Etat dans les frais de ces onéreuses entreprises. »⁷³

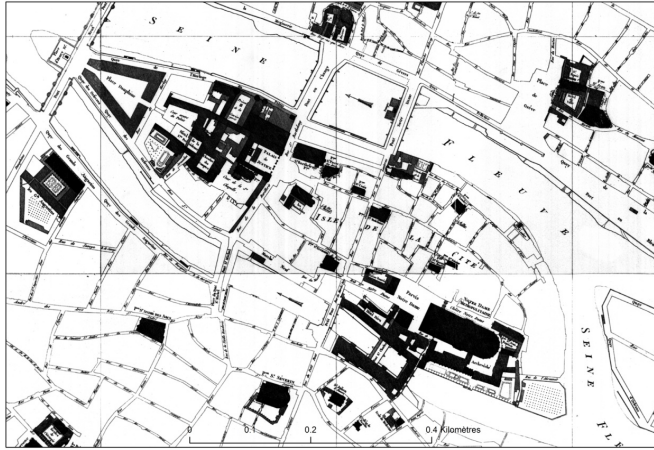
⁷¹ André Morizet, *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Haussmann et ses prédécesseurs*, (éd. or. 1932), Infolio, 2014 (Morizet, 2014), p°220

⁷² *Les plans de Paris (Le Boudec and Pinon, 2004)*, p°133

⁷³ *Mémoires*, (Haussmann, 1893), p°55

Il fait ici référence aux émeutes et barricades de la rue Transnonain qui ont marqué le début du règne de Louis-Philippe en 1834, se soldant par l'écrasement des barricades.⁷⁴ Nous nous concentrerons davantage sur les possibilités ouvertes par la maîtrise du terrain lors des « grands travaux » dans la partie III.

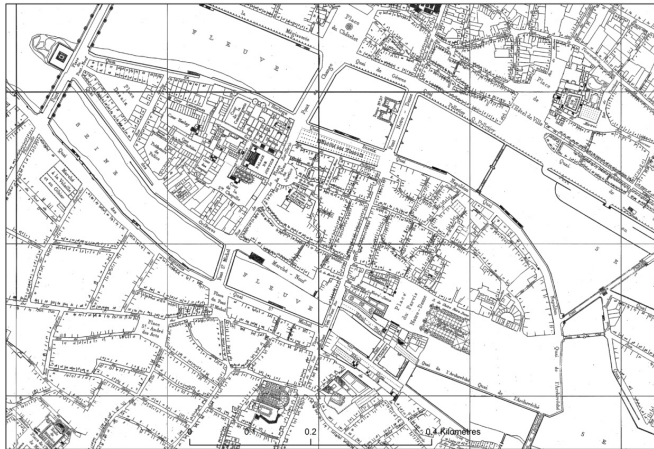
⁷⁴ Représenté par Daumier dans une gravure célèbre : Honoré Daumier, « Rue Transnonain, le 15 avril 1834 », in *L'Association mensuelle*, juillet 1834.



Verniquet 1793-1799



Vasserot 1810-1836



Jacoubet 1829-1836



Atlas administratif de 1858⁷⁵

Figure 3 : extraits des plans de référence (1/4000^e en A4) (Ile de la Cité) (Annexe, p^o5)

⁷⁵ Observable grâce à la publication de Delesse en 1858

Topographie urbaine

La carte de la Renaissance réalise un saut qualitatif d'envergure avec les notions de représentation perspectiviste et de précision trigonométrique qui se développent durant la période Moderne. Ainsi, si la science nouvelle est là, il faut un temps long pour parvenir aux chefs d'œuvres cartographiques de la fin du XVIII^e siècle. Ils sont rendus possibles par la précision des instruments et l'intérêt économique et juridique qu'acquiert la représentation urbaine : les plans d'alignement de rues qui deviennent réglementaires en 1756 nécessitent une représentation à échelle fine. Le plan atteint alors une précision qui nous est contemporaine.

Après avoir identifié le cheminement qui a mené au plan quasi contemporain dès avant le XIX^e siècle à Paris, mettons en relief cette image de la ville. Le phénomène s'est produit lui aussi bien avant le Second Empire. Nous voulons démontrer que cette autre révolution technique, plus discrète, moins perceptible et donc moins mise en valeur par l'historiographie, est tout aussi fondamentale pour la transformation d'une ville. Nous enquêterons donc par la suite sur les productions de la science cartographique en général, puis pour Paris entre 1750 et la fin du XIX^e siècle, afin de mieux percevoir cette évolution des représentations épaisses, et de leurs usages.

3. Représentations de l'épaisseur : du militaire au civil

Une affaire pratique de militaires

Comme souvent en histoire scientifique, un besoin précis crée l'effort nécessaire à la découverte. Au XVIII^e siècle, ce sont les militaires qui ont, les premiers, besoin d'informations sur le relief. Les nécessités civiles sont timides, ainsi que nous le développerons davantage dans la partie II : les géographes progressent dans la compréhension du relief autour de la Seine, à Paris, la géologie n'est pas encore une science spatiale.⁷⁶ Guillaume montre que la préoccupation de l'expression du relief est davantage militaire et

⁷⁶ Cuvier et Brongniart publiant la première carte géologique en 1811. Georges Cuvier, Alexandre Brongniart, *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris*, Paris, de Baudouin, 1811 (Cuvier and Brongniart, 1811)

hydraulique plutôt que maritime.⁷⁷ Ceci apparaissant dès les guerres européennes de Louis XIV :

« Dès 1672, le manque de connaissance exacte des niveaux des eaux des canaux de la Hollande et de leurs effets, fut cause que l'on perdit le temps de s'approcher d'Amsterdam dès que le roi fut maître d'Utrecht, et que l'on n'occupa pas assez tôt Muyden d'où cette grande ville tire la plus grande partie de ses eaux douces. Ce même manque de connaissance des niveaux des eaux nous engagea dans la suite à couper les digues, qui firent des effets contraires à ceux qu'on attendait »⁷⁸

Tous les traités de fortification de la première moitié du XVIII^e siècle soulignent l'intérêt d'exprimer le relief par un système de cotes dont on trouve les traces dans les opérations topographiques relatives au creusement des ports et au tracé des profils transversaux des routes. La précision de l'arpentage progresse entre la *Géométrie de l'arpenteur* de Doyen⁷⁹ de 1782 et le *Traité de trigonométrie rectiligne et sphérique* de Cagnoli⁸⁰ - sorti de l'Ecole du Génie de Turin. Il y synthétise les derniers perfectionnements de la triangulation du territoire et développe les procédés de levé de détails, si importants dans les opérations de reconnaissance : une fois effectuée la triangulation primaire, nous avons tous les éléments propres à fixer le canevas (grille cartographique) et à disposer les masses principales d'un pays dont on veut avoir la carte trigonométrique. Mais il ne suffit pas d'avoir ainsi élevé la charpente de l'édifice, il faut en coordonner et lier toutes les parties de manière à pouvoir ensuite le revêtir plus facilement des formes qu'il doit avoir : tel est le but à atteindre par la triangulation secondaire. Les ingénieurs-géographes, « maîtres des réseaux imaginaires, en enveloppent les terres régionales et locales. » La question du relief est toutefois alors loin d'être aboutie.

Période de l'Empire : la commission de 1802

Un débat anime la société scientifique de l'époque, sur la façon de produire des cartes. Le premier problème est l'absence de méthode visant à figurer précisément le relief, alors qu'on

⁷⁷ André Guillaume, *Bâtir la ville : révolutions industrielles dans les matériaux de construction : France-Grande-Bretagne (1760-1840)*, Champ Vallon, 1995 (Guillaume, 1995)

⁷⁸ Selon les mots du marquis de Feuquières. Antoine de Pas Feuquières, *Mémoires*, Jules de Pas Feuquières, 1740 (de Pas Feuquières, 1740)

⁷⁹ Guillaume Doyen, *Géométrie de l'arpenteur, ou Pratique de la géométrie*, Charles-Antoine Jombert 1769 (Doyen, 1769)

⁸⁰ Antonio Cagnoli, *Traité de trigonométrie rectiligne et sphérique, contenant des méthodes et des formules nouvelles, avec des applications à la plupart des problèmes de l'astronomie*, Didot l'aîné, 1786 (Cagnoli, 1786), (traduit de l'italien en 1786).

commence à voir les avantages de le mesurer, que ce soit en guerre ou en civil. Napoléon produit beaucoup de cartes dans la plupart des contrées européennes.⁸¹ De plus, il se situe dans la dynamique scientifique révolutionnaire et universaliste qui crée des référentiels et des normalisations dans la mesure.

En conséquence en 1802, pour mettre « de l'ordre et de l'uniformité » dans l'ensemble disparate de la cartographie, le général Nicolas-Antoine Samson réunit une commission de perfectionnement de la topographie qui élabore des normes du figuré de terrain et des « signes conventionnels » pour la cartographie. Cette commission (dominée par les militaires),⁸² décide que les « expressions du relief et de la nature du terrain seront représentés par :

- des lignes de plus grande pente (hachures) et éclairage oblique nord-ouest (estompage)
- des points cotés : cotes absolues (niveau de la mer) et relatives (niveau zéro local) »

Par ailleurs, il y a un problème autour du zéro. On ne sait quel point prendre pour référence pour mesurer des différences de hauteurs, le niveau de la mer n'étant pas défini. Nous l'aborderons dans la partie de géomatique appliquée.

La consommation de cartes de Napoléon I^{er}

Dans *Les Ingénieurs Géographes Militaires*, le colonel Berthaud mène en 1902 une monographie très détaillée sur l'histoire de ce corps des armées dont il est le lointain héritier.⁸³ Branche du génie, ce corps des armées est créé en 1748, en même temps qu'une école dédiée, puis en 1776 avec son organisation complète et le nom d'ingénieurs géographes. Il connaît un âge d'or sous les campagnes de Napoléon, il s'agit d'une facette méconnue mais fondamentale pour le fonctionnement des armées.

⁸¹ « La cartographie militaire fera des progrès considérables sous l'Empire. Napoléon confie au baron Louis Albert Guislain Bacler d'Albe (1761-1824), [...] la réalisation d'une carte de l'Europe, [...] perdue à la Berezina ». (Brezinski, 2010), p°154

⁸² Patrice Bret, « Le moment révolutionnaire : du terrain à la commission topographique de 1802 », in *Les usages des cartes, pour une approche pragmatique des productions cartographiques*, Presses Universitaires de Strasbourg, 2005 (Bret, 2005), p°86

⁸³ Chef de la section cartographique du Service Géographique des Armées. Colonel Berthaud, *Les ingénieurs géographes militaires, Tome 1 et 2*, Imprimerie du Service Géographique, 1902



Figure 4 : le corps des Ingénieurs Géographes Militaires⁸⁴

Retenons de cet imposant ouvrage l'histoire de la carte de Russie et de la « carte de l'Empereur » lors de la campagne de la Grande Armée (1812-1813). Elles ont un destin similaire, et révélateur :

- de la nouvelle dimension hautement stratégique de la carte dans l'armée,
- mais aussi de l'artisanat qui la produit,
- et de la fragilité de données souvent laborieusement recueillies

Après plusieurs d'années d'intenses recherches et efforts pour la constitution de la carte de l'Europe centrale (en 1811, la « grande carte de la Russie européenne » est introuvable), c'est finalement avec un grand nombre de carte russes distribuées aux officiers au 1/500 000^e que la campagne de 1812 débute. Mais il n'y en a pas suffisamment. Le 26 juin, le maréchal Berthier rappelle de la manière la plus pressante la nécessité d'expédier d'urgence une voiture chargée de cartes de la Russie, si cette voiture n'était déjà partie : « Ces cartes nous sont indispensables ; les officiers généraux ne peuvent faire un pas sans les avoir, même les colonels détachés. »⁸⁵ Un décret de Napoléon du 30 juillet 1812 prescrit le départ d'un

⁸⁴ Colonel Berthaud, *Les ingénieurs géographes militaires, Tome 2*, Imprimerie du Service Géographique, 1902 (Berthaud, 1902), p°1

⁸⁵ Id., p°247

nouveau fourgon contenant 500 exemplaires de la carte de la Russie, afin d'étendre son usage aux chefs d'escadron et aux capitaines de la cavalerie. Au total, fin aout 1812, plus de 1000 cartes de la Russie, soit 50 000 feuilles, guident l'armée.

Pendant ce temps, des graveurs parisiens les produisent avec un rythme de deux graveurs travaillant sur chaque planche, se relayant toutes les six heures. Un service de voitures est organisé afin de prendre à temps ces graveurs à leur domicile et les y reconduire, de manière à ne pas perdre un instant pour leur travail et leur repos. Pendant le mois d'aout, jusqu'à 22 presses, dans divers ateliers de la ville, sont uniquement consacrés aux tirages des feuilles de la carte de Russie. Berthaud conclut que « jamais les cartes n'avaient été, pour aucune campagne, délivrées dans une pareille proportion. »⁸⁶ A côté de ces exemplaires « standards », Napoléon dispose d'une grande carte de l'Europe.

Lors de la retraite, les pertes du corps sont aussi importantes que le restant de l'armée : au mois d'octobre, Bacler d'Albe qui le dirige, est fait prisonnier par les Russes qui s'emparèrent en même temps de tout le matériel topographique de la Grande Armée. Le général Samson est également pris par l'ennemi le 5 décembre : « pendant une reconnaissance vers Dorogobouj, avec Delahaye, Laignelot, et Guibert ; ils se trouvèrent subitement entourés de 200 cosaques. »⁸⁷

Le 25 décembre, Théviotte, aide de camp, succède à Samson et annonce par une lettre au dépôt de la guerre de Paris qu'il ne reste que 20 exemplaires de la carte de Russie dans toute l'armée. Le 29 décembre, il adresse au même dépôt un plan de Moscou ; c'était à peu près le seul document intéressant qu'il eut pu conserver, à Königsberg, « jusqu'à nouvel ordre, avec le roi de Naples, le prince et tout l'état major général, ou plutôt les débris »

La plus grande partie des feuilles de la fameuse carte de l'Allemagne de l'Empereur, est « à jamais détruite, puis qu'il n'en existait aucun double. » Il en va de même pour la « grande carte de l'Empereur », qui disparaît en totalité, en partie pendant la retraite de Russie et le restant après la bataille de Leipzig. Ce n'est qu'après le désastre de la retraite de Russie, que Napoléon accepte l'idée que les cartes soient faites en double, ce qui n'était pas forcément le cas avant, comme la carte de l'Allemagne ou la grande carte de l'Europe le démontrent.

⁸⁶ Id., p°247

⁸⁷ Id., pp°248-249



Figure 5 : carte de Madrid, 1808 : relief représenté par ombrages et hachures⁸⁸

⁸⁸ *Les ingénieurs géographes militaires, Tome 2* (Berthaud, 1902), p°196

Persistance des « plans-reliefs »

Beaux et imposants exemples de nouvelle technique - ici pour la représentation tridimensionnelle à des fins militaires -, les plans-reliefs conservés aux Invalides sont de temps en temps l'objet d'une exposition.⁸⁹ Ils ont assez longtemps revêtu un aspect à la fois précieux et stratégique, suffisant à démontrer une supériorité sur les techniques de représentation papier de leur époque. On y sculpte ce que les techniques graphiques sont encore peu capables de représenter efficacement.

Le plan-relief vise à réaliser la maquette d'un projet pour une place forte, d'une place existante ou encore de travaux de siège. Les maquettes représentent généralement les lieux à un pied pour cent toises (1/600^e). Sous Louis XIV le premier d'entre eux est consacré à Dunkerque. La collection se poursuit sous la Régence et sous Louis XV, dans un service spécial qui ne dépend pas du Dépôt de la Guerre. Le mouvement connaît un grand succès jusqu'à la moitié du XVIII^e siècle où les commandes déclinent. La collection est déménagée en 1777 vers les combles des Invalides pour libérer de la place au Louvre.⁹⁰

Un regain d'intérêt apparaît sous l'Empire. Le 27 ventôse an X (18 mars 1802), le directeur du Dépôt de la Guerre décide qu'il serait construit des reliefs pour l'étude de la topographie :

- pour la « topographie détaillée » : qu'ils seraient au 1/10 000^e, de superficie 1 mètre carré, figurant un terrain plat, un terrain moyen une petite et une grande montagne. Une réduction devait par la suite permettre de « juger de la dégradation des ombres d'un même objet figuré à des échelles différentes »
- pour les « plans-relief d'études », on choisit le 1/100 000^e pour la topographie générale, 1/50 000^e pour les zones frontalières, 1/10 000^e pour les plans de positions, et enfin 1/5 000^e pour les places et ouvrages d'art.

Les décisions suivent de peu la commission de 1802 que nous avons vue précédemment, mais ont été peu appliqués :

« Le Dépôt de la Guerre étant mal outillé pour ce type de construction, et ne possédant aucun artiste exercé dans ce genre. Il s'en occupa cependant accessoirement, parce que Napoléon prenait beaucoup d'intérêt aux reliefs topographiques ».⁹¹

⁸⁹ La dernière a eu lieu au Grand Palais en janvier et février 2012.

⁹⁰ <http://www.museedesplansreliefs.culture.fr/presentation-musee/historique.php>, le 20-10-2014, 15h00, et (Warmoes, 1997)

⁹¹ *Les ingénieurs géographes militaires, Tome 2* (Berthaud, 1902), p°303

Retenons que sous l'Empire, les ingénieurs géographes ne parviennent donc pas à donner de la précision à leurs reliefs. Le travail est presque totalement artistique :

« Les hauteurs n'étaient déterminées que par un nombre souvent très limité de points cotés. [...] La première application sérieuse des courbes de niveau à la topographie proprement dite ne fut faite que de 1809 à 1811 aux levés du golfe de la Spezzia, encore s'agissait-il que de levés à très grande échelle. Les ingénieurs géographes ne disposaient d'aucun instrument de nivellement topographique, [...] l'éclimètre n'était pas inventé. Ils se bornaient à figurer le terrain en hachures, *de sentiment*. »⁹²

Retenons que les militaires, malgré l'intérêt de Napoléon pour les plans-reliefs,⁹³ continuent de traiter la topographie de façon majoritairement qualitative à l'exception notable du plan pour du golfe Spezzia, faute d'un nombre suffisant de relevés, d'instruments et enfin, faute « d'artistes exercés ».

⁹² Id., p°304

⁹³ On peut ici repenser à l'hypothèse de Victor Hugo sur la cause principale de l'issue de la bataille de Waterloo : un problème de connaissance du relief, avec le chemin de Ohain à Braine-l'Alleud qui ne figurait pas sur les cartes de Napoléon et que personne ne lui avait indiqué. La majeure partie de la cavalerie française y périt, écrasée dans la tranchée encaissée du chemin. (Victor Hugo, *Les Misérables*, Le Livre de Poche, 1985 (Hugo, 1985), p°456) : « Un jour de bataille, ce chemin creux dont rien n'avertissait, bordant la crête de Mont-Saint-Jean, fossé au sommet de l'escarpement, ornière cachée dans les terres, était invisible, c'est-à-dire terrible. »

Chapitre 2 Les deux plans « inventant » la troisième dimension urbaine à Paris

4. Le XIX^e siècle et le génie : le relief se conquiert en ville

Le relief dans l'histoire cartographique au XIX^e siècle

Cette carence de relief marque la cartographie nationale jusqu'en 1880. Dans *La représentation des données géographiques*,⁹⁴ il est noté que la ligne de niveau n'apparaît qu'après la publication de la dernière feuille de la première série des cartes d'Etat-major, en 1880. En effet, en 1877, on émet l'idée de remplacer les hachures par des courbes de niveau, idée qui est reprise en 1878. S'en suit la création de la carte au 1/50 000^e dite carte « type 1900 » inachevée mais complétée par celle dite du « type 1922 ». La cartographie nationale a donc attendu près d'un siècle pour appliquer la précision de la ligne de niveau. La série est restée inachevée, mais complétée par celle de « type 1922 » de 1920 à 1940.

La France en relief ne devient donc une réalité qu'au XX^e siècle. On peut lire dans le *Dictionnaire de l'Urbanisme* qu'Hausmann, par sa commande au service dirigé par Deschamps, est le premier à avoir jeté les lignes de niveau sur le territoire parisien.⁹⁵ Dans les ouvrages d'histoire de la cartographie, la question de la carte en relief est relativement peu traitée par rapport à cette importante distance chronologique se formant entre le territoire urbain et celui du territoire national. Postulant une intime corrélation entre le projet de transformations pour la ville et les représentations disponibles ou désirées, nous voulons porter de l'intérêt à cette représentation en relief. Ce chapitre vise à montrer que la ville, spécifiquement Paris, a été en avance sur la chronologie générale que nous avons déterminée, y compris par rapport à celle qui débiterait au Service du Plan des années 1850. Nous commençons par étudier plus précisément les méthodes permettant la mesure.

Méthodes de mesures de terrain : le baromètre

Le but est pragmatique : comment mesurer la différence de hauteur entre deux points éloignés ? La méthode la plus instinctive est un instrument de mesure métré. La question n'est

⁹⁴ Michèle Béguin, Denise Pumain, *La représentation des données géographiques*, Armand Colin, 2009 (Béguin and Pumain, 2009), p°24

⁹⁵ *Dictionnaire de l'Urbanisme*, article « Urbanisme » : « Mais [Hausmann] a fait exécuter le premier plan global de Paris avec courbes de niveau ». (Merlin and Choay, 2009)

pas nouvelle, par rapport à plusieurs problèmes émergents au XIX^e siècle : on a jusqu'ici trouvé des remèdes ponctuels à ce qui est une réelle difficulté. Par exemple, pour la construction des canaux on mesure au fur et à mesure de l'avancée pour en tracer le parcours, assurant la pente constante. La mire sur faible distance assure une efficacité physique.

La physique de ce début de XIX^e siècle apporte une élégante et nouvelle solution : jouer sur l'observation des comportements du mercure. Le phénomène est étudié en premier par Blaise Pascal, mais n'est rendu fonctionnel que par Laplace en 1805 en déterminant l'équation reliant à la fois les hauteurs de mercures dans les baromètres des deux stations de mesures, la température de l'air au moment de la mesure dans ces deux mêmes stations et la « distance au centre de la terre de la station inférieure ».⁹⁶ Autrement dit l'altitude. Par la suite, des tables de calculs permettent de résoudre l'équation dans la plupart des cas de figures.

Barles explique que les milieux hygiénistes et techniciens de la ville restent réfractaires à cette « nouvelle technologie », sa fiabilité est démontrée comme douteuse, quand bien même des savants reconnus comme Prony restent acharnés à utiliser le baromètre, « de façon symptomatique de l'attitude des ingénieurs à l'égard du monde où l'outil de l'analyse en devient le fondement ».⁹⁷ En pratique, dans les travaux de mesures du terrain que nous étudions, l'usage du baromètre est moins précis, plus sujet à variations incontrôlées que l'œil de l'ingénieur sur la mire de son aide, est donc limité à des travaux rapides recherchant des données générales. Le nivellement - qui est encore une technique de luxe à cette époque - couterait cher en temps et en main d'œuvre. Par exemple, la carte de Cuvier et Brongniart en 1810 se base partout où cela est possible sur le nivellement général de Girard de 1805 (Montmartre, Observatoire, etc.), mais complète par les mesures au baromètre pour les collines des environs de Paris. Finalement, le topographe reste pour longtemps la référence du travail de précision que requièrent les réseaux de surface et souterrains en genèse en ce début de siècle.⁹⁸

⁹⁶ Pierre-Simon Laplace, « De la mesure des hauteurs par le baromètre », in *Oeuvres complètes publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. les secrétaires perpétuels*, vol. IV, 1880 (Laplace, 1880)

⁹⁷ *La ville délétère. Médecins et ingénieurs dans l'espace urbain aux XVIII^e-XIX^e siècles* (Barles, 1999b), p°187

⁹⁸ Sabine Barles décrit la reconnaissance topographique comme « un point de vue montagnard, qui met en valeur une différence de niveau et un point culminant, point de vue de l'eau et du réseau en général, où comptent avant tout la pente et, principalement, ses variations. Le baromètre s'avère ici inutile [...] », (Barles, 1999b), p°187

Méthodes de mesures de terrain : la mire

Frédéric Graber, dans *Le nivellement, une mesure pour l'action autour de 1800*,⁹⁹ décrit ainsi la méthode des relevés par mire :

« La mesure est réalisée en plaçant le niveau, instrument qui permet d'établir l'horizontalité et de viser, à égale distance entre deux de ces points où sont placés des manœuvres (les porte-mire) qui tiennent une perche graduée (la mire) sur laquelle ils doivent ajuster un panneau (le voyant, découpé en carrés blancs et noirs pour que la ligne centrale soit le mieux repérable) de façon à ce qu'il coïncide avec l'horizontalité de l'instrument. En soustrayant les valeurs mesurées successivement sur les deux points, on déduit la différence de niveau. En répétant l'opération, de proche en proche, on mesure les différences de niveau sur l'ensemble de la ligne. »¹⁰⁰

C'est cette méthode qui est appliquée dans le Génie. On perçoit son aspect chronophage par le nombre de mesures à réaliser et la difficulté à franchir les grandes distances. Le relief se mesure par différence, d'où le « piqueur », qui est l'homme porteur de la planche gravée qui accompagne le topographe dans ses randonnées. Le piqueur, adjoint au conducteur des Ponts et Chaussées, effectue sous les ordres de l'ingénieur des Ponts et Chaussées les relevés topographiques nécessaires pour déterminer le tracé, le profil en long et le profil en travers de la route ou du canal.

Invention de la ligne de niveau

Barles retrouve dans la personne de Du Carla l'inventeur des premières lignes de niveau théoriques :¹⁰¹

⁹⁹ Frédéric Graber, « Le nivellement, une mesure pour l'action autour de 1800 », in *Histoire et mesure*, XXI-2, 2006 (Graber, 2006)

¹⁰⁰ Frédéric Graber, *Paris a besoin d'eau*, CNRS Editions, 2009 (Graber, 2009), p°253

¹⁰¹ *La ville délétère. Médecins et ingénieurs dans l'espace urbain aux XVIII^e-XIX^e siècles* (Barles, 1999b), p°135



Figure 6 : les lignes de niveau conçues par Du Carla

La méthode de construction de cette première ligne de niveau nous est expliquée par Du Carla en 1782 comme suit :

« Commençons par la petite île fig. I. La première de ces lignes rentrantes, la plus grande, la plus voisine de celle des hachures [qui marquent la côte], représente le bord qu'auroit la mer, si l'eau s'élevait d'une toise. [...]

La seconde ligne rentrante DEFD, ajoutée aux cartes ordinaires, représente aussi le bord que prendroit la mer, si l'eau s'élevait encore d'une toise au-dessus du premier bord »

Un point important qui nous servira par la suite est la façon de dessiner la ligne de niveau, qui relie au mieux les points entre eux (car la campagne de mesure ne fournit que certains points, plus ou moins espacés entre eux et la façon de les relier constitue ce que nous nommerions une interpolation) : « Je crois qu'il faut s'écarter rarement de l'algorithme dixénaire »¹⁰²

En somme, pour exploiter au mieux la source, il nous semble qu'il vaut mieux se baser sur la donnée brute, que les logiciels modernes permettent d'interpoler avec une bien plus grande variété que ne le pouvaient les scientifiques en 1800. De plus, notre méconnaissance de « l'algorithme dixénaire » nous empêche de connaître ses propriétés exactes.

¹⁰² Du Carla, *Expression des nivellemens ou méthode nouvelle pour marquer rigoureusement sur les cartes terrestres et marines les hauteurs et les configurations du terrain*, 1782 (Du Carla, 1782)

Cartographies spécialisées

A travers la question du relief, nous voyons que les notions et les usages de techniques et d'échelles se séparent au début du XIX^e siècle. En effet, la gestion territoriale est l'héritage du corps des Ingénieurs Géographes, branche progressivement indépendante de celle du génie dans l'armée. Dans ce cadre, les décisions de la commission de 1802 ont la vie longue : on continue à hachurer le relief sur la carte d'état-major jusqu'en 1880.

D'un autre côté, la cartographie urbaine semble engendrer ses propres technologies de représentation, par les ingénieurs qui s'y déploient, dont nous venons de voir que ceux des Ponts et Chaussées maîtrisent des outils spécifiques. Pour le démontrer, nous allons maintenant présenter deux plans peu explorés dans leur perspective d'histoire urbaine. Nous les avons choisis comme pierres angulaires du travail de représentation diachronique qui suivra. Ces plans ont été négligés, tant dans l'historiographie qu'en tant qu'archives, mais sont pourtant des grandes nouveautés pour leurs époques. Ici, nous parlons des innovations pratiques, celles que nous recherchons. Les inventions théoriques, que nous avons décrites auparavant sont fondamentales à la compréhension et à l'exploitation de ces pièces dont nous voulons justement ici développer la valeur en tant qu'archives pour une histoire spatiale appliquée.

La spécificité de la ville par rapport au territoire national est un point peu abordé sur cette période. A travers le travail de Pierre-Simon Girard, nous allons voir qu'elle survient bien plus tôt qu'on ne le présente dans les synthèses générales de l'histoire cartographique ou de l'histoire urbaine.

5. Le plan de Girard (1805) et le plan de Delesse (1858)

Innovations cartographique et technique

Graber, dans *Paris a besoin d'eau* (2011) analyse le débat qui a animé administration, entrepreneuriat et corps d'ingénieurs autour de la construction du canal de l'Ourcq décidé par Napoléon pour Paris, inauguré fin 1808. Pour justifier de leur choix comme maître d'œuvres, le principal argument des ingénieurs d'Etat des Ponts et Chaussée est l'incapacité des entrepreneurs privés Solages et Bossut¹⁰³ à réaliser un nivellement correct, essentiel pour

¹⁰³ Frédéric Graber, *Paris a besoin d'eau*, CNRS Editions, 2009 (Graber, 2009), p°254

savoir où le canal devra s'emboucher sur la Marne ou sur l'Ourcq. La précision de leurs mesures assure fierté et légitimité aux ingénieurs des Ponts.¹⁰⁴ C'est finalement un succès pour les arguments de ces derniers, auxquels donne raison le Premier Consul, qui se matérialisent par le choix l'ingénieur en chef Pierre-Simon Girard comme maître d'œuvre. Ce dernier avait par ailleurs été membre de l'expédition d'Égypte du général Bonaparte futur commanditaire du canal.

Graber décèle un saut technique réalisé par l'ingénierie du canal de l'Ourcq. La nouveauté mise en place par Girard est de pouvoir désormais dessiner l'ouvrage depuis un bureau grâce à une connaissance topographique de première qualité. En effet les canaux, qui sont par excellence le grand chantier de génie pour l'aménagement du territoire au XVIII^e siècle, se dessinaient auparavant « sur place ». Les topographes suivant les contours du relief en maintenant la pente constante de leur ouvrage.

Une nouvelle méthode topographique est alors mise en place :

« Assez souvent les projets sont étudiés par les tracés sur les lieux. Cette méthode est pénible et donne inutilement de l'inquiétude aux propriétaires, si le tracé, après avoir passé chez eux, reçoit une nouvelle direction. Il parut préférable pour l'étude du canal dans Paris, de déterminer le relief du terrain par des plans et des nivellements bien exacts, et de tracer le projet dans le cabinet. Ce procédé n'a point les inconvénients ci-dessus, et il présente l'avantage de voir l'ensemble du terrain d'un seul coup d'œil et de donner une grande facilité d'étudier toutes les directions qui paraissent convenables. Il met les personnes chargées d'examiner le projet, à portée de reconnaître non seulement que le projet est possible mais encore que de tous les partis à prendre, c'est le préférable.

Mais surtout, c'est tout un idéal de méthode qui est conçu à cette occasion, l'ingénieur concepteur de génie civil travaillera dorénavant depuis un bureau : Girard a donc fait faire dans Paris exactement ce qu'il proposait dans son *Mémoire sur le nivellement général de la France* pour l'ensemble du territoire national. La solution idéale au problème du tracé est d'avoir un nivellement général : il permet d'écartier un social qui perturbe, mais surtout, en dominant l'ensemble du terrain d'un seul coup d'œil, il permet de montrer, outre sa possibilité, qu'une ligne est la meilleure. La carte réunit virtuellement tous les tracés imaginables et permet donc au moins de prétendre les avoir tous étudiés et comparés, pour ne finalement retenir que le meilleur. Le projet conçu « au vu de la carte » devient un idéal de méthode, lorsqu'on dispose d'un nivellement général. »¹⁰⁵

¹⁰⁴ Et pourtant, lors de l'Expédition d'Égypte, le nivellement réalisé entre la mer Rouge et la mer Méditerranée, montre une différence de niveau qui conclut à l'impossibilité de creuser un bras. Bourladoué en 1850 refait le nivellement avec des instruments plus précis et montre que la différence est inférieure à un mètre, ce qui justifie le creusement du canal de Suez voir Nathalie Montel, *Le chantier du canal de Suez (1859-1869). Une histoire des pratiques techniques*, Presses de l'École nationale des ponts et Chaussées, 1989 (Montel, 1989)

¹⁰⁵ *Paris a besoin d'eau* (Graber, 2009), p°266

Girard ne s'arrête donc pas au nivellement du canal *stricto sensu*. Après avoir réalisé les nivellements pour l'ouvrage (dont le parcours, l'embranchement, le bassin de La Villette -qui est inauguré en 1808-), il imagine une œuvre techniquement ambitieuse dont il a pu pressentir qu'elle serait fondamentale : relever par des points côtés la totalité de Paris. Ce projet a bien été réalisé, et a survécu dans sa version manuscrite unique à la Bibliothèque Historique de la Ville de Paris.¹⁰⁶ Elle a récemment été remise à jour par Laurence Lestel. Il s'agit d'une version annotée du plan de Verniquet où le relief urbain est pour la première fois atteint avec une rigueur au moins contemporaine.

Le premier point d'importance est la présence des lignes de niveau dont nous avons vu qu'elles ne deviennent une constante cartographique sur les cartes d'Etat-major qu'à partir de 1880. L'idée de la ligne de niveau est alors en voie de développement théorique (Du Carla) mais ne deviendra pas ni usage ni norme avant la seconde moitié du siècle (cartes d'Etat-major), par les décisions de 1878. Girard les réalise ici un demi-siècle avant à Paris en cotant le long des rues tous les nivellements d'un mètre, en reliant entre eux les valeurs identiques, obtenant par là les lignes de niveaux brisées sur les rues de la capitale. Un mémoire manuscrit est joint à l'Atlas, Girard y introduit son travail par « un système quelconque de distribution d'eau dans l'intérieur de Paris doit avoir pour base la connaissance exacte de la configuration du sol de la capitale. »

Intuitions archéologiques et apports directs à la géologie moderne, apports actuels

Girard crée alors un outil clef qui permet de faire avancer plusieurs sciences émergentes, en « civilisant » une considération qui n'était alors que militaire. La lecture du manuscrit de Girard en introduction du *Plan de Nivellement Général*¹⁰⁷ est marquante si on en considère la date de 1805 : ses préoccupations semblent avoir cinquante ans d'avance sur les premiers articles d'archéologie moderne, développée à Paris par Théodore Vacquer de 1841 à 1899 mais également à propos de la géologie moderne dont Cuvier et Brongniart s'approprient à jeter les fondements spatiaux à la suite du travail de Buffon.¹⁰⁸ Ce ne sont pas les buts premiers de

¹⁰⁶ Pierre-Simon Girard, Edme Verniquet, *Plan de nivellement général de la ville de Paris rapporté sur l'Atlas du plan général de la ville de Paris de Verniquet*, BHVP, 1810 (Girard and Verniquet, 1810)

¹⁰⁷ Voir annexe 2 : retranscription du *Mémoire*.

¹⁰⁸ Georges-Louis Leclerc Buffon, *Histoire et théorie de la Terre, avec les Preuves qui l'accompagnent*, Imprimerie Royale, 1749 (Buffon, 1749) ; Georges Cuvier, Alexandre Brongniart, *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris*, Baudouin, 1811 (Cuvier and Brongniart, 1811)

Girard : il ne fait pas « école », mais son œuvre donne la matière indispensable aux autres pour le faire.

L'archéologue parisien Alfred Bonnardot écrit en 1852 :

« Si j'entreprenais jamais une image fictive de Paris au XII^e siècle, mon premier travail aurait pour but des recherches sur l'état primitif du sol parisien. Je m'appliquerais à bien distinguer les mouvements de terrain naturel des exhaussements factices, tels que les quais, le monceau Saint Gervais, les buttes Copeau, Saint Roch, des Saint Pères et autres, qui, élevées en général dans le voisinage des fossés creusés sous Charles V, provenaient peut-être d'une partie des déblais de ces fossés. Cette étude du sol, sous le rapport archéologique, est encore à faire. Je citerai comme premier essai sur cette matière, in petit plan inséré dans les Recherches sur les eaux de Paris, par P. S Girard, in-4°, 1812. Il serait encore intéressant d'étudier quelles parties du sol primitif furent abaissées à diverses époques ; quelle direction précise suivait le ruisseau dit de Ménilmontant, devenu le grand égout, mais après tant de changements dans son cours originel, que les traces de son canal supérieur sont aujourd'hui perdues ». ¹⁰⁹

Contribution à la connaissance topographique historique urbaine

Si de nombreux essais ont abordé la morphologie historique de Paris, ils n'ont pu le faire que sur la base des plans disponibles qui ne distinguent pas les différences de niveau. Ainsi, un original d'Edme Verniquet n'indique pas que l'église Sainte-Geneviève soit juchée sur le flanc de la montagne Sainte-Geneviève - le sommet exact étant au niveau de la place de l'Estrapade -, ou encore la succession de monceaux qui caractérisent l'emprise de la ville médiévale. Il y a donc une perte d'informations dans toute étude qui n'incorporerait pas les lieux hauts et les lieux bas de la ville préindustrielle. Il semble par ailleurs, dans la lignée des travaux de Guillaume, que ces spécificités avaient une importance morphologique avant la mise en place de tous les processus les processus d'unification et d'écrasement du XIX^e siècle : réseau, réduction des pentes, rabotage des aspérités, paysage urbain uniformisé, et même plusieurs aspérités de relief gommées.

Ce plan est donc une première application de la ligne de niveau sur un espace global : une ville dans son état préindustriel. Girard a une grande avance sur son temps scientifique et c'est l'aspect fondamental qui pousse à une exploitation attentive de l'atlas. L'archive qui nous est léguée est donc précieuse, majeure et relativement oubliée, modifiant le curseur historique de cinquante ans quant à la lecture technique de l'espace à Paris. Il provoque les premières intuitions d'archéologie moderne et révèle ce qui sera l'apanage et la force des ingénieurs des

¹⁰⁹ *Etudes archéologiques sur les anciens plans de Paris* (Bonnardot, 1851), p°20

Ponts et Chaussées au XIX^e siècle. En milieu urbain comme à l'échelle du territoire, la technique du nivellement leur permet d'être à même de réaliser des grands travaux. Nous verrons en partie III que le nivellement est, cinquante ans plus tard, un rouage essentiel du Service du Plan et de la bonne marche de l'outil administratif planifiant la transformation de la capitale.

Il faut souligner ici que le plan n'est pas qu'historiquement important. Il l'est également pour un usage actuel. Etant le résultat des premières normalisations cartographiques qui mènent aux techniques contemporaines, il est parfaitement utilisable diachroniquement. Nous nous attacherons par la suite à sa numérisation et au traitement de son information.

Le plan de Delesse : première carte urbaine de l'épaisseur

La Bibliothèque Historique de la Ville de Paris conserve un exemplaire de la *Carte hydrogéologique de la Ville de Paris* dessinée par Achille Delesse en 1858. Ingénieur du corps des Mines à l'Inspection Générale des Carrières (IGC), Delesse est le spécialiste des expertises géologiques et hydrogéologiques commandées par Préfecture de la Seine. C'est à lui que s'adresse le préfet Haussmann, pour la production d'un objet cartographique nouveau comportant plusieurs lieux d'importance.



Figure 7 : cartouche de présentation de la commande du travail de Delesse

Le plan d'Achille Delesse est reconnu, cité dans *Les plans de Paris, histoire d'une capitale* de Pierre Pinon et Bertrand Le Boudec.¹¹⁰ Les hydrogéologues y trouvent leur plus ancienne archive : Philippe Diffre s'en est servi en 1969 dans le premier travail de référence sur

¹¹⁰ Pierre Pinon, Bertrand Le Boudec, *Les plans de Paris, histoire d'une capitale*, BNF APUR, 1998 (Le Boudec and Pinon, 2004), p°102

l'évolution de l'hydrologie de Paris et sa banlieue.¹¹¹ Les travaux des dernières décennies, qu'ils proviennent de l'histoire ou des sciences dures citent surtout la version de 1862 qui couvre l'ancien département de la Seine. Cette version est la plus intéressante pour l'hydrogéologie car elle couvre un ensemble plus géologiquement cohérent pour l'étude de la nappe phréatique.

Néanmoins, les historiens utilisent peu le plan qui le précède, datant de 1858 et qui se rapproche davantage de la version de travail. De telles versions de travail sont les plus intéressantes pour un travail spatial en ce sens qu'elles notent davantage d'éléments de mesures brutes. La plupart des dossiers de travail ayant péri dans l'incendie de l'Hôtel de Ville de 1871, nous y trouvons des éléments de mesure uniques et une échelle fine qui donne des gages de meilleure efficacité pour l'utilisation par les SIG. Le plan de 1858 est par ailleurs, d'après nos recherches, la plus ancienne version disponible du plan de Paris produit par le Service du Plan, décidé par Eugène Haussmann en 1856. Nous réutiliserons ce point en partie III.

C'est la vision épaisse de Paris, montrant l'omniprésence de l'eau souterraine, qui est cartographiée pour la première fois. Nous pouvons placer ce travail dans la continuité des travaux précurseurs mais discrets de Girard dans lesquels seul le canal de l'Ourcq et la future distribution d'eau potable étaient concernés. Alors que la carte de 1805 de Girard est expérimentale et unique, Delesse réalise la première démarche de synthèse spatiale remarquable sur les notions de strates urbaines : il représente le niveau du sol et celui des eaux souterraines sur un même support. Ainsi, nous pouvons estimer qu'il est le premier à représenter l'épaisseur, alors que Girard est le premier à maîtriser le seul relief. Avec la représentation de Delesse, l'extension souterraine systématique se confirme. Une nouvelle strate est contrôlée et représentée et devient systématiquement aménageable.

6. Le relief de Paris en 1805 : reconstitution cartographique

Choix de la source

Le plan Delesse dispose de lignes de niveau déjà interpolées et donc de beaucoup moins d'informations brutes que n'en fournit celui de Girard pour le niveau du sol. De plus, il lui est

¹¹¹ Philippe Diffre, *Hydrogéologie de Paris et de sa banlieue*, thèse, Université de Paris, Faculté des sciences, 1969 (Diffre, 1969)

postérieur de cinquante ans. Le travail de Girard ayant été retrouvé dans sa version manuscrite avec toutes les données brutes recueillies, notre choix pour une utilisation spatiale se porte naturellement vers cette archive de première main et de premier choix. Nous signalons ici que des versions réduites de cette campagne de mesure du relief ont été publiées en 1812 dans les *Mémoires sur le Canal de l'Ourcq* :¹¹² citées par Bonnardot en 1851. Au-delà de leur échelle réduite, elles sont déjà « mâchées » par les techniques d'interpolation de l'époque (peut-être l'algorithme dixénaire décrit par Du Carla) et les lignes ne sont alors plus espacées que de cinq mètres : beaucoup d'informations y manquent donc.

Eléments généraux

- La datation du plan : nous la fixons vers 1805, grâce aux deux seules dates notées, qui sont celles de la mesure du fil d'eau de la Seine, réalisé à deux endroits.¹¹³
- L'objet général : ce plan représente le niveau accidenté exact de la ville, à l'échelle de la rue. Il est représenté par des lignes brisées, qui sont la version non interpolée des courbes de niveau. Ou bien, si l'on préfère, une interpolation linéaire de degré un. Girard ne dénature pas ses mesures brutes qu'on peut réutiliser telles quelles, soit en reprenant son interpolation de degré un, soit en réalisant une autre plus complexe.

Eléments de géographie physique ajoutés par Girard

- Les altitudes des points d'intersections des rues,
- les valeurs entières rencontrées sur les rues (en pratique tous les dénivelés de un mètre à partir du bassin de la Villette),

¹¹² Pierre-Simon Girard, *Mémoires sur le Canal de l'Ourcq et la distribution de ses eaux : sur le dessèchement et l'assainissement de Paris, et les divers canaux navigables qui ont été mis à exécution ou projetés dans le bassin de la Seine*, Carilian-Goeury, 1843 (Girard, 1843)

¹¹³ La mesure est réalisée le 5 prairial an XIII en face du Jardin des Plantes et de la pompe à feu de Chaillot, c'est à dire le 25 mai 1805 : c'est le seul indice que nous ayons quant aux dates des relevés de Girard. Les conservateurs notent (1810-1820) pour l'Atlas, certainement pour le relier au *Recherches sur les eaux publiques de la Ville de Paris* éditées en 1812 (Girard, 1812), car peu d'informations archivistiques ont filtré de ce travail. Nous déduisons ici que les relevés ont eu lieu pendant les travaux du canal de l'Ourcq, ce qui est finalement logique, car la distribution d'eau dans Paris en est explicitement l'objectif et que celle-ci est prévue lors des travaux du canal (1802-1808). Pour finir cette discussion sur la datation, même si nous savons que les travaux ont duré plusieurs années, nous conservons 1805 pour la suite, Girard précisant dans le manuscrit introductif (reproduit en annexe 2) : « Les détails de cette opération graphique qui a duré plusieurs années, ont été suivis et rassemblés avec beaucoup de soin par M. Egault Ingénieur des Ponts et Chaussées attaché aux travaux du Canal de l'Ourcq et au service extraordinaire des Eaux de Paris ».

- le terrain naturel : stipulé lorsqu'il est rencontré de façon avéré (en pratique uniquement dans la cour des Tuileries),
- le niveau de la Seine : il n'est mesuré qu'à deux endroits : en amont et en aval. Girard retrouve et détermine une pente de 1/4000^e. Cette dernière avait été estimée par Jean Picard (1620-1682),¹¹⁴ rapportée par Deparcieux. Alors que ce travail précurseur sur la Seine, semble relativement oublié,¹¹⁵ il en avait résulté une pente de 1/6000^e.
- Nous remarquons qu'un semis de points assez dense est relevé dans les parcelles entre la Villette et Bastille. Le canal Saint-Martin étant la mission de Girard, dont ce plan est le corolaire cartographique : ce semis confirme que le tracé du canal Saint-Martin n'est pas encore décidé en 1805 (la section reliant le bassin de La Villette au bassin de l' Arsenal ne sera creusée qu'après la fin de l'Empire et inaugurée en 1825).
- Les bouches d'égout : en même temps que les explorations de Bruneseau, cité par Victor Hugo comme « l'homme le plus intrépide de l'Empire »,¹¹⁶ Girard en réalise le relevé scientifique en mesurant la hauteur exacte de chaque bouche d'égout. C'est une première qui donne une source sans doute unique permettant d'étudier la gestion et les structures réelles de l'eau dans la ville préindustrielle, avec des lieux exacts, des cotes exactes. Les autres sources pouvant les décrire sont qualitatives, sans relief, faute d'instruments de mesures disponibles et donc simplificatrices : les écrits produits sont progressistes, pré-hygiénistes et ne peuvent étudier précisément un fonctionnement antérieur, le plus souvent faute de sources.¹¹⁷

¹¹⁴ *Plan de nivellement général de la ville de Paris rapporté sur l'Atlas du plan général de la ville de Paris de Verniquet* (Girard and Verniquet, 1810). Le nivellement de Picard est cité par Deparcieux : « Selon les nivellemens de M. Picard, la Seine n'a, depuis Valvin jusqu'à Sève, qu'environ un pied de pente par mille toises, tantôt plus, tantôt moins. Que la Seine soit haute ou qu'elle soit basse, la pente de la surface de l'eau reste toujours la même ou à peu près, par-tout où le canal de la rivière est libre, sans qu'il faille néanmoins prendre cela à la rigueur, à cause des inégalités de la largeur de son lit, et des plaines à droite et à gauche plus ou moins étendues. » *Mémoire sur les inondations de la Seine à Paris* (Deparcieux, 1764)

¹¹⁵ Ce premier pas autour de la mesure du fleuve est peu cité après Deparcieux : « Picard est également à l'origine du nivellement indirect qui consiste à utiliser les différences zénithales pour calculer la différence d'altitude entre deux points. La technique fut reprise par d'autres mais les résultats étaient médiocres. Cassini de Thury explique que c'est la réfraction atmosphérique qui empêche que les calculs soient exacts », selon Claude Brezinski, *Les images de la terre, cosmographie, géodésie, topographie, cartographie à travers les siècles*, L'Harmattan, 2010 (Brezinski, 2010)

Barles rappelle que le nivellement le plus célèbre de Jean Picard est réalisé entre Orléans et Versailles, démontrant ainsi qu'un canal est inenvisageable pour alimenter les jardins. (Barles, 1999b), p°121

¹¹⁶ Victor Hugo, *Les Misérables*, Le Livre de Poche, 1985 (Hugo, 1985) , p°1695

¹¹⁷ Alors que Bruneseau et Girard produisent les premières cartes au début du siècle, Belgrand fournit une comptabilité des puits en annonçant au début de son ouvrage qu'il est le premier à s'y intéresser, Geneys ne comptabilise pas l'eau issue des puits dans son chapitre sur l'approvisionnement en eau de Paris de 1829.

Nous avons réalisé la comptabilité précise et numéraire de tous ces éléments dans le travail de saisie vectorielle, qui est présenté plus loin.

Sémiologie cartographique par Girard

Dans le manuscrit introductif, la carte est précisément décrite :

« On a porté *aux intersections de toutes les rues les hauteurs correspondantes du sol* ; et comme ces hauteurs diffèrent de quantités inégales, on a cherché entre ces deux intersections consécutives, en supposant la pente du terrain uniforme, un ou plusieurs points de la même rue, dont les hauteurs variaient *d'une quantité constante que l'on a fixée à un mètre*. Tous les points des diverses rues qui ont été trouvés à la même hauteur, ont ensuite été *réunis par des lignes droites* ; on a obtenu ainsi le tracé de plusieurs polygones qui représentent évidemment les intersections du sol par une suite de plans horizontaux élevés d'un mètre les uns au-dessus des autres.

Ces polygones, plus ou moins rapprochés, suivant que les pentes sont plus ou moins rapides, indiquent à l'œil, de la manière la plus sensible et la plus rigoureusement exacte, le penchant des collines qui bordent les deux rives de la Seine, *et la configuration des monticules factices* dont nous avons indiqué l'origine dans l'intérieur de la ville.

Les côtes qui marquent le niveau du sol aux intersections des différentes rues, sont indiquées *en noir* sur le plan de Paris, elles ont été obtenues immédiatement par le nivellement de ces rues.

Les côtes intermédiaires tracées en rouge ont été calculées comme nous l'avons dit pour servir au tracé d'une suite *de lignes de niveau*, élevées d'un mètre les unes au-dessus des autres.

Les lignes de niveau sont tracées en rouges et portent un *liseré jaune du côté vers lequel le terrain s'incline*, ce qui indique à la simple inspection d'une feuille du plan et sans qu'il soit nécessaire de recourir aux côtes, la configuration du terrain.

Les points culminans des rues où *les points de partage des ruisseaux sont marqués par deux flèches bleues dirigées en sens contraires*. »

Synthèse sémiologique des ajouts de Girard :

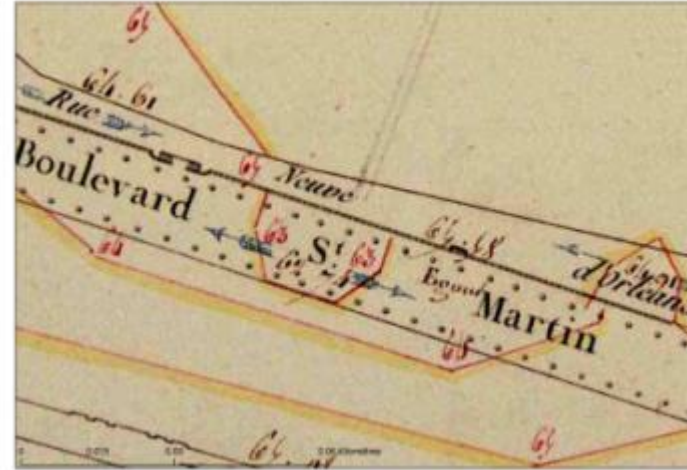
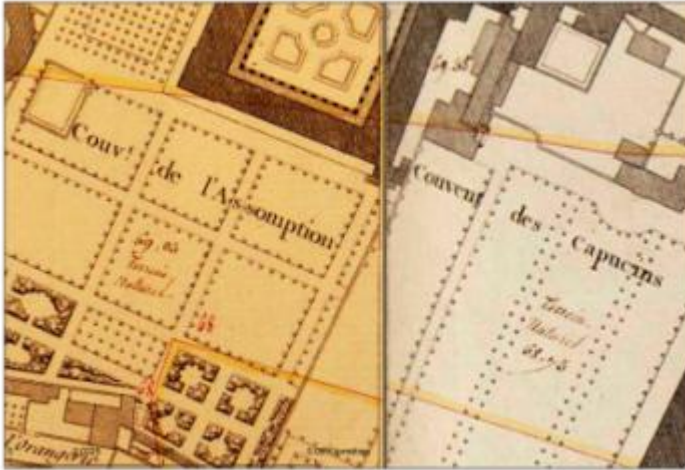
Nous rappelons que toutes ces informations nouvelles sont manuscrites sur un *Atlas Verniquet*. Les divers types d'annotations sont résumables ainsi :

- Mesures cotées rouges : les valeurs entières rencontrées au fil des rues,
- mesures cotées noires : les valeurs aux carrefours,
- flèches rouges divergentes : partage des eaux et mesure cotée du point de crête,
- nombre entouré d'un carré, en rouge : un point de contrôle du *Nivellement Général*,

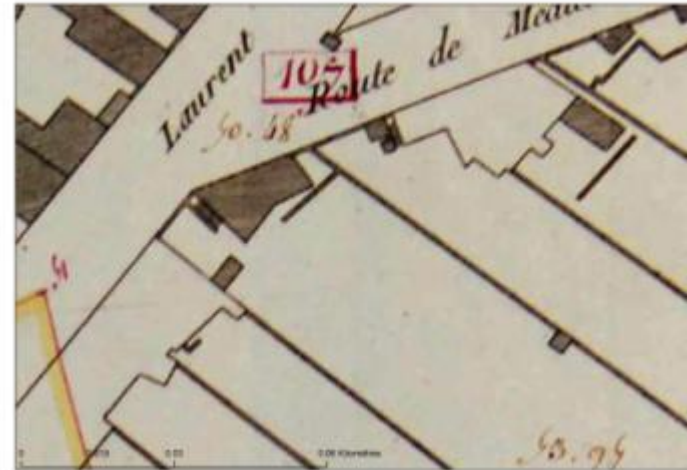
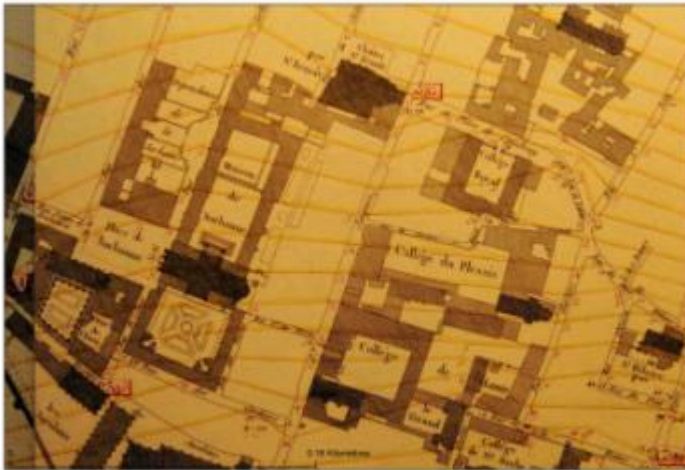
- quelques exceptions remarquables : certains niveaux du « terrain naturel », en noir, ainsi que quelques mesures réalisées en parcelles, dans les zones où le futur Canal est susceptible de passer, en noir également,
- bouches d'égouts : ce sont des petits rectangles à l'échelle viaire, représentant les « larges grilles carrées à gros barreaux dont le fer luisait fourbi par les pas de la foule, dangereuses et glissantes aux voitures et faisant abattre les chevaux »¹¹⁸ qu'étaient les bouches d'égout préindustrielles.

Visuels de la sémiologie d'origine

¹¹⁸ *Les Misérables* (Hugo, 1985), pp.1703-1705



Terrain naturel noté dans la cour du Louvre, 750° (A4) Bouche d'égout et rupture de pente, 500° (A4)



Lignes brisées sur les pentes de la Montagne Sainte-Geneviève, 1000° (A4) Points nivelés : intersections, pas de 1 m sur rues, terrains où le canal peut passer, 500° (A4)

Figure 8 : sémiologie des apports de Girard sur Verniquet

Autour de la source : système de projection, géodésie, géoréférencement

Ce qui est bien connu dans des structures spécialisées en cartographie¹¹⁹ est à priori non trivial pour un historien, *a fortiori* s'il ne pratique pas régulièrement les SIG. Sans rentrer dans le détail des interfaces, nous voulons ici justifier de notre cheminement dans quelques principes techniques pris en compte. Les notions en jeu sont cartographiques.

Pour ce qui est du choix d'un système de projection, alors que la question ne se poserait pas si l'on travaillait sur une base de données déjà construite de type Open Street Map, APUR, IGN, ou encore IAURIF où les systèmes de projections sont inscrits dans des couches de la base de données, elle se pose de fait pour une carte historique qui a été réalisée dans les systèmes et les techniques de son époque. Que ce soit pour la projection ou bien pour la mesure des altitudes, il est essentiel de comprendre le sens des données brutes pour pouvoir les transformer en systèmes actuels. Nous commençons ici par l'étude de la représentation du plan, à travers notre exemple de la carte de Girard, version annotée de celle de Verniquet de 1791. Les concepteurs de la carte se basent ou créent eux même une triangulation de référence. Puis ils utilisent un système de projection (liant la carte à la géodésie) qui permet de contrôler la transformation du morceau de surface terrestre en plan papier. C'est ici qu'interviennent les divers systèmes dits Lambert pour la France ou WGS 1984, version mondiale et actuellement la plus répandue.¹²⁰

Comme annoncé en première partie du chapitre, la cartographie urbaine est moins sensible au traitement de la géodésie. La surface étant faible, il semble qu'il n'y ait pas besoin de la projeter sur papier comme « cône de Terre ». Ainsi, aucun système de projection n'est associé aux plans de villes que nous avons rencontrés, la question n'est pas abordée par les auteurs. Nous nous en justifions ici dans le but de raccrocher ce type précieux d'archives aux méthodes et théories générales de la cartographie. D'autres historiens peuvent être confrontés aux mêmes questions, rarement traitées dans les ouvrages de cartographie historique, certainement faute d'utilisation de SIG.

¹¹⁹ Institut Géographique National (IGN), Ecole Nationale Supérieure des Géomètres Topographes (ENSGT), etc.

¹²⁰ 80% de la production cartographique mondiale s'exprime dans ce système, développé par des militaires aux USA.

Plusieurs travaux du XVIII^e siècle ont consisté à déterminer par triangulations la meilleure méridienne passant par l'Observatoire.¹²¹ Ces techniques de travail ont permis aux auteurs de « caler » le modèle cartographique de terrain à une réalité terrestre : celle du modèle mathématique des géodésiens. Pour Paris, la mire de Montmartre suffit à définir le méridien traversant la ville et passant par l'Observatoire. Donc il suffit à Verniquet puis à Jacobet de calculer une distance exacte - dans la Plaine de Grenelle -, pour avoir le premier triangle, et n'avoir ensuite à réaliser que des mesures d'angles successives selon la technique des triangulations pour déterminer toutes les autres.

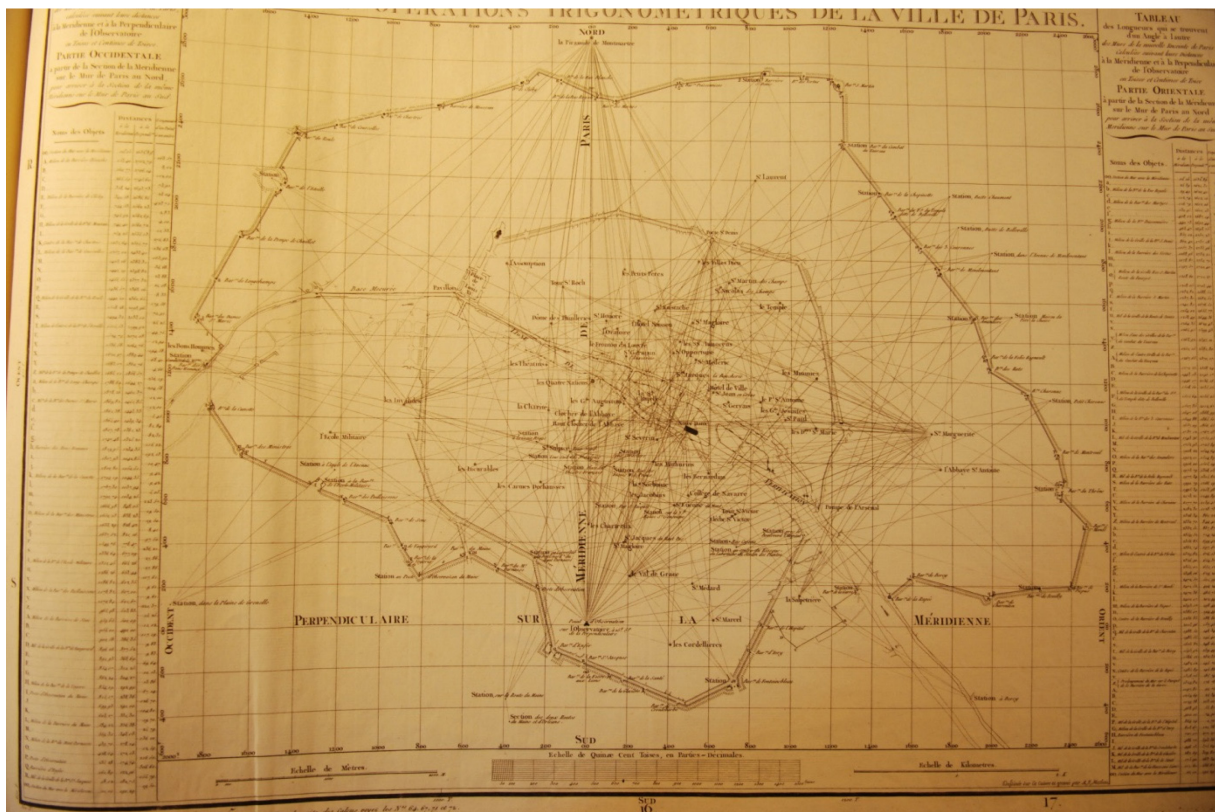


Figure 9 : résumé de la triangulation de Verniquet

Donc, pour l'exploitation géomatique d'un plan historique, en particulier celui de Girard -, nous en déduisons qu'il n'est pas nécessaire de se baser sur la triangulation d'origine.

D'une part parce que si l'on travaillait de cette façon, nous n'aurions aucune certitude d'utiliser exactement le même point du monument. Toutefois, remarquons à ce propos que l'extrême précision caractérisant Verniquet l'a fait réaliser des plans masse des monuments

¹²¹ Les triangulations de Verniquet puis de Jacobet à Paris, sont liées à l'Observatoire. A l'échelle du territoire du royaume ce qui est une opération assez rapide pour Paris devient très conséquent. Ainsi le travail des Cassini, Picard ou La Hire fut il important pour la mise en place de la cartographie moderne, par la détermination du méridien qui en est la base indispensable.

nécessaires à des échelles extrêmement fines, pour justifier de ses points de contrôle. Pronteau en a retrouvé plusieurs dans les archives Verniquet. Contrairement à l'exception Verniquet, nous ne disposons pas toujours des documents de travail d'époque pour les autres plans : la méthode n'est pas généralisable. Par ailleurs, y compris pour le cas de Verniquet, il serait difficile de retrouver tous ces originaux et dispendieux en temps de les faire tous correspondre à une réalité actuelle.



Figure 10 : plan masse de l'Observatoire, dessiné par Verniquet et position exacte du point de contrôle utilisé¹²²

D'autre part parce que nombre de points qui ont servi de points de référence ont disparu (ce qui est le cas pour Verniquet construit avec les points remarquables du Paris de l'Ancien Régime).

Au final, ce qui compte le plus pour la transformation de la carte papier historique en une version virtuelle actuelle est la qualité du « raster ». ¹²³ C'est à dire la technique de numérisation. Les aléas historiques ayant souvent fait perdre les originaux en cuivre,

¹²² Edme Verniquet 1727-1804 (Pronteau, 1986), p°360

¹²³ Vocabulaire géomatique pour signifier « image » par opposition à « vecteur ».

systématiquement pour Paris, nous ne disposons donc plus que d'éditions papiers du plan Verniquet. Il est issu de l'impression réalisée à l'aide d'un cuivre disparu, lui-même issu d'un immense collage également disparu.¹²⁴ A Paris, c'est au moins le cas pour Delagrive, Verniquet, Jacoubet et le plan du Service du Plan 1856-1871 : c'est à dire les principaux.

Etant donné que nous partons d'une version papier issue d'un travail des topographes pour relier leurs mesures à l'Observatoire et au méridien de Paris de façon exacte, il n'est pas besoin de reproduire toute cette technique cartographique ni de comprendre quel système géodésien fut utilisé,¹²⁵ ni même si il en fut utilisé un.¹²⁶ Nous en déduisons qu'il faut réussir au mieux la numérisation puis choisir un nombre maximal de points de références et les plus fiables, *n'étant pas nécessairement les points initiaux*. Cette technique semble être la plus couramment utilisée pour l'usage géomatique d'une une carte historique.

De fait, nous ne sommes pas les premiers à faire cette entreprise de géomatization des plans anciens de Paris. Notre version de travail définitive s'est basée sur le travail d'une équipe recherche pouvant être tenue comme la référence la plus récente en 2014 : le géoréférencement du Plan Verniquet par l'équipe de recherche *Alpage*.¹²⁷ Sachant que Verniquet était le meilleur plan de Paris de son époque (au moins jusqu'en 1856), qu'Alpage est un projet récent ayant mis la géomatique au cœur du projet et, pour finir, qu'on suppose que tous les successeurs de Verniquet au moins jusqu'à Deschamps en 1856 ont, soit réutilisé la triangulation de Verniquet, soit fait moins bien - Jacoubet -, nous ferons dorénavant porter notre efforts sur :

- une numérisation la meilleure possible
- un calage attentif sur le géoréférencement de référence Verniquet du projet *Alpage*, soit par points de contrôle sur les monuments de Paris, soit par correspondance des

¹²⁴ *Edme Verniquet 1727-1804* (Pronteau, 1986), p°346

¹²⁵ Cette géodésie est importante pour l'histoire, nous discutons ici le degré d'importance qu'il faut lui accorder dans un travail de géomatique historique. Peu abordée, nous restituons les conclusions que nous avons retenues.

¹²⁶ Si nous laissons de côté ici cette question, qui ne nous concerne pas directement, il serait possible de vérifier si les micros déformations du plan Verniquet seraient dues à un défaut de géodésie sur le territoire de la ville de Paris, si petit soit-il. Verniquet ne connaissait pas les altitudes, et un calcul rapide montre bien qu'une différence de niveau de 40 mètres, sur un kilomètre impliquerait des différences de mesures de l'ordre d'un mètre pour les longueurs (théorème de Pythagore).

¹²⁷ Hélène Noizet, Boris Bove, Laurent Costa, *Paris : de parcelles en pixels*, Presses Universitaires de Vincennes Comité d'histoire de la Ville de Paris, 2013 (Noizet, Bove, and Costa, 2013)

points d'un canevas maillé toutes les 200 toises centré sur l'Observatoire, dessiné par Verniquet et reproductible virtuellement¹²⁸

Travail de reconstitution

Par moyens limités, nous avons reconstitué le plan de Girard - ou Verniquet annoté -, par la technique photographique. Un scanner général aurait été plus approprié mais il aurait nécessité les financements ad-hoc. Nous allons ici tenter de démontrer que la technique photographique, même si elle est assez chronophage, peut être rendue aussi précise qu'un scanner général de l'Atlas. Ceci est dû à la présence d'un canevas sur plusieurs plans de types géométriques, dont celui de Verniquet.

Ce dernier est réalisé à l'échelle « d'une demi-ligne pour Toise », la toise étant l'unité de mesure de la Toise de Paris, en vigueur à la fin de l'Ancien Régime.¹²⁹ La loi du 10 décembre 1799 ayant établi que le mètre est dorénavant égal à 3 pieds et 11,296 lignes de la toise de Paris,¹³⁰ la toise de l'Académie mesure désormais très exactement 1,949036310 mètre. Le plan Verniquet est reporté sur un canevas (maillage de l'espace cartographié) respectant 1 carré = 200 toises de côté.

Donc, pour notre travail : $200 \text{ toises} = 200 * 1.949036310 = 389.807262 \text{ m}$ (qui est dès lors le côté d'un carré du canevas). Dès lors, notre technique sera simple et permettra de ne pas propager l'éventuelle erreur d'un carré sur un autre : nous créons le canevas virtuel des 272 carrés de Verniquet couvrant Paris sur lequel nous calons chaque carré photographié et redressé.

¹²⁸ Le canevas est la grille tracée à l'époque sur le plan, et qui représente les méridiennes et les parallèles régulièrement espacées. On peut créer un canevas virtuel de même espacement, et associer les « points papier » aux « points virtuels ».

¹²⁹ Dont l'étalon est la toise de l'Académie.

¹³⁰ La loi du 19 frimaire An VIII. Guillaume Bigourdan, *Le Système métrique des poids et mesures*, Gauthier-Villars, 1901 (Bigourdan, 1901)

Géoréférencement

Le géoréférencement doit se faire via les points restés immobiles à Paris depuis Verniquet. Nous avons eu l'opportunité d'échanger avec l'équipe d'Alpage, dont nous tenons ici le géoréférencement comme une bonne référence.¹³¹

Nous nous fions à celui-ci sans rentrer dans une démarche de comparaison de méthodes qui serait longue et peu utile au vu du niveau de précision atteint qui nous satisfait pleinement. De plus, utiliser le travail d'une autre équipe de chercheurs a l'avantage notable de réaliser un travail qui est cohérent et superposable au leur : nous évitons le morcellement des méthodes et des données.¹³² Pour appliquer ce principe retenu, nous géoréférençons notre plan en calant notre canevas sur celui visible sur le raster « *GeoTIF* » de Paul Rouet - qui est le Verniquet de référence de l'équipe Alpage -. Par mesure de sécurité, nous avons placé une cinquantaine de points de contrôle (normalement quatre suffiraient théoriquement, mais nous n'avons aucune certitude que le raster d'Alpage ou le nôtre n'aurait pas subi lui-même certaines transformations imprévues). De plus cette méthode fait office de vérification.

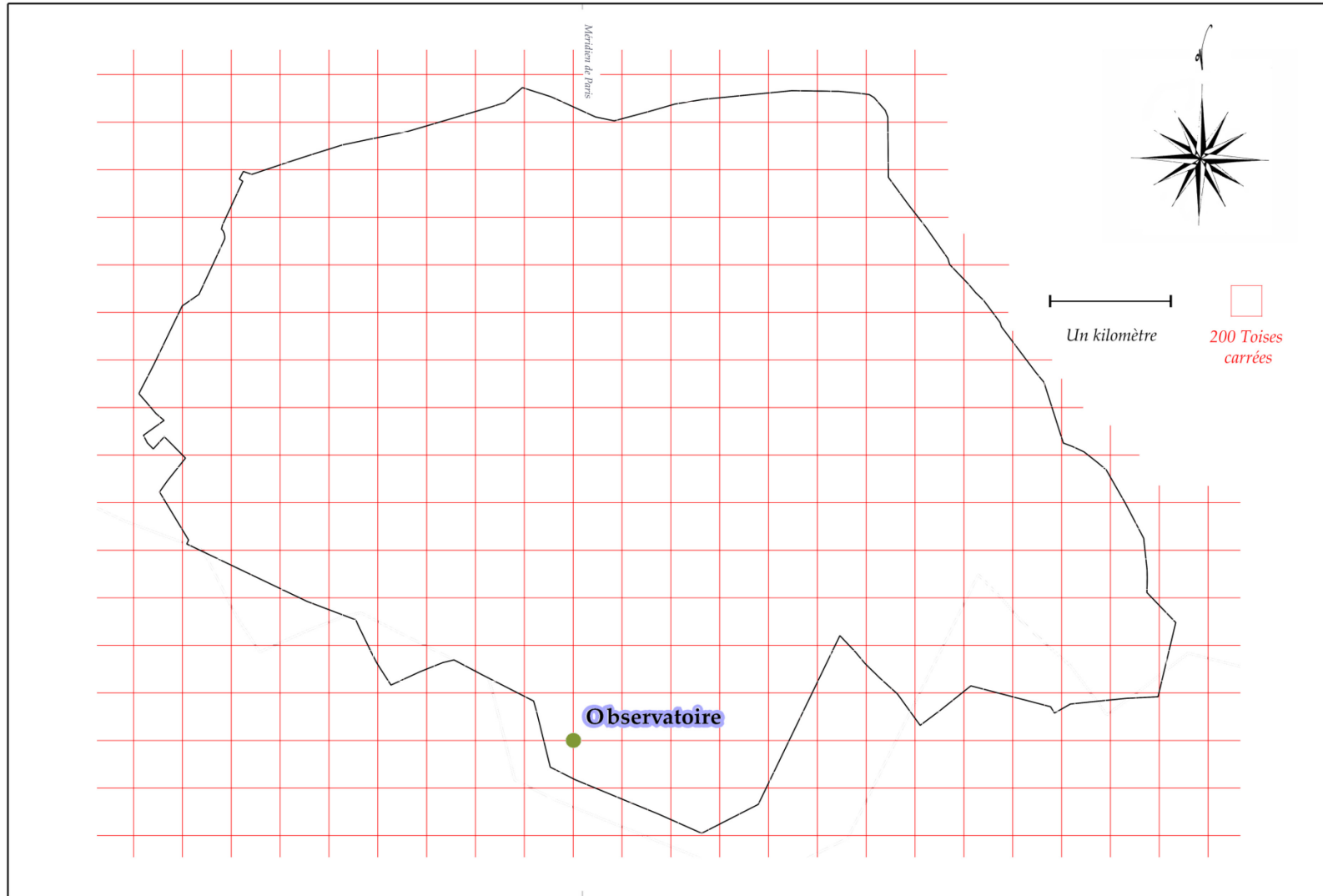
Nous avons donc minimisé les possibilités d'erreurs qui ne deviennent que celles, faibles et quantifiables, contenues dans chaque carré de 200 toises dans lequel nous déformons la photographie pour en refaire un carré exact. Elles se superposent à celles contenues dans le travail de référence qui a déjà récupéré au mieux les erreurs papiers et opéré une reprojction de l'espace entier de Paris. En pratique, ce sont les fonctions « échelle » et « torsion » du logiciel de retouche photographique qui nous permettent de retrouver un carré virtuel de 200 toises. Nous estimons l'erreur maximale par carré à 1 mm pour 20 cm, soit 0.5 %. Sur un carré Verniquet, la marge d'erreur maximale estimée est par conséquent de moins de 2 mètres. Le laboratoire spécialisé en SIG Historiques du LadéHis,¹³³ estime à environ 3 mètres de degré de précision des topographes de Verniquet. Nous restons ici dans cet ordre de grandeur. L'opération est réalisée 272 fois.

Résumé

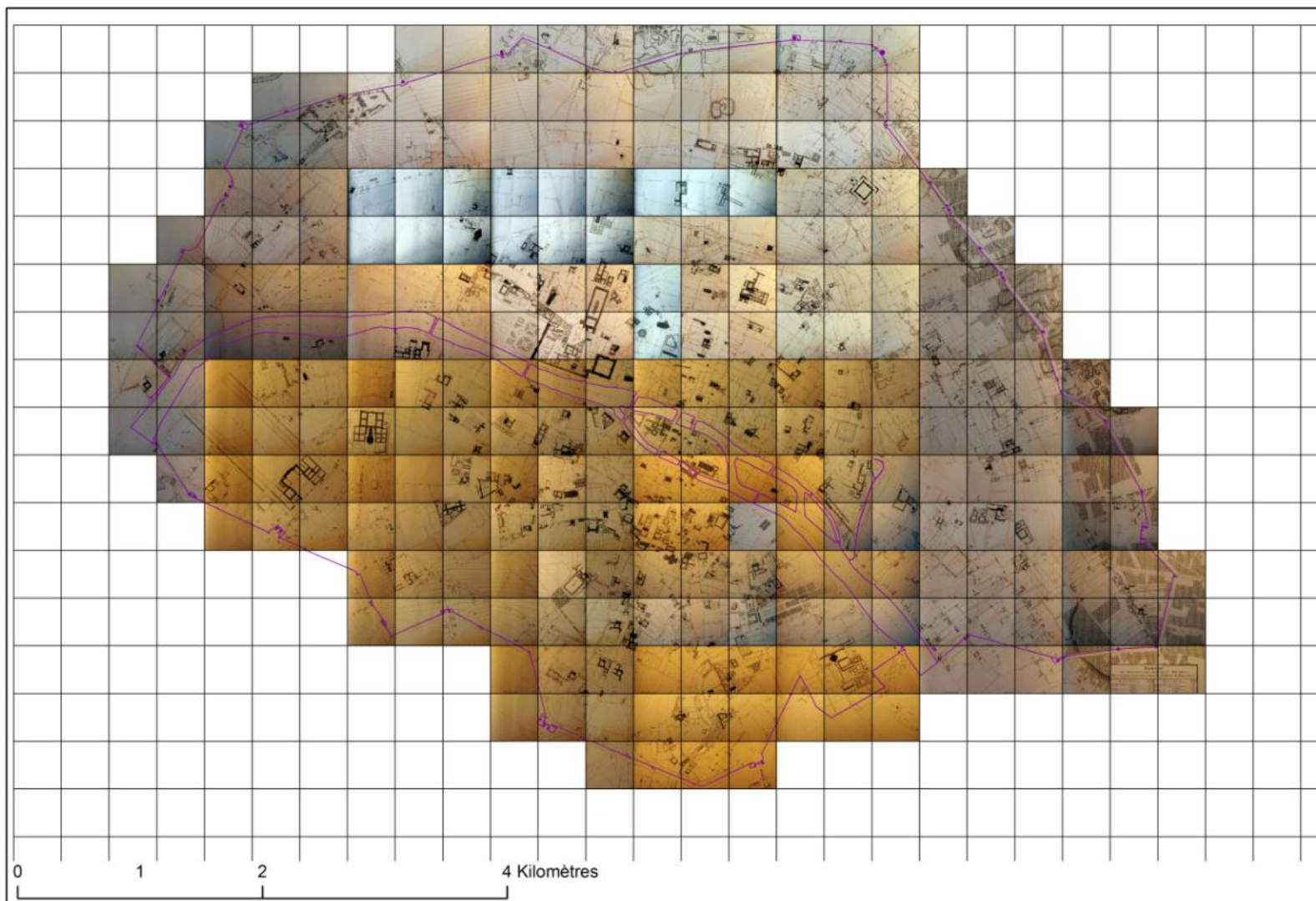
¹³¹ Par Paul Rouet de l'APUR, voir le site du projet <http://alpage.huma-num.fr/fr/> (12 octobre 2014 à 10h00), ainsi que *Paris : de parcelles en pixels* (Noizet, Bove, and Costa, 2013)

¹³² Il nous semble à ce titre que c'est un des objets de l'humanité numérique que de pouvoir franchir sans problème les frontières disciplinaires et de laboratoires.

¹³³ « Laboratoire de démographie et d'histoire sociale », à l'EHESS. Entretien réalisé avec Maurizio Gribaudo et Pascal Cristofoli en 2012.



Carte géomatique 2 : le canevas d'Edme Verniquet centré sur l'Observatoire de Paris (Annexe, p°6)



Carte historique 1 : assemblage des 272 carrés de Verniquet renseignés dans leur relief par Girard (Annexe, p°7)

Chapitre 3 Les niveaux ancien et actuel du sol : saisie et intégration géomatique

7. Systèmes d'Information Géographique : principe, applications

Topologie des S.I.G. et types d'objets urbains

Le principe général d'un Système d'Information Géographique est une double interface de cartographie et de base de données. En d'autres termes, on associe une localisation géographique systématique à des données conservant toutes leurs propriétés quantitatives et qualitatives, que l'on nomme « champs attributaires » et « métadonnées ». Cette double interface intégrant toutes les possibilités des bases de données classiques, permet leur visualisation dans un espace à échelle variable, leur superposition par un système de calques et des possibilités d'analyses spatiales développées ces dernières décennies. Les possibilités sont diversifiées, mais ont toutes pour finalité l'espace dont on veut extraire ou y imprimer une information nouvelle.

Cette combinaison d'une base de données et sa spatialisation a pour conséquence d'offrir sur l'écran la possibilité de travailler sur une interface : de type base de données (champs, calculs, organisation, lien entre tables de données, etc.) ou bien de type cartographique (échelle, sémiologie, analyse spatiale, etc.). Les bases de données sont utilisées depuis longtemps en histoire notamment pour des usages statistiques. Mais ici, on leur associe une information spatiale ainsi qu'une topologie. Par conséquent, en plus des requêtes et opérations diverses utilisables pour faire parler la base de données, associer diverses requêtes spatiales. Un autre très grand intérêt est la topologie associée à nos objets, vectoriels : permettant de faire de l'analyse spatiale.

Nous allons présenter rapidement quelques exemples qui nous montrent le type d'objet concernés. Voici quelques éléments urbains qui trouvent place dans une leur représentation SIG :

- Des adresses, de type point,
- des réseaux, de type ligne,
- des quartiers ou des parcelles, de type polygone.



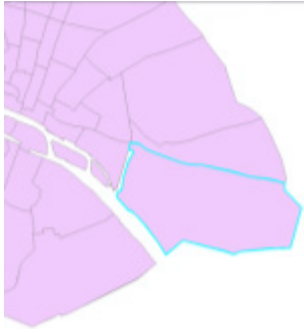
		
Point (une adresse, un puits, une fontaine)	Ligne (une rue, une limite administrative, un égout)	Surface (un quartier)

Figure 11 : L'information géographique : exemples d'éléments réels associés à leur représentation géomatique

La façon de représenter le monde des SIG passe donc par les formes contenues dans le plan. A l'historien, géographe, administrateur, etc. de décider de ce qui représente le mieux un type d'objet de façon spatiale. Des caractéristiques de ces objets sont contenues dans des « champs » (équivalents des colonnes d'un tableau) de la base de données. A ce titre, et pour compléter la présentation des objets, voici un extrait de la base de données des 48 quartiers qui composaient Paris jusqu'à l'extension de 1860 :

Quartiers_copie_Lambert_nord_translaté									
OBJECTID *	SHAPE *	SHAPE Length	SHAPE Area	Nom	Population	D	R	Hb	Quartiers 1836
2	Polygone	1734.192692	156596.983134	Cité	12076	7	1	14	Cité
3	Polygone	1399.887884	84295.591272	Marchés	8751	1	1	10	Marchés
4	Polygone	2227.613304	173569.690836	Muséum	12605	7	1	12	Louvre
5	Polygone	1672.621818	114903.089633	Lombards	11452	1	1	18	Lombards
6	Polygone	1698.642344	125303.651683	Fidélité	8898	7	1	12	Hôtel de Ville
7	Polygone	2047.541375	181225.813983	Droits-de-l'Homme	11488	6	1	11	Marché Saint Jean
8	Polygone	1500.289265	81516.168651	Arcis	9852	1	1	10	Arcis
9	Polygone	1913.245013	184941.236971	Réunion	12009	6	1	16	Sainte Avoie
10	Polygone	2675.831965	329087.423922	Arsenal	11989	3	8	9	Arsenal
11	Polygone	2278.454576	270692.303584	Homme-Armé	9226	3	1	10	Mont de Piété
12	Polygone	1954.825195	90534.219681	Gardes-Françaises	10088	1	1	15	Saint Honoré
13	Polygone	1155.653434	66144.203374	Pont-Neuf	3573	5	6	2	Palais de Justice
14	Polygone	1463.866307	95430.286512	Fraternité	4434	4	9	4	Ile Saint Louis
15	Polygone	2789.776232	189210.738691	Thermes	11833	6	1	19	Sorbonne
16	Polygone	2260.458902	257170.481095	Théâtre-Français	12909	5	1	15	Ecole de médecine
17	Polygone	2687.815132	348142.563771	Panthéon	18016	5	1	24	Saint Jacques
18	Polygone	3036.6354	422319.07765	Indivisibilité	13831	3	1	15	Quartier du Marais
19	Polygone	1660.615583	106804.19234	Contrat-Social	9998	9	1	11	Sainte Eustache
20	Polygone	2334.525474	292628.848724	Gravilliers	20098	6	1	24	Saint Martin des Champs

Figure 12 : extrait d'une base de données associée à des objets : exemple des 48 quartiers de Paris

Pour exploiter la ressource de Girard, nous créerons donc une base résultant de la saisie de tous les points cotés en altitude (une couche spécifique résultant du lien des points de même altitude, les lignes de niveau brisées, cette couche est de type polyligne).

Genèse des SIG historiques

Les SIG ont commencé à être pensés à des fins militaires pour servir aux premiers satellites, dans les années 1950 et 1960 (Smith, 1992), puis développés dans des laboratoires publics de recherche au Canada et aux Etats-Unis.¹³⁴ Le premier laboratoire public de recherche (*Harvard Laboratory for Computer Graphics*) fut créé en 1965 par Howard Fisher, un architecte. Un développement continu a engendré des logiciels exploitables et commercialisables sur les ordinateurs de bureaux qui sont devenus accessibles à des non spécialistes de l'informatique seulement dans les années 1990. Actuellement, deux logiciels principaux se partagent le marché,¹³⁵ et, plus récemment, un logiciel libre a fait son apparition, complétant l'essor parallèle des données libres et ouvrant par là les SIG à des publics plus larges.¹³⁶

Le développement d'un usage à des fins d'analyse historique a débuté au milieu des années 1990 (Knowles, 2002) et a fait débat lors de plusieurs colloques et publications autour de leurs apports supposés aux méthodes classiques de l'analyse historique.

D'une part, les tenants d'un renouvellement réel soulignent un enrichissement par la spatialisation, ainsi que les liens potentiels que le SIG permet entre des données diverses dans le cadre géographique et temporel. Un résumé des avantages nous est donné par Ian Gregory (2001),¹³⁷ qui en retient trois principaux :

- l'organisation facilitée des sources historiques,
- la possibilité de visualiser ces sources et les résultats issus de leur analyse, en somme, de leur donner une vie spatiale et géographique,
- la possibilité d'exécuter des analyses spatiales sur les données, ce qui ouvre de nouvelles pistes d'exploitations de la donnée brute, qui le resterait si on se contentait de la reproduire.

D'autre part, certains pointent des dangers et des faux semblants d'une nouvelle technologie finalement peu adaptée dans sa forme actuelle pour la recherche historique. Pour résumer ces

¹³⁴ Sur les origines nord américaines des SIG, voir Ian Gregory, *Historical GIS : technologies, methodologies and scholarship*, Cambridge University Press, 2007 (Gregory, 2007), p°12 ; et Centre for Advanced Analysis , *Advanced Spatial Analysis*, ESRI Press Longley, Paul Batty, 2003 (Centre for Advanced Analysis, 2003), p°2

¹³⁵ Les logiciels « Arcgis » et « MapInfo ».

¹³⁶ Le logiciel « Qgis ».

¹³⁷ *Historical GIS : technologies, methodologies and scholarship* (Gregory, 2007), p°16

travers, nous nous référons à un article de John Pickles¹³⁸ qui dénombre trois principales limitations à un mélange des genres :

- les sources historiques sont par essence incomplètes, ambigües et inexactes, et les SIG ont du mal à incorporer et à représenter cette inexactitude, conçus qu'ils sont pour des sciences et surtout des données exactes, ou du moins tendant à les représenter comme telles,
- les SIG ne traitent pas dans leur mécanisme la donnée temporelle : ils ne sont pas conçus pour cet usage dans leur forme actuelle,
- le SIG incorpore bien mieux les données quantitatives que qualitatives et, par-là, intègre mal certains aspects fondamentaux d'une analyse historique et peut donc pas lui suffire.

Des recherches et réflexions, menées jusqu'à présent majoritairement Outre-Manche et Atlantique, visent justement à dépasser ces défauts initiaux. I. Gregory estime que « le défi des SIG historiques est d'emprunter les technologies et méthodologies développées par d'autres disciplines, afin de les appliquer aux problématiques historiques, de sorte à pouvoir fournir une nouvelle compréhension géographique à celles-ci ».

Un SIG vise à « rassembler des données diverses, mais localisées dans le même espace géographique, relatives à la fois à la Terre et à l'Homme, à leur interaction et leurs évolutions respectives ». ¹³⁹ Nous percevons dans une telle définition son utilisation potentielle dans le cadre de l'histoire et particulièrement pour l'histoire environnementale. Des données diverses, par exemple issues des disciplines de l'épaisseur, relatives à la « Terre et à l'Homme », sont essentielles au cadre d'une histoire environnementale ; l'interaction et l'évolution sont un cheminement historique. Cette définition se rapproche incontestablement de celle de la géographie humaine de Demangeon en 1923 : « l'étude des rapports des groupements humains et du milieu terrestre dans leurs actions et réactions réciproques, pour le passé aussi bien que pour le présent ».

¹³⁸ J. Pickles, Paul A. Longley, "Arguments, Debates, and Dialogues: the GIS-social Theory Debate and the Concern for Alternatives" in *Geographical Information Systems: Principals, Techniques, Management end Applications*, Willey, 1999 (Pickles and Longley, 1999), pp.49-60

¹³⁹ Jean Denègre, François Salgé, *Les systèmes d'informations géographique*, Presses Universitaires de France, 2010 (Denègre and Salgé, 2010)

Intérêt pour Girard et Delesse

La troisième dimension est souvent laissée de côté dans l'analyse des représentations historiques, y compris cartographiques. D'où le fait que nous plaçons les archives cartographiques de Girard et Delesse comme précieuses pour Paris et pour l'histoire urbaine en général. Ces deux plans sont des plans « spécialisés » visant à représenter une information spécifique que nous retranscrivons de la manière la plus proche possible dans une couche SIG. L'esprit de la conception de la carte n'est pas détourné en extrayant la donnée et en la vectorisant pour la faire parler à nouveau.

Nous porterons notre description technique sur les spécificités que comportent ces archives historiques. Le nombre de sources est limité, ces plans sont dessinés à la main pour certains, sur papier, avec les déformations et les aléas de la reproduction impliqués. Ainsi s'il est illusoire d'espérer éviter toute marge d'erreur, il faut la minimiser et nous voulons décrire au mieux la méthode que nous avons déployée en ce sens, pour justifier de la réutilisabilité de ce travail qui est un avantage notoire des SIG.

8. Un modèle numérique de terrain vieux de deux siècles

Construction formelle du modèle topographique de Girard

Comment extraire la donnée du plan historique ? Nous nous étions arrêtés au stade du géoréférencement. L'intérêt est bien sûr de pouvoir extraire au mieux la donnée du relief urbain. Nous suivons ici des méthodes classiques de traitement SIG dans l'objectif de vectoriser l'information contenue la carte de Girard. Les indications et développements précisent toutes les opérations qui sont spécifiques à notre objet, complétant les techniques générales.¹⁴⁰

¹⁴⁰ L'objet n'est pas ici un exposé technique de géomatique, la chose étant bien traitée dans plusieurs ouvrages de référence. De fait, en plus de nos explications précédentes sur le concept de SIG, nous renvoyons ici à plusieurs ouvrages sur les techniques concrètes : *Historical GIS: technologies, methodologies and scholarship* (Gregory, 2007), spécialisé dans les applications de la géomatique pour l'histoire, et de façon plus générale à *La représentation des données géographiques* (M. Beguin, D. Pumain, 2009) qui sait partir des bases pratiques (principes, données, projections, histoire cartographique, sémiologie).

Saisie

Nous avons donné la description sémiologique de la carte :

- Marques rouges : valeurs entières et cote
- Marques noires : intersection des rues et cote
- Partage des eaux : flèches rouges et cote

En pratique, toutes ces informations nouvelles sont représentables par des points, dont un champ *ad-hoc* enregistrera l'altitude de Girard. Néanmoins, il faut décider du nombre de couches spécifiques à réaliser, pour respecter le sens des informations initiales. Girard saisit plusieurs types de points et d'informations qu'il s'agit de comprendre pour améliorer la saisie :

- d'abord, un « canevas vertical » de 600 points de références répartis le plus équitablement possible sur le terrain parisien. Ils préfigurent, toujours avec un temps d'avance technique, ce que seront les bornes de références du Nivellement Général du territoire mis en place par Bourladouë durant la seconde moitié du siècle. La précision est de l'ordre du millimètre,
- les altitudes des croisements de rues : nous les avons saisies exhaustivement,
- les altitudes des bouches d'égout : nous les avons saisies exhaustivement,
- quelques cotes hors voirie : surtout dans la zone où devait passer le canal de l'Ourcq, mesures qui décide du parcours. Nous les avons saisies exhaustivement,
- tous les dénivelés de un mètre exactement en suivant une même rue, ces points sont les plus nombreux, et sont les plus intéressants. C'est par eux que Girard va pouvoir dessiner des lignes de niveau d'une précision au mètre près. La rigueur impressionnante du travail (sans interpolation) réside dans ce travail de fourmi. Nous les avons donc également saisies exhaustivement,
- de plus, une couche personnelle – non issue de mesures d'époques - est nécessaire pour représenter de façon cohérente le terrain. Il s'agit des berges de Seine et des plans d'eau de la Seine, que Girard n'a pas renseignés.

Interface base de données : résumé de la ressource extraite, par couches :

Donc, en respectant au mieux les thèmes de saisie de 1805, nous avons créé ces couches :

Nom de la couche	Sens physique	Nombre d'entités
Couche des lignes brisées	Les points issus des dénivelés d'un mètre des rues mesurés par Girard	7487 points
Couche des égouts	Les égouts renseignés par Girard, seuls 96 ont leur côte mesurée	107 points
Carrefours des rues, est	Carrefours de rues, plus certains points d'îlots	1268 points
Carrefour des rues, ouest	Id.	789 points
Contours de la Seine, renseignés via Delesse pour l'altitude	Polygones de la Seine	13 polygones
Berges de la Seine, avec la convention Seine + 1m s'il n'y a pas de quai ni de mesure de Girard	Polygones des berges	53 polygones
Ajout berge	Ajout technique	1 ligne

Soit 9640 points, et 66 polygones (utilisé pour la production du TIN 1805 qui servira pour la suite de ce travail)

Nous avons donc, 9640 points de hauteur exacte, 13 polygones pour améliorer le rendu autour de la Seine et 53 polygones pour les berges. Rappelons bien que ces polygones sont renseignés par une interpolation « manuelle », grâce aux deux extrémités du plan d'eau de la Seine, que Girard mesure le 5 prairial an XIII en face du Jardin des Plantes et de la pompe à feu de Chaillot.¹⁴¹ Les berges répondent à la convention fixant leur hauteur à un mètre au-

¹⁴¹ La pompe en face de la colline de Chaillot qui amenait les eaux de la Seine en haut de la colline du même nom. Les entrepreneurs Perrier innovent en y plaçant des machines à vapeur anglaises en 1781.

dessus du plan d'eau de la Seine lorsqu'il n'y a pas de quai, la hauteur de la rue la plus proche lorsqu'il y a un quai.¹⁴²

Le SIG fournit des solutions abouties pour le traitement de l'altitude des points. Il faut néanmoins s'adapter ici à la source historique qui n'est pas normalisée comme des sources contemporaines.

Le débat du nivellement : histoire appliquée

Un des objectifs de cette recherche est l'analyse des bouleversements anthropiques du relief. Pour ce faire, il est nécessaire de rendre la donnée brute numérisée et vectorisée compatible et comparable aux systèmes de mesures actuels : traiter les données topographiques du XIX^e siècle comme si elles avaient été relevées selon les normes actuelles. Les données concernant le relief, les eaux, mais aussi les inondations ont été relevées avec les outils et systèmes des époques référencées. Au-delà de la discussion sur la précision des outils ou bien sur les erreurs potentielles qui leurs sont relatives, un travail de conversion de données est nécessaire. Nous recherchons des transformations explicites pour utiliser nos archives. Puisque nous parlons d'altitudes ici, il faut comprendre comment était calculée l'altitude en 1810 et en 1858. Pour 1858, nous utilisons Barles (1994, 2000) complété par les ouvrages plus généraux sur la technique cartographique, concernant la longue recherche d'un zéro pour le nivellement territorial. Nous donnons ici un bilan appliqué à notre problématique de cette page de l'histoire des sciences, sur la transformation des systèmes de nivellement entre 1805, 1858 et aujourd'hui.

Son application

Parmi nos données quantitatives, nous devons être capable de passer de l'une à l'autre sans erreur possible. Nous aurons à traiter :

- des données en système Nivellement Général de la France (NGF 1969). Par exemple la donnée aérienne du modèle numérique de terrain,

¹⁴² Nous avons adopté cette convention, pour assurer un rendu cohérent, qui ne soit pas vide en cas de manque d'information. C'est le cas pour les berges de Seine non mesurées par Girard. Une modification peut être apportée rapidement car nous avons mis les berges dans fichier de forme séparé des informations brutes des points effectivement mesurés en 1805.

- des données en Nivellement Général de Paris (NGP), qui est encore utilisé par les administrations parisiennes. Par exemple pour les altitudes des rues,
- des données du premier système unifié sur un territoire : le système de Girard,
- des données de la cartographie de Delesse, exprimées par rapport au zéro provisoire de 1858.

- **De Girard vers NGF**

En 1805, le niveau de référence de Girard est parfaitement innovant car le point zéro du nivellement n'est pas normalisé en France avant le choix du maréomètre de Marseille en 1860, modifié lors de l'adoption du système Lallemand de 1897, une dernière fois modifié en 1969.¹⁴³ Un plan imaginaire surplombant de 50 m le plan d'eau du Bassin de la Villette, récemment achevé, représente le niveau de référence.¹⁴⁴ La cote mesurée et notée est la différence d'altitude par rapport à ce plan. Le plan d'eau de la Villette est donc noté 50, un mètre en contrebas nous sommes à 51. Ce système, palliant le problème de la non-normalisation de l'époque, peut paraître étonnant dans une lecture actuelle car lorsque l'altitude augmente la cote diminue.

Le lieu exact de la base de ces 50 mètres, origine du *Nivellement Général de Paris* de Girard, est le « socle d'une colonne dans le mur de clôture de Paris, à la barrière de Pantin, à gauche en entrant dans Paris ».¹⁴⁵ Ce point est le point n°1 des 600 points de références, il est donc coté 50,00 m. La logique de ce système de mesures est de prendre pour référence un plan imaginaire 50 m au-dessus de cette référence, et ainsi d'avoir en dessous toute la ville de Paris. Notons ici que la méthode rencontre une limite immédiate à Montmartre, où Girard doit

¹⁴³ *La ville délétère. Médecins et ingénieurs dans l'espace urbain aux XVIII^e-XIX^e siècles* (Barles, 1999b), p°196, sur les raisons des changements successifs : « il sera en effet remplacé en 1897 à l'occasion de la réalisation du nouveau nivellement général de la France (NGF-Lallemand, du nom de l'ingénieur en chef des mines responsable de l'opération à partir de 1884), ce zéro normal, toujours en vigueur, correspond à la cote 0.329 de l'échelle du Fort Saint-Jean ; l'altitude a d'ailleurs continué de changer. La différence entre les nivellement Bourladouë et Lallemand ne réside pas dans ce seul choix du zéro : Bourdalouë n'ayant appliqué aucune correction orthométrique ou dynamique pour tenir compte du défaut de parallélisme des surfaces du niveau terrestre, la différence entre les côtes Lallemand et Bourladouë varie sur le territoire national de 7.1 cm à Marseille à 1.1 m à l'extrémité ouest de la Bretagne. A Paris, la différence est de 62 cm environ, à ajouter aux altitudes Bourladouë pour obtenir les altitudes Lallemand. Le dernier nivellement national (réseau IGN-1969° utilise les valeurs de la pesanteur réelle et non théorique comme c'était le cas pour le NGF-Lallemand. On obtient ainsi les altitudes normales et le profane s'interroge sur la signification du mot « hauteur ». »

¹⁴⁴ Mis en eau fin en décembre 1808.

¹⁴⁵ Le dernier point, le n°559 est : « sur la borne située Rue des Batailles, près celle Ste Marie, à droite en entrant dans celle-ci ».

rehausser son plan de 100 m lors des quelques points de mesures qu'il y réalise (certainement pour connaître la hauteur de ce point culminant qui, même en dehors de la ville, répond à une demande scientifique).¹⁴⁶

- dans ce référentiel, le zéro de la Tournelle est mesuré à 75.239 m (point n°30 du *Nivellement Général de Paris*),
- donc nous déduisons donc, avec la cote actuelle du zéro de la Tournelle le lien avec le système de Girard : Zéro de la Tournelle : 25.62 NGF.¹⁴⁷

L'origine de Girard est située 50 mètres au-dessus d'un point - socle de la colonne de la porte d'octroi de La Villette, assimilé au plan d'eau de la Villette -, lui-même étant mesuré 25.239 mètres au-dessus du zéro de la Tournelle.¹⁴⁸

Donc, en notant « x » les côtes relevées durant les années 1800 (avec NGF : Nivellement Général Français, système de nivellement national actuel), nous obtenons :¹⁴⁹

$$\text{NGF} = 25.62 + 25.24 + 50 - x$$

$$\text{NGF} = 100.86 - x$$

- **De Delesse vers NGP**

Achille Delesse prend pour origine un plan imaginaire de cent mètres sous le niveau de la mer : la légende concernant les cotes indique : « Les côtes sont rapportées à un plan de comparaison passant 100 m en dessous du niveau de la mer ». Cependant, en 1858 le niveau de la mer est encore en plein débat scientifique. Barles présente les « errements » des divers points d'origine qui ont été choisis pour un nivellement de divers travaux scientifiques, entre 1840 et la décision ministérielle du 13 janvier 1860 choisissant le trait 0.40 de l'échelle de marée du fort Saint-Jean de Marseille. A cette époque, à Paris :

« Le nivellement officiel de Paris, effectué par les services techniques de la ville, débute en 1847 ; le 14 juillet un arrêté du comte de Rambuteau prévoit la pose de repères en fonte dans la capitale. Les repères sont circulaires ou octogonaux (13 cm de diamètre). [...] Mais tout n'est pas clair dans les esprits : la même année, Letellier publie une Carte Hydrographique du département de la Seine [...] sur laquelle

¹⁴⁶ Comme celle de Cuvier et Brongniart, qui reprennent ces mesures.

¹⁴⁷ Rapports du BRGM, 1973, <http://infoterre.brgm.fr/rapports/73-SGN-029-BDP.pdf>, consulté le 15/10/2014 à 15h00.

¹⁴⁸ *Nivellement Général de la Ville de Paris*, Girard, 1810, p°2 de l'introduction (points de repères).

¹⁴⁹ Dorénavant utilisé pour NGF 1969.

« toutes les cotes sont rapportées au niveau moyen de la mer au Havre ; pour les mettre en rapport avec celles du nivellement de Paris, il suffit de les retrancher de 101.49 m : confusion entre niveau moyen de la mer au Havre et niveau moyen de la mer moyenne. [...]»¹⁵⁰

Les deux principales références en usage sont alors le « niveau moyen de la mer au Havre » et le « niveau moyen de la mer moyenne ». Haussmann dans son arrêté du 31 mai 1856 choisit « le niveau moyen de la mer ». En 1858, le zéro choisi par Delesse est considéré 100 mètres en dessous de celui du « niveau moyen de la mer moyenne », lui-même fixé à 26 m 25 en dessous du zéro de la Tournelle.¹⁵¹ Nous utilisons donc à nouveau le zéro de la Tournelle pour opérer la jonction des données. Donc, en notant « y » la hauteur mesurée par Delesse :

$$\text{NGF} = (y - 100 - 26.25) + 25.62$$

$$\text{NGF} = y - 100.63$$

- **De NGF (IGN, 1969) vers NGP :**

Selon les services de la voirie parisienne, les altitudes données dans le système utilisé par la Ville de Paris sont exprimées en Nivellement Général de Paris, lointain héritage de Girard qui sera repris lui-même par Haussmann. La différence entre le système NGP et NGF 69 est de 332 mm :

$$\text{NGP} = \text{NGF} - 0.332 \text{ m}$$

Transformation des altitudes

Nous appliquons la formule déterminée ci-avant en créant le nouveau champ « N.G.F », calculé selon :

$$\text{« NGF »} = 100.86 - \text{« Valeur_Girard »}$$

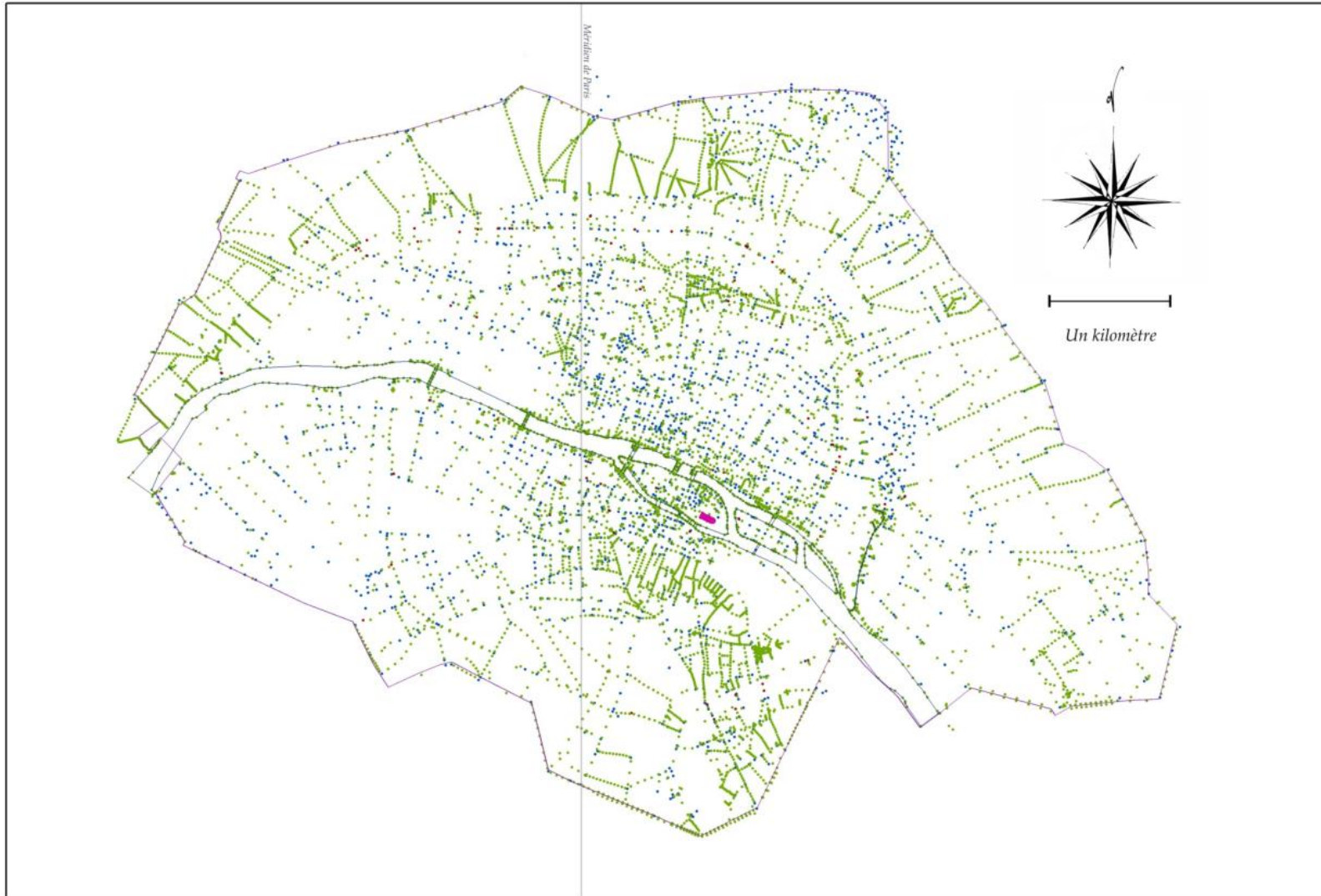
¹⁵⁰ *La ville délétère. Médecins et ingénieurs dans l'espace urbain aux XVIII^e-XIX^e siècles* (Barles, 1999b), p°196

¹⁵¹ Féline Romany, *Rapport de l'ingénieur en chef chargé du service de la 3e section de la navigation de la Seine, à l'effet d'obtenir qu'il soit procédé à l'exécution d'un nivellement de précision entre Paris et Rouen, 20 août 1857*. Archives Nationales, F¹⁴4562

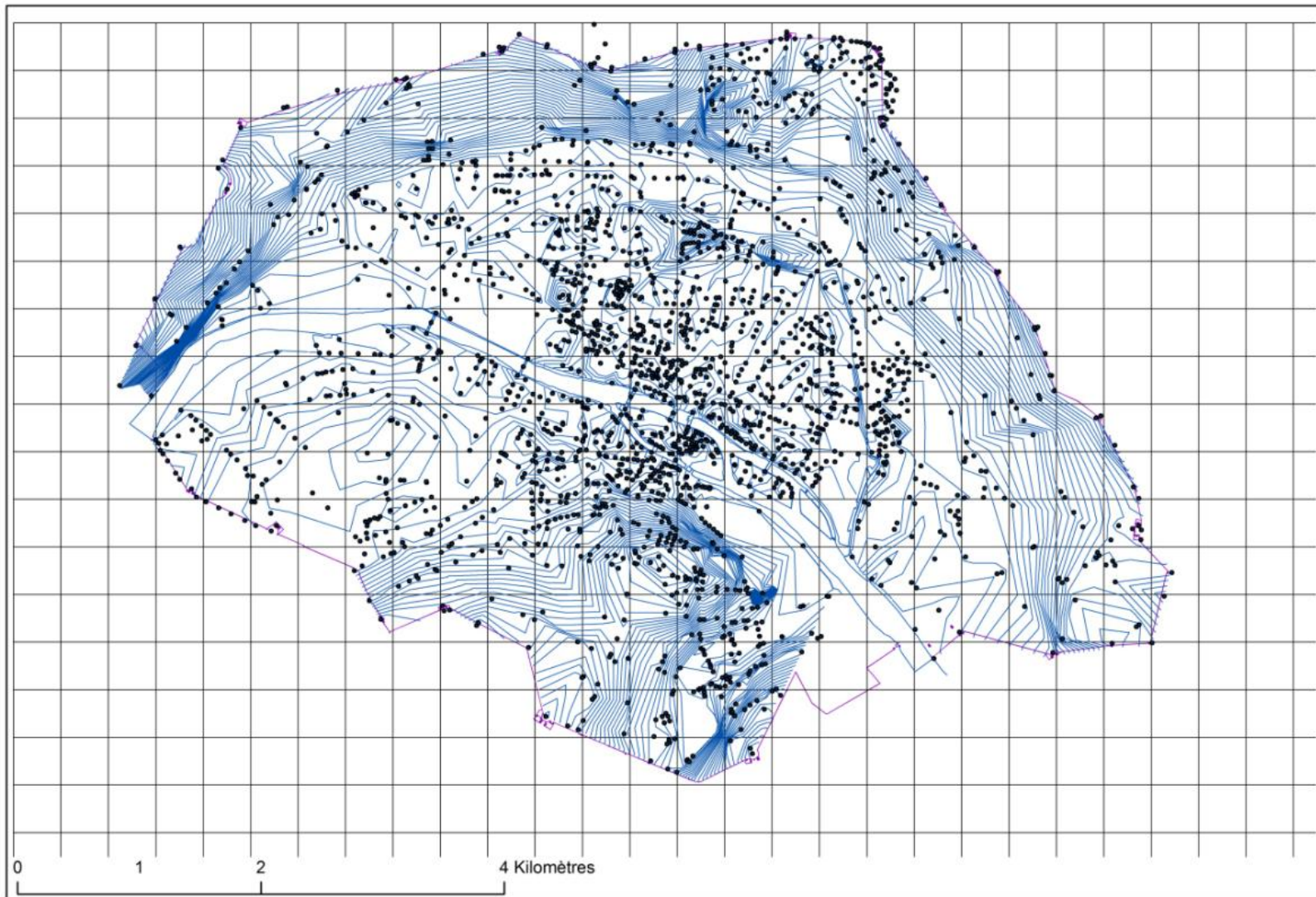
Triangulation surfacique

La première des interpolations que nous ayons réalisées vise à rendre une image tridimensionnelle au travail de Girard. C'est une interpolation basique mais exacte de tous les points du niveau du sol. En fait, nommé en anglais « Triangulated Irregular Network » (dorénavant TIN), elle nécessite un espace tridimensionnel créant des polygones dans cet espace à trois dimensions, passant exactement par tous les points. Cela donne des arrêtes qui donnent au relief une allure un peu artificielle, mais exacte. C'est donc l'information exacte contenue dans les 9640 points de Girard. D'autres interpolations existent, nous nous en servirons au besoin et les décrirons lorsque nécessaire.

Interface cartographique : visualisation de la ressource extraite



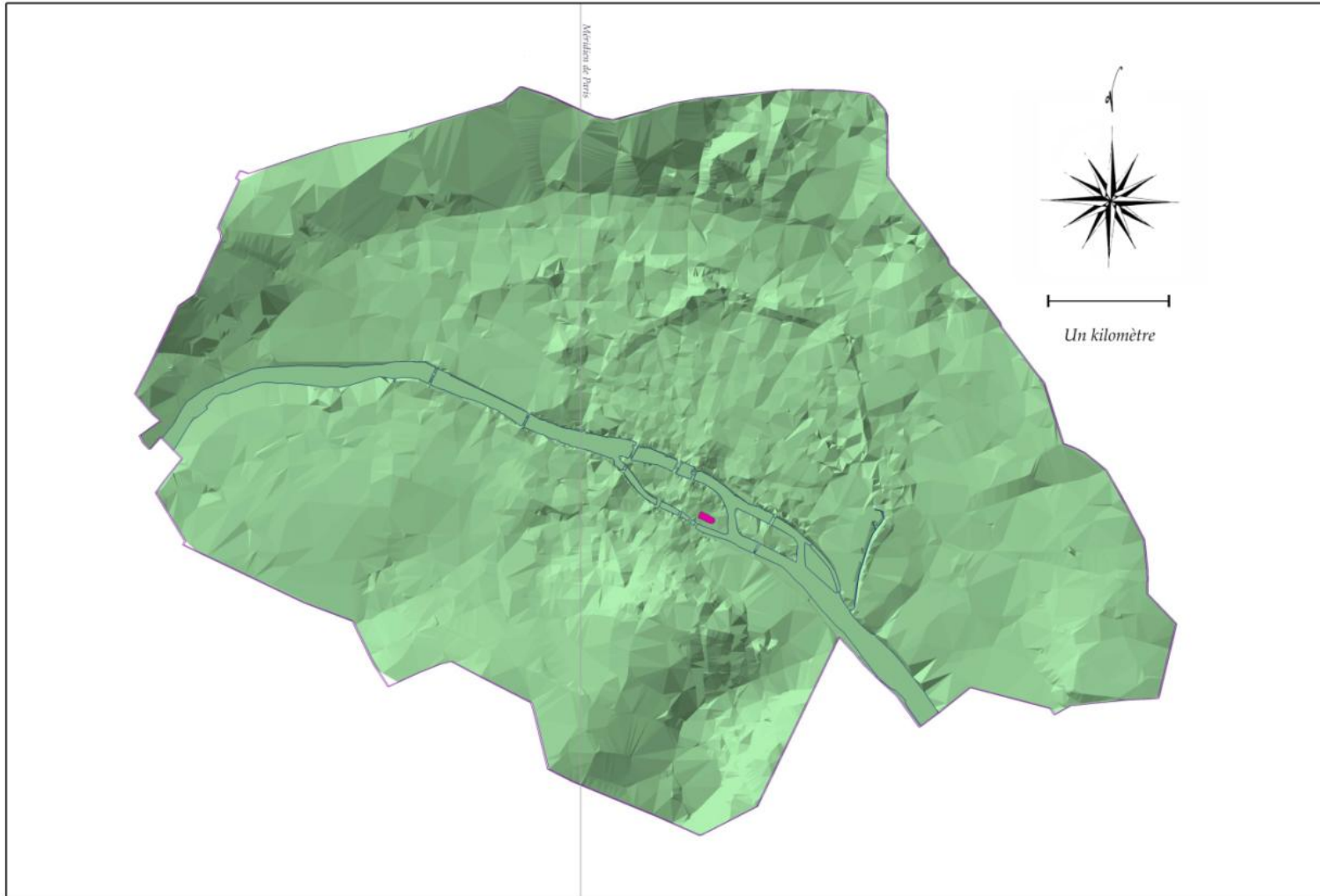
Carte géomatique 3 : les 9640 points saisis renseignant le relief (Annexe, p°8)



Carte géomatique 4 : extraction de la donnée vectorielle, lignes de niveau brisées relient les points de même valeur entière (Annexe, p⁰⁹)



Carte géomatique 5 : les 21838 mailles issues de la triangulation surfacique qui représentent surfaciquement le sol (Annexe, p°10)



Carte géomatique 6 : triangulation d'interpolation surfacique (TIN) des 9640 points cotés par Pierre-Simon Girard (Annexe, p°11)

Un outil spatial et temporel pour le support de l'histoire urbaine

Grâce à l'avance des topographes urbains du XIX^e siècle, nous obtenons une pièce de choix pour l'étude environnementale diachronique. Pourquoi une mise sous format SIG semblait-elle être utile ?

C'est également un travail de comparaison entre diverses sources qui a engendré de nombreuses découvertes et pistes d'interprétations au cours de ces deux derniers siècles : la même démarche appliquée aux données de plusieurs époques nous semble propice à plusieurs mises en relations disciplinaires. Les archéologues accumulent de précieuses connaissances du terrain qui permettent notamment de comprendre le processus d'accumulation. Les hydrogéologues observent les variations longues des nappes et donc leur degré d'interaction avec la ville. Les services urbains appliquent les règlements urbains et accumulent ainsi des informations extrêmement fines sur le nivellement de l'espace public, auquel l'architecte se raccroche dans ses projets. Le plus souvent, les données sont issues de sondages, ponctuels. C'est l'interpolation de ces sondages qui permet d'estimer la surface plane la plus probable les rejoignant. Or, notre source de 1805, avec sa précision parfaitement contemporaine, est un objet inespéré d'image parfaite du sol de la ville il y a deux siècles, autrement dit dans son paradigme de fonctionnement médiéval non réticulé.

Lors de notre recherche, nous n'avons pas pu, par exemple, trouver d'estimation quantitative des mouvements du sol à la période contemporaine. La chose est décrite dans son processus qualitatif : il est logique qu'il soit si difficile de la dessiner faute de référentiel antérieur. Dès lors, il devient plus difficile de présenter les changements du paysage urbain ayant eu lieu lors de l'industrialisation. En premier lieu les rues ont-elles suivi un exhaussement, un évidement, ou un nivellement rationalisé de leur pente ? La rue moderne est-elle un produit haussmannien comme il est souvent présenté ou bien a-t-elle acquis ses caractéristiques durant le demi-siècle précédent ? Seuls les archéologues ont des éléments de coupes très fins, mais souvent délimités à l'espace de fouilles. Quant aux urbanistes, ils ont peu de ressources sur une évolution temporelle. Avec le prototype de Girard, nous obtenons une archive idéale pour faire avancer ces questions de façon exhaustive sur le territoire de la capitale. C'est pourquoi nous avons travaillé à créer le Modèle Numérique de Terrain (MNT) de Paris en 1805.

Même si nous n'en avons pas encore exploré toutes les applications, on peut d'ores et déjà retenir que l'étude spatiale par le SIG permet d'obtenir des données nouvelles que les concepteurs même de la carte ne pouvaient atteindre. Ici, pour la question du territoire

parisien, nous pouvons jouer avec des échelles et les techniques d'interpolations, davantage que Girard. Ce dernier n'a pu faire mieux qu'une réduction de son travail par lignes de niveau très espacées.

Pourtant, grâce à ce travail précurseur certainement au-delà de la France, Girard invente le relief moderne, ou plutôt le met dans une forme moderne. A ce titre, ses données sont bien plus exploitables que les plans relief des militaires qui existent jusqu'à la moitié du siècle, mais qui souffrent de l'obsession du champ de bataille ou de la place forte. C'est à dire des paysages non urbanisés et donc beaucoup moins dynamiques que ceux la ville : l'histoire y est moins prégnante. Il n'y en a aucun pour Paris et les quelques uns créés au XIX^e siècle n'atteignent pas la résolution de Verniquet qui le 1/1739^e.

9. Recherche du relief urbain actuel

Aspect bibliographique pour le recueil des données

On se contente souvent, pour décrire un relief de Paris, d'en nommer les points hauts, le bras mort, les principales collines. A ce titre, le *Plan Local d'Urbanisme* de Paris (PLU) de 2009 décrit ainsi le relief général :

« Au sud, les assises calcaires se terminent brusquement, à une faible distance du fleuve et de l'île originelle, par un promontoire couronnant de fortes pentes, où les Romains édifièrent une nouvelle Lutèce. Au nord, les plaines de France, établies sur les couches alternées de calcaire, d'argile et de sable, se fractionnent en plusieurs massifs offrant souvent une dénivellation d'une cinquantaine de mètres au-dessus du marais colmaté où la ville s'étale largement. »¹⁵²

Quant à l'altitude urbaine proprement dite, elle ainsi présentée :

« Les points les plus élevés sur la voie publique, exprimés en système orthométrique, sont situés à gauche de l'entrée de l'église Saint-Pierre de Montmartre, à 128,21 mètres et rue du Télégraphe, devant le cimetière de Belleville, à 128,16 mètres. Les points les plus élevés du sol naturel sont situés à l'intérieur du cimetière jouxtant l'église Saint-Pierre de Montmartre, à 130,53 mètres, et à l'intérieur du cimetière de Belleville à 128,64 mètres. Le point le plus bas est le niveau moyen de la Seine, au Point du Jour, en limite de Paris, de Boulogne et d'Issy les Moulineaux, à 26 mètres. Quelques altitudes du relief de Paris: Ménilmontant : 118 mètres ; Belleville : 115 mètres ; Buttes Chaumont : 101 mètres ; Montsouris : 78 mètres ; Montagne Sainte-Geneviève : 65 mètres ; Charonne : 65 mètres ; Butte aux Cailles : 60 mètres ; Maison Blanche : 53 mètres. »

¹⁵² Ville de Paris, *Plan Local d'Urbanisme de Paris. Etat initial environnement*, 2009 (Ville de Paris, 2009), p°5

Si le PLU n'a pas vocation à être exhaustif, on peut tout de même constater que cette description permet difficilement de se faire une idée précise. Elle ne permet pas de saisir d'éventuelles interactions entre la ville et le relief ni des notions propices à l'urbanisme qui en dépendraient. Finalement, comme nous l'avons évoqué en introduction, ce paragraphe peut rappeler un paragraphe de « contexte géographique ». Nous pouvons donc conclure que le relief urbain est assez négligé, il n'est pas non plus lisible sur la cartographie accompagnant le PLU. Rappelons à ce titre ce que Philippe Panerai préconise pour l'analyse du relief urbain, dans l'*Analyse Urbaine* :

« Le plan en ce qu'il représente la forme de la ville est essentiel, mais la fascination qu'il exerce peut reléguer voire estomper la prise en compte de la dimension verticale. Celle-ci se manifeste de deux manières, dans le site et dans les bâtiments.

L'appréhension du site et notamment du relief est chose délicate. Dès qu'elle est un peu grande, et si le modelé n'est pas très accusé, la ville « cache » le relief en surimposant la forme bâtie au site d'origine. Pourtant celui-ci n'est jamais complètement gommé et il suffit d'un gros orage, d'une crue, d'une chute de neige ou d'une tempête de sable pour le révéler.

L'analyse urbaine doit se donner les moyens d'appréhender le relief et d'en rendre compte. Le système usuel des courbes de niveau fournit une bonne base, **mais il n'est pas disponible ou fiable pour toutes les villes**. Encore faut-il, s'il existe, l'interpréter, c'est-à-dire sélectionner dans la multitude des informations qu'il donne celles qui sont significatives afin de les mettre en relation avec les tracés viaires et parcellaires. Trois données semblent utiles :

- Les sommets et les lignes de crêtes
- Les thalwegs

Les courbes de niveau significatives (rupture de pente, changement de nature géologique, limite de zones inondables, base des piémonts) »¹⁵³

Afin de rendre les données connues aptes à des échanges avec d'autres problématiques nous soulevons donc cette première question : comment le relief urbain est-il mesuré actuellement à Paris ? Avec quelle finesse et comment le représente-t-on ? Sert-il des modèles urbains ? Est-il nécessaire de l'améliorer ?

¹⁵³Philippe Panerai, *Analyse urbaine*, Parenthèses, 1999 (Panerai, 1999), p°90

Recueil des données actuelles

Nous avons mené une enquête sur ces données durant la thèse. Il en résulte que deux types de données sur le relief cohabitent, issues de sources très différentes :

- Celles des services de la voirie qui mesurent au centimètre près le niveau des ouvrages dont ils ont la maîtrise : trottoirs, bitume, ouvrages sous rue. L'hydraulique en est la principale raison : dans une tradition ininterrompue depuis les premières théories issues de l'ingénierie du XIX^e siècle, la rue doit évacuer les eaux sans permettre à celles-ci de stagner. Nous pouvons à ce titre repenser à Claude Lachaise qui, en 1822 faisant la liste des zones d'accumulation d'eau dans et autour de Paris, vecteurs de transmission du miasme. On nomme actuellement « fil d'eau » l'impératif de non accumulation de l'eau dans la rue. Une telle finesse à maintenir nécessite des mesures précises de nivellement réalisées à chaque réfection de rue. Ces données sont archivées dans les services *ad-hoc* mais donnent rarement lieu à des représentations d'ensemble, leur objet étant justement local.
- La représentation par lignes de niveau/MNT, la plus couramment utilisée d'après nos enquêtes dans les services, car aisément échangeable : celle que nous utilisons nous a été fournie par l'Inspection Générale des Carrières (IGC) et est utilisée également par le Direction des Espaces Verts et de l'Environnement (DEVE). Elle semble provenir du produit « BDALTI version 1 » de l'IGN, qui réalise un format raster avec des pixels au pas de 25 mètres associés à leur altitude (des pixels associés à une information, ici leur hauteur).¹⁵⁴ A partir de celui-ci et avec un outil SIG, on peut déduire des lignes de

¹⁵⁴ Nous disons « semble » car les métadonnées renseignant justement ce type d'informations disparaît souvent au cours des échanges. Cependant, sur les descriptifs de l'IGN, nous trouvons des informations dans la BDALTI version 1 qui semblent correspondre : « Le modèle numérique de terrain utilisé est celui de la composante topographique du RGE[®] et se présente sous la forme d'une grille régulière, au pas de 25 m, déduite des courbes de niveau et points cotés archivés. »

L'IGN a remis à jour ce modèle en 2001 à travers un nouveau « produit » : BDALTI version 2 mais qui ne semble pas encore diffusé parmi les services municipaux. Nous pouvons lire dans la notice *ad-hoc* : « Le MNT du produit BD ALTI[®] version 2 se présente sous la forme d'une grille régulière. Plusieurs techniques d'acquisition des données sont mises en œuvre par l'IGN selon le type de paysage et les besoins des utilisateurs :

- la technologie Lidar est déployée pour les zones inondables et littorales, et sur les grands massifs forestiers,
- la technologie Radar est utilisée sur les zones de montagne,
- les techniques de corrélation de photographies aériennes sont utilisées sur le reste du territoire (avec l'utilisation de recouvrement stéréoscopique plus important en zone urbaine).

L'exactitude altimétrique du MNT dépend de la méthode d'acquisition des données et des traitements effectués selon les caractéristiques des zones traitées: littorales, inondables, forestières, urbaines, rurales...

niveaux « automatiques », qui ont par conséquent une forme assez peu naturelle. Cette donnée semble la plus accessible pour les services (études sur le bruit, etc.). C'est ce que nous retenons pour justifier notre choix, même si des modifications sont en cours (voir note 152). N'ayant pas pu avoir davantage d'informations sur leur provenance, le principal pour nous étant qu'elles soient celles couramment utilisées, nous les nommons dorénavant « données aériennes ».

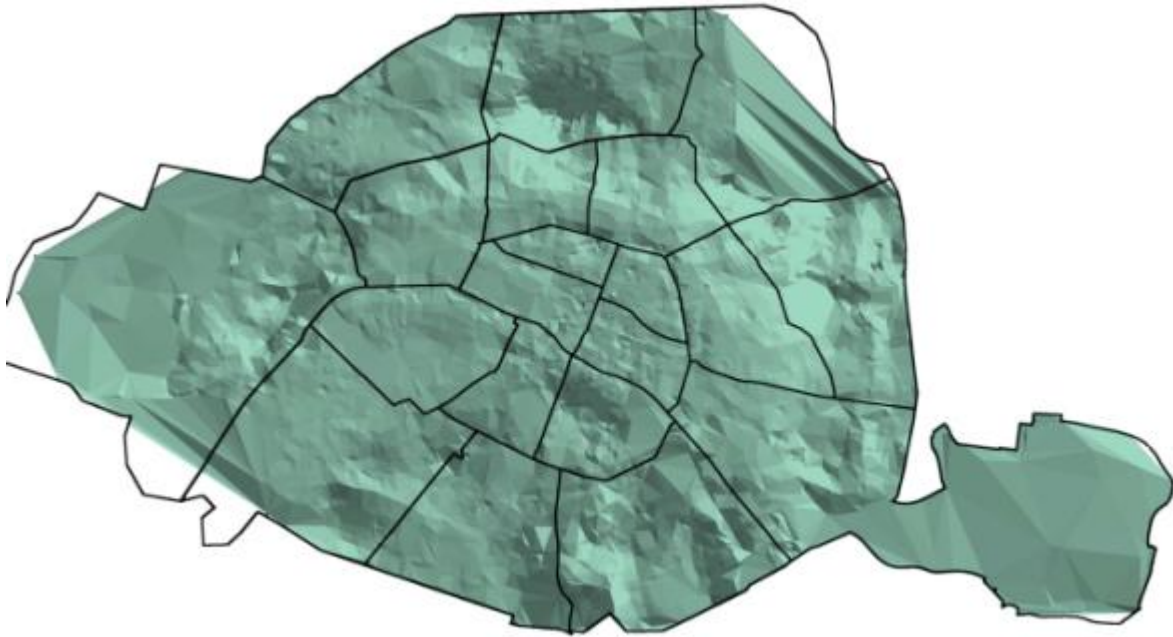
Nous sommes précis ici car il convient de connaître exactement le mode de construction de ces données et leur provenance. A ce titre, il faut remarquer que ce type d'informations se perd quasi-systématiquement dans les échanges, du fait d'un non remplissage des métadonnées dans les échanges de couches sous format « *Shape* ». Le réflexe n'est en effet pas systématique, au vu de la difficulté que nous avons rencontrée pour trouver une donnée relativement libre et accessible et à la provenance précise autour de ce relief parisien que nous recherchons. Au vu de ces deux types de données auxquelles nous avons pu accéder, nous voulons maintenant logiquement les traiter de façon unifiée pour pouvoir à terme les comparer aux données anciennes. Nous allons donc commencer par questionner nos deux sources qui sont, en résumé, d'origine macroscopique et microscopique. Une vue de trottoir et une vue d'oiseau.

Sources actuelles pour une représentation en relief de Paris

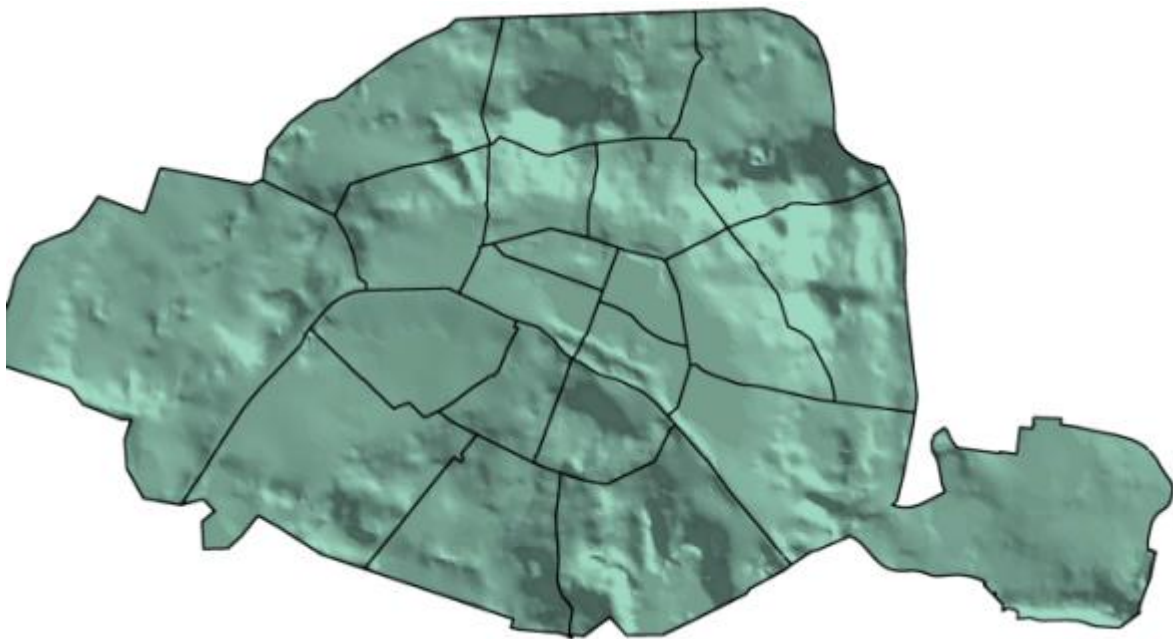
Voici les deux cartes que nous obtenons en réalisant les TIN (Triangulation Vectorielle Surfactive) de ces deux types de données :

Les valeurs d'exactitude qui en résultent sont fournies dans le tableau de l'Annexe A. Pendant la phase de constitution du RGE ALTI[®] et de la BD ALTI[®] version 2, l'IGN peut être amené à utiliser des sources de données hétérogènes. Par exemple, les données BD ALTI[®] version 1 sont intégrées dans le RGE ALTI[®], et par voie de conséquence dans la BD ALTI[®] version 2, quand de nouvelles acquisitions ne sont pas encore disponibles. »

Ces informations sur les données sont disponibles sur le site de l'IGN, les données, elles, ne sont pas libres. <http://www.ign.fr/> (consulté le 20 septembre 2014, 16h00).



Carte géomatique 7 : TIN des données issues de la topographie des carrefours des rues (transformées en NGF et accentuées par un facteur 10), dans l'emprise de Paris



Carte géomatique 8 : TIN issu des données interpolées (aériennes ou lignes de niveau) (en côte NGF et accentuées par un facteur 10), de résolution d'origine 25*25m, dans l'emprise de Paris

Pour les représentations ombrées que nous présentons, issues des triangulations surfaciques ou des modèles numériques de terrain. Nous choisissons un soleil du soir pour les éclairer :

- Eclairage sud-ouest à 226.5 degrés,
- contraste : 81,
- soleil à 21.5 degrés

Ou bien nous choisissons un éclairage nord-ouest (plus artificiel, mais qui a l'avantage d'éclairer mieux les coteaux du nord, il nous servira pour la restitution des TIN) :

- éclairage à 311 degrés.

Quantification de la différence entre les deux sources du relief actuel

Les deux cartes sont très différentes alors qu'elles représentent le même phénomène physique. Il y avait donc de l'intérêt à se procurer au moins deux sources. Nous connaissons finalement assez mal le relief urbain, comme l'estime Philippe Panerai, et la prise de vue aérienne, ou du moins interpolée au pas de 25 mètres n'est pas gage de réalité exacte à l'échelle de la ville. Cette remarque peut faire office de première conclusion pour tous les projets qui nécessitent des modèles tridimensionnels (bruit, pollution, écoulement des eaux, etc.) : ils ne doivent pas hésiter à questionner leur source de données. Par ailleurs, les métadonnées étant souvent insuffisantes, - avec les informations permettant de mieux comprendre leur mode de production et origine -, nous ne connaissons donc pas précisément l'origine des relevés (topographique, aérienne, moyennes réalisées « automatiquement », avec quels interpolateurs, etc.). L'incidence semble réelle pour le cas urbain avec un centre de Paris qui apparaît plus plat qu'il ne l'est en réalité. En ayant observé que les différences sont notables, nous pouvons maintenant les quantifier.

Travail de comparaison

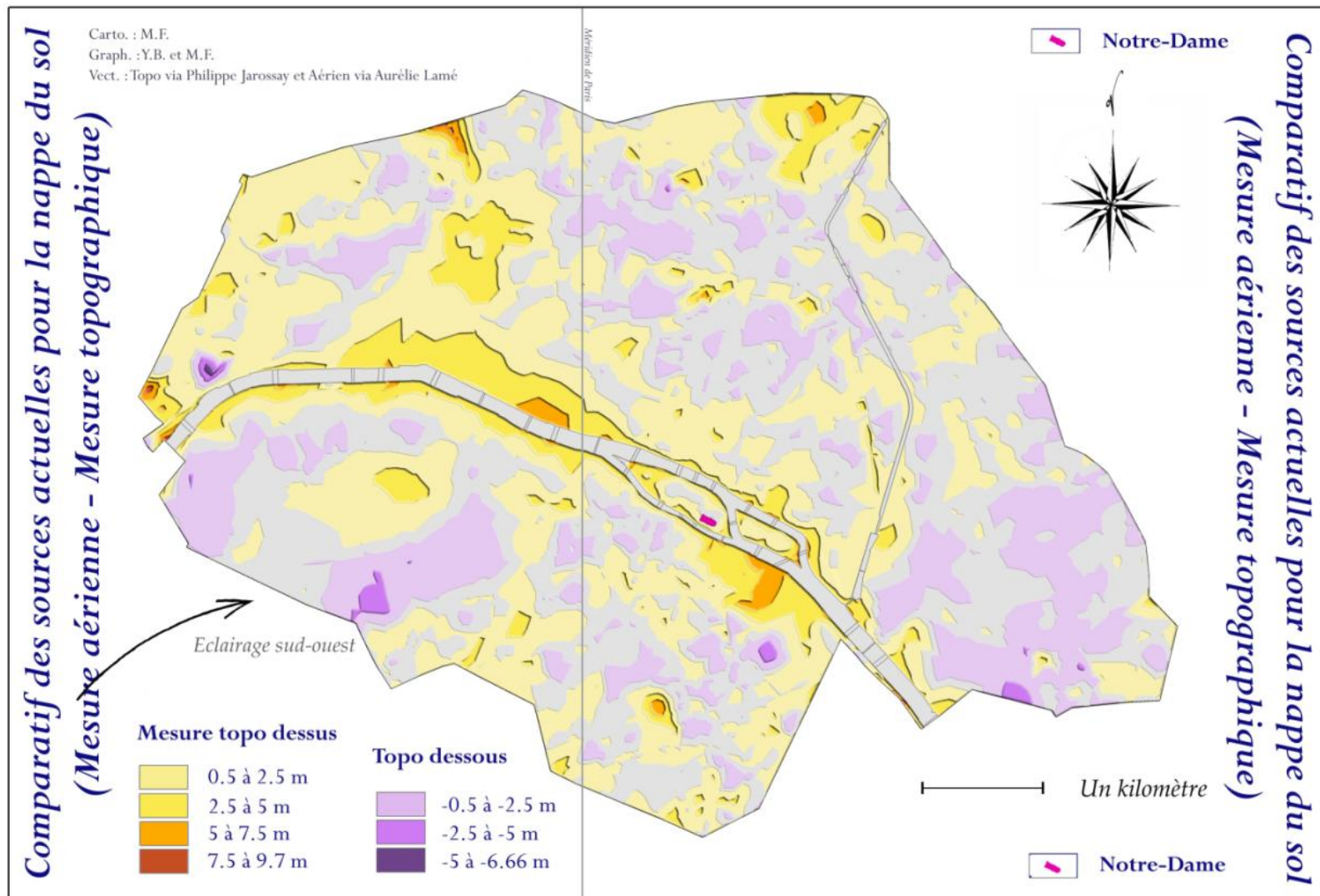
Il est possible de comparer deux modèles tridimensionnels du niveau du sol (ici ce sont des TIN). Nous réalisons l'opération « différence des TIN » avec l'outil ad-hoc,¹⁵⁵ que nous découpons sur l'emprise des Fermiers Généraux, notre zone de travail. L'isodifférence des

¹⁵⁵ Nous utilisons une résolution des cellules de 2 m pour un meilleur rendu

TIN est un raster qui, pour chaque pixel, donne la différence d'altitudes entre les deux modèles. Nous avons réalisé la mise en page avec la sémiologie suivante :

- entre -0.5 m et +0.5 m : gris, valeurs négligeables,
- ensuite les classes se font par étages, de 2 m 50, car notre travail veut rester lié à la ville et à l'homme, et par nuances de violet ou de orange. Les classes recouvrent les valeurs : (-7.5 ; -5 ; -2.5 ; -0.5 ; 0.5 ; 2.5 ; 5 ; 7.5 ; 10),
- les zones orangées correspondent aux zones où la valeur aérienne est au-dessous de la valeur topographique,
- les zones violettes correspondent au phénomène inverse.

Résultat cartographique



Carte géomatique 9 : raster de la différence entre les TIN « aérien » et « topographique » (Annexe, p°12)

Interprétation

Les extrémums de ce « *raster* » d'isodifférence sont 9.07 mètres pour le maximum et -6.66 mètres pour le minimum. Nous remarquons donc que la différence n'est pas négligeable en extrémums, mais également visualisée dans l'espace. L'une des sources étant l'altitude des carrefours des rues, l'autre étant issue d'interpolations, nous pouvons logiquement nous attendre à des différences : la carte précédente la quantifie. Les lieux où la différence est infime, moins de 50 cm, en gris, sont rares. L'intérêt d'interroger les sources est confirmé. La meilleure des deux en terme de finesse du relevé est celle issue des récolements de voirie mais elle ne concerne ni l'îlot, ni les espaces étendus de type parcs :

- par exemple, la vue aérienne sous-estime le relief en milieu urbain dense comme les micros reliefs issus de l'enceinte de Charles V. Ce qui explique que nous ne voyions pas ceux-ci sur le Tin « interpolé » que nous avons nommé TIN « aérien »,
- par contre, la donnée des rues est déficiente à propos de la Seine et de l'espace environnant car elle ne reflète que les extrémités des ponts, ce qui est clairement éloigné de la réalité liée aux berges et au fleuve.

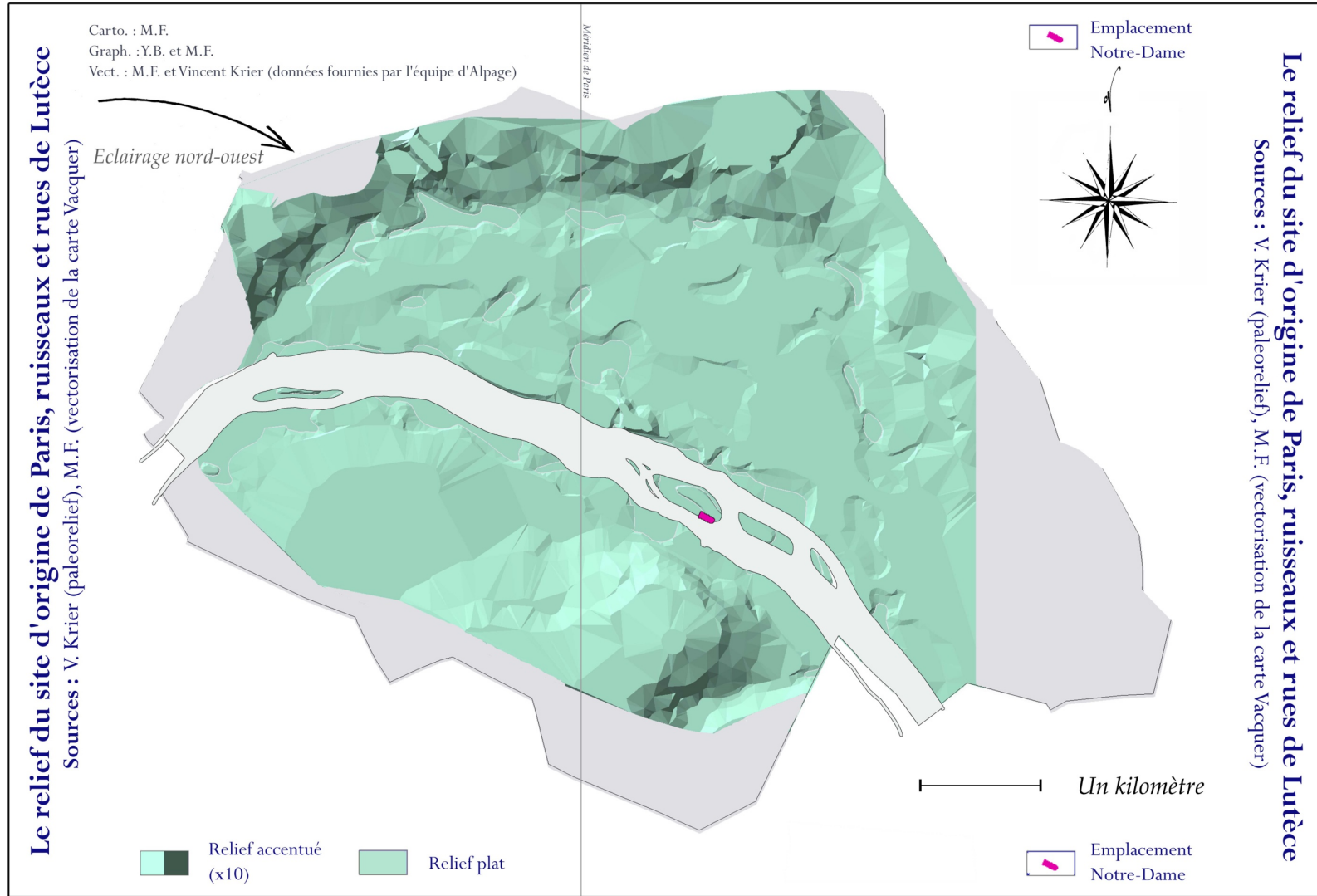
D'importantes différences séparent les deux modèles dont il faudra tenir compte :

- la prise de vue aérienne « gomme » très clairement de multiples aspérités. Dans une démarche d'urbanisme, d'histoire ou encore d'archéologie, la chose est dommageable,
- en revanche, la mesure topographique est déficiente dans les zones où il n'y a pas de rues de façon dense : les parcs ou bien lorsque la rue, par un ouvrage d'art, ne reflète plus le sol : c'est le cas dans la tranchée des voies SNCF de Saint-Lazare, de la Gare du Nord, où des ponts enjambent le terrain que l'avion prend en compte. Jussieu pose également un problème de différence importante : le sol des cours et du bâtiment ne reflète pas celui des rues. L'impact est visible.

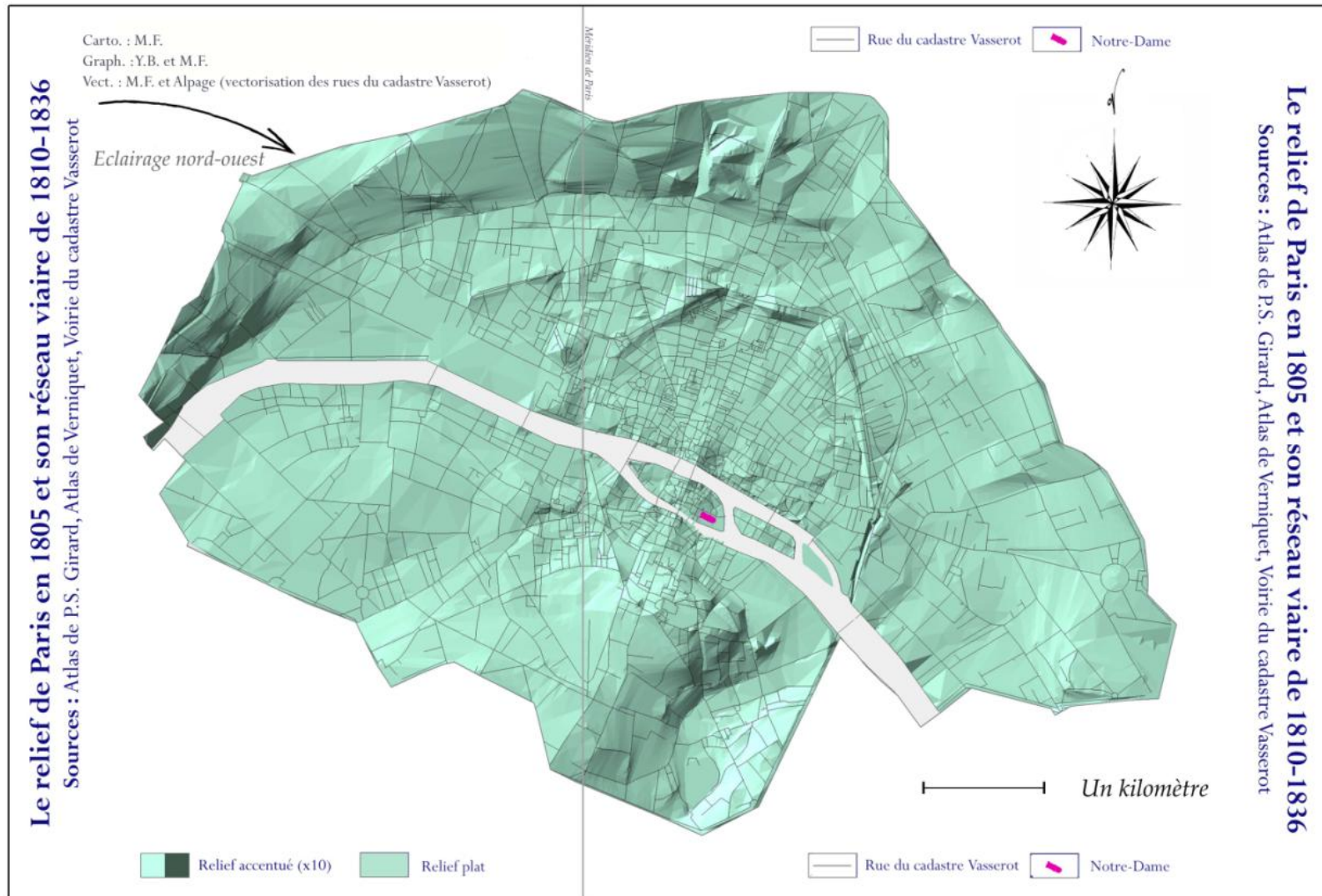
Ces subtilités impriment de fortes différences que nous avons au moins voulu représenter. Une fois cette opération faite et visualisée dans l'espace, il convient d'interpréter en fonction d'une réalité de terrain.

Conclusion Topologie et topographie : représentations d'espaces

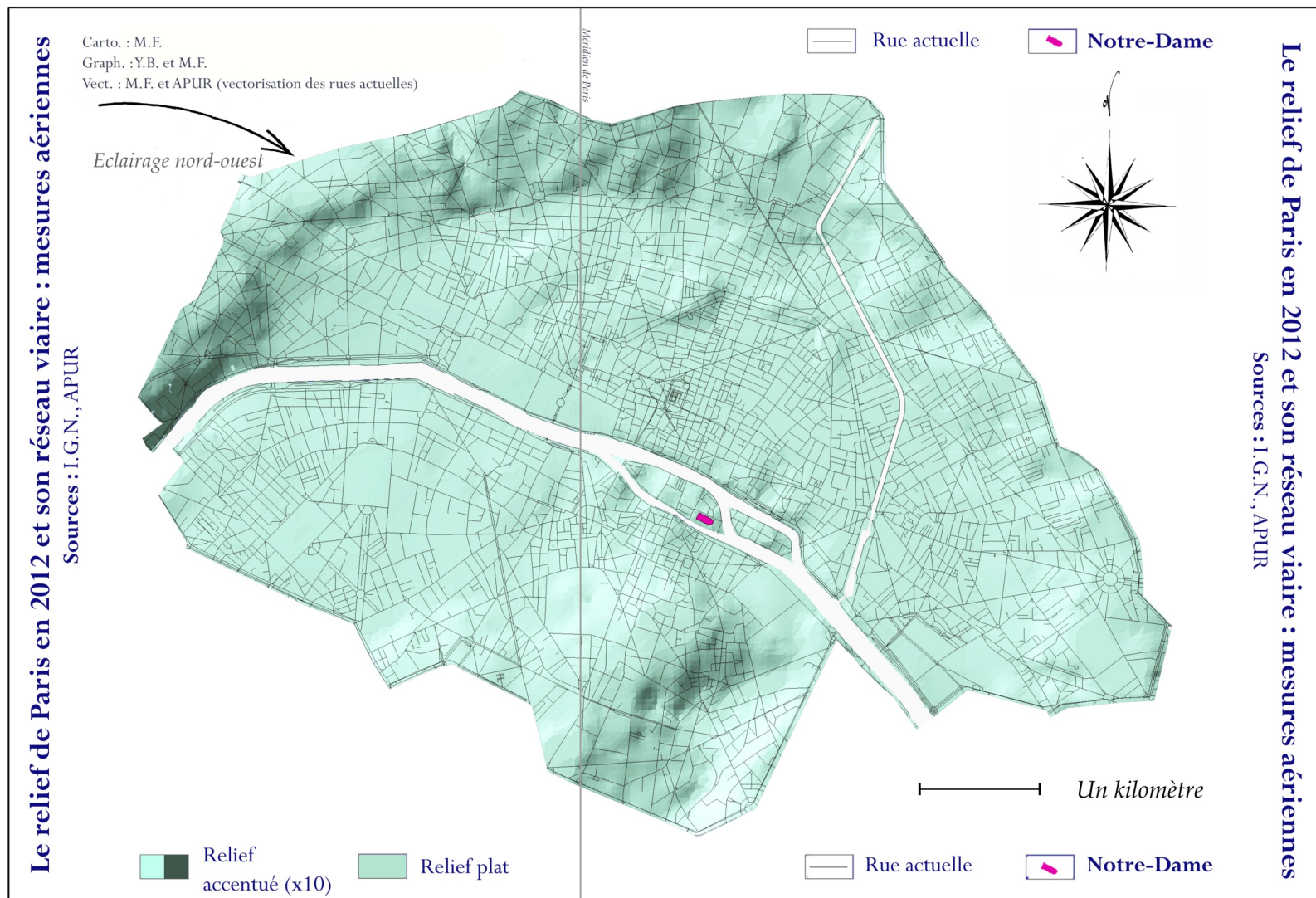
Topographie : quatre représentations du relief urbain



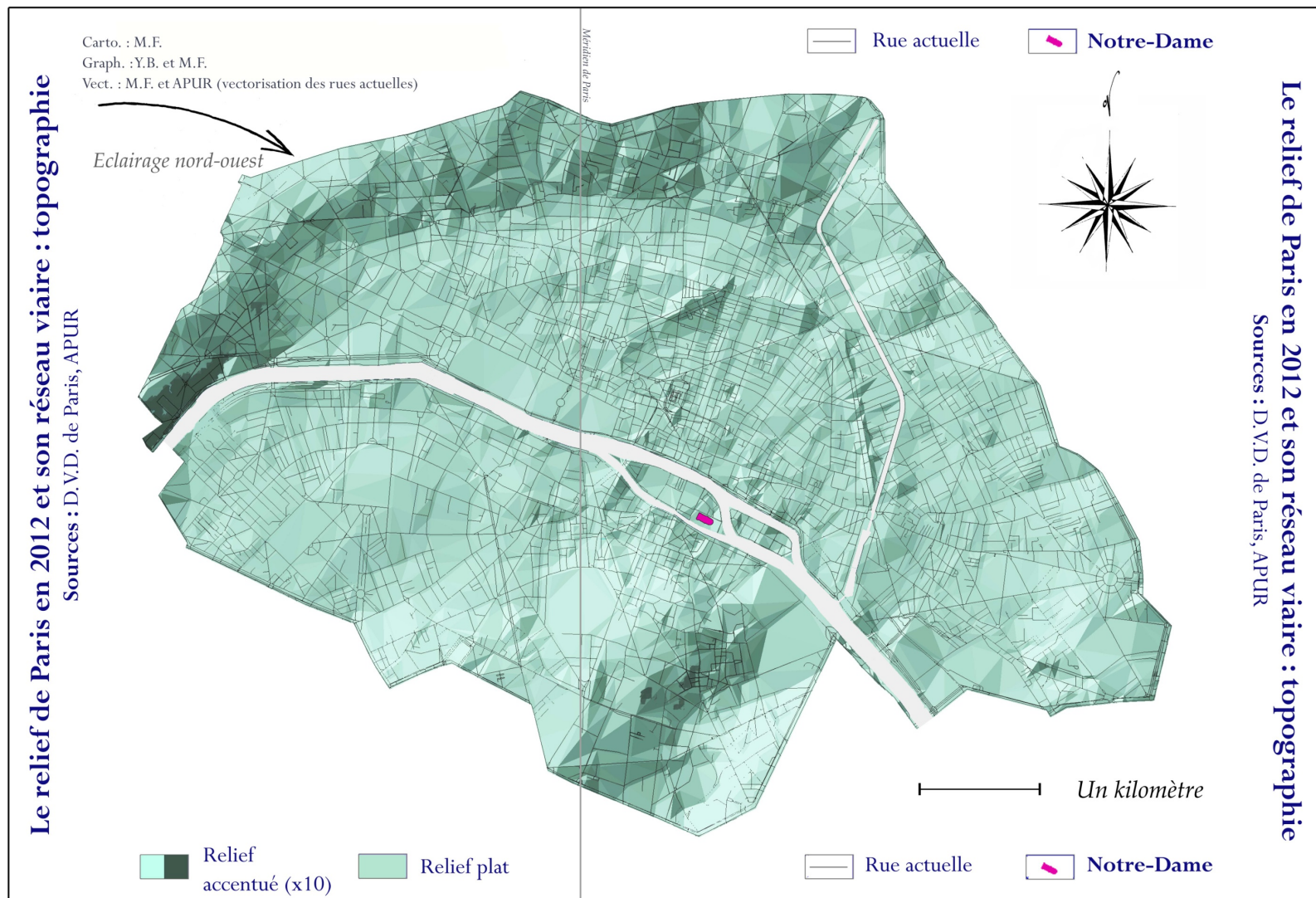
Carte géomatique 10 : représentation TIN de la surface originelle de Paris avec les données archéologiques (Annexe, p°13)



Carte géomatique 11 : représentation TIN de la surface de Paris en 1805 avec les données de P.S. Girard (Annexe, p°14)



Carte géomatique 12 : représentation de la surface de Paris actuelle avec les données aériennes IGN (2012) (Annexe, p°15)



Carte géomatique 13 : représentation TIN de la surface de Paris actuelle avec les données topographiques (2012) (Annexe, p°16)

Topographie : interprétation et conclusion

Par ce travail de bibliographie géomatique historique et contemporaine, nous obtenons les données les plus précises disponibles sur quatre états du relief urbain :

- le sol naturel par la source archéologique, vectorisé par Vincent Krier,
- le sol en 1805, dessiné par P.S. Girard,
- le sol actuel par la vue aérienne, fourni par l'IGN,
- le sol actuel par la topographie de la voirie, fourni par la Direction de la Voirie et des Déplacements de la Ville de Paris.

Sur cette base, il nous devient possible de réaliser une archéologie du relief, pour ajouter deux dimensions supplémentaire aux réflexions morphologiques basées sur le plan. Retenons déjà plusieurs points :

- la précision de la saisie doit être gardée à l'esprit. Par exemple, la donnée archéologique est moins précise que les trois autres : ceci car elle dépend en premier lieu d'une interpolation de données recueillies dans les chantiers de fouilles. Elle ne peut être considérée que comme générale, et ne suffit pas à représenter des détails urbains. Son niveau de précision ne nous est pas connu, il serait intéressant de la connaître : par exemple en renseignant la densité de points ayant permis sa production. Cette densité, en toute logique doit être supérieure dans le centre le plus ancien où l'archéologie se développe davantage.
- pour réaliser un travail comparatif sur les données de Girard, il sera cohérent de passer d'abord par la donnée topographique des rues. Car elle résulte du même mode opératoire, c'est à dire un travail de terrain réalisé par les techniques de nivellement : il devient donc comparable avec celle de Girard. Ce résultat nous servira dans la partie II.
- un éventuel SIG souterrain peut difficilement se concevoir par la seule donnée aérienne au vu de la finesse consistant à y récoiler le bâti. La donnée des services de voirie est essentielle comme point de départ, elle est très peu utilisée actuellement. Ceci est vrai pour Paris, et certainement pour d'autres villes. En milieu urbain, l'avion ou le satellite ne suffisent pas actuellement. Ce résultat nous servira dans la partie IV.

Topographie évolutive et topologie

Nous voulons préciser ici quelques concepts qui reviennent dans ce travail et dont la définition semble être discutée ces dernières années dans plusieurs domaines : topographie et topologie. Pour préciser ces termes et la raison de leur emploi, nous montrons un exemple, basé justement sur nos données du même objet - le sol de la ville - à des époques différentes.

Si nous voulons étudier certains phénomènes, nous devons prendre en compte un certain espace qui leur est propre. Par exemple, l'évolution du ruissellement des eaux à Paris qui engendre des formes urbaines spécifiques. Il nécessite des bassins versants cohérents. Donc l'espace n'est « pas négociable ». Par contre nos données n'ont pas toutes la même épaisseur temporelle : celles de l'emprise des Fermiers Généraux sont anciennes, celles du Paris actuel (assurant les bassins versants cohérents) ne peuvent remonter aussi loin dans le temps. Une opération spatiale, qui nous servira plus loin consiste à compléter les données anciennes par des données actuelles sur l'espace nécessaire.



Figure 13 : polygones d'extraction des données (Annexe, p°17)



Carte géomatique 14 : synthèse topologique chrono-spatiale autour du sol (Annexe, p°18)

- zone 1 (couleurs froides) : données topographiques historiques et actuelles. Zone géographique de données étalées dans le temps,
- zone 2 (couleurs chaudes) : données topographiques actuelles seulement, zone périphérique en terme de données.

En jouant ainsi sur l'espace à des époques différentes, qu'avons-nous fait ? Une opération topographique ou topologique ?

Topologie : gestion dans les SIG

La notion de topologie consiste, dans les logiciels géomatiques, à établir et utiliser des relations logiques spatiales entre des entités. En mathématiques, la naissance de la topologie a des origines cartographiques. Elle s'est longtemps nommée *analysis situs*, littéralement la science de l'espace. Les mathématiciens ont mis longtemps à spécifier l'*analysis situs*, nommé pour la première fois topologie seulement à la moitié du XIX^e siècle, le mot n'étant

utilisé en France qu'à partir du début du XX^e siècle.¹⁵⁶ Bernhard Riemann (1826-1866) est considéré par le groupe Nicolas Bourbaki¹⁵⁷ comme étant le fondateur de la topologie en tant que branche à part entière des mathématiques modernes. Le questionnement a consisté à remettre en cause un axiome d'Euclide, à la suite de Gauss et de Lobatchevski, et à pousser la géométrie euclidienne dans les espaces complexes. Rossana Tazzioli tente ainsi de résumer l'unité d'une œuvre prolifique :

« Son approche des mathématiques est aussi fascinante et féconde que ses idées elles-mêmes : Riemann rêvait de formuler une théorie mathématique qui décrirait toutes les lois de la nature. Ce point de vue, affirmé à de nombreuses reprises dans ses écrits traitant de philosophie naturelle, donne à son œuvre une unité, en dépit de la variété des sujets abordés ».¹⁵⁸

Les biographes de Riemann voient l'inspiration de son travail dans les problèmes géométriques posés par la physique.¹⁵⁹

Dans l'espace euclidien simple - celui des « ingénieurs et physiciens » en 1840,¹⁶⁰ - qui reste celui de la cartographie y compris géomatique, les formes correspondant aux trois dimensions contenues dans le plan : point, ligne et surface. Elles possèdent, dans les SIG, des propriétés vectorielles à la différence de la carte dessinée. Dès lors, on peut utiliser les propriétés de ces éléments par des *opérations topologiques* de type union, appartenance, complément, notion de lien vectoriel, etc. C'est cette version là de la topologie qui est utilisée en géomatique. En réalisant des opérations sur l'espace évolutif de Paris, nous restons dans ces opérations topologiques. Une notion plus générale de la topologie apparaît également en sciences humaines, par exemple quand de Certeau oppose ainsi carte et récit :

¹⁵⁶ Leibnitz est le « pseudo précurseur » de la topologie selon l'historien des sciences Jean-Claude Pont. Il appelait cette discipline *analysis situs*, un terme qui reste d'usage dans les pays francophones et anglo-saxons jusqu'aux premières décennies du XX^e siècle. Rossana Tazzioli, *Riemann : Le Géomètre de la nature*, Belin, 2010 (Tazzioli, 2010), p°53. Le mathématicien allemand Johan Listing invente en 1847 un néologisme pour désigner cette géométrie qui cherche à déterminer les propriétés tant de l'espace usuel (celui des physiciens et des ingénieurs) que des espaces abstraits : le mot topologie. Jean Baudet, *Nouvel abrégé d'histoire des mathématiques*, Vuibert (Baudet, 2002), p°228

¹⁵⁷ (Bourbaki, 1984), p°175 : « Ce sont d'une part ses recherches sur les fonctions algébriques et leurs intégrales, d'autre part ses réflexions (largement inspirées par l'étude des travaux de Gauss) sur les fondements de la géométrie, qui amenèrent Riemann à formuler un programme d'études qui est celui même de la topologie moderne, et à donner à ce programme un commencement de réalisation. »

¹⁵⁸ *Riemann : Le Géomètre de la nature* (Tazzioli, 2010), p°7

¹⁵⁹ Id., p°44 : « Dans une lettre adressée à Félix Klein, Luigi Bianchi, collègue d'Enrico Betti à l'Université de Pise, affirme : « [Betti] peut vous certifier que Riemann l'a informé n'avoir abouti à sa théorie analytique [des fonctions] et à sa manière de concevoir [cette théorie] qu'après avoir étudié des questions et des problèmes de physique. »

¹⁶⁰ *Nouvel abrégé d'histoire des mathématiques* (Baudet, 2002), p°228

« Là où la carte découpe, le récit traverse. Il est « diégèse », dit le grec pour désigner la narration : il instaure une marche (il « guide ») et il passe à travers (il « transgresse »). L'espace d'opérations qu'il foule est fait de mouvements : il est *topologique*, relatif aux déformations de figures, et non *topique*, définisseur de lieux. »¹⁶¹

Quant à une cartographie appliquée à l'étude historique, il semble qu'il faille séparer celles qui s'en servent comme outil de représentation de liens déterritorialisés et celles qui s'ancrent dans le lieu :

« La carte est un *travelling concept* qui déborde son domaine d'origine, jusqu'à devenir un *metamedium*. Les cartes conceptuelles n'ont plus grand-chose de commun avec les cartes physiques ni même thématiques. Elles illustrent des opérations cognitives, un système de réseaux qui puisse être projeté dans l'espace. À l'inverse de la notion de *mapping*, dont l'extension métaphorique est lexicalisée en anglais, la cartographie *stricto sensu* implique un ancrage territorial. [...] C'est par abus de langage ou d'analogies, par sacrifice à la vogue de la pensée de l'espace – et pour certains par mépris de toute philosophie de l'histoire – que l'on « cartographie » des relations non indexicales, des interconnexions en dehors de tout référent spatial. Stephan Günzel préfère parler dans ce cas de topologie, par opposition à ce qui relève véritablement de la topographie. »¹⁶²

La notion de cartes basées sur une topographie comparée dans le temps implique donc certaines opérations « topologiques », au sens des SIG ou de leur origine mathématique. Contrairement au sens de topologie comme « récit » ou « mise en réseau » assez éloignée d'une topographie ancrée au lieu. Ce n'est qu'au sens du logiciel sur lequel nous travaillons que nous réalisons des opérations topologiques en superposant des données diachroniques.

Pour revenir à notre exemple initial, la notion de complémentarité dans l'espace est donc utile. La superposition sur un même support propice à l'analyse spatiale de données topographiques de périodes différentes à Paris est un début de topologie. Mais au sens mathématique du terme. Nos opérations restent fondamentalement liées au terrain, en montrant sa capacité évolutive. Le lien historiographique (actions permises par la représentation urbaine) ou historique (impact sur des activités humaines) que nous recherchons au XIX^e siècle en partie III, est corrélé, affirmé ou infirmé par la topographie évolutive. Nous voulions ici préciser le champ lexical avant d'aborder certaines évolutions spatiales. Ainsi nous conservons le terme de topographie évolutive plutôt que de topologie de l'espace, plus révélateur des opérations menées dans ce travail.

¹⁶¹ *L'invention du quotidien* (De Certeau, 1980), p°189

¹⁶² Gabaude, Florent, « Un transfert comme les autres? La "cartographie" en littérature et sciences humaines », in *Revue de l'IFHA*, 2011, n°3 (Gabaude, 2011), p°2

Pistes d'apports pour des problématiques contemporaines

De même que l'étude des formes urbaines se nourrit du cadastre et du parcellaire, plusieurs problématiques peuvent se nourrir de la topographie du relief. Nous proposons ici quelques exemples de construction d'enquêtes historiques utiles à des problématiques urbaines, qui peuvent se baser sur l'espace tridimensionnel dans le temps :

- observation de la construction des disciplines et des savoirs dans le milieu urbain : inondations, archéologie,
- transformations du milieu, physique ou chimique : on s'approche ici d'une archéologie industrielle ou de la notion récente d'anthropocène,
- représentations du lieu comme objet historiographique, en comprenant les données, représentations disponibles par les transformateurs et théoriciens,
- plus généralement métabolisme urbain intégré dans un support de longue durée. Des considérations comme la gestion hydraulique, énergétique, de risque peuvent se placer dans un contexte évolutif. L'urbanisme mais aussi l'histoire semblent accorder de plus en plus d'importance à cette notion.

Partie II Temps long : entre terre et eaux

Introduction Echelle large : Cuvier et Brongniart sous le Grand Paris

Carte de l'espace par sa géologie en 1810

Nous allons utiliser une carte qui a peu été exploitée pour l'information spatiale qu'elle contient. La première représentation cartographique géologique en France ¹⁶³ est réalisée par Cuvier et Brongniart en 1810. ¹⁶⁴ Elle est issue des observations réalisées lors des promenades d'explorations géologiques en région parisienne d'Alexandre Brongniart entre les années 1788 et 1790. ¹⁶⁵ C'est une œuvre importante pour la discipline géologique moderne à la suite des travaux de Buffon ¹⁶⁶ : la cartographie de précision va rapidement être une mission essentielle de la nouvelle science géologique. ¹⁶⁷

Dans le rapport à l'espace, cette carte est liée aux travaux de Girard pour la figuration scientifique du relief : les données du *Nivellement Général de Paris* sont empruntées comme les remerciements de l'ouvrage le stipulent. Avec une technique similaire à celle exposée en première partie pour la carte de Girard, nous commençons par préparer à l'étude géomatique la carte de Cuvier et Brongniart - reconstitution photographique, géoréférencement -. La reconstitution n'est précise qu'à l'échelle régionale car la prise originale - photographique -, sur un plan assez gondolé crée, de fait, une marge d'erreur importante. Cependant, la carte représentant un espace vaste, on ne trahit pas son échelle. Cette première carte géologique semble montrer des formes corrélables à la morphologie de l'agglomération actuelle.

¹⁶³ L'invention de la carte géologique est anglaise par Christopher Packe en 1743.

¹⁶⁴ *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris* (Cuvier and Brongniart, 1811) : la carte à la fin de l'ouvrage.

¹⁶⁵ La même que décrite et explorée en Partie I. Sur le travail de Brongniart, voir Stéphane Van Damme, *Métropoles de Papiers*, Les Belles Lettres, 2012 (Van Damme, 2012), p°53

¹⁶⁶ *Histoire et théorie de la Terre, avec les Preuves qui l'accompagnent* (Buffon, 1749)

¹⁶⁷ A la suite d'Abraham Werner et de William Smith (1769-1830), Alexandre Brongniart (1770-1847) fonde la stratigraphie en « analysant les formations qui ceinturent Paris », il est élu en 1817 dans la section de minéralogie de l'Académie des Sciences. Georges Cuvier (1769-1832) décrit les faunes de mammifères découvertes dans les plâtrières. Pierre Pruvost, « Sciences géologiques » in *Troisième centenaire de l'Académie des Sciences*, 1967 (Pruvost, 1967)



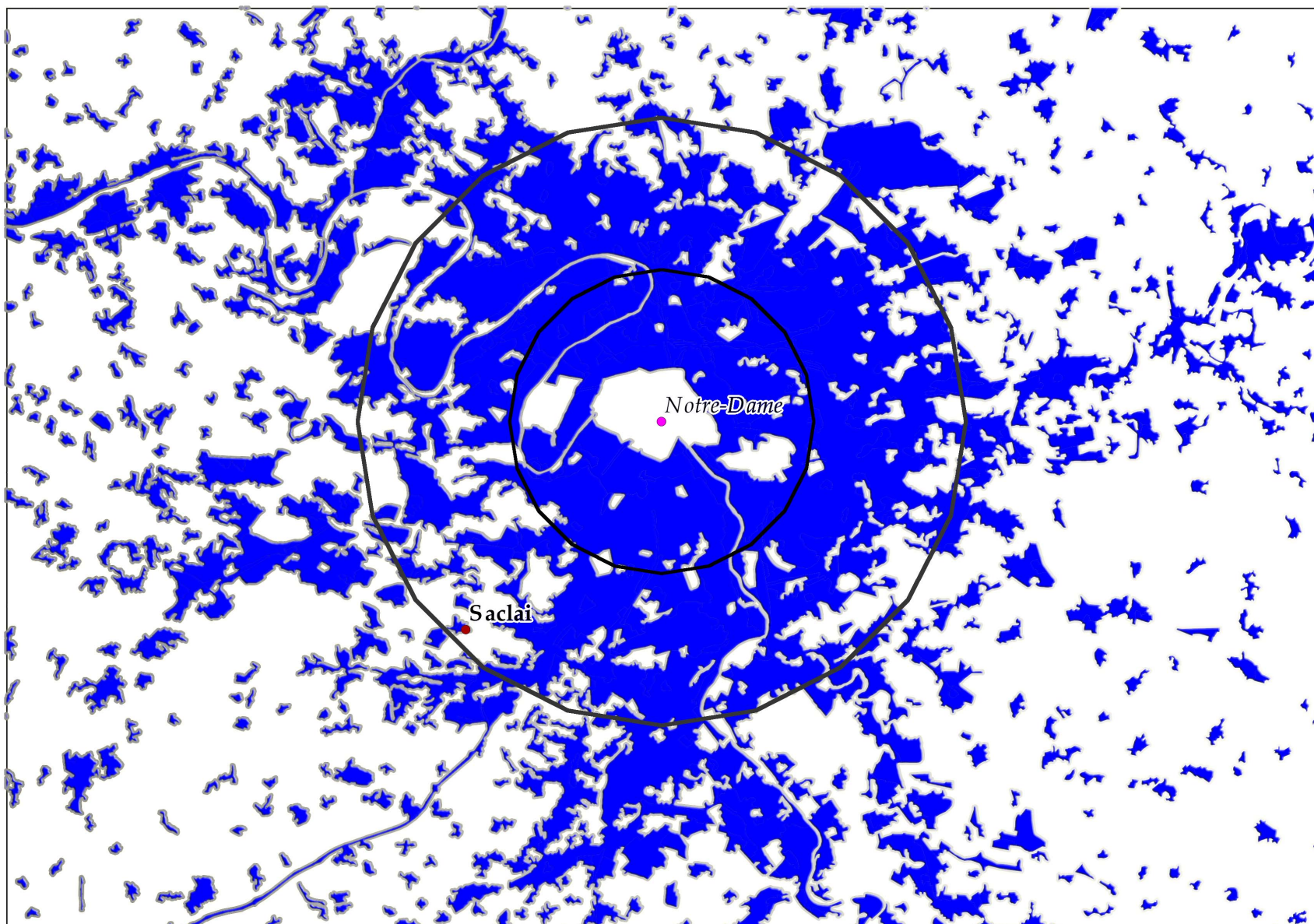
Carte historique 2 : Cuvier et Brongniart, 300 000^e (format A4) et emprise de Paris en 1810 au centre.

Morphogénèse de l'agglomération dans son relief, cas du plateau de Saclay

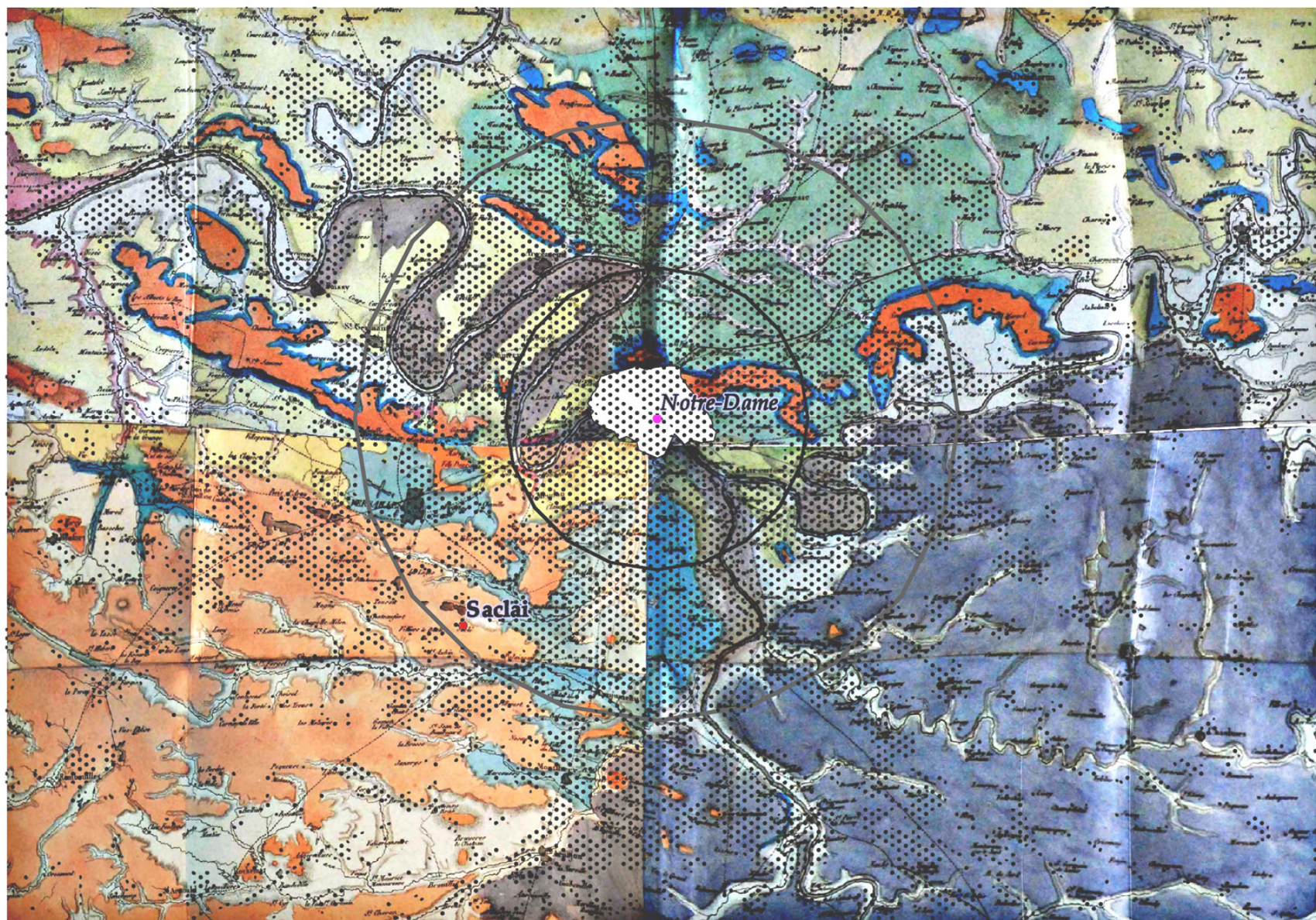
Nous trouvons des données sur la forme en plan de l'agglomération parisienne grâce aux données de la base CORINE de 2006¹⁶⁸ sur l'occupation du sol, disponible à l'échelle nationale. Nous y sélectionnons les zones urbanisées.¹⁶⁹ Nous expérimentons donc la superposition de la représentation plate de l'emprise actuelle de l'agglomération à la carte de Cuvier et Brongniart qui possède d'intéressantes propriétés morphologiques inscrites dans sa sémiologie. A travers un exemple actuel, l'urbanisation du plateau de Saclay, très bien lisible dès 1811, nous pouvons observer qu'une lecture autre que le plan urbain est intéressante à réaliser de manière diachronique.

¹⁶⁸ Qui est la dernière mise à jour qui soit disponible en 2014.

¹⁶⁹ En ne sélectionnant que les champs relatifs à une occupation des sols de type urbaine.



Carte géomatique 15 : lecture plate de l'occupation des sols (d'après CORINE, 2006) (emprise des Fermiers Généraux au centre) (Annexe, p°19)



Carte géomatique 16 : l'emprise de l'agglomération actuelle, superposée à la carte de Cuvier et Brongniart (1810) (Annexe, p°20)

Des corrélations de formes très spécifiques apparaissent entre l'extension parisienne depuis deux siècles et la représentation de la carte Cuvier et Brongniart. Les zones bleues - calcaire silicieux -, et orange - meulière, grès et sable sans coquille - ne se sont pas urbanisées. Des qualités morphogénétiques contemporaines semblent donc apparaître dans cette première carte géologique. Elles sont liées au relief. Ce dernier est bien sous-jacent dans la carte car les couleurs liées aux masses géologiques sont liées aux processus d'érosion et donc au relief. La carte géologique d'il y a deux siècles peut donc être vue comme possédant des propriétés morphologiques inscrites dans sa sémiologie. La représentation classique plate par l'emprise au sol ne montrerait pas ces phénomènes de longue durée.

Les deux cercles figurés dans la carte précédente montrent les cercles de diamètres 10 km et 20 km autour du transept de Notre-Dame. La première zone non urbanisée qui ne soit par ailleurs pas classée, - de type forêt ou bois comme peuvent l'être les bois de Boulogne, Vincennes, Meudon, Verrières Montmorency ou la Courneuve-, se situe à Saclay. Cette centralité est relative si on la place sur la carte de Cuvier et Brongniart. Elle se situe dans une zone moins propice à l'urbanisation selon la dynamique visible sur les deux siècles séparant ces données. La cartographie semble au moins vérifier une règle pour la ville : des dynamiques d'extensions sont plus propices que d'autres. La concentricité à grande échelle est un effet du plan qui guide habituellement les projets urbains. Le plan peut donner l'illusion de la proximité alors que des dynamiques plus longues de la ville ne s'y conforment pas. Dans le cas parisien, l'extension par les vallées alluviales semble être plus conforme à la dynamique des deux derniers siècles de l'agglomération.

Nous voulions par là montrer l'importance de la représentation spatiale sur d'autres supports que le cadastre ou la seule occupation des sols pour observer des dynamiques longues. Ceci sera un fil conducteur des développements suivants. Notre périmètre d'étude sera désormais le centre dense et historique parisien, correspondant à l'emprise des Fermiers Généraux, à la recherche de données caractérisant l'épaisseur du milieu urbain et son évolution longue.

Chapitre 4 Les strates souterraines théorisées et cartographiées

Plusieurs sciences liées au terrain parisien : autant de sources spatiales

Nous prenons le parti de réinterroger les sciences qui entourent notre terrain de recherche, par l'étude de leur construction. La dimension exploratoire de la plupart d'entre elles leur donne une position humaine liée progressivement aux circonstances de l'histoire urbaine. Nous supposons ici que l'état des connaissances est un acteur de l'évolution morphologique, ce que nous vérifierons plus loin.

Notre plan se base sur l'espace et vise à présenter les disciplines au fur et à mesure de leur apparition dans les problématiques rencontrées. Dans ce chapitre, nous nous concentrons sur les strates définissant le temps long du sous-sol. Nous convoquons donc ici la géologie et l'archéologie qui se sont largement développées dans le contexte urbain et ses réalités. Ces sciences de l'observation se lient progressivement à la réalité urbaine d'une époque donnée par le travail de terrain de leurs protagonistes.

La chronologie qu'a connu leur développement est souvent surprenante et source d'informations précieuses sur les influences réciproques, les filiations et idées communes. Le but est justement d'utiliser ces informations lors des enquêtes géomatiques basées sur les archives de ces mêmes disciplines et dans leur interprétation, qui suivra dans ce chapitre et les deux suivants. Nous recherchons quels objets ont été recherchés dans une logique de l'espace, qui disparaît actuellement dans le morcellement des disciplines.

10. Sciences exploratoires et observatrices : genèses et développements urbains

La connaissance du sous-sol à Florence au XIV^e siècle

Pour introduire l'ancienneté de la problématique, nous allons commencer par remettre au jour un texte d'un célèbre scrutateur et descripteur du sous-sol : Dante Alighieri (1265-1321). La *Divine Comédie* est universellement connue, avec la structure en trois étages pour l'au-delà qu'elle met en récit via les pérégrinations de l'auteur dans ces lieux, accompagné de Virgile. Ces étages sont le sous-sol pour l'Enfer, une montagne pour le Purgatoire, le ciel pour le Paradis. Jacques le Goff démontre que cette œuvre marquante de vulgarisation théologique dans l'imaginaire médiéval consacre en réalité une histoire de la pensée qui avait, par étapes

et dès le XI^e siècle,¹⁷⁰ intégré le purgatoire au schéma initial présenté par la théologie. La connaissance réelle du sous-sol par Dante d'un point de vue scientifique et universitaire dans la Florence du XIV^e siècle est moins logiquement étudiée que le point de vue littéraire pour ce qui tient lieu d'œuvre majeure. Pourtant, un texte éclairant est réédité dans les œuvres complètes de Dante sur ce thème, où il prend part à une controverse universitaire.¹⁷¹ En 1321 il disserte sur la question de la position des eaux et de la terre. Le sol et les eaux comme questionnement dans la Florence du XIV^e siècle. La querelle tient à la forme générale de l'eau et de la terre :

« La querelle, adonc, portait sur l'assiette et la figure, ou la forme, des deux éléments, à savoir l'eau et la terre ; et j'appelle ici « forme » ce que dans ses *Prédicaments* le Philosophe¹⁷² place en la quatrième espèce de qualité. Et la querelle fut ramenée à ceci comme au principe de la vérité qu'on voulait explorer : à savoir qu'on chercherait si les eaux, vues dans leur sphère, c'est-à-dire dans la circonférence où les tient nature, étaient quelque part plus hautes que les terres qui émergent de l'eau, et que nous nommons communément « quart habitable ». »¹⁷³

Certaines observations et conclusions sont indéniables :

« Donc tous les rivages sont plus éloignés du centre du monde, puisque le centre du monde est le centre des mers, comme on a vu, et que les eaux côtières sont partie de la surface entière des mers. [...] et qui dit les rivages dit à bien plus forte raison les autres régions de la Terre, vu que les rivages sont la partie inférieure des terres ; et ceci est manifeste par les fleuves qui vers eux descendent. »¹⁷⁴

Il reste à en déterminer la cause :

« Reste à voir maintenant quelles peuvent être la cause finale et la cause efficiente de cette élévation des terres qui a été suffisamment démontrée ; et ceci est propre à l'art, car la question « la chose est-elle ? » doit précéder la question « pourquoi est-elle ? [...] Je dis donc que la cause efficiente de cette élévation ne peut être la terre elle-même. Attendu en effet que s'élever est en somme se porter soi-même vers le haut, est que se porter vers le haut est contre nature de la terre ; attendu aussi que nulle chose par elle-même ne peut être cause de ce qui est contre sa nature. [...] Et pareillement encore cela ne peut être l'eau non plus [...] La même raison écarte de cette causalité l'air et le feu ; et comme il ne reste, à part cela, que le ciel, ledit effet doit être ramené à lui comme à sa cause propre.

¹⁷⁰ Jacques Le Goff, *La naissance du Purgatoire*, Gallimard, 1981 (Le Goff, 1981)

¹⁷¹ Dante Alighieri, « Querelle de l'eau et de la terre » in *Œuvres complètes*, Gallimard, 1965 (éd. or. 1321) (Alighieri, 1965)

¹⁷² Aristote, qui reste une référence constante jusqu'au XVII^e siècle dans les essais pré-géologique. Robert Lenoble, *La géologie au milieu du XVII^e siècle* (Lenoble, 1954)

¹⁷³ Dante Alighieri, « Querelle de l'eau et de la terre » in *Œuvres complètes*, Gallimard, 1965 (éd. or. 1321) (Alighieri, 1965), p°868

¹⁷⁴ Id, p°855 et suiv.

Mais comme il y a plusieurs cieux, il reste encore à chercher auquel nous le devons ramener comme à sa cause propre. Ce n'est point au ciel de la lune [...], car si cette vertu d'élever la terre s'était trouvée dans la lune [...], elle n'aurait pas soulevé la terre plutôt sur un point que sur tous autres. »

On en revient à la théorie aristotélicienne des météores :

« Il est manifeste que la vertu élevant appartient aux étoiles qui sont dans la région du ciel contenue entre ces deux cercles, soit qu'elle élève la terre par vertu attractive, comme l'aimant attire le fer, soit qu'elle œuvre par le moyen d'une poussée, en engendrant des vapeurs foulantes, comme dans certains soulèvements de terrain particuliers. [...] »

Vers des représentations

C'est une notion théologique qui est mise en formes dans la *Divine Comédie* où Dante, par son récit où il décrit des lieux pour l'Enfer, le Purgatoire et le Paradis. Les représentations assez cohérentes poursuivent l'œuvre, l'image de la représentation de l'enfer est récurrente. Il semble qu'on puisse également lire la *Divine Comédie* du point de vue topographique vis à vis des implications pré-géologiques de l'auteur. Dante nous décrit comment rentrer dans le lieu (chacun des trois), comment passer d'un cercle à un autre, comment se franchissent les seuils. La taille est également suggérée par le nombre de punis ou méritants qui s'y retrouvent. Ils sont logiquement de moins en moins nombreux lorsqu'il s'agit de l'Enfer, à mesure que les péchés s'aggravent. Le neuvième cercle contient seulement trois personnes, avec Brutus et Judas dans la gorge de Satan.

Les représentations picturales sont par la suite représentatives de ce schéma, de façon assez unifiée pour ce qui est de l'agencement des cercles grâce à la clarté du texte. Les représentations souterraines, du domaine de l'histoire de l'art, font long feu et on les croise dès lors régulièrement. En ce sens un premier récolement souterrain peut-être suggéré par Dante. A titre d'exemple, une édition d'illustrations du texte de Dante par Sandro Botticelli (1445-1510) a été publiée par Kenneth Clark, basée sur des originaux situés à Berlin et au Vatican. Nous en proposons une reproduction représentant donc à la fois le sous-sol et les cercles. Clark décrit ainsi la représentation de l'artiste interprétant l'espace décrit par Dante :

« According to Dante's conception, Hell is a vast funnel-shaped cavity, extending to the centre of our world and vaulted over the crust of the earth's surface. Immediately above it is Jerusalem, the centre of the medieval world. The vast, dim, circular cavern gradually grows, smaller, as it descends in a series of precipitous, cliff-like ledges of rock, which form a number of horizontal and circular stages constituting the nine circles of Hell. In Botticelli's drawing, which shows this cone-shaped cavity in a vertical section, not only do these circles appear with the eighteen subdivisions of the last three, but the various

punishment which are executed in each of them are represented by the minute figures of the souls in torment. Above, in the left-hand corner, Virgil and Dante are seen passing through the gate of Hell into “the twilight country”, which forms a kind of ante-region to the great river Acheron, and the circles of the cavern.”¹⁷⁵



Figure 14 : illustration des cercles de l'enfer décrits dans le récit de Dante par Botticelli¹⁷⁶

Les *Météores* au XVII^e siècle

Même si l'on reconnaît l'*Histoire Naturelle* de Buffon de 1749 comme la première œuvre de géologie moderne, Robert Lenoble¹⁷⁷ estime, dans un essai sur la géologie au XVII^e siècle qu'il y a rarement de commencements absolus en histoire. Et donc que « nos ancêtres d'avant Buffon avaient effectivement des idées sur les strates, l'origine des sources, les montagnes et les volcans. » Nous venons d'observer précédemment la première carte géologique française qui, en donnant de la spatialité sur papier peut être considéré comme un autre début de modernité.

Les premiers géologues, amateurs, explorateurs et souvent géniaux observateurs du XVII^e siècle tels Athanase Kircher publiant *Mundus Subterraneus* en 1664-1665,¹⁷⁸ Perrault recherchant l'origine des fontaines en 1674¹⁷⁹, eux-mêmes précédés par Bernard Palissy qui,

¹⁷⁵ Sandro Botticelli, “L'enfer”, in *La divine comédie*, Thames and Hudson, 1976 (Clark, 1976), p°28

¹⁷⁶ Id, p°27

¹⁷⁷ Robert Lenoble, « La géologie au milieu du XVII^e siècle », in *Les Conférences du Palais de la Découverte*, 1954, Série D, n°27 (Lenoble, 1954)

¹⁷⁸ Athanase Kircher, *Mundus Subterraneus*, Amstelodam, 1664 (Kircher, 1664)

¹⁷⁹ Pierre Perrault, *De l'Origine des Fontaines*, J. & L. d'Houry, 1674 (Perrault, 1674)

en 1580¹⁸⁰, conclut à une origine des fontaines [comprendre les sources] pouvant venir des pluies, tirent leur base de réflexion des *Météores* d'Aristote.¹⁸¹ Descartes innove en 1637, en publiant justement à son tour un traité des *Météores*.¹⁸² Les météores sont, à la différence des phénomènes physiques et astronomiques réguliers et constants, des phénomènes passagers et surprenants. On étudie alors, dans une même science, les comètes, les étoiles filantes, la voie lactée, l'arc en ciel, les vents, les tremblements de terre, les courants marins ou les changements de facies du globe.

C'est dans ce cadre que se pense le sous-sol et les événements qui s'y rattachent, de l'origine des volcans à la formation des métaux, en passant par le mouvement des courants océaniques. Athanase Kircher, le père jésuite qui publie à travers l'Europe au XVII^e siècle de véritables « best sellers » scientifiques magnifiquement illustrés, tente le premier ouvrage qui soit spécifiquement lié au sous-sol. Deux préfaces le justifient, au vu de la difficulté du sujet. Il y estime que nombre de savants, en son siècle, ont étudié avec mérite le monde extérieur, mais que personne n'a cherché, « ni même pensé à chercher les mystères cachés de la nature profonde ».¹⁸³ Un aveu du même ordre que celui de Descartes : « nous avons naturellement plus d'admiration pour les choses qui sont au-dessus de nous que pour celles qui sont à pareille hauteur, ou au-dessous ».¹⁸⁴ Lenoble voit dans la barrière au très lent décollage des sciences géologiques une explication avant tout psychologique, du même ordre que celle qu'il a fallu vaincre pour atteindre la science expérimentale : une compromission. Celle du dessous pour la première du même ordre que celle du travail artisanal pour la seconde.

Les observations de cette classe de savants, plus ou moins pris ou sérieux, de Descartes à Kircher, se placent à l'échelle de la Terre. Aucun ne trouve alors d'autre solution au non débordement des océans et des mers intérieures alimentés par les fleuves, qu'un doublement du circuit de l'eau atmosphérique par un circuit équivalent souterrain. Le « virtuose » du conduit souterrain est le père Kircher, qui en propose par ailleurs des gravures. Comme pour la Mer Caspienne, au sujet de laquelle on imagine depuis l'Antiquité qu'un canal souterrain la

¹⁸⁰ Bernard Palissy, *Discours admirables de la nature des Eaux et des Fontaines ... des métaux, des Sels et Salines, des Pierres etc.*, Martin le Jeune, à l'enseigne du Serpent, devant le collège de Cambrai, 1580 (Palissy, 1580)

¹⁸¹ Aristote, Pierre Thillet (trad.), *Météorologiques*, Gallimard, 2008 (Aristote and Thillet, 2008)

¹⁸² René Descartes, « Météores », in *Œuvres philosophiques*, Garnier, 1967 (Descartes, 1967)

¹⁸³ Première préface. A. Kircher n'existant pas en version traduite du latin au français, cette traduction nous est fournie par R. Lenoble.

¹⁸⁴ *Météorologiques*, (Aristote and Thillet, 2008), p°231

relie nécessairement à la Mer Noire, Kircher place un canal souterrain sous la corne sud-est de la Sicile, un autre entre la Méditerranée et la Mer Rouge, rendant les violents courants méditerranéens conséquences des contrecoups des océans voisins. Un autre explique le Maelström au large de la Norvège, un autre atteint le golfe Persique et enfin un dernier, le plus grand, relie pôle Nord et pôle Sud, afin de rééquilibrer les pertes d'eaux supposées de l'hémisphère Nord.

Le XVII^e siècle pense donc à une échelle globale à mi-chemin entre la philosophie et la recherche au sujet de cette astronomie « non régulière », y compris au sujet des phénomènes terrestres via la théorie des Météores. Néanmoins, dans ce contexte de recherche, plusieurs intuitions s'avèrent pleines d'avenir comme la stratigraphie minéralogique de Stenon,¹⁸⁵ conçue grâce aux dents de requins observés en Crête, ou bien les conclusions sur la cohérence du cycle pluvial à l'échelle du bassin parisien communes à Palissy et Perrault. Néanmoins, tous ont besoin de rééquilibrer le système à l'échelle de la Terre par les formidables flux des canaux remontant des océans vers les montagnes, des canaux interocéaniques et des canaux plongeant vers l'intérieur du globe. Certains sont discrets et prudents dans leurs conclusions, d'autres parfaitement enthousiastes et assumés comme sait l'être Athanase Kircher.

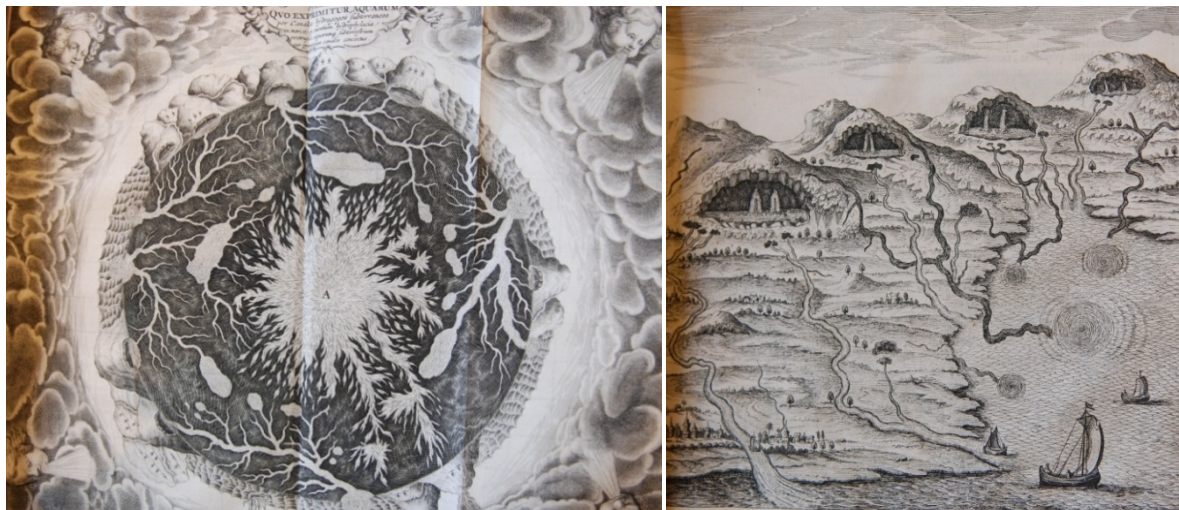


Figure 15 : centre de la Terre et hypothèse sur un cycle des eaux basé sur des siphons souterrains, Kircher 1664

¹⁸⁵ A cette occasion, Stenon fait des découvertes importantes. Il comprend le processus de formation des fossiles, et envisage ainsi de pouvoir dater des couches géologiques grâce à ceux-ci. Niels Steensen, *De Solido intra Solidum naturaliter contento, dissertationis Prodromus*, Stella, 1669 (Steensen and (Stenon), 1669)



Figure 16 : deux canaux souterrains de Kircher : sous les marais de Mexico et sous le Canal de Suez¹⁸⁶

A travers l'exploration urbaine que nous allons suivre de plus près, une modernité se forme autour d'une ambition moins systémique, corrélée à une plus grande précision et finesse de l'observation : des topographies. Le cas du territoire parisien est riche d'enseignements et de liens avérés entre plusieurs disciplines en construction.

En milieu urbain : cartographie et mesure autour du fleuve au XVIII^e siècle

En 1741, l'Académie Royale des Sciences missionne deux de ses membres, le géographe Philippe Buache (1700-1773) et le mathématicien Antoine Deparcieux (1703-1768), pour comprendre le mécanisme des inondations dévastatrices dont Paris vient d'être encore une fois victime. Celle de 1740 est de celles qui ne surviennent qu'une fois par siècle. A peine moins d'un mètre en dessous de la plus importante qui soit retenue, celle de 1658 et ses 8.81 mètres au dessus du zéro du pont de la Tournelle. Le pont Marie et les maisons qui le recouvrent avaient alors été renversés faisant 55 morts. En 1740 alors que les maisons du Pont-Marie se ré-effondrent, des scientifiques plus affirmés par le biais de l'Académie Royale des Sciences, fondée en 1666 recherchent les causes de ces dévastations et des moyens pour y remédier.

A cette occasion, des concepts et méthodes novatrices se déploient. Alors que Buache dresse une carte méthodique des rues et caves parisiennes inondées, - enjeu urbain en plus de

¹⁸⁶ A cette occasion, Kircher rompt avec la tradition scientifique en estimant identique le niveau de la Mer Rouge et de la Méditerranée. Ce n'est qu'en 1860 que la question sera résolue, rendant ainsi réalisable le Canal de Suez.

scientifique -, ¹⁸⁷ les deux académiciens se concentrent pour la première fois et avec relativement peu de moyens sur les rues de la capitale à la recherche de son épaisseur et de ses pentes.

Il va en résulter deux types de découvertes.

Buache commence sa carrière par l'architecture en 1721 et entre au Dépôt des Plans, Cartes et Journaux de la Marine dans lequel il est actif jusqu'en 1771. Il est nommé premier géographe du roi en 1729 et est le premier géographe à rentrer à l'Académie des Sciences en 1730. Sa théorie principale est basée sur les bassins versants qui lui valent le succès initial en mettant en théorie un « système géographique cohérent », ¹⁸⁸ plusieurs élèves perpétuant cette lecture de la géographie physique, et des détracteurs pour qui « l'enseignement de la géographie par bassins fluviaux [a] sévi dans l'enseignement français jusqu'à la fin du XIX^e siècle ». ¹⁸⁹ Il est toutefois indéniable qu'à l'occasion de la crue de 1740, Buache innove à Paris, en étant le premier à dessiner ces bassins versants sur un sol très spécifique car modelé par l'activité humaine (nous y reviendrons plus loin), mais aussi en cartographiant l'emprise de la crue dans les rues et les caves, - méthode que les successeurs reproduisent comme archive du phénomène, et toujours en vigueur dans les *Plans de Prévention des Risques d'Inondations* (PPRI) - , et surtout en imaginant les premiers dessins de tranches urbaines.

Il remarque à cette occasion que quels que soient les mouvements du sol, le niveau de l'eau souterraine qu'on trouve dans la mesure de la profondeur des puits, possède un comportement propre : très légèrement incliné vers la Seine et dissocié de ceux du sol. Il vient d'observer le premier la nappe phréatique qu'il dénomme d'ailleurs à cette occasion une « espèce de nappe ». ¹⁹⁰ Pour notre sujet, ces recherches sont pionnières. Nous retenons chez Buache sa cartographie qui innove sur un terrain vierge : mesurer puis comparer la hauteur de l'eau au fond des puits, les subtilités des *thalwegs* urbains et les lignes de crête observées dans les

¹⁸⁷ Comme nous le rappelle le Mémoire de Deparcieux : « Ces obstacles de trop au passage de l'eau, rendant les inondations beaucoup plus étendues, sont cause que beaucoup plus de caves sont inondées, que beaucoup plus de Marchands de vins, d'épiceries et autres, sont obligés d'en tirer leurs marchandises, contribuant à la ruine des fondations de beaucoup de maisons, par le séjour que l'eau y fait, nuisent à la santé et au commerce des Citoyens. » *Mémoire sur les inondations de la Seine à Paris*, pp.474-475

¹⁸⁸ André Guillerme, *Genèse du concept de réseau : territoire et génie en Europe de l'Ouest, 1760-1815*, Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines, 1988 (Guillerme, 1988), p°36

¹⁸⁹ Numa Broc, « Un géographe dans son siècle : Philippe Buache (1700-1773) », in *Dix-huitième siècle*, pp. 223-235 (Broc, 1969), p°228

¹⁹⁰ Philippe Buache, *Exposé d'un plan hydrographique de la Ville de Paris*, in *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 1742 (Buache, 1742), pp. 371-378

rues, l’emprise d’une inondation : comprendre un sol bosselé et complexe. Ces méthodes sont nouvelles.

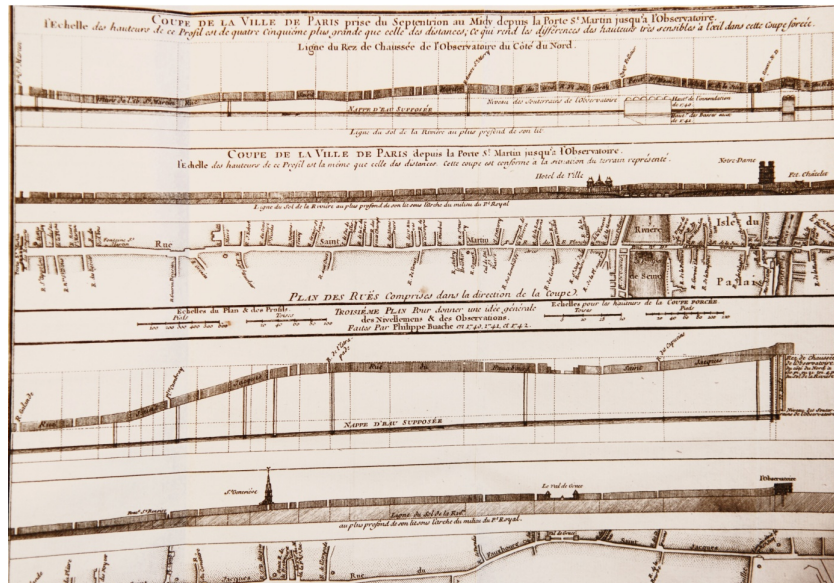


Figure 17 : tranche cartographiée par Buache entre la porte Saint-Martin et l’Observatoire (rue Saint-Jacques et rue Saint-Martin)¹⁹¹

Quant à Deparcieux, il se confronte au problème du nivellement. Il se concentre sur le comportement des eaux du fleuve. Mais comment comparer la hauteur des eaux en différents points ? Il faut pour cela niveler, c'est-à-dire à l'aide d'une mire et d'un niveau comparer la hauteur de deux points. En répétant l'opération plusieurs fois, on peut comparer la hauteur de plusieurs points éloignés qui ne disposent pas de jonction visuelle. Ici l'aval et l'amont de la Seine pour voir comment se comporte le fleuve. Cependant, en 1741, ce type d'opération est peu répandu, si ce ne sont la recherche académique exploratrice ou l'action militaire poliorcétique.

Deparcieux, ingénieur, se sert donc du grand égout qui vient d'être reconstruit par Turgot, le cloaque historique qu'on tente à grands frais de transformer en égout moderne. Il compare, par l'horizontalité des eaux de l'égout, la hauteur de son embouchure (actuelle avenue de New York) à celle du réservoir du pont aux choux (proche de l'actuel rue des Filles du Calvaire). Il lui suffit ensuite de « niveler » depuis ce lieu au port de l'Arsenal proche, pour comparer la hauteur de la Seine à l'amont et à l'aval :

¹⁹¹ *Exposé d'un plan hydrographique de la Ville de Paris* (Buache, 1742), p°378

« D'autre part, l'eau des fossés de l'Arsenal et de la Bastille, vient jusque vis-à-vis le milieu du réservoir du Pont-aux-choux à 20 ou 25 toises¹⁹² près du commencement du grand égout dont je viens de parler, de sorte que, par un seul coup de niveau et donné même d'assez près, on peut voir de combien, dans ces temps d'inondation, l'eau de la Seine, considérée vis-à-vis le fossé de l'Arsenal, est plus haute que celle des Champs-Élysées ou que celle du fossé du Pont-tournant, qui est alors à très-peu près la même chose, comme je viens de le faire remarquer. »¹⁹³

« Si l'on veut maintenant savoir, de combien en 1740 l'eau du fossé de l'Arsenal étoit plus haute que celle du Pont-tournant, on n'a qu'à ajouter aux 4 pieds 5 pouces et demi ci-dessus, les 14 pouces et demi que l'inondation de 1740 avoit de plus à l'Arsenal qu'au pont Tournant sur celle de 1764, comme on le voit ci-devant par la comparaison des inondations, la somme 5 pieds 8 pouces est la quantité dont l'eau à l'Arsenal étoit plus haute en 1740 qu'au Pont-Tournant, ou peut-être quelque chose de plus, attendu que l'eau des fossés de l'Arsenal devoit communiquer avec celle de la rivière plus près de la Rapée ; mais toujours peut-on assurer qu'en 1740, l'eau étoit plus haute à l'amont de tous les ponts qu'à l'aval, de plus de 5 pieds 8 pouces.

Je me souviens très bien, et cela est écrit dans mon journal, que l'eau dans le fossé du pont-aux-choux, venant par le fossé de l'Arsenal, me paroissoit, à la vue simple, être de niveau avec celle du réservoir qui étoit plein, et que si elle eut encore augmenté de quelques pouces, elle se seroit répandue sur le terre-plein qui est entre le fossé et le réservoir, et seroit venue battre contre le mur qui l'entoure, et que sans tous les ouvrages nouvellement faits en cet endroit, réservoir, aqueduc, terre-plein, bâtiment, etc. que M. le Prévôt des Marchands Turgot venoit de faire finir, lesquels ont élevé de 5 à 6 ou 7 pieds tout le terrain qui communique par la tête de l'égout du rempart au chemin de Ménil-montant élevé de même, l'eau auroit formé un courant par les marais du Temple, n'y ayant pas alors d'autres endroits plus élevés pour l'empêcher de passer, et elle eut inondé et endommagé tous les marais qui sont de là à Chaillot, parce qu'il n'en est pas des jardins inondés comme des prés lorsque c'est par une eau courante ; elle eut de plus inondé partie des rues du Temple et Vieille rue du Temple, des rues Saint-Martin, Saint-Denys et Montmartre.»¹⁹⁴

On en déduit qu'en 1740, l'eau était 5 pieds 8 pouces plus haute à l'amont qu'à l'aval. Avec l'amont représenté par le bassin de l'Arsenal et l'aval par le Pont-Tournant. 5 pieds 8 pouces = 1624.195 + 216.56 mm = 1840.755 mm = 1.841 m.

Il met donc en évidence une différence de hauteur de presque deux mètres lors de l'inondation. Cette différence est bien supérieure à celle normale du lent fleuve. Il démontre ainsi l'effet bouchon des machines branlantes suspendues le long des ponts, et des ponts eux-mêmes, empêchant l'écoulement naturel des eaux. Ils s'effondrent même parfois, avec les

¹⁹² 1 pied = 324.84 mm et 1 pouce = 27.07 mm

¹⁹³ *Mémoire sur les inondations de la Seine à Paris*, (Deparcieux, 1764), p°469

¹⁹⁴ Id., p°470

maisons qu'ils supportent encore jusqu'au début du XIX^e siècle. Nos deux personnages font là des recherches pionnières, dont les méthodes seront généralisées par la naissance du réseau, grande transformation de la modernité dans la ville.

Dans sa *Monographie de Peyremale, suivi de Biographie d'Antoine Deparcieux*, hagiographie des Cévennes et d'Antoine Deparcieux qui y est né, Ernest Durand¹⁹⁵ nous donne plusieurs éléments sur la vie de Deparcieux. Sa carrière à l'Académie des Sciences commence lors de la séance du 26 janvier 1746 où on a proposé « MM. De Vaucanson, de Parcieux, et Bélidor pour la place d'adjoint mécanicien vacante par la promotion de Mr de Montigny à celle d'associé, l'académie a choisi MM. De Vaucanson et de Parcieux pour être présentés au Roy ». Il devient associé géomètre le 16 mai 1756 à la place de D'Alembert puis pensionnaire-géomètre surnuméraire le 11 juin 1768. Il est aussi censeur royal des livres et loge dans une aile du Louvre peu de temps avant sa mort, période à laquelle il mène les explorations qui nous intéressent.¹⁹⁶

Il estime à propos du mémoire sur les inondations de la Seine, que « ce travail coûta à Deparcieux de longues et laborieuses recherches, des opérations délicates, des observations multipliées sur les bords de la Seine, et contribua, pour une bonne part, aux attaques de rhumatisme qui, quelques années plus tard, devaient l'emporter ».¹⁹⁷ Deparcieux serait en effet mort d'une goutte aggravée lors de ses sorties de recherches hydrauliques. « Deparcieux qui ne sortait, lui, que pour mener la sienne le long de la Seine, ne faisait, au contraire, qu'aggraver son mal. » L'aspect scientifique de ces années de terrain parisien est résumé assez rapidement par Durand :

« En 1764, A. Deparcieux présenta à l'académie, quelques observations sur les inondations de la Seine, à Paris. Certains repères indiquaient que les eaux avaient été toujours plus hautes vers l'Arsenal que vers le Pont-Royal. Même en tenant compte de la pente du terrain, Deparcieux trouva la raison de cette différence dans les obstacles que les piles des ponts, les moulins, la pompe de la Samaritaine, offraient alors au courant de l'eau ».

Cette fin de carrière scientifique consacrée à des questions de nivellement à Paris semble incongrue pour le biographe. Pour lui, l'esprit de Deparcieux aurait pu être mis à contribution avec davantage de profit dans d'autres domaines plutôt que d'exposer son corps à la recherche

¹⁹⁵ Officier d'Académie, membre correspondant et lauréat de l'Académie de Nîmes.

¹⁹⁶ Ernest Durand, *Monographie de Peyremale, suivi de Biographie d'Antoine Deparcieux*, J. Brabo, 1904 (Durand, 1904), p°90

¹⁹⁷ Id., p°64

de repères archéologiques dans les caves, ruelles et égouts de Paris. Nous vérifierons plus loin que, sans le mémoire de Deparcieux, la part de l'histoire du milieu parisien résidant dans les mouvements du fleuve serait amputée d'environ un siècle, pour lequel ni les travaux postérieurs de Girard, Egault ou de Belgrand, ni une archéologie actuelle ne seraient d'aucun secours. La plupart des marques qu'il a retrouvées et archivées ont disparu avec les transformations de la ville.

Nous revenons sur cette histoire de la donnée, qui semble avoir une actualité. Les géographes comprennent les inondations et maîtrisent, les premiers, certaines subtilités du relief urbain. Au cours du premier XIX^e siècle, des ingénieurs urbains prennent le relais méthodologique avec Egault et Girard, rejoints dans cette démarche par une archéologie moderne naissante.



Figure 18 : plan de Robert de Vaugondy, 1760. Le réservoir du pont au choux, utilisé par Deparcieux est visible : « Réservoir de l'égout »

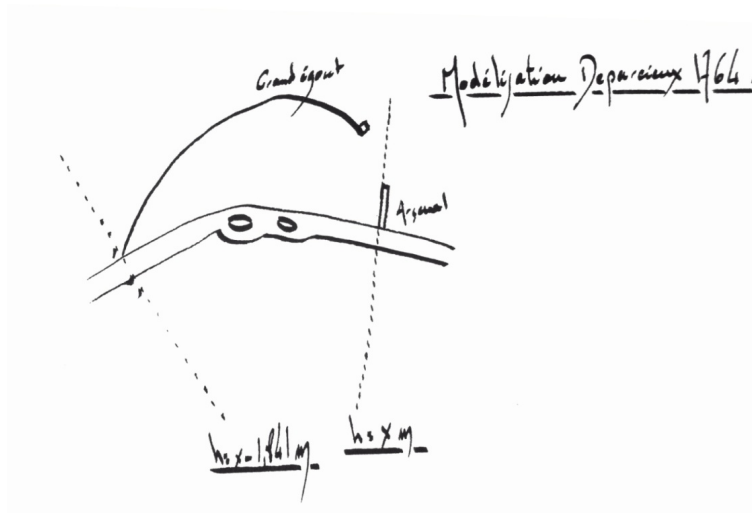


Figure 19 : simplification des opérations de mesures de Deparcieux

11. L'archéologie de Théodore Vacquer : la lecture du sol d'une ville

L'archéologie moderne en milieu urbain semble être liée à la maîtrise et à la mesure du relief et de son corollaire - plus régulièrement souligné - : les grandes transformations urbaines entamant le tissu et le socle. Nous allons mieux le démontrer grâce à une source précieuse : le premier document de travail de type contemporain qui ait spatialisé l'archéologie antique et des origines du site naturel à Paris. Dans les articles scientifiques, les premières sources éditées que nous trouvons pour ce type de représentation générale d'un espace primitif parisien sont un *Compte rendu de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres* par Georges Villain, conseiller municipal (1859-1913), en 1896,¹⁹⁸ puis un article de Paul Dupuy en 1900.¹⁹⁹ Ce dernier reproduit en petit format plusieurs documents nouveaux sur la morphologie de Paris, que l'article analyse par ailleurs de façon neuve en se basant sur le sol et la notion de relief.

¹⁹⁸ Georges Villain, *Rapport au nom de la 2^e commission sur la mairie du X^e arrondissement*, Imprimerie Municipale, 1896 (Villain, 1896a)

¹⁹⁹ « Le sol et la croissance de Paris », in *Annales de Géographie*, 1900, vol. 9, n°46 (Dupuy, 1900)

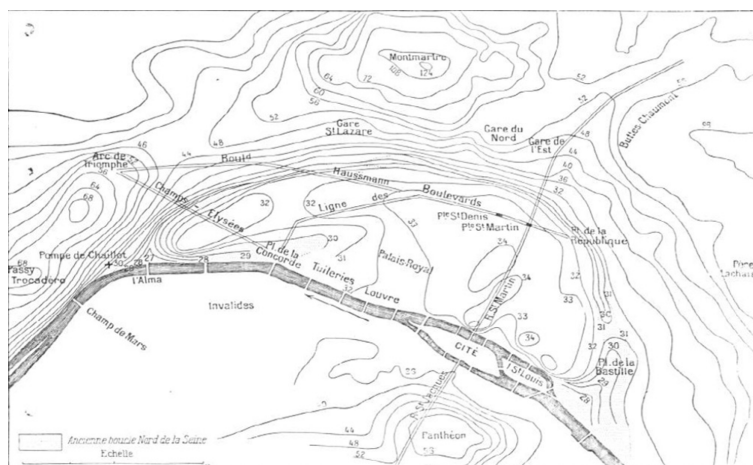


Figure 20 : représentation du sol primitif de Paris (paléorelief), paru dans (Dupuy, 1900)

Il s'agit de la réduction d'un plan de l'archéologue Théodore Vacquer (1824-1899), qui a le désavantage de faire oublier les outils, méthodes et ampleur des sources qui ont permis sa production. Une note indique que ce sont les recherches de Vacquer « mort il y a moins d'un an » qui en sont à l'origine. Villain, dont le rapport de 1896 est le premier abordant la question qui soit édité, enlève tout doute sur la personnalisation de ce savoir accumulé :

« On ne possède pas la carte du relief naturel de Paris, et cette lacune dans nos documents nous empêche de bien comprendre les modifications et les raisons des modifications éprouvées par notre cité au cours des âges.

C'est une partie de cette lacune que nous allons tenter aujourd'hui de faire disparaître.

A notre demande, M. Vacquer, sous conservateur du musée Carnavalet, qui depuis plus de quarante ans suit avec la plus grande attention les travaux effectués à Paris, a bien voulu dresser les courbes de niveau du sol naturel dans la partie comprise entre la Seine et le pied des hauteurs de Chaillot, de Montmartre, de Belleville et de Charonne. C'est le résultat de nombreuses observations faites soigneusement, consignées dans des carnets, et dont nous avons pu, comme on le verra plus loin, constater toute la précision. »²⁰⁰

Vacquer a suivi en continu les fouilles opérées pendant toute la période des grands travaux à Paris, sous le Second Empire et même auparavant, lors des premières « fouilles » massives opérées progressivement pour les travaux d'égouts (dans les années 1830, sous l'impulsion principale d'Henri-Charles Emmerly de Sept-Fontaines (1789-1842)). Devant cette interrogation sur la méthode, nous avons consulté les manuscrits Vacquer, conservés à la

²⁰⁰ (Villain, 1896b), p^o2 : « Le bras nord de la Seine ».

Bibliothèque Historique de la Ville de Paris. La nécrologie de Vacquer, écrite par ses pairs, donne des précisions au sujet de l'absence de toute publication qui caractérise son œuvre :

« Plusieurs fois il voulut composer pour son compte personnel l'ouvrage qu'il méditait. ... Après 33 ans, 40 ans, 45 ans de fouilles, l'âge venant, la vieillesse approchant, puis le gagnant déjà, il sent la nécessité d'écrire. De fait, il en est toujours resté aux premières phrases de l'avant-propos. »²⁰¹

Un projet de livre de Vacquer devait concerner toute l'histoire précédant le Moyen Age, dont à la même époque Berty propose la restitution diachronique de l'espace dans une œuvre ambitieuse complétée par un Atlas :²⁰²

« Note demandée par la sous-commission des travaux historiques de la Ville, relativement à un travail projeté sur la topographie de Paris aux époques gauloise, gallo-romaine, mérovingienne et carolingienne » [...] [Le livre] pourrait fournir 2 volumes l'un pour les époques gauloise et gallo-romaine, l'autre pour les époques mérovingienne et carolingienne [...]. Le premier volume comprendrait :

1° Un exposé de l'état physique du lieu que les Parisii choisirent comme centre de leur établissement dans la Gaule. On étudierait d'abord la configuration de cet emplacement, de l'âge de la pierre polie où s'arrête l'ouvrage de M. Belgrand au règne d'Auguste où commence seulement l'ère véritablement gallo-romaine après les travaux d'Agrippa, et ensuite sous les siècles suivants durant lesquels d'importantes modifications y furent apportées. [...] »

Ce livre n'est finalement pas commandé par la commission des travaux historiques de la Ville :

« Dans ses fragments de plans plus récents, il nous semble qu'il s'est moins préoccupé de souder son travail à celui de Belgrand d'une part, à ceux de Berty de l'autre. [...] Pourtant la commande ne vint pas. Ce dut être pour lui un coup pénible, et nous croyons que, dès lors, son grand ouvrage était destiné à ne jamais paraître. »²⁰³

C'est une très grande quantité de mesures, systématiques, d'abord de cotes, de profondeurs exactes des couches rencontrées, puis de descriptions géologiques diverses, enfin sensibles - odeur, couleur, gout, humidité du sol - etc., qu'on trouve en parcourant des pages annotées à la main quarante ans durant. Les manuscrits de Vacquer présentent par ailleurs une multitude de croquis, représentations du terrain parisien avec des lignes de niveaux dessinées à de nombreuses reprises, mais toutes au stade de calques, « non achevées » :

²⁰¹ Id., p°11

²⁰² F. G. De Pachtere, Ch. Sellier, « Théodore Vacquer, sa vie, son oeuvre : le fond Vacquer à la bibliothèque de la ville de Paris » in *Bulletin de la bibliothèque et des travaux historiques, sous la direction de Marcel Poëte*, Imprimerie Nationale, 1909 (De Pachtere and Sellier, 1909)

²⁰³ Id., p°7-8

« On sent à toutes ces ratures dont il barre ses moindres notes combien il éprouvait de peine à rédiger une œuvre si délicate. Il finit par renoncer à la composer. Il en avait du moins choisi le titre « Notice sur les travaux archéologiques de Th. Vacquer, par A.D., architecte »²⁰⁴

Pourtant, moins d'un an après sa disparition, les premières synthèses - qui sont toujours des références bibliographiques - sont reproduites dans les publications qui lui sont posthumes. Certaines pages de Vacquer n'étaient pas aussi systématiquement brouillonnes que ses contemporains le laissent croire en 1909.

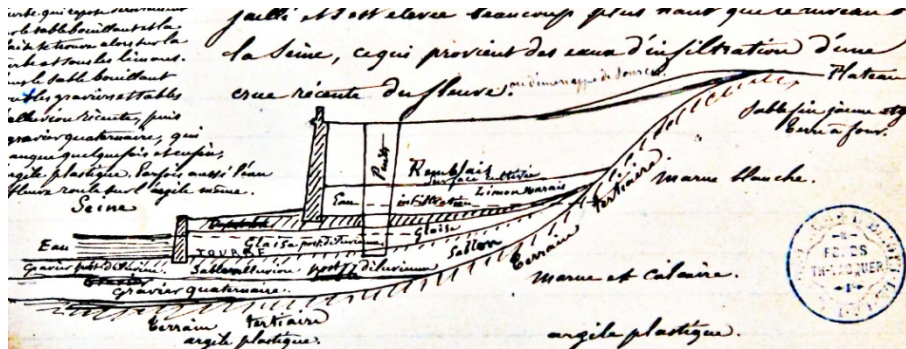


Figure 21 : coupe de Vacquer 50 boulevard Saint-Germain (Bernardins)

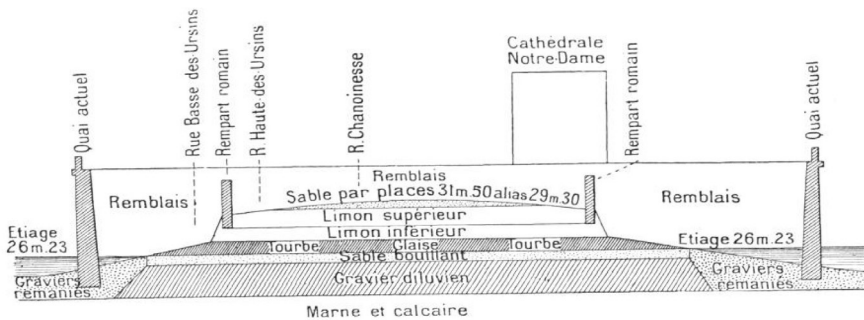


Figure 22 : coupe de l'île de la Cité, produite par Vacquer,²⁰⁵ éditée par Dupuy (1900)

A ce titre, au cours de recherches sur les plans spécialisés existant à cette époque, nous avons retrouvé un original de synthèse en grand format qui certainement dû à Vacquer, même s'il n'est pas daté ni signé ni référencé comme tel par la Bibliothèque Historique de la Ville de Paris. Le fond est un plan grand format représentant le développement des égouts de Paris, par l'ingénieur Emmerly de 1839, premier du genre.²⁰⁶ Sur cette carte sont dessinées les

²⁰⁴ Id., p°1

²⁰⁵ BHVP, Fonds Vacquer, Ms 225

²⁰⁶ Ingénieur et cartographe dont nous reparlerons dans la partie III. Il est un des principaux protagonistes de la genèse du réseau à Paris dans le premier XIX^e siècle, succédant à P.-S. Girard, administrativement et dans la construction de la réticulation urbaine.

hypothèses sur les voies romaines en damier - autour du cardo-decumanus -, regroupées en haut et sur les flancs de la Montagne Sainte-Geneviève. On retrouve par la suite ce plan dans de nombreux travaux ou ouvrages sur Lutèce.²⁰⁷ D'autres notes manuscrites indiquent manifestement des points des fouilles datées et juxtées par un « V ». Au crayon sont dessinées les percées haussmannienne, qui n'étaient pas présentes sur le plan Emmery et qui furent le terrain de fouille de Vacquer.

²⁰⁷ Marcel Poëte, *Formation et évolution de Paris*, Société d'Édition et de Publications, 1910 (Poëte, 1910)



Carte historique 3 : carte de travail de la synthèse archéologique antique de Paris, supposée de Vacquer²⁰⁸ (Annexe, p°21)

²⁰⁸ Si elle est de Vacquer, cette carte serait dessinée entre 1871 (dernière date notée) et 1899 (mort de Vacquer).



Figure 23 : comparaison des écritures entre des manuscrits avérés de Vacquer et la carte que nous supposons être de Vacquer

Il semblerait donc ici aussi qu'un travail précurseur de cartographie soit dû à Vacquer. Les fouilles constantes et surtout la méthode de travail qui sont laborieuses mais intuitivement contemporaines, accordant une importance à la topographie. Le plan devient possible avec un matériel rationnellement archivé. Ici, l'environnement et la morphologie de Lutèce d'après une accumulation de 58 ans (1841-1899) durant laquelle Paris a été fouillé plus que jamais. Cette méthode d'investigation est en adéquation avec la maîtrise de l'espace urbain de son temps. Sont également dessinées les zones inondables de la ville et les ruisseaux du terrain initial parisien. Nous reviendrons sur cette carte par la suite car elle est une source intéressante pour une expérience de SIG que nous pouvons faire sur l'influence du relief sur la rue préindustrielle et plus généralement l'évolution de la morphologie urbaine.²⁰⁹

Au final, il est remarquable que le principal contributeur de l'archéologie de Paris au XIX^e siècle ait organisé ses résultats sur la carte du premier ingénieur qui ait mis le plan technique au cœur de la méthode de transformation urbaine basée sur la réticulation systématique.

²⁰⁹ BHVP, « Ms 223, Dossier 5.7, Relief de Paris, côte du sol ».

12. Quand ingénierie et archéologie étaient indiscutablement liées

La méthode de Vacquer se forme en symbiose avec celle des ingénieurs en se rattachant aux mêmes sources topographiques et cartographiques, et se déroulant sur les mêmes lieux de chantiers.²¹⁰ Le déroulement d'un chantier de fouille lors d'une percée marquant les grands travaux parisiens, qui commencent avec les réseaux d'eau et d'égout dans les années 1830, possède dès lors un réel intérêt : il met en évidence cette interaction quotidienne entre la modernité toujours célébrée du projet haussmannien et la construction du passé de la ville.²¹¹ Avant la maîtrise du terrain par les premiers spécialistes s'y consacrant à temps complet, la découverte archéologique restait informelle. Vacquer note en 1851 :²¹²

« Selon Mage, entrepreneur de terrassement qui a creusé la tranchée de l'égout de la rue Saint-Jacques en 1841, la voie se composait de cinq couches principales dont la supérieure était formée de larges grès, et les médailles qu'on y a trouvées ont été conservées par l'ingénieur Mary »

Ainsi, les premières découvertes archéologiques sur l'axe historique majeur ont-elles été confiées tout simplement à l'ingénieur chargé de l'avancée du réseau d'eau et d'égouts : l'ingénieur des Ponts et Chaussées Mary. Une notice de 1909 nous donne des descriptions assez vivantes des contemporains sur ce qui faisait office de champ de fouille au XIX^e siècle :

« Il n'était bien qu'au milieu des ouvriers. Il devenait même avec eux causeur et camarade. Jamais les petites gens qui l'ont connu ne l'ont trouvé méchant ; il payait bien toute découverte. Mais il était mal vu des entrepreneurs, des architectes, des ingénieurs, car il était gênant à la fin. Rebuffé, il grognait. Bien souvent il s'est fait jeter hors d'un chantier. Il ne put suivre une partie des fouilles du cimetière Nicole ; on ne le laissa pas pénétrer sur le terrain où l'on bâtissait le lycée Louis-le-Grand. »²¹³

Au sujet de potentielles découvertes « volées », une vraie concurrence autour de la découverte se fait également sentir :

« Surtout il devenait terrible quand il voyait apparaître sur le domaine qu'il s'était réservé des collectionneurs, des observateurs nouveaux. [...] Pendant les secondes fouilles des arènes, en 1883, il fut chargé un moment de la direction du service, mais il reçut si mal les visiteurs, même officiels, dans

²¹⁰ On apprend dans sa biographie qu'il se destinait à une carrière d'ingénieur dans sa jeunesse, ayant passé le concours de l'Ecole Polytechnique.

²¹¹ Plusieurs recherches récentes abordent de façon nouvelle cette question, dans le contexte de l'explosion urbaine contemporaine. Par exemple ce Stéphane Van Damme considère comme une surprenante négligence « L'étude des villes globales ne relie ainsi jamais l'émergence des savoirs urbains, à la fin du XVIII^e siècle et jusqu'au début du XX^e siècle, à l'explosion du phénomène métropolitain. Villes sans savoir, les villes globales, métropoles et capitales, seraient des villes sans savoirs » *Métropoles de papier* (Van Damme, 2012)

²¹² Vacquer, Ms 227, 108. (Indexation rouge). Voie Impériale.

²¹³ *Théodore Vacquer, sa vie, son oeuvre : le fond Vacquer à la bibliothèque de la ville de Paris* (De Pachtere and Sellier, 1909), p°11

lesquels il sentait des concurrents Qu'il dut faire, sur les objurations de son chef et ami M. Cousin, des excuses à M. de Ménéval, conseiller municipal et historien populaire de Paris. On ne lui confia pas la troisième campagne de fouilles [des arènes de Lutèce] de 1883 à 1885. »²¹⁴

Quant aux rapports de l'archéologue avec la hiérarchie municipale :

« Son mauvais caractère, ses allures de fonctionnaire distrait et négligeant le faisaient assez peu estimer de ceux qui le connaissaient mal. Tant qu'il eut pour chef M. Jules Cousin, l'ancien conservateur de Carnavalet, il put vivre tranquille, tout à ses recherches. Mais sous une administration plus jeune, plus active, Vacquer, plus vieux et plus rogue, fut vite mis en défaveur. Peu de temps après M. Jules Cousin, il fut mis à la retraite au début de 1898. »²¹⁵

L'archéologie s'est construite avec le même pragmatisme et au même endroit que le projet urbain, les deux n'en recherchant que plus tard le statut universitaire. Exhaussement urbain, nivellement précis, compréhension des zones inondables : ces préoccupations sont bien communes aux ingénieurs et aux archéologues dans l'observation d'un terrain inexact. Par exemple, la compréhension du mécanisme de l'exhaussement urbain fait partie des recherches des deux professions. Nous pouvons lire dans les papiers de Vacquer :

« C'est par la suite de ces exhaussements que l'église métropolitaine a perdu les treize marches dont il est parlé dans la Notre Dame de Paris et que certains archéologues ont prétendu n'avoir jamais existé ; mais une note présentée en 1861 à l'Académie des Sciences par M. Sagout ingénieur des Ponts et Chaussées, à l'appui de plusieurs mémoires sur les inondations, fait cesser toute espèce de doute à cet égard. Cette note rappelle qu'en 1507 un arrêt du parlement ordonna d'élever de huit pieds les rues qui allaient du pont Notre Dame au petit Pont, et que le sol de la Cité fut par la suite porté à ce niveau. »²¹⁶

Dans le plan que nous avons vu les inondations historiques sont représentées. La méthode pour les simuler est la même que celle de Belgrand : un plan d'eau calqué sur les lignes de niveau.²¹⁷ Preuve s'il en est de l'importance de la compréhension fine du relief dans la première archéologie scientifique. Celle de 1740 est issue du dessin des cartographies de Buache. Celle de 1658, en lui ajoutant 8.80 m. La méthode s'approche de celle de Belgrand et lui est contemporaine : si simple qu'un hydrogéologue pourrait actuellement la qualifier de simpliste.²¹⁸ Néanmoins, elle suffit à démontrer de façon élégante la crédibilité de la phrase

²¹⁴ Id., p°11

²¹⁵ Id., p°11

²¹⁶ Article de journal compilé par T. Vacquer, pièce 214 (Indexation rouge), extrait de journal, anonyme, collé par Vacquer ; pièce 214 du dossier Ms 223.

²¹⁷ *Transmission des formes et morphologie urbaine : l'exemple des réseaux de l'eau parisiens, Vol. 1* (Mirlou, 2011a)

²¹⁸ Ne tenant pas compte de la pente exacte du plan d'eau ou encore de la crue par infiltrations.

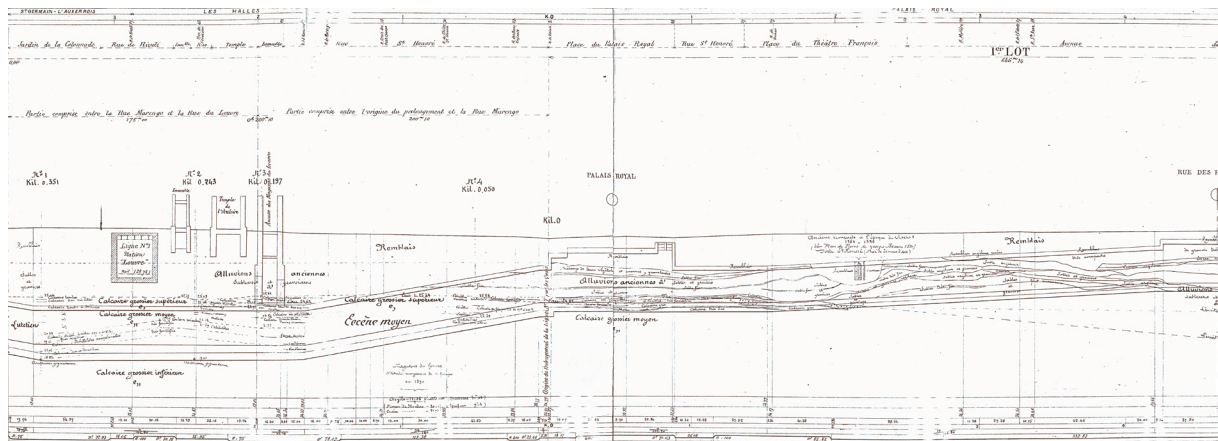
rapportée par Grégoire de Tours en 645, lorsqu'il rapporte que des bateaux sont nécessaires à franchir le bras mort lors de l'inondation exceptionnelle qu'il a vécue. Cet argument de corrélation des textes et des avancées de la compréhension du terrain par l'archéologie sera très régulièrement repris par la suite, mais en oubliant en partie ce contexte urbain si particulier où ces données se sont constituées. Notons également que d'autres archives des plus précieuses ont été réalisées mais sont perdues, justement dans une démarche similaire à Vacquer : des profils dessinés sous l'autorité de Belgrand à chaque évidence d'égout. Ces archives ont brûlé avec l'Hôtel de Ville en même temps que le bureau de Belgrand en 1871.

La géologie fine de la ville : Auguste Dollot et le réseau métropolitain

Dans le milieu parisien, la décision du creusement du métropolitain offre à la fin du XIX^e siècle une occasion unique de recueil de données géologiques à une précision jamais atteinte pour les savoirs techniques des corps d'ingénieurs, surtout après la perte de tous les documents des grands travaux archivés à l'Hôtel de Ville.

De plus, au lieu de sondages ponctuels, on obtient ici des profils géologiques linéaires qui sont donc beaucoup plus riches en tant que données brutes que des points à interpoler. Auguste Dollot (1841-1924) dessine des décennies durant les profils géologiques des lignes de métros. A son décès, Raymond Gontaud résume ainsi ce travail de longue haleine : « les travaux du métropolitain de Paris et les nombreuses fouilles, corollaires de cette importante entreprise, furent pour notre regretté confrère, l'occasion de montrer l'effort dont il était capable : sans entrer dans le détail, je rappellerai que, pendant 25 années consécutives, il se consacra à l'étude systématique de ces fouilles, et cela à titre absolument bénévole. C'est surtout grâce aux encouragements du Pr. Stanislas Meunier qu'il persévéra dans l'accomplissement de cette tâche, parfois bien ingrate. »²¹⁹ Ce sont les profils linéaires géologiques qu'a utilisés l'Inspection Générale des Carrières dans sa production cartographique de la première moitié du XX^e siècle, complétées depuis notamment par des sondages de forages.

²¹⁹ G. Ramond Gontaud, « Auguste Dollot (1841-1924) », in *Bulletin de la société préhistorique de France*, vol. 24, 1927 (Ramond Gontaud, 1927), pp.417-419 et G. Ramond Gontaud, « Auguste Dollot - Notice biographique et bibliographique avec un portrait (1841-1924) » in *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4^e série, vol. 24 (Ramond Gontaud, 1926), pp. 307-320



Carte historique 4 : une coupe d'Auguste Dollot (Ligne 7 du métropolitain, emplacement de l'ancienne Butte des Moulins)²²⁰ (Annexe, p°22)

Seuils urbains en sous-sol

Au XIX^e siècle, on observe que les grands travaux qui entaillent massivement la ville sont le lieu où se réunissent physiquement et quotidiennement deux sciences en formation : génie urbain et archéologie. Des rapports difficiles sont en gestation, ici à l'échelle modeste du chantier, entre l'archéologue, les ouvriers et les entrepreneurs pour qui « il devient gênant à la fin ». Mais aussi les méthodes en commun basées sur la mesure de l'espace, intimement topographiques qui apparaissent de façon explicite. Selon P. Pinon, depuis la fin du XVIII^e siècle, un « transfert de compétences s'opère entre l'ingénieur des Ponts et Chaussées »²²¹ et l'archéologue professionnel. Pierre Pinon voit dans Du Caylus la transition qui s'opère entre l'antiquaire et l'archéologue prenant désormais en compte la « physicalité » de la ville.²²² Les carnets de travail de Vacquer qui sont avant tout un immense recueil de côtes, couches géologiques, éléments qualitatifs, liés à l'espace des rues, des immeubles via de nombreux croquis, illustrent ce phénomène. La diffusion des travaux de Vacquer ouvre une période éditoriale assez riche sur le sol de Paris durant les années 1900-1910, et Marcel Poète commence ainsi *Formation et l'évolution de Paris* en 1910 :

« Tout au fond des âges, quatre îles émergent d'une vaste nappe d'eau : c'est le sol de Paris qui apparaît. Ces îles représentent les hauteurs actuelles de Charonne joint à Ménilmontant et à Belleville à l'est, de Montmartre au nord, de Chaillot à l'ouest et de la Montagne Sainte-Geneviève au sud. L'eau s'élève à

²²⁰ Profils de Dollot conservés au Muséum d'Histoire Naturelle (Dollot, 1919)

²²¹ *Métropoles de papier* (Van Damme, 2012), p°102

²²² Pierre Pinon, « Caylus et les ingénieurs des Ponts et Chaussées », in I. Aghion (dir.), *Caylus, mécène du roi. Collectionner les antiquités au XVIIIe siècle*. Catalogue d'exposition, INHA 2002 (Pinon, 2002)

60 mètres environ au dessus du niveau de la mer, dépassant de 35 mètres environ le cours actuel de la Seine. [...] »²²³

Pour conclure ce chapitre, nous observons que le sol et les eaux sont une interrogation assez primitive qui, bien que diluée depuis par les morcèlements disciplinaires et donc des données les concernant, semblent marquer deux strates formant des seuils pour la verticalité urbaine. L'histoire des idées mais aussi des données peut donc nous donner un recul pour concevoir ces deux « nappes » comme les plus cohérentes pour observer un temps long contenu dans l'épaisseur urbaine. L'ancienneté des questions se posant depuis Dante, particulièrement renouvelées vers une appréhension contemporaine au XIX^e siècle dans l'espace parisien, assure par ailleurs des données sur une longue période, que nous cherchons à exploiter grâce aux SIG par la suite. En récapitulant ces actes fondateurs de disciplines au XIX^e qui nous donnent des archives spatialisant un possible « anthropocène » :

- Les géologues. Depuis Buffon et surtout la spatialisation de Cuvier et Brongniart, les représentations s'affinent en densité et en profondeur par diverses incursions dans la profondeur urbaine (les tranchées du métropolitain suivies par Auguste Dollot en sont d'importants exemples).
- Les ingénieurs. A la suite du travail de Girard, le milieu urbain est parfaitement contrôlé, mouvement progressif, mais qui atteint explicitement le projet urbain avec l'administration d'Hausmannienne (partie III).
- Les archéologues. Vacquer s'approprie les méthodes des ingénieurs, elles-mêmes fondées sur le support de Girard. A la recherche de Lutèce, il devient un fin connaisseur du sous-sol, rationnellement reconnu, topographié et archivé, et en produit la première synthèse dynamique, avec le « sol naturel de Paris ».

²²³ *Formation et évolution de Paris* (Poëte, 1910), p°1

Chapitre 5 La nappe de la terre : dynamique en trois temps

Le but de l'état de l'art historique qui précède était de nous donner des pistes pour identifier les sources de travail ainsi que d'interprétation pluridisciplinaire. L'historiographie des données est diffuse : par exemple, les travaux de Girard exploitées par la géomatique en partie I n'appartiennent plus aux sources ayant découvert des éléments essentiels concernant le sous-sol, le relief, la géologie et même l'archéologie. Grâce à la réduction du temps de traitement des données, il est possible de rendre à cette archive un rôle de support commun et évolutif spatialisant le sous-sol urbain et la construction du savoir le concernant. Nous les avons vectorisées, rendues propices à l'analyse spatiale en première partie, nous allons les utiliser dans une logique de visualisation de l'exhaussement urbain par phases. Nous interprétons ces productions par la suite en les reliant à la fois avec l'espace actuel et avec les connaissances qu'elles engendrent au XIX^e siècle.

13. Visualisation de l'évolution du relief primitif à celui de 1805.

Interprétations.

Sources retenues :

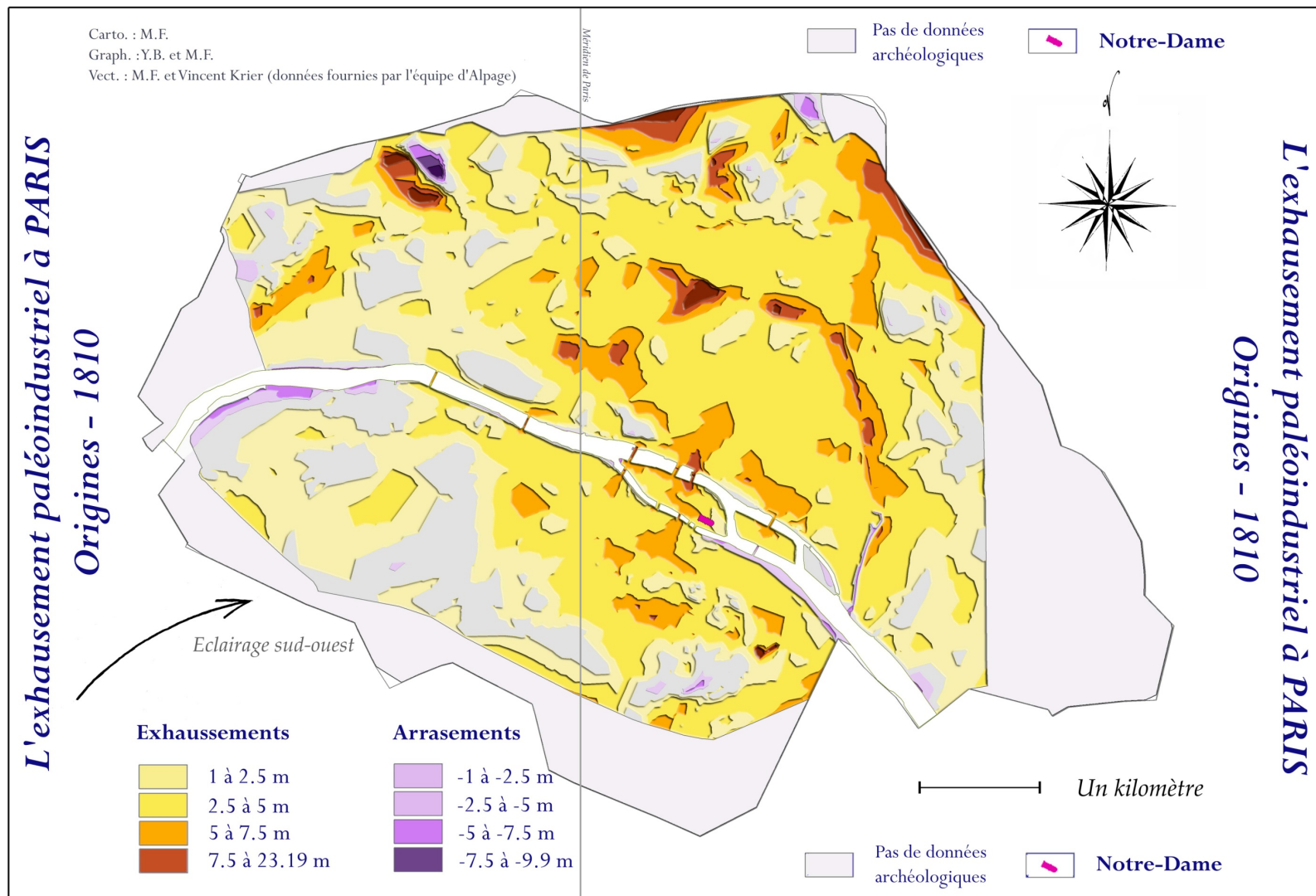
- Le sol naturel par la source archéologique, vectorisé par Vincent Krier²²⁴
- Le sol en 1805, dessiné par Girard

Travail géomatique :

- Les transformations d'altitudes sont celles décrites dans la partie I
- Nous utilisons l'outil différence de TIN du logiciel SIG
- La sémiologie retenue est celle du nombre d'étages (par paliers de 2.50 m)
- L'emprise conservée est celle des données archéologiques, plus réduite que l'emprise des Fermiers Généraux.

Résultat cartographique :

²²⁴ Dans le cadre du programme Alpage. Hélène Noizet, Boris Bove, Laurent Costa, *Paris : de parcelles en pixels*, Presses Universitaires de Vincennes et Comité d'histoire de la Ville de Paris, 2013 (Noizet, Bove, and Costa, 2013)



Carte géomatique 17 : exhaussement urbain produit par Paris entre ses origines et 1805 (Annexe, p°23)

Interprétations morphologiques : le mécanisme de l'exhaussement et des « voiries »

On trouve donc ici une représentation spatiale pouvant servir de support synthétique à de nombreux textes ayant fourni des indications quantitatives sur le niveau et l'exhaussement du sol et ayant recherché son impact morphologique. La sémiologie que nous avons choisie a pour but de relier la notion de rehaussement urbain à celle de l'étage souterrain. Elle nous servira à nouveau dans la dernière partie, traitant de l'îlot souterrain. Le rehaussement urbain est un sujet de réflexion depuis *a minima* deux siècles à Paris. Barles et plus récemment Van Damme, s'accordent à donner à Girard les premières réflexions scientifiques sur le phénomène :

« La topographie de la capitale aurait en effet profondément changé [...] ²²⁵ Mais Girard ne se contente pas d'accumuler les renseignements historiques, il prend partie dans le débat sur le site originel de Paris, sur la base de ses compétences en hydrographie, en localisant la voirie. ²²⁶ Cet interventionnisme nouveau de l'Etat oppose le développement urbain à la nature parisienne et se fonde sur une volonté de maîtrise de l'aménagement. » ²²⁷

Soulignons que Girard fait davantage preuve de liberté de recherche dans son travail sur le nivellement de Paris que de réel d'exécuteur d'ordres. L'objet précieux que nous avons vectorisé en totalité en partie I ne semble pas essentiel pour les travaux dont est chargé Girard. Comme nous le verrons en partie III, le véritable début de « l'ordre administratif » concernant le nivellement urbain ne survient qu'avec le décret de 1852 de Napoléon III. Par contre, la liberté que Girard prend en fait pour de bon le premier archéologue de type contemporain au sens de Pierre Pinon : utilisant comme base les techniques, les outils et les données des ingénieurs. ²²⁸

Nous cherchons ici à visualiser les intuitions précoces d'archéologie de Girard grâce à la source qu'il nous a laissée. Nous pouvons suivre le discours du manuscrit introductif au *Plan de Nivellement Général* en corrélation avec la cartographie précédente. Paris dispose de six portes dans l'enceinte Charles V, qui vont avoir un impact direct sur le relief :

²²⁵ Van Damme cite à ce propos un manuscrit de Girard : « Sous le règne de Louis XIV, plusieurs autres de ces monticules factices, situés près des boulevards du nord, furent aplanis. Il en existait encore un sur le rempart de la porte Saint-Denis ; et pendant l'année désastreuse de 1709, les pauvres furent employés à le démolir, moyennant des distributions de pain. » BHVP, Ms 21, fol. 68

²²⁶ (Barles, 1999b), p°204-205

²²⁷ Stéphane Van Damme, *Métropoles de papier. Naissance de l'archéologie urbaine à Paris et à Londres (XVIIe-XXe siècle)*, Les Belles Lettres, 2012 (Van Damme, 2012), p°32

²²⁸ Pierre Pinon, « Caylus et les ingénieurs des Ponts et Chaussées », in Aghion (dir.), *Caylus, mécène du roi. Collectionner les antiquités au XVIII^e siècle*, INHA, 2002 (Pinon, 2002), pp.100-121

« Cette nouvelle fortification, exécutée sous les règnes de Charles V et Charles VI, avait comme on voit, un développement beaucoup plus considérable que l'enceinte de Philippe Auguste ; cependant le nombre de ses portes fut réduit à six. La Porte Saint-Antoine, celles du Temple, Saint-Martin, Saint-Denis, Montmartre et Saint-Honoré. Tous les décombres qui provenaient du nettoyage ou des démolitions journalières, étaient transportés hors de la ville par ces portes, et déposés à proximité de chacune d'elles. [...] »

Ce phénomène, lié aux règlements médiévaux, définit les cinq « voiries »²²⁹ installées dans les intervalles des six portes :

« Tous les décombres qui provenaient du nettoyage ou des démolitions journalières, étaient transportés hors de la ville par ces portes, et déposés à proximité de chacune d'elles. **Le premier** de ces dépôts, en faisant le tour de la ville, de l'Est à l'Ouest, fut établi à gauche de la porte St-Antoine, dans l'emplacement qu'occupe le Boulevard entre les rues Amelot et les Tournelles. **Le second** était placé à droite de la porte du Temple, là où se trouve l'esplanade des Filles du Calvaire. **Le 3^{ème}** entre les portes du Temple et de St-Martin, se retrouve dans le monticule de la rue Meslay. Il n'en existait point entre les portes St-Denis et St-Martin parce que ces portes n'étaient point distantes d'un assez grand intervalle. **La 4^{ème}** voirie était placée entre les portes St-Denis et Montmartre, là où est aujourd'hui Notre Dame de Bonne Nouvelle. Enfin, **la 5^{ème}** entre les portes Montmartre et St-Honoré, a été appelée depuis la butte St-Roch ou des Moulins. Cette butte et toutes celles dont nous venons de parler, étaient en effet devenues si hautes par l'accumulation des décombres dont elles étaient formées qu'elles furent couvertes de moulins à vant dans le 15^e siècle. »

L'enquête de Girard pronostique les mêmes caractéristiques rive gauche. L'enceinte n'ayant pas été rénovée par Charles V mais restant celle de Philippe Auguste, ces voiries sont potentiellement plus anciennes. Les portes de Paris rive gauche sont : Bussy, Saint Michel, Saint Jacques et au Jardin des Plantes. Les voiries sont également dans les intervalles entre les portes :

« Extérieurement à l'enceinte de l'Université, sur l'autre rive de la Seine, on remarque le sommet d'une ancienne voirie, au carrefour des rues Saint Guillaume et des Saint Pères ; elle était placée près de l'ancienne porte de Bussy. Les buttes de la rue St Hyacinthe et de l'estrapade, sont formées de décombres amoncelés qui furent transportés hors les murs par les portes St Michel et St Jacques. Enfin le mamelon sur lequel est situé le labyrinthe du Jardin des Plantes, est l'ancienne butte des Coupeaux, dont le nom suffit pour rappeler l'origine. »

Girard remonte le temps encore plus loin, propos qui semble être peu étudié par la suite, sans doute car le relief est devenu beaucoup moins lisible à la fin du XIX^e siècle lorsque

²²⁹ Le terme voirie peut prêter à confusion : ce sont bien ici, au sens de Girard, les ancêtres des décharges, plutôt de type gravats et encombrants, depuis les origines au moins médiévales de la ville : la plus ancienne retrouvée par Girard étant sur l'île de la Cité.

l'archéologie replace le relief au centre de la réflexion. Il estime que le monceau Saint-Gervais et le « terrain » de l'île de la Cité, « derrière Notre-Dame » sont issus du même phénomène, mais pour des développements de Paris antérieurs : « les plus rapprochées du centre sont évidemment les plus anciennes ».

Néanmoins chez Girard, les réflexions restent qualitatives. Si l'idée du rehaussement urbain parcourt les essais sur le sol, les inondations ou l'archéologie, qui le suivent (on peut penser à Belgrand, Vacquer, puis aux écrits archéologiques et géographiques du début du XX^e siècle de Villain et Dupuy), nous n'avons pas pu observer la cartographie du phénomène. Les arguments sont restés qualitatifs dans l'espace et ponctuels pour la donnée quantitative de l'épaisseur. Actuellement nommée remblai par les spécialistes, la notion de couche des activités humaines, que son sens soit conçu comme archéologique ou fonctionnel (facteur de risque pour le bâti, de dissolution de gypse ou de tassement différentiel) est précoce. Dans le mémoire de P. Egault - collègue de Girard -, on peut lire, en 1814 :

« Il est facile de concevoir que le sol de Paris a été exhaussé. En effet, chaque jour on fait des démolitions dont les gravois sont transportés à quelque dépôt ; autrefois ces dépôts étaient situés hors de la ville, mais par les agrandissements qu'elle a éprouvés, ils se sont trouvés dans l'intérieur, et ont été couverts de maisons. Il en est d'une hauteur considérable : **la butte Bonne-Nouvelle, entièrement composée de décombres, a 14 mètres de hauteur au-dessus du sol primitif ; la butte de la rue Mêlée a 9m50 ; la Butte des Moulins 7m50.** Le sol s'est exhaussé avec assez de promptitude, car chaque nouvelle construction produit des gravois, et la mauvaise qualité des matériaux, qui rend les édifices peu durables, oblige de les reconstruire souvent.

La hauteur des anciennes inondations n'est point connue ; on sait seulement que certains quartiers ont été submergés à telle époque ; mais ces renseignements sont fort indéterminés, puisqu'on ignore quelle était alors la hauteur du sol. Il paraît qu'on n'a pensé que depuis un petit nombre d'années à placer sur les bords de la rivière des échelles servant de Séquanomètres, et à tenir note des hauteurs des eaux indiquées par ces échelles. »²³⁰

[...] Le moyen le plus simple et le plus sûr de mettre Paris à l'abri des inondations, est celui que le temps a pratiqué naturellement, c'est-à-dire l'exhaussement du sol. De très-grands remblais couvrent déjà presque entièrement la vaste prairie sur laquelle Paris s'est élevé ; avant un siècle peut-être cette capitale ne sera point incommodée des plus grands débordements. »²³¹

Le mémoire d'Egault concerne avant tout l'inondation de 1802, mais au-delà des premières mesures précises de l'épaisseur des accumulations humaines, on voit qu'une véritable

²³⁰ P. Egault, *Mémoire sur les inondations de Paris*, Firmin Didot, 1814 (Egault, 1814), p^a4 (l'auteur indique en avertissement que le mémoire est rédigé en 1807)

²³¹ Id., p^o19

réflexion urbaine découle de cette topographie nouvelle : la ville et les citoyens auraient, pour partie, volontairement exhaussé le sol pour le mettre à l'abri de l'inondation. C'est une justification supplémentaire à la mise en forme par outillage géomatiques ici présentée.

Autour du fleuve

De plus, non étudié par Girard ou Egault, le franchissement millénaire de la Seine est très bien visible sur la cartographie géomatique. Il ne le serait plus avec des mesures actuelles, car tout le quartier a été aplani au XIX^e siècle (nivellement du quartier des Arcis) comme s'en souvient Haussmann :

« Quand on ouvrit le prolongement de la rue de Rivoli, du Passage Delorme à la place de l'Hôtel de Ville, on rencontra dans la dernière portion, l'obstacle de la Butte Saint Jacques la Boucherie, dont on ne pouvait avoir raison qu'au prix de travaux imprévus, entraînant des conséquences très onéreuses [...] et pour cela, déniveler tout un quartier, celui des Arcis, rendu très peuplé, très marchand, par le voisinage des Halles. »²³²

En 1805, toute la Seine n'est pas encadrée de quais. Selon Bertrand Lemoine, la grande crue de 1802 aurait accéléré le processus d'encadrement du fleuve :

« La construction de ces ouvrages se double de l'extension des quais maçonnés, accélérés par les inondations catastrophiques de l'hiver 1801-1802. Chaptal, préfet de la Seine, fait ainsi construire en 1806 sur la rive gauche le quai d'Orsay, entre le pont Royal et le pont de la Concorde, bientôt prolongé jusqu'au Champ de Mars par le quai de Billy à l'occasion de la construction du pont d'Iéna. L'Ile de la Cité est pour sa part entièrement ceinturée de quais, et les dernières maisons qui bordaient les ponts sont détruites, parachevant le mouvement amorcé par l'édit de 1787. »²³³

Ainsi, sur notre plan dépendant du travail de Girard, l'île du Gros Caillou n'apparaît déjà plus alors qu'elle est présente sur le plan de Verniquet qui sert de support. Girard réalise sans doute ses mesures lorsque les travaux battent leur plein. En revanche, le relief de l'île de la Cité semble être encore celui d'une île possédant des maisons au bord de l'eau. Les grands travaux du Premier Empire autour des quais, dont Isabelle Backouche a montré l'importance

²³² *Mémoires* (Haussmann, 2000), p°804

²³³ Bertrand Lemoine, « Le Paris des ingénieurs », in *Paris d'ingénieurs*, Editions de l'arsenal/Picard, 1995 (Lemoine, 1995), p°77

dans la dissociation de la ville d'avec son fleuve à cette époque sont en cours : on observe l'avant des travaux dans le nivellement de Girard.

Au niveau des formes de l'exhaussement, il est intéressant d'observer que le franchissement de la Seine utilisé depuis Lutèce, au niveau du Pont au Change et de Notre-Dame, constitue un véritable tumulus. Y compris si l'on se place du point de vue hydrique. Ce dernier point est confirmé par l'étude de Lemoine :

« Mais la construction du Grand Pont de Charles le Chauve en 861 (sur le site de l'actuel Pont au Change), protégé par le Grand Châtelet, et dont les piles sont très resserrées, crée un barrage artificiel, qui, lors des crues exceptionnelles, provoque des inondations en amont. En revanche, il forme un obstacle à la remontée des bateaux – une disposition dirigée contre les vikings – et crée une accélération du courant propice à l'installation de moulins à roues en aval immédiat des piles. »²³⁴

Sur notre tableau du relief, les traits du relief imprimés par le haut Moyen-âge « contre les vikings » sont toujours structurants. Il nous semble en plus, grâce à la cartographie, que ce n'est pas le seul pont au Change qui forme barrage mais bien le rehaussement des rues alentours. Celui-ci pourrait bien être conçu dès l'origine comme une parade aux crues pour que la traversée névralgique du fleuve soit coupée le moins souvent possible. L'effet bouchon démontré par Deparcieux, le premier à l'avoir démontré et mesuré, en est un corolaire qui semble bien lisible ici.

²³⁴ Id., p°74

14. Visualisation et interprétation de l'évolution du niveau du sol de 1805 à 2012

Du sol préindustriel au sol actuel

Sources retenues :

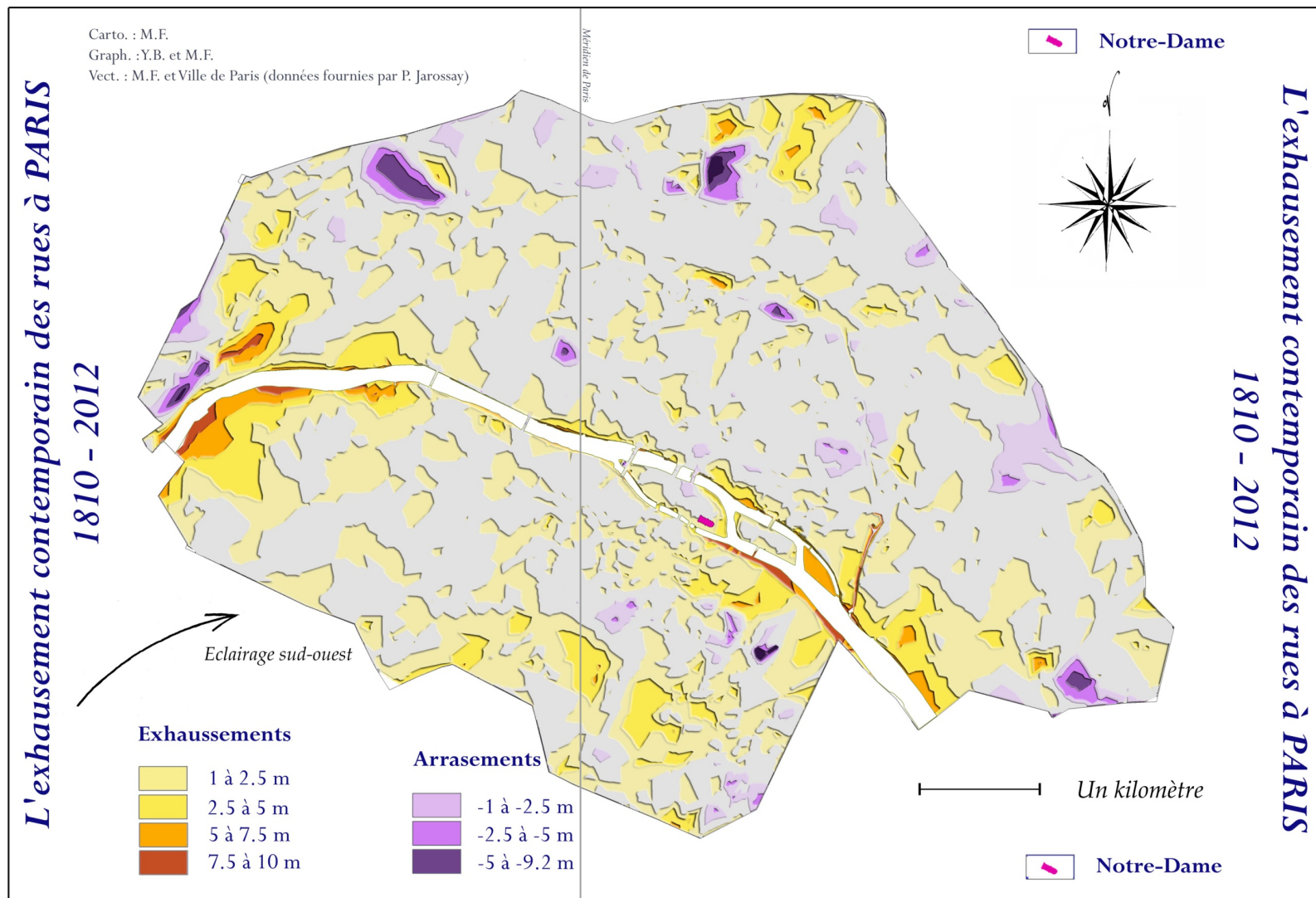
- Le sol en 1805, dessiné par Girard
- Le sol actuel par la vue aérienne, fourni par l'IGN
- Le sol actuel par la topographie de la voirie, fourni par la Direction de la Voirie et des Déplacements de la Ville de Paris

Travail géomatique :

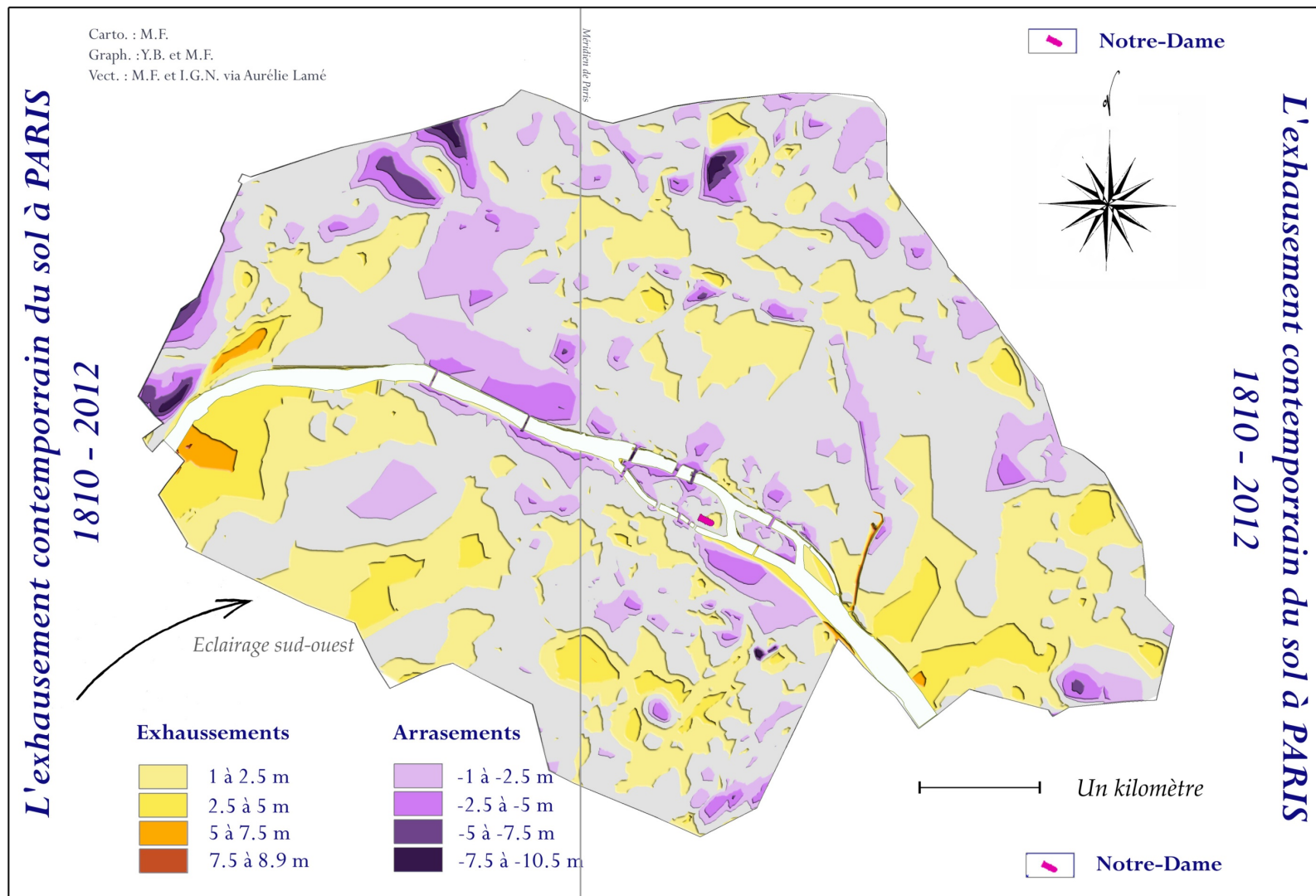
- Les transformations d'altitudes sont celles décrites dans la partie I
- Nous utilisons l'outil différence de TIN du logiciel SIG
- La sémiologie retenue est celle du nombre d'étages (par paliers de 2.50 m)
- L'emprise est celle des données de Girard : l'emprise des Fermiers Généraux

Remarque :

D'après les résultats de la partie I sur les données actuelles du niveau du sol, nous conservons les données des deux sources que nous avons identifiées : la source aérienne et la source du nivellement des rues par les carrefours. Nous proposons donc deux cartes, représentant l'exhaussement et l'arasement urbain de 1805 à aujourd'hui par isodifférence des deux sources actuelles d'avec celle de Girard.



Carte géomatique 18 : variations du sol depuis 1800 selon les données de la voirie (Annexe, p°24)



Carte géomatique 19 : mouvement du sol depuis 1800 selon les données aériennes (Annexe, p°25)

Interprétation

Le relief de Paris s'est bel et bien transformé à l'époque contemporaine. Ce n'est plus le phénomène de rehaussement urbain classique qui en est la cause, mais les Grands travaux. Ces derniers ont radicalement changé la physionomie du centre parisien y compris dans son épaisseur. Les deux cartes de résultats sont contradictoires : elles diffèrent dans la mesure de ce que nous avons mis en évidence dans la première partie de la thèse, la variation de mesure qui existe entre les données aériennes et les données topographiques. Néanmoins, nous avons également montré que les deux méritaient d'être conservées, selon la zone étudiée. Les deux rendus ont donc de nombreux points communs, recoupant eux-mêmes des transformations historiques que des monographies ou archives ciblées vont pouvoir corrélérer.

Plusieurs monographies historiques ont été écrites sur les grandes transformations de Paris. Deux s'intéressent au relief comme phénomène structurant : un article de Pierre Pinon en 1995²³⁵ et un mémoire soutenu par César Canetti en 2000. Ce dernier met au cœur de sa problématique la question du relief sous les transformations de Paris sous le Second Empire. A travers ces sources, nous pouvons vérifier la spatialisation des principaux changements intervenus dans le relief parisien que nous proposons ci-dessous :

- Rue du Rocher : aplanissement de la butte de la Petite Pologne par Malesherbes, lisible sur la carte « topographie »,
- Boulevard Port-Royal et boulevard du Montparnasse,
- Les percées ferroviaires : Saint-Lazare est lisible sur la carte « vue aérienne », l'exhaussement des rues du aux percées du Nord et de l'Est sont lisibles sur la carte « topographique »,
- Les Grands Boulevards : le décaissement du Boulevard Saint-Martin est lisible sur les deux cartes.

D'autres sont moins citées par un état de l'art historique, mais sont d'importance similaire pour les mouvements du niveau du sol :

- Aménagement des quais au niveau du Champ de Mars et de la rue de Lyon
- Comblements de part et d'autre de la rue Saint-Jacques, aux alentours de l'avenue de l'Observatoire

²³⁵ Pierre Pinon, « Paris en relief », in *Paris d'ingénieurs*, Paris, 1995 (Pinon, 1995)

- Arasement sur les contreforts de la colline Chaillot et comblement sous l'avenue d'Iéna
- Le boulevard Saint-Germain dans sa partie Est, et Daumesnil.
- Une butte issue des carrières à plâtre est rasée vers Saint-Vincent de Paul
- La surélévation des rues sur les voies de la Gare du Nord et de la Gare de l'Est est visible
- Ainsi que le comblement de l'embouchure naturelle de la Bièvre, au coin sud-est de l'emprise des Fermiers Généraux

Nous ne serons pas exhaustifs dans des études approfondies, au vu de la taille de l'espace concerné. Le but est de démontrer l'intérêt de la généralisation permise par le traitement SIG. Pour cette vérification nous allons faire deux focus pour cette histoire contemporaine. Un premier sur la « butte des Moulins », certainement l'acte de transformation le plus remarquable qui s'est produit avec le percement de l'Avenue de l'Opéra. Un second avec un comblement d'un point bas urbain, avec le percement de la Rue de Rennes. La vérification induite permettra de déterminer d'autres zones de changements majeurs mais moins mises en valeur par des monographies historiques.

La butte des Moulins

Notre témoin privilégié de l'évolution topographique au XIX^e siècle reste Vacquer : il est toujours actif en 1877. Il nous rapporte des articles de presse relatant aux parisiens l'ouverture des entrailles de la butte qui leur était familière :

« La butte des Moulins était Factice²³⁶

La pioche des terrassiers, disions-nous dans un précédent article, en apprendra plus que toutes les dissertations archéologiques sur la véritable composition de cette éminence. Eh ! bien, le secret de cet intérieure de gravois et de plâtras est aujourd'hui dévoilé : la butte des Moulins n'était pas un pli naturel du sol ; les fouilles n'ont rencontré que des détritiques, des terrains de rapport, des décharges publiques et jusqu'à la vidange des fosses des bons bourgeois de Paris. C'était bel et bien une voirie, un « trou pannais », comme on disait dans le langage du vieux temps.

Cette dernière expression est littéralement une vérité : loin d'avoir été, à l'origine, un relief du sol, la butte des Moulins s'est élevée sur une cavité ou dépression de terrain causée par le séjour des eaux de la

²³⁶ BHVP, fonds Vacquer, Ms 225, pièce n°136, coupure de presse du 24-25 janvier 1877

Seine après un débordement. Il existait, à cet endroit, une de ces flaques d'eau vaseuse comme on en trouve dans le voisinage des rivières qui ont des crues et en laissent des traces sur leurs rives.

Lorsque la Cité, d'abord limitée à l'Ile de la Cité, comme position militaire, et aux coteaux de la rive gauche, comme habitations de plaisance, se répandit sur les terrains bas et fréquemment inondés de la rive droite, il fallut assainir ces terrains et les rendre insubmersibles en y jetant toutes les immondices, ce qui en éleva graduellement le niveau au dessus du sol environnant.

Après avoir comblé les fondrières, on continua, par la force de l'habitude, à conduire les tombereaux de décharge aux mêmes endroits ; on traça des chemins sur les flancs de ces monticules pour faire arriver les décombres jusqu'au sommet et les répartir sur les pentes : nos gravatiers modernes n'opèrent pas autrement. Et c'est ainsi que se sont formées la butte des Moulins, celle de Bonne Nouvelle, celle du bastion Saint-Martin, que les vieux plans de Paris nous représentent avec des escarpements semblables à des falaises.

Qui dira combien de mètres cubes de terrain contiennent ces amoncellements de détritiques parisiens ! Que de générations y ont travaillé ! Que d'existences s'y sont absorbées ! La butte des Moulins, c'est le résidu de dix siècles, peut-être ; et il suffit aujourd'hui de quelques semaines pour faire tomber tout cet entassement. La butte des Moulins a vécu. »

Puis, les 10 et 11 février 1877 :

« Le contenu de la butte des Moulins

Elle était factice, avons-nous dit ; mais de quels éléments se composait cette agrégation artificielle, et quels détritiques avaient formé avec le temps ce monticule dont la composition a été si longtemps ignorée ?

Les tranchées de gaz et d'égouts commencent à porter la lumière dans ces profondeurs, et c'est en examinant minutieusement les couches de gravier dont se compose la butte qu'on arrive à déterminer la nature de tous ces débris.

Les décombres, gravas et terres de rapport forment la masse du sol : on se voit en présence d'une décharge publique ; mais on découvre aussi, par places, divers gisements qui révèlent l'ancienne destination de ce lieu. Des couches de fumier de porc, par exemple, exhalant une odeur caractéristique, témoignent que là était le « marché aux pourciaux ». Des débris de cuir et de lanières trouvés çà et là indiquent, d'autre part, que la butte des Moulins était un lieu patibulaire, à moins qu'il ne s'agisse de courroies et de fouets pour le bétail. On n'a rencontré jusqu'ici aucune trace de « corde de pendu », talisman dont l'efficacité est très contestable.

Les assises de maçonnerie sur lesquelles reposaient les gibets ont disparu sans doute vers le milieu du dix-septième siècle, au moment où l'on a écrêté la butte pour élever des constructions. Les boulets de pierre lancés par les pierriers de la porte Saint-Honoré lors de l'attaque de Jeanne d'Arc ont disparu également ; ceux de l'héroïne, au contraire, ont été retrouvés dans les terrains du fossé, lorsqu'on a formé la place du Théâtre Français et l'amorce de l'avenue de l'Opéra.

Enfin on découvre des charbons, du bois à demi carbonisé et des poteries du règne d'Henri IV et Louis XIII. Sont-ce de simples débris ménagers ? Les fragments de charbon ne seraient-ils pas les résidus des bûchers qu'on a si souvent allumés au sommet de la butte ? *Chi lo sa ?*

Signé : U.D. »

L'exemple est particulièrement intéressant car on y trouve un dialogue entre urbanisme et archéologie qui n'existaient pas comme disciplines structurées mais dont les praticiens posaient les bases. L'exemple de la Butte des Moulins fut médiatique à l'époque : c'est bien un des changements que notre dernière cartographie met en évidence.

La rue de Rennes

Un autre essai dans une zone bien étudiée par l'histoire et ayant connu des changements d'importance est la rue de Rennes. Yoann Brault en a récemment réalisé une complète monographie et y souligne l'importance des bouleversements du relief dans la transformation progressive du quartier Saint-Germain des Près :

« Cependant, le panorama qui s'était inopinément ouvert devait se refermer à mesure de l'édification des nouveaux immeubles. Les éminences sur lesquelles l'ancien bourg Saint-Germain s'était assis, à l'abri des crues du fleuve, sont quant à elles radicalement nivelées. Le « mamelon » de Saint-Germain-des-Près est arasé, la place devant l'église est abaissée d'un mètre et, au contraire, la dépression située entre les rues Bernard-Palissy et du Sabot est comblée et rehaussée de près de deux mètres²³⁷. L'exécution du décret de 1866, dans les limites fixées par le traité de concession, a bouleversé la figure de tout un quartier sous un double aspect, physique et topographique. »²³⁸

Les auteurs proposent une modélisation de ce changement. Cette coupe schématique de l'effet dans l'épaisseur de la rue de Rennes est réalisée par Baptiste Essevaz-Roulet :

²³⁷ Ce nivellement occasionne des perturbations notables sur les rues adjacentes à la rue de Rennes. Un « Parisien de Paris » ironise ainsi : « la rue du Four (...) a vu se joindre à ses anciens inconvénients celui de devenir tantôt vallée, tantôt montagne par suite de l'ouverture de la rue de Rennes » in *Le Figaro* du 16 mars 1870, p° 2

²³⁸ Yoann Brault, Baptiste Essevaz-Roulet, *La rue de Rennes, un siècle d'hésitations*, in *Bulletin de la Société de l'histoire de Paris et de l'Ile-de-France*, n°134-135, 2007-2008 (Brault and Essevaz-Roulet, 2008), p°227

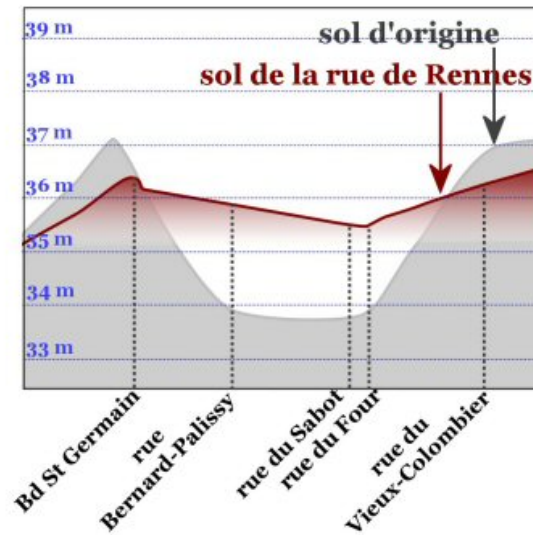


Figure 24 : (B-B') La rue de Rennes, 1868, avant/après son percement²³⁹

Parcours sommaire du rehaussement urbain : corrélation par la morphologie actuelle

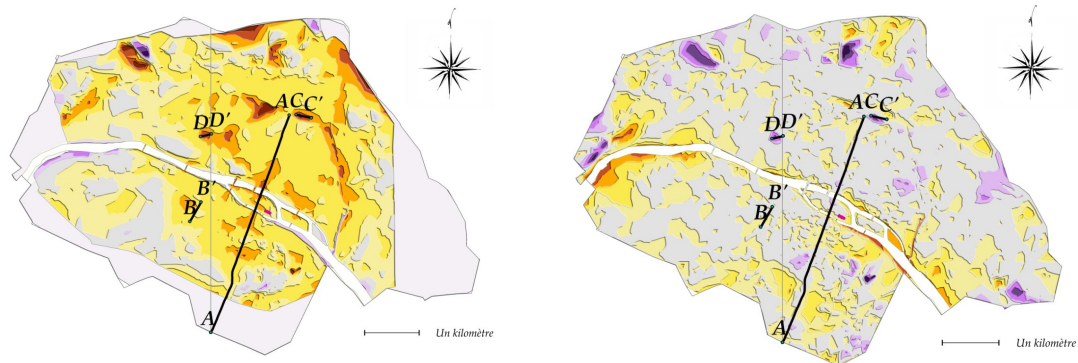
Il est assez difficile de corréler les exemples lorsque les zones sont moins étudiées par les textes, mais nous pouvons rechercher sur place des indices urbains qui les marquent. Par exemple, le Collège des Bernardins est largement en contrebas de la rue de Poissy : conséquence de l'exhaussement dû au boulevard Saint-Germain. De même pour l'Université de Jussieu, enchâssée dans son îlot vu depuis la rue Jussieu. Rue Boissonade, on remarque que le terrain des cours est en contrebas : signe de l'exhaussement à l'ouest de la rue Saint-Jacques, qui comble le cours du « ru de Saint-Germain ».²⁴⁰ A l'est de la rue Saint-Jacques, c'est le boulevard de Port-Royal qui franchit les rues Broca et Pascal sur des ponts urbains.

L'église Saint-Vincent de Paul, juchée sur un piédestal, optimise les restes de la butte arasée lors du percement de la rue La Fayette. En revanche, rue de Lyon ou boulevard Morland, la reconstruction totale de ces quartiers a fait disparaître toute trace physique des comblements. Si peu d'indices subsistent, c'est bien un bassin versant qui est comblé pour la Rue de Lyon et un bras de Seine par le boulevard Morland rattachant ainsi l'île Louvier. Ces indices urbains peuvent également être retrouvés et améliorés grâce aux anciennes superstructures et leurs caves : comme certaines rues, la maison urbaine est une mémoire du sol. Cette remarque nous servira en partie IV.

²³⁹ Id.

²⁴⁰ Nous consacrons plus loin une étude spécifique aux rus.

Analyse : un outil morphologique à l'échelle de la ville



Une analyse par les lieux, pris un par un, recouperait largement les précédentes. En toute logique, la butte des Moulins n'apparaît plus lorsqu'on se base sur l'isodifférence entre les données archéologiques et les données actuelles. Les terrassements et mouvements de masses de sol dus aux grands travaux ne sont plus identifiables comme tels lorsqu'ils vont « à l'encontre » de l'exhaussement médiéval. On a donc perdu ici la chronologie que l'apport de Girard nous avait permis de représenter dans l'étude en deux temps.

En revanche, il est possible de vérifier notre étude en deux temps grâce à quelques exemples ayant été étudiés en matière d'évolution de « tranches de ville dans le temps ». Dans le souci de synthèse qui est l'objet de cette dernière carte, et tout en ouvrant cette lecture spatiale de l'histoire à d'autres usages potentiels par exemple dans le projet urbain, nous voulons rattacher cet assez long travail aux essais qui se sont concentrés sur les lieux pris par une tranche linéaire.

En premier lieu, l'exemple de Barles, seule publication rencontrée, dans *La Ville Délétère*,²⁴¹ prenant en compte les deux étapes du rehaussement urbain sur une portion étendue de Paris. L'auteure réalise l'expérience consistant à représenter sur un même support - en coupe -, le niveau du sol de la rue Saint-Jacques par son sol naturel d'après l'atlas géologique, d'après Buache en 1741 et enfin en 1967 date où certaines données de l'Inspection Générale des Carrières ont été publiées. Nous l'avons nommée A-A' sur notre cartographie.

²⁴¹ *La ville délétère. Médecins et ingénieurs dans l'espace urbain aux XVIII^e-XIX^e siècles* (Barles, 1999b), p°202

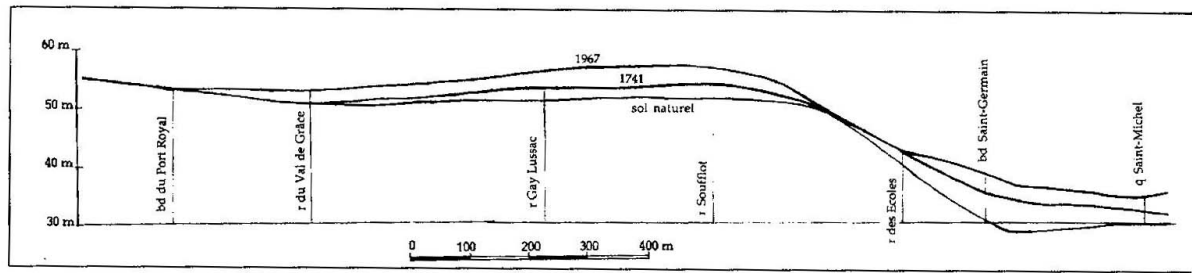


Figure 25 : l'exhaussement de la rue Saint-Jacques à Paris, par Barles²⁴²

Nous avons déjà présenté précédemment le comblement dû à la rue de Rennes, nous le représentons sur la carte par **B-B'**.

Enfin, deux recherches sont réalisées par César Canetti qui réalise un important travail sur les archives des grands travaux impactant le relief parisien sous la préfecture d'Haussmann.²⁴³ La tranchée du boulevard Saint-Martin et l'Avenue de l'Opéra dont nous avons vu précédemment qu'elle a arasé la butte des Moulins y sont pris comme exemples. Les archives des projets sont présentées par l'auteur. Sur notre cartographie, nous avons représenté et nommé (**C-C'**) la « tranchée Saint-Martin » et (**D-D'**) celle de « l'arasement de l'Avenue de l'Opéra ».

²⁴² Id., p°202

²⁴³ César Canetti, *La troisième dimension d'Haussmann, le réseau viaire à l'épreuve du relief*, Mémoire, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris La Villette, 2010 (Canetti, 2010)

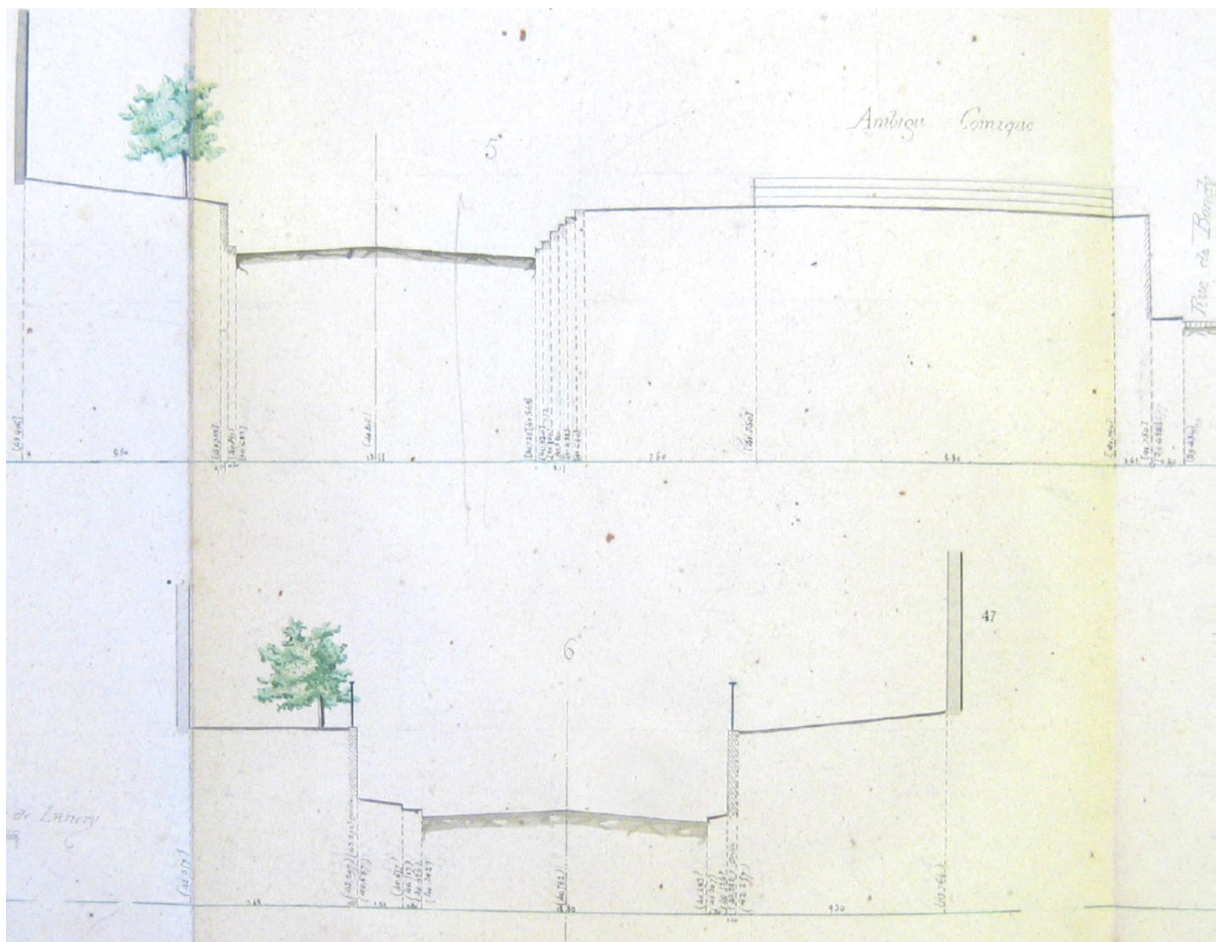


Figure 26 : (C-C') Le creusement du boulevard Saint-Martin, projet Perotin²⁴⁴

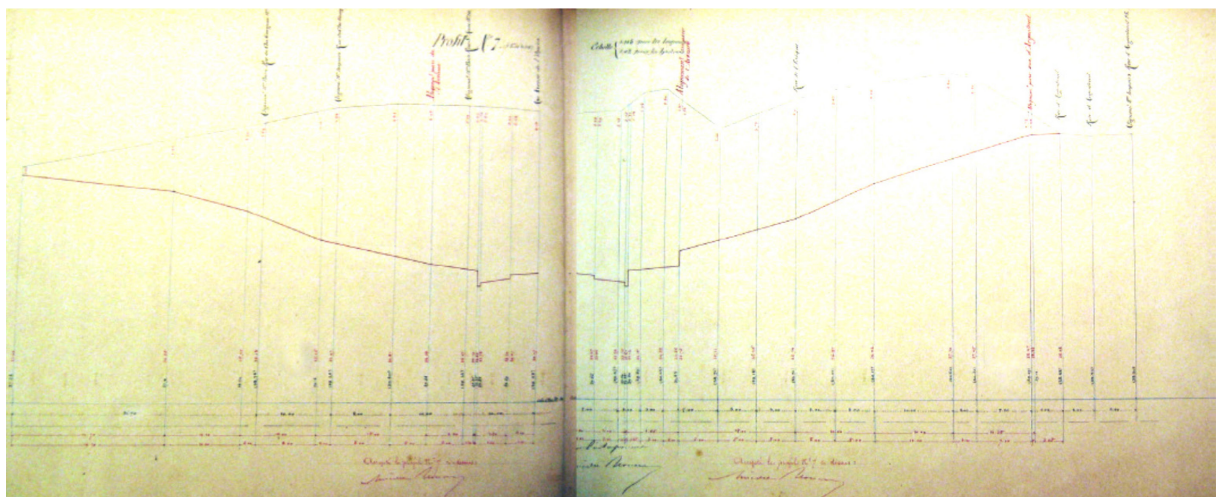


Figure 27 : (D-D') L'avenue de l'Opéra, 1877 (déblais et raccordements aux voies adjacentes à effectuer)²⁴⁵

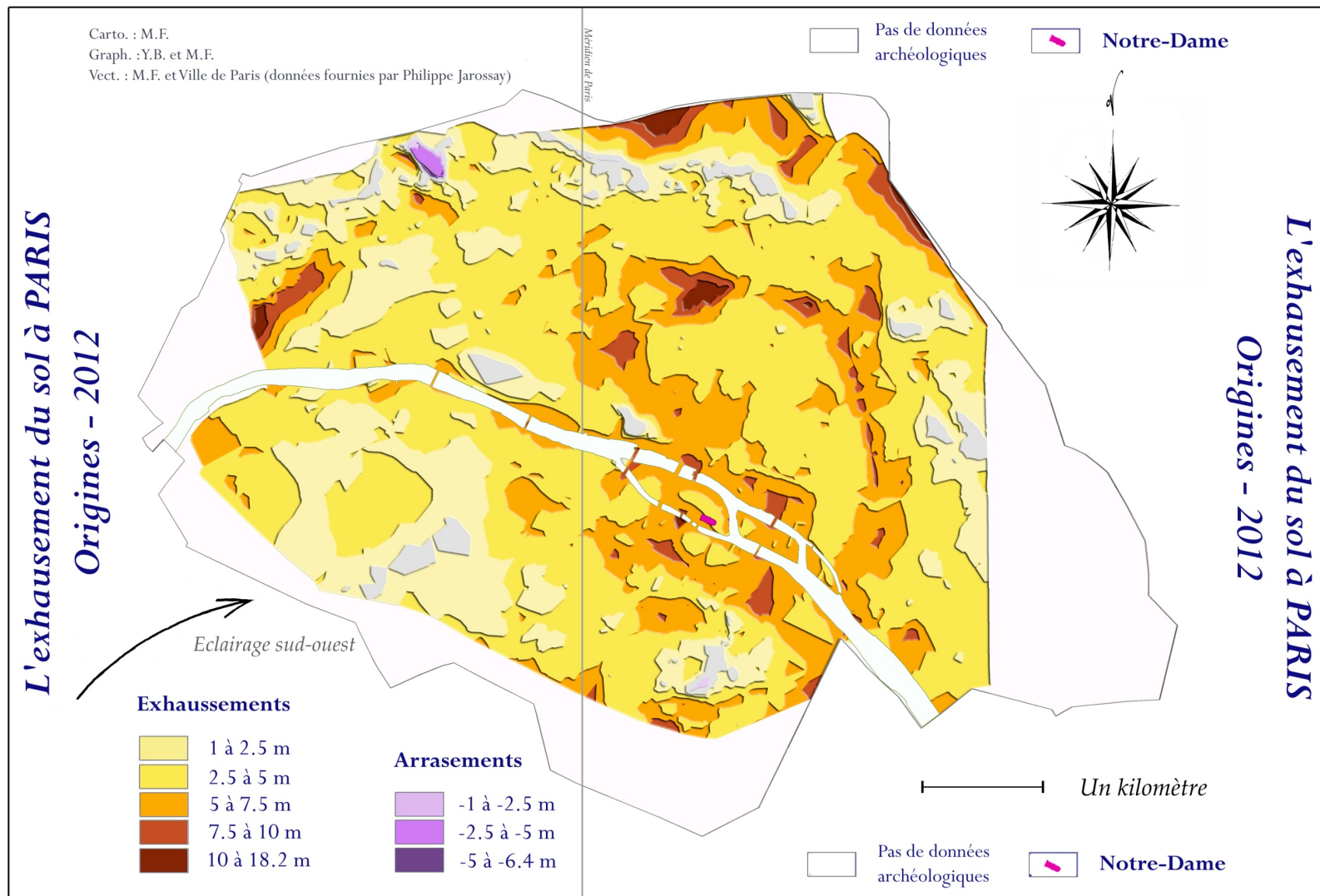
²⁴⁴ Id., p°31

²⁴⁵ Id., p°45

Ainsi, à travers l'exemple réalisé par Barles, nous retrouvons les mêmes fluctuations dans notre plan et notre sémiologie couleur. On peut tenir comme effective la vérification de la tranche de Buache, et donc la carte qui complète sur tout l'espace les quatre lignes de Buache en 1741. Nos trois autres essais sont corroborés par la cartographie : l'abaissement du boulevard Saint-Martin décidé en 1856, pour le raccorder aux nouvelles « percées » : des déchaussements d'immeubles de trois mètres selon Canetti. Nous retrouvons ces derniers dans le deuxième degré de violet. L'avenue de l'Opéra est visible sur les cartes « 1805 - 2012 » : au troisième degré de violet. Quant à la rue de Rennes il en va de même : son effet de comblement est lisible sur les cartes « 1805 - 2012 ». La carte « origines - 2012 » n'aurait pas suffi à la différencier. Pour être exhaustif, il serait possible de faire des extraits concernant la rue La Fayette, rue de Lyon, avenue Daumesnil ou sur les rues médiévales *intra muros* de Charles V. L'intérêt de la vision sur l'espace urbain est de pouvoir regrouper les études ponctuelles, de les comparer ou d'en pressentir de nouvelles comme nécessaires.

D'autres vérifications pourraient donc s'effectuer, mais l'intérêt tient justement ici à une généralisation de l'exhaussement urbain qui soit séparable entre les périodes (antique, médiévale et moderne) d'une part et la période contemporaine d'autre part. Il serait ainsi possible pour chaque rue de déterminer une figure semblable à celle proposée par Barles pour la rue Saint-Jacques : une sorte de graphe de l'exhaussement des rues est envisageable. Ces quelques confrontations à la recherche récente semblent conforter que le modèle topo-historique, grâce aux deux phases du rehaussement urbain, peut être un support pour l'archéologie classique autant que pour l'archéologie industrielle. Des recherches spatialisées peuvent en tirer parti, comme les parties suivantes tenteront de le démontrer.

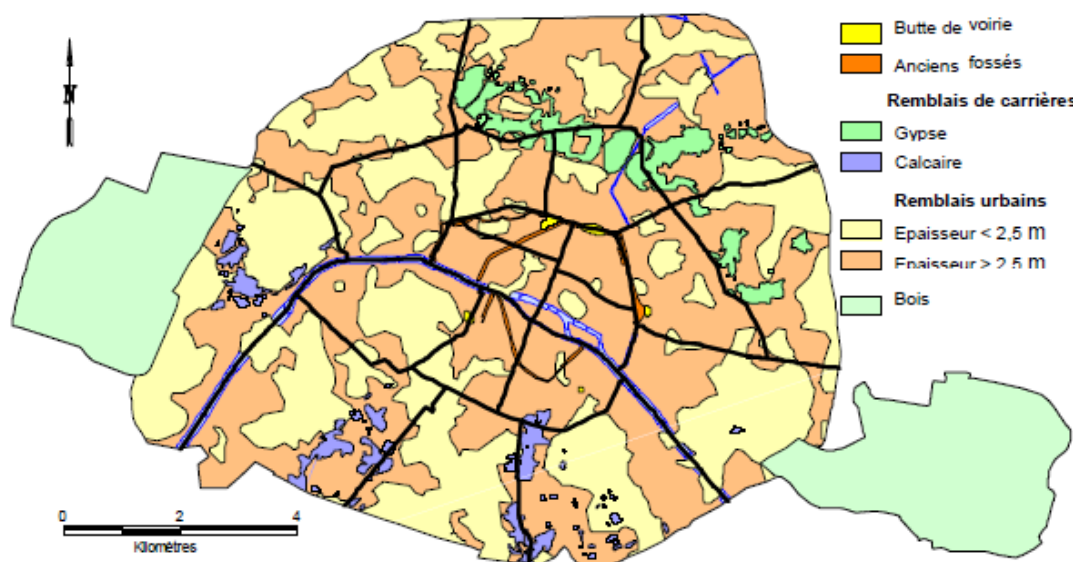
Géomatique et représentation des deux dynamiques historiques cumulées



Carte géomatique 20 : exhaussement des origines à nos jours (Annexe, p°26)

15. La mécanique humaine du sol à Paris

Cette dernière carte se passe des données de Girard. Elle est réalisée avec les données archéologiques et les données actuelles du nivellement de la voirie. Alors que les premières cartes permettaient de séparer les dynamiques, celle-ci représente l'état actuel de la ville vue par le phénomène de couche d'origine sur laquelle elle repose. La Butte des Moulins semble donc n'avoir ici jamais existé et plusieurs entailles récentes trompent la lecture. Cette carte, en revanche peut être comparée à la ressource actuelle visualisable, et dont seule Aurélie Lamé a produit une visualisation géomatique publique. En effet, l'Inspection Générale des Carrières possède la ressource pour réaliser la spatialisation du rehaussement, issue et actualisée par la ressource des chantiers urbains et des forages :



Carte historique 5 : cartographie des remblais, selon IGC²⁴⁶

²⁴⁶ Aurélie Lamé, *Modélisation hydrogéologique des aquifères de Paris et impacts des aménagements du sous-sol sur les écoulements souterrains*, Thèse, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2013 (Lamé, 2013), p°204

Rehaussement urbain spatialisé, quantifié et temporalisé

Après avoir corrélé qualitativement ce travail sur l'espace à l'état de l'art historique, il nous est possible d'utiliser au mieux la ressource SIG pour donner quelques valeurs quantitatives sur les « extremums ». Elle permet aussi de discuter précisément de quelques points aberrants.

Couche	Minimum	Maximum
« Origines – 1805 »	-9.8 m (dans un « trou » au nord ouest) : ce trou est sans doute dû à la faible densité des données de Girard dans cette zone. Nous tenons cet extrémum comme non représentatif.	23.19 m au sommet de la butte des Copeaux Le second : 15.50 m au sommet de la butte Bonne-Nouvelle Saint-Vincent de Paul et Saint-Martin entre 11 et 12m Rue Blanche : entre 14 et 16 m Butte des Moulins : entre 9 et 10 m; Estrapade : entre + 8 m et + 9 m Temple et Breguet-Sabin : entre + 8 m et + 9 m Remblais au pied de Montmartre et de Belleville (remblais de carrières) : entre + 9 et + 10 m
« 1805 – voirie actuelle »	-21.3 m (dû à l'aberration de la butte des Copeaux), Le minimum validé : -10 m à Saint-Vincent de Paul	+ 9 m à Chaillot et à Gare de Lyon
« 1805 – aérien actuel »	-18.07 m (dû à l'aberration de la butte des Copeaux) Les « extrémums » suivants se trouvent à Chaillot, Saint-Vincent de Paul et Tranchée Gare Saint-Lazare : ils sont entre -10.5 m et -9 m (pour la tranchée Saint-Lazare)	+ 8.9 m au pied de la butte Chaillot, 6 m à l'île Louviers, ainsi qu'au Champ de Mars

Figure 28 : les extremums des couches de dynamique topographique du sol

Nous obtenons donc une estimation générale des exhaussements médiévaux en 1805 : 23 m pour la butte des Copeaux (qui n'est présente ni sur les images aériennes, ni sur les relevés de voirie, c'est une butte historique « fantôme » des topographies urbaines actuelles), les autres hautes buttes étant celle de la porte Saint-Martin avec 12 m et celle de Bonne-Nouvelle avec 15.50 m. La butte des Moulins mesure ici entre 9 et 10 m. On trouve en moyenne, dans ces

résultats, 1.50 m de plus qu'Egault. Nous tenons les quelques arasements produits entre l'origine et 1805 comme des erreurs de données dues aux interpolations.

Les principaux changements de la période contemporaine se produisent à Saint-Vincent de Paul, et sont peut être accentués par des déficiences des données comme pour la butte fantôme des copeaux et la tranchée de Saint-Lazare pour les arasements. Les principaux exhaussements sont à Louviers (boulevard Morland), au pied de la butte de Chaillot et au bout méridional de la rue de Lyon.

Le temps long des mouvements du sol et l'impact sur la forme urbaine : intérêt des SIG

Le phénomène de rehaussement urbain n'existe plus depuis au moins 1805. Les changements morphologiques sont dus aux « grands travaux ». Par contre, ceux-ci se déroulent dans un paysage massivement transformé par les activités humaines et leurs dépôts durant les périodes médiévale et en partie moderne. C'est sur une couche très étendue, non uniforme mais épaisse en général, que se construit la ville du XIX^e siècle. Ses réseaux se posent dans la couche archéologique, son bâti sur d'anciennes caves intégrées à ce dépôt anthropique.

Nous avons pris le parti de sortir des seules considérations géotechniques pour produire une visualisation actuellement peu diffusée de la ville. Elle caractérise la forme d'un anthropocène en milieu urbain. Ceci nous servira en partie IV, dans l'analyse de la cave, les couleurs y représentant les nombres d'étages souterrains entourés de couches anthropiques. Ce sens architectural et urbain ne serait pas lisible avec les données seulement ponctuelles ou non légendées : la carte donne à la ville centrale une épaisseur lisible dans l'espace.

Par l'unification des sources dans l'espace et le temps urbains, il est possible de recouper les données techniques du XIX^e siècle et celles de l'archéologie, mais surtout de donner à la représentation urbaine une image archéologique. En ce sens il semble utile de conserver une diversité des sources qui s'alimentent entre elles dans le support intégré.

Chapitre 6 La nappe des eaux : dynamique en deux temps

Contexte général

L'hydrogéologie est, en milieu urbain, une science liée aux activités humaines et à leur espace. En ce sens, elle devrait être appréhendée aussi bien par l'urbanisme que par l'histoire urbaine tout comme le fleuve ou le sol. Depuis la genèse des données construisant cette discipline,²⁴⁷ nous observerons des éléments morphologiques qui pourraient lui être corrélés.

Le cas d'étude proposé : les mouvements de la nappe phréatique à Paris

La nappe phréatique est par définition la nappe des puits (phrea = puits),²⁴⁸ première des nappes rencontrées en sous-sol. C'est son nom générique. Elle porte par ailleurs un nom géologique, celui de la première des couches géologiques qui soit saturée en eau, se remplissant d'eau lorsqu'on y creuse une cavité. Jusqu'aux théories, instruments et vocabulaires modernes - piézométrie, crépinage - on l'a mesurée par la profondeur des eaux dans les puits ou les diverses autres excavations sur un territoire donné. Ainsi ont procédé Buache, Delesse ou Dollot que nous avons rencontrés parmi les explorateurs topographiques initiaux.

L'analyse des textes du XIX^e siècle nous montre que le débat sur la cause naturelle ou humaine des variations de la nappe - cause de désordres -, est récurrent. Dans tous les cas, et jusqu'aujourd'hui, on peut observer que c'est la difficulté majeure rencontrée par l'hydrogéologue en milieu urbain. La complexité du milieu et la diversité des causes qui le modifient empêchent de créer un modèle complet - ambition velléitaire des sciences dures -, se heurtant à la difficulté d'appréhender la totalité des données. Les principales problématiques concernant l'interprétation du mouvement de la nappe à Paris ont été, par ordre chronologique :

- au XIX^e siècle d'abord, des inondations souterraines frappent la rive droite parisienne de façon récurrente, la recherche de leurs causes a occupé les praticiens jusqu'en 1862

²⁴⁷ Nous nous basons sur les rapports et cartographies de P. S. Girard et d'A. Delesse au XIX^e siècle puis sur les thèses de P. Diffre (1968), A.-M P. Leparmentier (1989) et d'A. Lamé, la plus récente (2014)

²⁴⁸ Nommée ainsi par l'hydrogéologue Daubrée à la fin du XIX^e siècle. Auguste Daubrée, *Les Eaux souterraines à l'époque actuelle*, Dunod, 1887 (Daubrée, 1887), p°21

- au XX^e siècle, P. Diffre est le premier à montrer un phénomène de variation séculaire dû à l'urbanisme de surface, par la grande dépression souterraine qui s'est formée aux alentours de l'Opéra. C'est par un travail diachronique que P. Diffre en arrive à cette conclusion en comparant la piézométrie de 1965 à celle de Delesse en 1862. Cette dépression est toujours d'actualité malgré des mouvements de remontée de la nappe, comme d'autres travaux de Diffre en 1978, puis de Leparmentier et enfin de Lamé ont pu le démontrer. La recherche des causes, en revanche est assez rapidement traitée agrégée dans l'appellation de « pompages industriels ». Diffre estime ces derniers à 10 millions de mètres cubes par an en 1965, rive droite, puis seulement à 4 millions par an en 1978, ce qui explique une remontée substantielle de la nappe. La datation du début du phénomène n'est pas abordée dans ces travaux.

Si l'hypothèse des pompages explique la dynamique qui a eu lieu entre 1965 et 1978, il nous semble qu'elle ne suffit pas à remonter jusqu'à Delesse. L'enquête historique n'a pas encore été réalisée. Elle pourrait, en plus de l'histoire urbaine qu'elle sous-tend et sa morphologie, donner des éléments utiles aux hydrogéologues pour construire des modèles de dynamiques des nappes, actuellement dépendantes des bases de données urbaines dont nous observerons une incomplétude chronique (les pompages, mais aussi les caves qui semblent utiles au modèle d'hydrogéologie). Nous nous basons sur la thèse de Lamé pour la description actuelle du milieu géologique, confirmant par ailleurs l'intérêt de la carte de Delesse :

« La première carte hydrogéologique de Paris, considérée comme représentative du niveau naturel des nappes phréatiques, fut réalisée en 1862, pour l'année 1858 par Achille Delesse. Delesse a identifié trois nappes bien distinctes dans Paris. La première appelée « Nappe au dessus des Marnes Vertes » correspond à la nappe que nous nommons nappe du Travertin de Brie – Sables de Fontainebleau, la seconde appelée « nappe sur l'Argile Plastique » peut être associée à la nappe du Lutétien en incluant la nappe de l'Yprésien supérieur lorsqu'elle est présente. La troisième, qualifiée de « nappe d'infiltration », regroupe les premières nappes rencontrées suivant la formation affleurantes : la nappe des alluvions anciennes, la nappe du Bartonien, la nappe du Lutétien, les nappes de l'Yprésien et la nappe de la Craie de Meudon. Sur la carte de Delesse, nous pouvons voir un rapport « normal » entre la Seine et la plaine alluviale, avec la nappe des alluvions qui alimente le fleuve. Les niveaux piézométriques des nappes perchées localisées sur les buttes témoins sont bien distincts des autres niveaux piézométriques. Les recharges se font principalement au niveau des reliefs et du bois de Boulogne. Il existe néanmoins deux dépressions piézométriques situées respectivement au niveau de la boucle de Boulogne et de la boucle de Gennevilliers qui pourraient déjà traduire l'influence de pompages. »

Pour les eaux de surfaces et concernant leur évolution et leur rapport avec la ville, des études ont été réalisées sur le terrain parisien. Backouche sur la Seine,²⁴⁹ Graber sur le canal Saint-Martin, Guillaume et Barles sur le ruissellement de surface, l'imperméabilisation des sols et la qualité des eaux. Guillaume en décrit toute l'importance dans l'économie parisienne du début du XIX^e siècle.²⁵⁰ Mais un manquement semble persister : l'eau souterraine dans l'espace. Nous voulons ici lui donner une place dans la morphologie urbaine et une interaction directe avec le métabolisme de la surface. Nous restons fidèle à la démarche cartographique entreprise jusqu'à présent. Nous recherchons donc une représentation générale permettant d'interpréter des interactions de la ville avec la nappe.

Sources retenues et travail géomatique

Nous avons partiellement expliqué nos sources et la façon de les appréhender en partie I. Nous irons donc plus vite au sujet des eaux souterraines. Comme pour le sol, il y a deux types de sources de mesures historiques, des données primaires et des données déjà interpolées. Pour la période la plus contemporaine - seconde moitié du XX^e siècle -, elles sont issues des organismes de recherches spécialisés dont il faut parvenir à recueillir et traduire les données pour notre problématique. Par exemple, on ne parle plus de lignes de niveau de la nappe phréatique, mais d'hydroisohypses en 1965. Néanmoins, la professionnalisation de la discipline nous garantit une donnée déjà travaillée et nettoyée d'éventuels points aberrants. De plus, la normalisation récente - 1969 - du système de nivellement évite de se poser à nouveau la problématique de leur changement.

Question des ressources

A Paris, la question de l'hydrogéologie générale du bassin parisien a fait l'objet d'environ une synthèse universitaire par génération depuis Diffre. Nous allons voir que le milieu change plus rapidement par les eaux que par le sol à l'époque contemporaine. Nous avons réalisé une saisie des lignes de niveau pour les ressources que nous avons pu nous procurer : 1858 et 1965. Il est heureux que le milieu universitaire publie régulièrement ces travaux complets car

²⁴⁹ Isabelle Backouche, *La trace du fleuve - La Seine et Paris (1750-1850)*, Editions de l'EHESS, 2000 (Backouche, 2000)

²⁵⁰ 1770 - 1830 : *La Naissance de l'Industrie à Paris* (Guillaume, 2008), pp.28-32

les données environnementales ne sont pas encore libres, rendant difficile leur appréhension par d'autres disciplines. Nos sources sont :

- La carte de Delesse de 1858, scannée, géoréférencée, ses lignes vectorisées
- La carte de Diffre de 1965, dont le seul exemplaire numérique qui soit exploitable est disponible sur un rapport du BRGM mis en ligne²⁵¹

Question des données et du géoréférencement

N'étant pas dans une structure spécialisée nous avons exploité ces données diachroniques au mieux, mais plus grossièrement que celles du relief. Le travail ne vise pas à remplacer les références, ni à les améliorer dans leur spécialité mais bien à les élargir dans leur application, à les confronter à notre problématique. Précisons aussi que le travail de modélisation utilisé, construit au fil des découvertes et assez rares sources disponibles, peut être corrigé avec peu de temps, de moyens et de ressources géomatiques en fonction des besoins de précision. Du point de vue topographique, nous pouvons minimiser l'impact des erreurs dues au géoréférencement. Contrairement au sol, la nappe a un comportement représenté de manière beaucoup moins fine que le sol. Dans le cas parisien, ses variations en pente ne sont en général que de quelques mètres au maximum par kilomètre. Ceci minimise l'impact d'un géoréférencement de faible précision. En conséquence, si on estime la pente de la nappe à $1/1000^\circ$ (validé sur la carte de Delesse), une erreur de géoréférencement de dix mètres dans le plan n'a un impact que d'un centimètre sur la hauteur ($1/1000^\circ$). Pour une erreur de cinquante mètres, ce seraient cinq centimètres. Nous estimons pouvoir poursuivre la représentation malgré la relative imprécision des sources, au vu des résultats généraux dans le temps et l'espace que nous recherchons. Les variations que nous allons observer sont en effet de plusieurs mètres en hauteur.

Travail de représentation

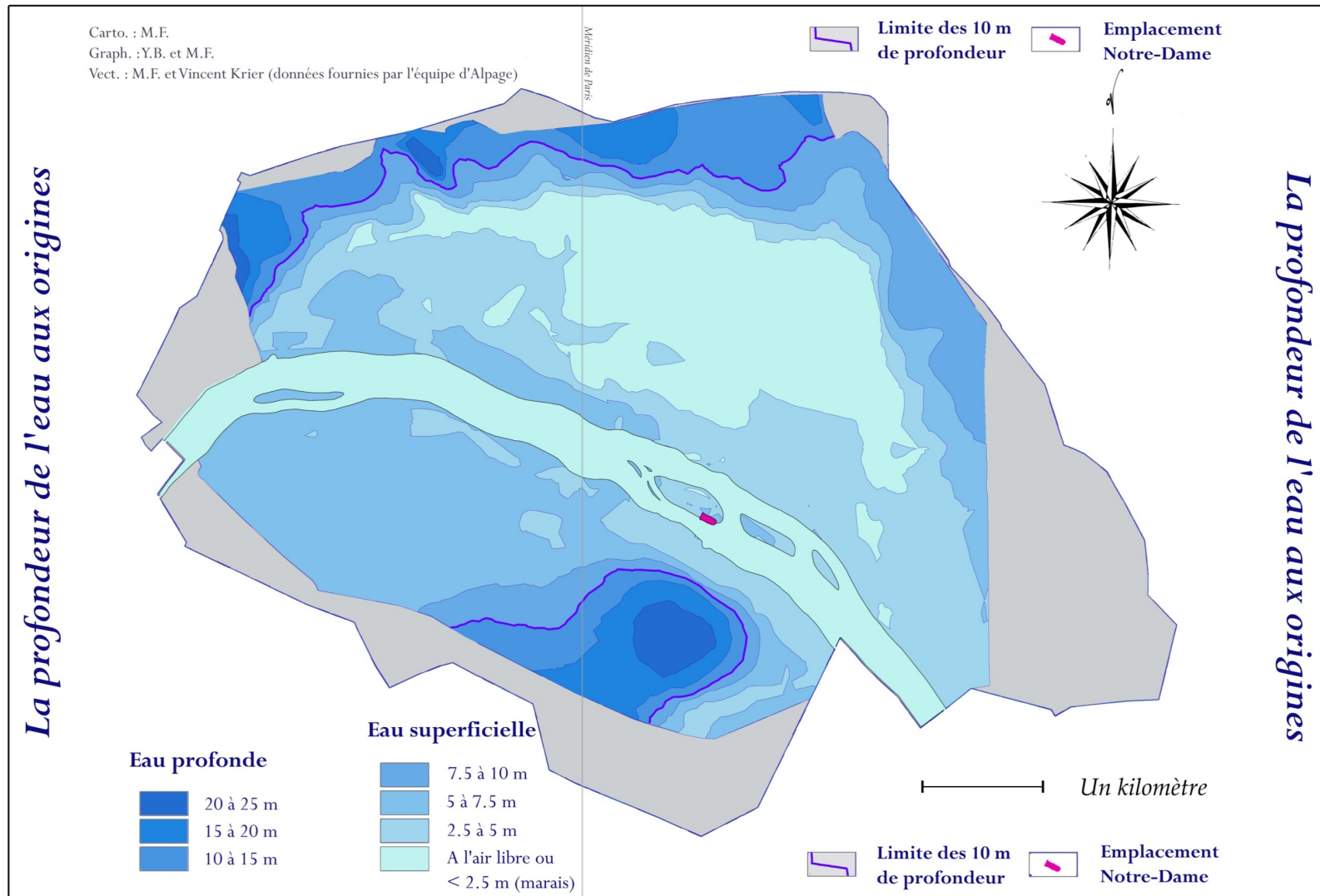
L'eau souterraine est rarement représentée en fonction de sa profondeur par rapport au sol. Nous estimons pourtant que cette représentation est plus à même pour une analyse des formes urbaines qui en dépendent. Nous séparons eau superficielle et eau profonde. Nous fixons cette

²⁵¹ Philippe Diffre, B. Rambert, *Etat de la documentation sur les ouvrages souterrains implantés sur la feuille topographique. Paris. Et synthèse hydrogéologique provisoire*, BRGM, 1966 (Diffre and Rambert, 1966)

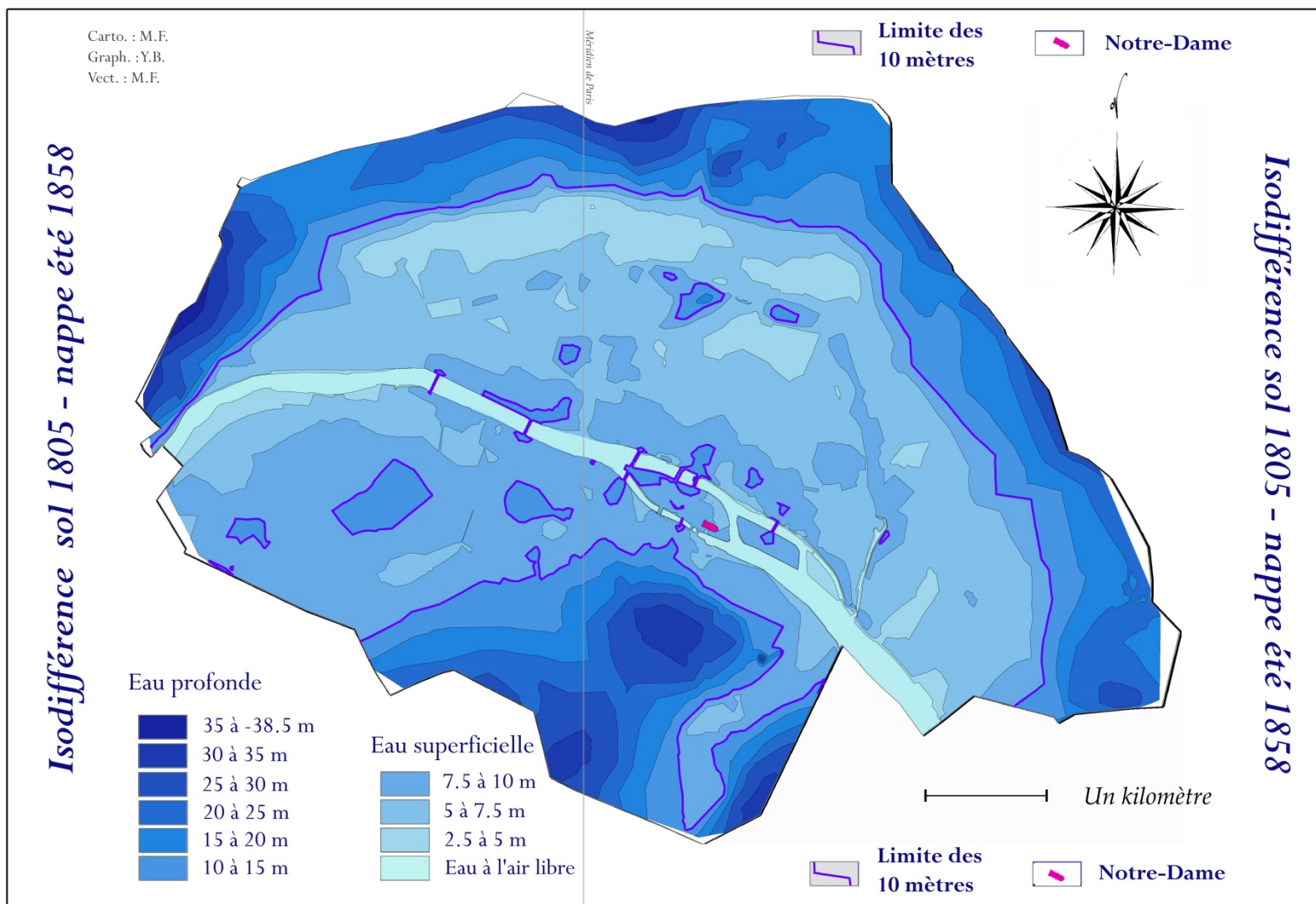
limite à dix mètres, correspondant à quatre étages souterrains. Passée cette limite, le bâti - hors période très contemporaine - n'est plus en contact direct avec la nappe et à tous les phénomènes qui lui sont liés. Pour les puits, dont nous voulons montrer un impact de structuration de l'espace. A partir de 10 à 15 mètres, le puits devient un ouvrage plus difficile à réaliser et surtout à faire fonctionner. Par ailleurs, nous voyons en partie III qu'une pompe aspirante couramment rencontrée dans la maison populaire parisienne, et plongée dans la nappe, ne peut plus ramener l'eau à la surface au-delà de 10.336 mètres (lié à la pression atmosphérique).²⁵²

16. Géomatique, visualisation de la profondeur de l'eau aux origines, et 1858 en en 1966

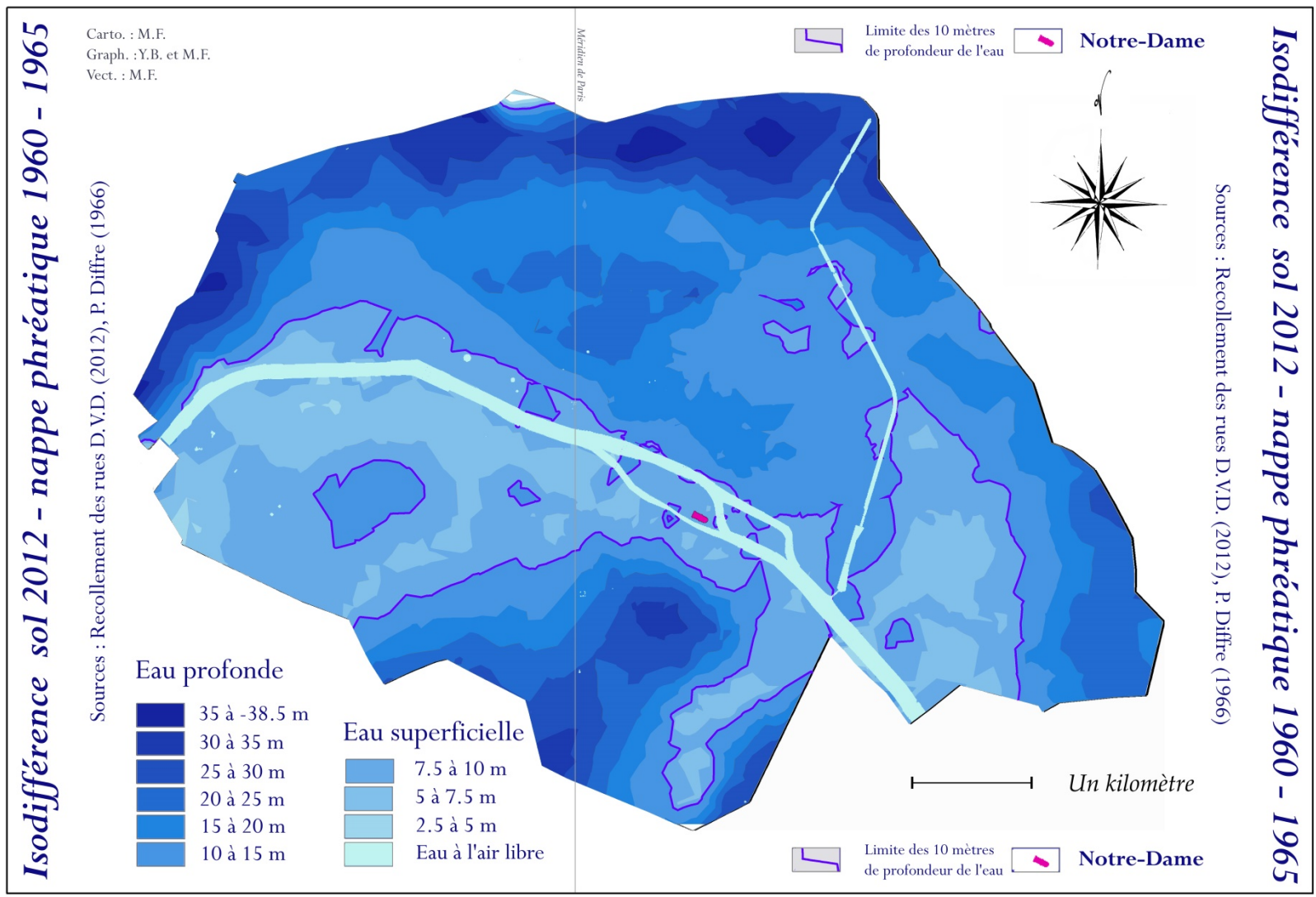
²⁵² Voir partie III.



Carte géomatique 21 : hypothèse de la profondeur de l'eau originelle (Annexe, p°27)



Carte géomatique 22 : profondeur de l'eau durant l'été 1858 (Annexe, p°28)



Carte géomatique 23 : la profondeur des eaux selon la moyenne 1960- 1965 (Annexe, p°29)

Interprétations sur ces formes générales

Grâce à ces trois cartographies, marquant trois périodes principales sur un support identique, nous pouvons observer des phénomènes dynamiques importants. Un résumé rapide permet de conjecturer :

- A l'origine : la majeure partie de la rive droite est une nappe affleurante (un marais)
- A l'été 1858 : les effets de la surélévation millénaire du sol sont visibles. Le marais est en grande partie vaincu, il s'urbanise
- En 1960-1965 : le système naturel a été bouleversé par le drainage et les pompages, en grande majorité en rive droite

Alors, du point de vue morphologique, les principaux phénomènes de variations sont visibles et non négligeables. Ils nous permettent d'en chercher des causes et des conséquences historiques, urbaines, ce qui est le propos de cette partie.

Carte 1

Les édiles de Lutèce ont pris le parti d'éloigner la ville des eaux : de la Seine et de la nappe, ce qui est la même chose - l'une nourrissant l'autre -, comme si ils craignaient des inondations internes ou externes. On peut repenser aux mythes de la Rome antique dont Georges Dumézil rappelle toute la force dans le rapport aux eaux. Les récits de l'histoire primitive romaine (Tite Live, Plutarque, Zonaras) reprennent et intègrent le mythe du grand débordement du lac des Monts Albains qui a marqué la guerre contre la cité étrusque de Véies. Georges Dumézil recoupe ainsi les discours des historiens romains :

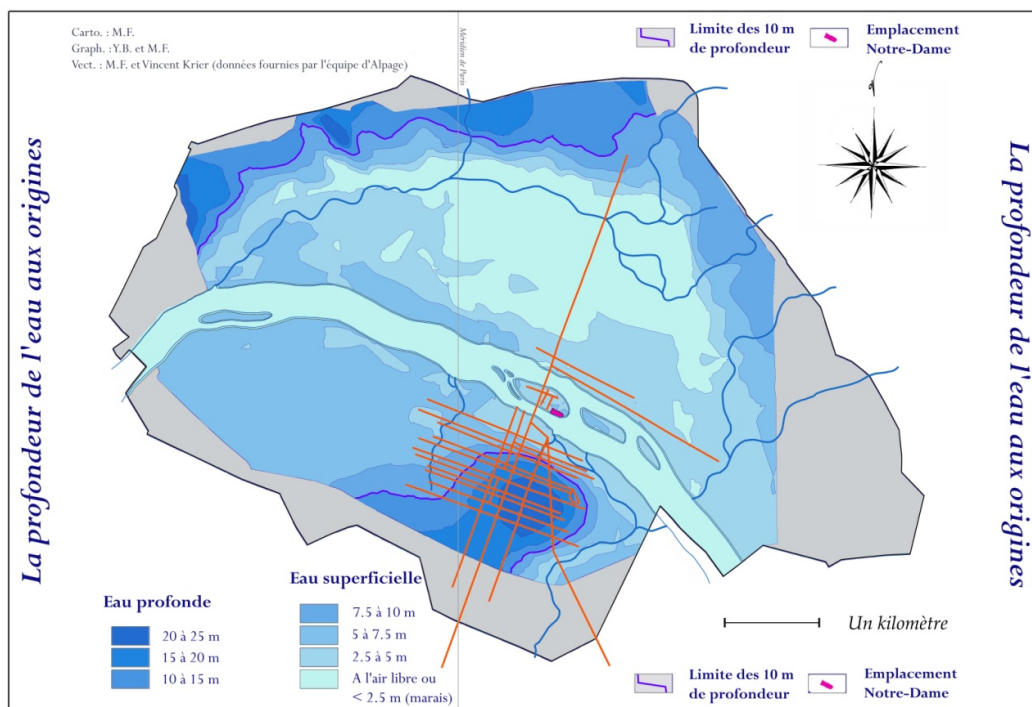
« Rome est engagée dans un long et mortel conflit avec Véies pour l'empire. Rome est la plus forte, puisqu'elle assiège Véies et que, par sa piété, elle est sûre d'avoir les dieux avec elle. Mais les magistrats romains mal créés officient sur les Monts Albains : leurs actes religieux ne sont pas plus valides qu'ils ne sont eux-mêmes qualifiés et le culte des Monts Albains est nul et non avvenu. Les dieux s'irritent. Le lac des mêmes Monts Albains monte soudain, déborde, et ses eaux se ruent vers la mer en une rivière impétueuse qui détruit tout sur son passage. [...] si la rivière nouvelle mêle durablement ses eaux à la mer, c'est que la colère divine est irréversible ; l'entreprise romaine contre Véies échouera, Rome sera à son tour attaquée et sera détruite. »²⁵³

²⁵³ Georges Dumézil, *Mythe et épopée*. III : *histoires romaines*, Gallimard, 1973 (Dumézil, 1973), p°57

Rome doit vaincre les eaux par un système d'irrigation pour satisfaire aux oracles et enfin faire périr Vées. Le prodige a bien une fin heureuse pour Rome, avec l'extinction des eaux torrentielles :

« Mais Rome, informée par ses moyens ordinaires, sait comment arrêter le prodige dans sa cause et l'annuler dans ses effets : elle apaise les dieux par une procédure politico-religieuse et, par un réseau de canaux, obtient la divagation, puis l'extinction des eaux indues. »²⁵⁴

Dans la Lutèce gallo-romaine, point de lac, mais une Seine débordante et des eaux souterraines toutes aussi menaçantes. Nous faisons l'expérience de recouper la carte de la profondeur de l'eau aux origines au plan de Lutèce déterminé par Vacquer en synthèse de ses fouilles. On y perçoit bien la spécificité de l'urbanisme romain, loin des eaux :



Carte géomatique 24 : ajout des données de Théodore Vacquer, issues des fouilles 1845-1870

La voie sud-nord du cardo-decumanus romain traverse le ruisseau de Ménilmontant, comme la cartographie (voies de Vacquer) le montre explicitement. C'est bien Vacquer qui retrouve le pont de pierre qui marque ce passage de. La première édition des résultats de Vacquer résident dans le rapport Villain de 1896, qui cite « ce que nous a écrit à ce sujet

²⁵⁴ Id., p°58

Vacquer » après avoir déploré que les « ingénieurs [n'aie retrouvé], lors des travaux d'égouts, quelques restes de la voie gallo-romaine du nord »²⁵⁵ :

« La grande voie romaine, pour ne parler que de la région située sur la rive droite de la Seine, a été mise à jour en 1844 dans les tranchées d'égouts ouvertes rues Saint-Martin et du Faubourg Saint-Martin, en 1852 et 1853, en nivelant la rue Saint-Martin au passage de la rue de Rivoli, ainsi que dans plusieurs tranchées accessoires faites ultérieurement.

Il a été reconnu que la voie construite en empièchement ou, si l'on veut, en macadam, traversait en chaussée le marais de Paris, depuis les grands boulevards jusqu'auprès de l'église Saint-Laurent, - passant ainsi devant la mairie du X^e arrondissement, - franchissant l'exutoire principal du marais sur un pont de pierre dont les restes ont été exhumés à plusieurs reprises et en dernier lieu en établissant les fondements de la nouvelle mairie. Ce qu'on en retrouve aujourd'hui appartient à la dernière de ces reconstructions et ne date que du XVII^e siècle. Mais son origine remonte naturellement bien plus haut. »²⁵⁶

Carte 2

Dans cette seconde carte, c'est l'eau souterraine du métabolisme médiéval - du bas Moyen Age avec le grand développement de Paris rive droite -, moderne puis du XIX^e siècle qui est représentée. Toute la période n'est pas représentée en une seule carte, mais une dynamique est bien lisible par rapport au paysage gallo-romain. Le marais a été asséché « artificiellement » par l'exhaussement urbain. Il a pu être légèrement drainé un peu au nord, dans la mesure du possible par l'aménagement très progressif du « grand égout », mais celui-ci reste un ruisseau maçonné dans la douleur pas avant la moitié du XVIII^e siècle.²⁵⁷ Il n'a pas la possibilité de drainer efficacement la zone, n'ayant d'autre ambition que de parvenir à évacuer tout au plus les torrents de miasmes que Paris déverse quotidiennement dans son bassin versant.²⁵⁸

Nous observerons de plus près les mécanismes de l'accès à l'eau, notamment par le biais des puits en partie III, dont la persistance dure jusqu'à la deuxième moitié du XIX^e siècle. Nous

²⁵⁵ « Le sol de la rue du faubourg Saint-Martin, que cette voie empruntait, a été tellement bouleversé depuis cinquante ans par divers travaux de voirie qu'il sera peut-être difficile d'en revoir jamais quelques débris [...] on n'a rien retrouvé. D'autres recherches seront effectuées plus tard. »

²⁵⁶ (Villain, 1896b), p°18

²⁵⁷ (Girard, 1818a), p°4 : « On ordonna en conséquence, en 1721, de le recreuser dans toute sa longueur, et de la revêtir de murs ; mais ces dispositions restèrent sans exécution jusqu'en 1737, époque à laquelle la ville entreprit ces ouvrages, qui furent terminés en 1740. »

²⁵⁸ Girard signale à ce titre l'apport décisif du réservoir du Pont au Choux qui fait office de chasse d'eau et auquel ont dû affecter le « produit entier des eaux de Belleville », précieuses, complétées par « les eaux de deux puits creusés dans la même enceinte » [du réservoir]. (Girard, 1818b), p°4

pouvons vérifier, dans des extraits de littérature technique du XIX^e siècle, la représentation donnée par cette cartographie. Bornons nous à un exemple : en 1836, Henri-Charles Emmery de Sept Fontaines décrit le creusement du puits de la barrière du Combat²⁵⁹ qui doit évacuer les eaux de Montfaucon (proche, au nord-est) dans les *Puits artésiens de Paris*.²⁶⁰ Le creusement des puits artésiens étant un véritable enjeu au XIX^e siècle, toutes les couches et événements rencontrés durant le forage du puits sont méthodiquement notés par Emmery : « nous rencontrons l'eau à 10 m 50, mais elle s'engouffre, puis la nappe phréatique à 16 m 50 ». En nous reportant à notre carte, nous sommes bien dans la couche (15-20 m) au niveau de la barrière de Combat. Elle peut dès lors être considérée comme fiable dans les autres points de Paris, qui fore beaucoup en ce premier XIX^e siècle.

L'accès à l'eau souterraine des parisiens est très inégal, surtout rive gauche, ce qui détermine l'occupation artisanale là où l'eau est superficielle (entre le marais et la Cité). Les scolastiques au contraire, plus spirituels et plus savants, préfèrent être éloignés de l'onde souterraine. Dans l'essai sur la morphogénèse de Paris de Gaëtan Desmarais, nous pouvons trouver la conclusion « il n'y a pas une rive plus urbaine que l'autre ». ²⁶¹ Nous pouvons la compléter ici par « il y a une rive plus humide que l'autre ». Mis à côté des techniques disponibles au fil du temps, ceci semble expliquer beaucoup de choses sur les types d'habitat ou de densité, d'urbanité. Alors qu'avec son aqueduc la rive gauche est beaucoup plus accueillante (saine, aérée, aux coteaux ensoleillés et cultivables), sans aqueduc, ²⁶² c'est la rive droite qui le devient, avec la techniques du puits que chaque parcelle peut obtenir à peu de frais.

On a souvent insisté en histoire et en urbanisme sur les rapports au fleuve, ou plus généralement aux eaux « courantes ». Ceci est parfaitement logique car elles sont davantage visibles, et représentées sur divers documents et récits de ville. Mais elles ne doivent pas faire oublier la physique, ici importante. Le fleuve n'est que la partie visible d'un système beaucoup plus vaste : la nappe d'eau qui est universelle en région parisienne à plus ou moins

²⁵⁹ Proche de l'actuelle station de métro Jaurès.

²⁶⁰ Henri-Charles Emmery de Sept Fontaines, *Puits artésiens de Paris*, Carilian-Goeury, (Emmery de Sept Fontaines, 1836), p°10

²⁶¹ Gaëtan Desmarais, *La morphogénèse de Paris*, L'Harmattan, 1995 (Desmarais, 1998), p°117

²⁶² L'aqueduc tombe en délabrement durant le haut Moyen Age.

grande profondeur. De la même façon qu'il faut posséder le dessin d'un fleuve ou d'un canal pour étudier les phénomènes qui en dépendent, il est utile de posséder le dessin de la nappe.²⁶³

Carte 3

Cette carte représente un drainage très important échelonné entre les années 1860 et 1960 qui a radicalement changé la morphologie de la rive droite. Nous en reparlerons plus loin : il n'a, jusqu'à présent, été étudiée que par les hydrogéologues.

17. Les grands débordements : l'évolution du recueil des données

Problématique

Les « métadonnées » sur la Seine ne sont pas claires. Par exemple, les altitudes des crues données par Deparcieux et par Haussmann, la DRIEE (ou DIREN),²⁶⁴ ne sont *a priori* pas les mêmes, y compris après transformation des données en fonction des différents nivellements que nous avons décrits en partie I. Nous ne trouvons pas de texte qui en dresse un bilan qualitatif ou un bilan historiographique clair.

Avec le modèle du sol de Girard, il semblerait possible de créer des modèles diachroniques des inondations. Il faut pour cela, faire un inventaire des données, des méthodes de travail de leurs créateurs, souvent oubliées ou morcelées. Dans le cas des inondations de la Seine, c'est une véritable enquête à mener dont plusieurs fils sont longs à démêler. Nous proposons donc une synthèse de cette enquête qui nous a semblée nécessaire, même si nous n'avons certainement pas pu aller au bout des usages possibles de la diachronie et du modèle

²⁶³ Cout du terrain et proximité de l'eau sont liés. Par exemple « à Beauvais, lorsqu'ils sont interdits de cité, les mégissiers et chamoiseurs déménageront pour s'installer au bord de la rivière, où le terrain est cher et augmenteront de fait leur prix. Beauvais perdra une part de ses activités déjà malmenées comme le drap et la toile. Beaucoup d'ouvriers seront réduits à la misère. » Cet épisode se produit au XVIII^e siècle. La proximité de l'eau est bien un enjeu économique et artisanal dans une période qui atteint le XIX^e siècle. De La Lande, *Art du chamoiseur*, Paris, 1763, p°19

²⁶⁴ DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Ile de France. Les directions régionales de l'Environnement sont des services déconcentrés de l'Etat. La DIREN : Direction Régionale de l'Environnement est devenue DRIEE le 1^{er} juillet 2010. La DIREN, peut être citée comme source relativement aux données sur les crues (Viennot (dir.), 2009) ou (Lamé, 2013). Le document de référence que nous avons retrouvé et faisant office de source actuelle est le *Schéma directeur de la prévision des crues du bassin Seine Normandie*, annexe de l'arrêté n° 2012068-0003 du 8 mars 2012, DRIEE, 2012, en ligne sur <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/> (le 02-10-2014, 15h00)

topographique historique. L'archéologie et l'ingénierie du XIX^e siècle ont mis l'observation de la Seine et ses débordements au centre de leur méthode d'investigation. La compréhension de l'environnement urbain s'est construite autour de ses données. Nous voulons les réinterroger. Nous n'avons pas eu tous les instruments et moyens pour atteindre un véritable SIG historique de ce niveau du fleuve, mais notre accumulation de données nous a convaincu que la chose est possible. Une histoire environnementale a besoin d'archiver les événements et leur contexte.²⁶⁵

Origine des données

Nous avons donc pu remarquer, que ce soit au cours de recherches dans les données des organismes spécialisés ou les ouvrages d'histoire environnementale, un certain manque de synthèse considérant les inondations historiques. On remonte rarement au-delà des *Travaux souterrains de Paris* d'Eugène Belgrand.²⁶⁶ En conséquence, on perd dans les résumés le nom des premiers enquêteurs, leurs méthodes la dimension humaine et contextuelle de leurs mesures. Dans la synthèse de Belgrand, il est difficile de retrouver le discours sur ces méthodes ou la justification d'éventuels changements de valeurs. C'est d'autant plus vrai en ce qui concerne un rapport actuel sur la crue centennale, notion empirique. Nous proposons de revenir ici systématiquement à des sources de première main pour nous permettre de réinterroger la notion actuelle et historique d'inondations majeures pour Paris.

Nous montrerons par la suite qu'une autre notion était largement prise en compte jusqu'au nivellement définitif des rues vers 1830 : le rehaussement urbain. Nous proposons dans un premier temps une synthèse sur l'information existant à Paris en remontant toujours au nom du mesureur initial. D'abord, nous retenons plusieurs périodes, bornées par les types de sources, ou bien l'impression d'une synthèse importante sur la question.

Avant 1649 : par le papier. Les données sont qualitatives et tirées de lettres, chroniques de Paris. Leur première synthèse importante historique se situe dans le *Traité de la Police* de Nicolas de la Mare, œuvre monumentale publiée entre 1705 et 1738.²⁶⁷ Egault, ingénieur

²⁶⁵ Emmanuel Leroy-Ladurie, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Gallimard, 1983 (Leroy-Ladurie, 1967)

²⁶⁶ Eugène Belgrand, *Les Travaux souterrains de Paris. Tome I : études préliminaires. La Seine, régime de la pluie, des sources, des eaux courantes. Applications à l'agriculture*, Dunod, 1873 (Belgrand, 1873)

²⁶⁷ Nicolas de la Mare, *Traité de la Police*, Jean et Pierre Cot, 1705 (de la Mare, 1705)

ordinaire du corps des Ponts et Chaussées, en résumé en 1814 les données propres aux inondations, de même que Girard dans le manuscrit introductif du *Plan de Nivellement Général de Paris*.²⁶⁸ Le même type de données est repris par Maurice Champion (1824-1878) en 1858-1864,²⁶⁹ ce dernier étant cité comme source par Belgrand en 1873. Les données sont qualitatives, mais tout de même intéressantes, avec des zones inondées précisées.

1649-1719 : marques urbaines : durant cette période, aucune échelle n'est installée sur les ponts de la Seine ; donc aucune donnée de type moderne n'a pu être produite. Celles que nous possédons nous viennent d'Antoine Deparcieux dans son mémoire de 1764,²⁷⁰ année ayant vu une inondation moyenne. Il retrouve sur des murs de Paris, dans des caves, des cours d'immeubles, des marques gravées stipulant les niveaux atteints par les eaux. Il les compare à 1740.

1719-1764 : le zéro du pont de la Tournelle par Buache (qui l'instaure),²⁷¹ Deparcieux qui parvient à comparer divers points de la Seine entre eux²⁷² et Bonamy.²⁷³ Ils nous renseignent dans leurs mémoires publiés entre 1741 et 1764, commandés par l'Académie des Sciences et des belles-lettres, sur les comportements du fleuve qu'ils essaient, avec les plus grandes difficultés, d'élargir sur un plus grand territoire qu'un seul point. A noter une discordance entre Bonamy et Buache pour la crue de 1740.

1764-1805 : le pont de la Tournelle jusqu'au Nivellement Général de Paris, qui est commencé. La comparaison de la hauteur des ponts entre eux devient aisément possible.²⁷⁴ Le mémoire de référence est celui d'Egault, publié en 1807. Egault travaille sous la direction de

²⁶⁸ P. Egault, *Mémoire sur les inondations de Paris*, Firmin Didot, 1814 (Egault, 1814)

²⁶⁹ Maurice Champion, *Les inondations en France depuis le VI^e siècle jusqu'à nos jours. Tome I*, (sur VI), Dunod, 1858 (Champion, 1858)

²⁷⁰ Antoine Deparcieux, « Mémoire sur les inondations de la Seine à Paris », in *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, Imprimerie Royale, 1764 (Deparcieux, 1764) (ce mémoire est retranscrit dans son intégralité en annexe II).

²⁷¹ Philippe Buache, « Observations sur l'étendue et la hauteur de l'inondation du mois de décembre 1740 », in *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, Imprimerie Royale, 1741 (Buache, 1741). Pour l'instauration de l'échelle sur le pont de la Tournelle : (Barles, 1999b), p°126

²⁷² (Deparcieux, 1764), pp°480-484

²⁷³ Pierre-Nicolas Bonamy, « Mémoire sur l'inondation de la Seine à Paris au mois de décembre 1740, comparée aux inondations précédentes ; avec des remarques sur l'élévation du sol de cette ville », in *Mémoires de littérature, tirés des registres de l'Académie royale des inscriptions et belles-lettres*, 1751, vol. XVII (Bonamy, 1751)

²⁷⁴ (Barles, 1999b), p°190 : en 1788, Prony réalise les premiers nivellements visant à comparer les échelles des ponts de Paris entre eux. Gaspard-Clair-François-Marie Riche de Prony, « Comparaison des échelles des différents ponts de Paris », Bibliothèque de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Ms 1920.

Girard et réalise le Nivellement Général de Paris avec lui.²⁷⁵ Tous deux appartiennent au corps des Ponts et Chaussées. Avec celle de 1802, on se met à mesurer la crue dans le temps et plus seulement son maximum.

1805-1870 : peu de données importantes car la Seine ne déborde pas de façon majeure. La donnée est quotidienne, nous possédons le résumé de Belgrand de 1873 qui marque une étape en produisant une œuvre majeure et diffusée sur le bassin versant de la Seine.²⁷⁶ Il tente le premier le jeu de l'exploitation diachronique, mais de façon assez sommaire comme l'a souligné Laurent Mirlou²⁷⁷ : il dessine sur le relief de Paris, grâce à la production cartographique de Delesse, l'impact spatial d'une crue de type 1658, la plus importante répertoriée jusqu'alors.

1870-2013 : période où la donnée est quotidienne et moderne. Elle comprend la crue de 1910, très documentée et nous pouvons renvoyer à ce sujet au site de la DRIEE, qui libère plusieurs données environnementales ces dernières années.²⁷⁸

Transformation progressive des données et des références

Les hauteurs, nous l'avons vu, n'ont pas été mesurées dans le même référentiel. Il faut donc s'interroger sur la façon dont elles ont été transformées au fil du temps. C'est peut être ce qui explique le manque de clarté entre les textes. Les systèmes et points de repères successifs ont été :

- Avant 1649 : aucune marque physique n'a subsisté,
- 1649 - 1719 : par des repères sur des murs ou dans des caves, qui permettent la comparaison avec 1740,
- 1719 - 1805 : au pont de la Tournelle, sur une échelle fixe,
- 1805 : dessin du nivellement général par Girard : un plan imaginaire 50 mètres au-dessus du plan d'eau du Bassin de la Villette, inauguré en décembre 1808. Des points de repères répartis dans l'espace peuvent être comparés entre eux,

²⁷⁵ Pierre Simon Girard, Manuscrit introductif au *Nivellement Général de Paris*, dernière page. Ce manuscrit est reproduit intégralement en annexe II.

²⁷⁶ *Les Travaux souterrains de Paris. Tome I : études préliminaires. La Seine, régime de la pluie, des sources, des eaux courantes. Applications à l'agriculture.* (Belgrand, 1873), p°298

²⁷⁷ Laurent Mirlou, *Transmission des formes et morphologie urbaine : l'exemple des réseaux de l'eau parisiens, Vol. 3*, Mémoire, Paris I, Panthéon Sorbonne (Mirlou, 2011b), pp. 38-39

²⁷⁸ <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/> (le 5/10/2014 à 13h00)

- 1805 - 1969 : évolution des systèmes de nivellement au fil des débats d'ingénieurs, voir Barles (1994) et partie I. Des objets modernes comme la nappe sont décrits dans ce contexte changeant,
- 1969 - aujourd'hui : Le Nivellement Général Français est la norme nationale. Le *Nivellement Général de Paris*, qui est une survivance est un héritage lointain de son invention par Girard, il a également évolué, sa différence d'avec le NGF est de 33 cm. Le marégraphe de du fort Saint-Jean de Marseille en est le référentiel, le 0 de l'échelle de la Tournelle est mesuré à 25.62 mètres NGF, le zéro de l'échelle du Pont d'Austerlitz est mesuré à 27.57 mètres.

Deparcieux (1649, 1651, 1658, par rapport à 1740) :

	Elévations de 1740 sur 1751 (pouces)	Elévations de 1740 sur 1764 (pouces)
Vis-à-vis le fossé de l'Arsenal	45.5	35.5
A la Grève et à la place Maubert	43.5	34
Entre le Louvre et le quai Malaquais	33	25
Au pont-tournant	29	21

Figure 29 : élévations de l'inondation de 1740 sur celles de 1751 et de 1764 en différents endroits de Paris²⁷⁹

Egault, dans son rapport édité en 1814 (rédigé en 1807), résume après lecture « *les lieux où M Deparcieux a trouvé des notes d'anciennes inondations* ». Nous reproduisons ici ce bon résumé :²⁸⁰

	1649	1651	1658 (au-dessus)	1679	1690	1711	1751	1764
Inscription dans une tablette de marbre dans le cloître des Celestins			33°1/2					
A la Maison Blanche ou Folie Bonnet, près la barrière Saint Bernard				46°		10°1/2	44°1/2	34°1/2
Au bureau du fort des Ports Saint Paul de la petite Bastille						7° (faux)	44°1/2	35°
Entre la petite Bastille et le bureau des coches de Melun. Le 1740 est 6 pouces trop haut								

²⁷⁹ *Mémoire sur les inondations de la Seine à Paris* (Deparcieux, 1764), p°456

²⁸⁰ *Mémoire sur les inondations de Paris* (Egault, 1814), p°21

Rue de la Mortellerie près l'église des Audriettes							43°1/2	34
Dans l'Arsenal de la Ville, au bas de l'escalier							43°1/2	34
A la petite place Saint Landry							43°1/2	34
Sur le port au Blé, près la rue de Long Pont (fausses)								
Au coin de la rue de la Sonnerie et du quai de la Mégisserie (fausses)								
Maison du limonadier, au coin de la rue de la Tannerie et de la place de Grève						12		
Sur le mur de Saint Denis de la Chartre						12	44	34
Place Maubert, au coin de la rue Perdue						11°8	44	34
Place Maubert, au coin du cul de sac d'Amboise	9 po.						44	34
Dans le jardin des Petits Augustins. Les inscriptions sont fausses.								
Dans le jardin des domaines, joignant le bout de galerie d'Apollon. Le 1740 est faux.								
Au pont Royal, le 1740 est faux								
Dans le fossé du Pont Tournant							29	21
A la machine de Marly					13	12	34	
Au couvent de Saint Nicaise de Meulan			31 po				34	
Dans le jardin des capucins de Poissy		2 pouces 3/4	30 po					

Figure 30 : les mesures de Deparcieux résumées par Egault

Bonamy, grâce à son rapport de 1751, permet de transformer les données de Deparcieux en données contemporaines, grâce à la mesure de la crue de 1740 - la crue la plus importante du XVIII^e siècle - au pont de la Tournelle.²⁸¹ Il mesure, au pont de la Tournelle, au-dessus du zéro de l'échelle : 24 pieds et 4 pouces le 26 décembre 1740, soit 779.61 cm et 10.828 cm = 790.44 cm. L'équivalent à l'échelle d'Austerlitz est donc de : **795.44 cm, soit 795 cm**. D'où les déductions pour Deparcieux, à la hauteur du port de l'Arsenal (le plus proche du pont de la Tournelle) :

²⁸¹ *Mémoire sur l'inondation de la Seine à Paris au mois de décembre 1740, comparée aux inondations précédentes ; avec des remarques sur l'élévation du sol de cette ville* (Bonamy, 1751), p°708

Année	Calcul personnel ²⁸²	Valeurs brutes (converties en mètres) de Deparcieux par rapport à 1740	A l'échelle de la Tournelle	A l'échelle d'Austerlitz
1740 : référence		0	7.90	7.95 m
1658	33 pouces et demi = + 0.9068 31 pouces = + 0.8391	+0.893	Entre 8.69 et 8.80	Entre 8.74 et 8.85 m
1649	9 pouces = - 0.2436	-0.24	7.66	7.71 m
1764		-0.961	6.94	6.99 m
1651	2 pouces trois quart = 0.0744 cm	-0.074	7.83	7.88 m
1751		-1.232	6.67	6.72 m
1711	12 pouces = - 0.3248 cm	-0.325	7.58	7.63 m

Figure 31 : rapport Bonnamy, conversion des données de Deparcieux

Egault mesure, au pic de la crue de 1802, 7.45 m à la Tournelle, le 3 janvier (13 Nivôse an X) ; soit, en NGF : 33.07 m et à l'échelle d'Austerlitz : 7.50 m. Par ailleurs, Egault est bien le premier à proposer un tableau parlant de « comparer ces hauteurs à un plan horizontal », confirmant l'intérêt de l'innovation qu'il a conçue avec Girard.

Girard, dans le *Nivellement Général de Paris*, relève des marques du mur de la maison du 18 Port au Blé. Il estime que ces données n'ont pas de valeur véridique, car elles ne remplacent pas les travaux de Deparcieux et d'Egault. En revanche, il instrumente l'outil novateur qu'est son nivellement de toute la ville, pour donner les altitudes notées sur la maison du 18 port au Bled, qui possédait sur un mur plusieurs marques comme cela se fait dans les villes traditionnellement inondables. Ces marques ne sont pas considérées comme fiables. C'est sur ce type de marques que Deparcieux a fait ses déductions. Nous les retranscrivons ici, pour montrer le saut quantitatif qui est réalisé à cette occasion grâce à cet outil :

²⁸² Avec : 1 pied de roi = 32,4839 cm ; 1 pouce = 2.707 cm (Toise du Châtelet de Colbert en vigueur de 1668 à 1799) ; Zéro Tournelle : 25.62 m (NGF) ; Zéro Austerlitz : 25.57 m (NGF).

Repère	Hauteur, en système Girard (donnée brute)	Transformation en NGF (auteur)
Zéro de l'échelle métrique du Pont de la Tournelle	75.239	25.621
Hautes eaux au Port au blé le 19 frimaire an X (10 décembre 1801)	69.080	31.78
Hautes eaux au port au blé le 23 mars 1751	68.890	31.97
Hautes eaux au Port au blé le février 1784	68.330	32.53
Hautes eaux au port au blé le 12 nivôse an X (1 ^{er} janvier) ²⁸³	68.060	32.8
Hautes eaux au port au blé l'an 1740	67.560	33.3
Hautes eaux au port au blé l'an 1658	66.647	34.213
Hautes eaux au port au blé l'an 1651	63.946	36.914
Plan d'eau de la Seine le 5 prairial an XIII ²⁸⁴ au niveau du Jardin des plantes	73.602	27.258
Plan d'eau de la Seine le 5 prairial an XIII, au niveau de la pompe à feu de Chaillot	75.111	25.749

Figure 32 : les marques de la maison du 18 Port au Blé

Les crues au-dessus de 7 m, données par Eugène Belgrand,²⁸⁵ d'après l'historien Maurice Champion :²⁸⁶

Année	Zéro Tournelle	Zéro Austerlitz (transformation par + 5cm)
1649	7.66	7.71

²⁸³ Le 2 janvier 1802.

²⁸⁴ 25 mai 1805 : c'est le seul indice que nous ayons quant aux dates des relevés de Girard. On est ici surpris, car la bibliothèque note (1810-1820) pour l'Atlas. On déduit ici que les relevés ont eu lieu pendant les travaux du canal de l'Ourcq, ce qui est finalement logique, car la distribution d'eau dans Paris en est explicitement l'objectif et que celle-ci est bien sûr prévue lors des travaux du canal (1802-1808)

²⁸⁵ Eugène Belgrand, « Notes sur les crues de la Seine et de ses affluents », in *Comptes rendus des séances de l'académie des sciences, séances du 9 et du 16 décembre 1872*, vol. LXXV, 1872 (Belgrand, 1872)

²⁸⁶ Maurice Champion, *Les inondations en France depuis le VI^e siècle jusqu'à nos jours. Tome I*, Dunod, 1858 (Champion, 1858), pièces justificatives : p°CXLVI

1651	7.83	7.88
1658	8.81	8.86
1711	7.62	7.67
1740	7.90	7.95
1764	7.09 (Pasumot) ; 7.33 (Buache)	7.14 ; 7.38
1802	7.32(Police) ; 7.45 (Bralle)	7.37 ; 7.50

Maurice Champion, dans son œuvre encyclopédique et monumentale (6 volumes, 458 pages pour la Seine), ne propose pas de récapitulatif dans un référentiel unique les hauteurs d'eaux de la Seine. Son travail exhaustif concerne les archives historiques. Sachant qu'il publie en 1858, nous pouvons y retrouver les problèmes soulignés par Barles, que nous avons abordés en histoire appliquée aux SIG en partie I : il est difficile de donner des référentiels communs dans le relief, au moins avant 1860. Par ailleurs, il assume que son travail est avant tout historique.

Le rapport Picard (référence sur la crue de 1910) donne quant à lui un pic de la crue mesuré à 8.62 mètres à l'échelle d'Austerlitz.

Les résumés actuels sur les crues :

Nous pouvons lire dans la thèse d'Aurélié Lamé, qui propose la modélisation de l'aquifère parisien en 2014 par un modèle maillé SIG 3D, l'intérêt qu'il y a à connaître les conditions anciennes du milieu. Elles servent à caler et interpréter au mieux ce type de modèle, très actuel, modélisant le premier risque menaçant l'agglomération parisienne, afin de le rendre évolutif :

« Bien que la crue du 27 février 1658 soit la plus importante connue, la crue de 1910, où la Seine a atteint la cote de 34,52 m reste la référence centennale pour l'Île-de-France. Les conditions hydro-

météorologiques étaient particulières, car les nappes étaient particulièrement hautes suite à deux années consécutives de recharge excédentaires. »²⁸⁷

Crues centennales		Autres crues		
27 février 1658	8,96 m	6 janvier 1924	7,32 m	
28 janvier 1910	8,62 m	23 janvier 1955	7,12 m	Crue cinquantennale
26 décembre 1740	8,05 m	14 janvier 1982	6,15 m	La plus forte des 25 dernières années (Crue décennale)
9 février 1799	7,65 m			
28 janvier 1802	7,62 m	Mars 2001	5,15 m	Dernière crue dépassant les 5 m

Tableau 1 : Tableau actuel pour les inondations historiques proposé par la DRIEE en 2014²⁸⁸

Résumé « historiographié » et questionnement

Nous proposons, pour les cas historiques que nous avons identifiés de crues dites centennales supérieures à 7.50 m au pont de la Tournelle, échelonnés sur la période précédant 1910, un tableau diachronique montrant une épaisseur historique. Nous y présentons les valeurs des crues maximales, en transformant les valeurs d'origine des textes en système NGF, et les ramenant par un plan au zéro de l'échelle d'Austerlitz. Ce dernier est la référence actuelle pour la mesure des crues, transformable facilement en NGF pour un éventuel travail SIG avec le zéro de l'échelle d'Austerlitz situé, en système NGF 1969, à 25.57 mètres.

	Deparcieux (à Austerlitz)	Bonnamy (à Austerlitz)	Egault (à Austerlitz)	Belgrand (à Austerlitz)	Rapport Picard (à Austerlitz)	Sysiphe (à Austerlitz selon DIREN)	DRIEE iDf (à Austerlitz) ²⁸⁹	EPTB (à Austerlitz) ²⁹⁰
1649	<u>7.71</u>		7.70	7.71				7.81

²⁸⁷ Modélisation hydrogéologique des aquifères de Paris et impacts des aménagements du sous-sol sur les écoulements souterrains (Lamé, 2013), p°139

²⁸⁸ DRIEE, Schéma directeur de la prévision des crues du bassin Seine Normandie, (DRIEE, 2012), p°10

²⁸⁹ (DRIEE, 2012) <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/connaissance-et-prevision-des-r258.html> (7octobre 2014, 14h00)

²⁹⁰ L'EPTB (Etablissement Public Territorial de Bassin), semble disposer des informations les plus complètes. En plus des données sur lesquelles notre enquête historique a porté, sont signalées les crues suivantes dépassant la cote de 7 mètres : 1690 (7.7 m), 1697 (7.55 m), 1711 (7.77 m), 1791 (7.47 m), 1836 (7.37 m), 1861 (7.02 m). EPTB, Programme d'actions et de prévention des inondations de la Seine et de la Marne Franciliennes (PAPI). Synthèse, 2014 (EPTB, 2014), p°5

1651	<u>7.88</u>		7.85	7.88				7.98
1658	<u>Entre 8.74 et 8.85</u>		8.85	8.87		8.96	8.96	8.96
1711	<u>7.63</u>		7.60	7.67				7.77
1740		<u>7.95</u>	7.95	7.95		8.05	8.05	8.05
1764	<u>6.99</u>		7.05	7.14 ; 7.38				7.48
1799			<u>7.02</u>			7.65	7.65	7.65
1802			<u>7.50</u>	7.37 ; 7.50		7.62	7.62	7.62
1910					<u>8.62</u>	8.62	8.62	8.62
1924						<u>7.32</u>	<u>7.32</u>	<u>7.32</u>
1955						<u>7.12</u>	<u>7.12</u>	<u>7.12</u>

Figure 33 : bilan historique sur plusieurs inondations de plus de 7m, au pont d'Austerlitz, avec les noms d'auteurs et les changements de mesures²⁹¹

Bilan sur l'histoire des données environnementales autour de la Seine

D'abord, nous voyons ici que le temps et la transmission de l'information ont un impact réel sur le niveau des crues. Par exemple, la crue de 1658, la plus importante à nous être parvenue, gagne quelques centimètres chez Belgrand puis encore 9 dans les références actuelles. 1740 a gagné 10 cm, de même que 1649 et 1651. La plupart des différentiels sont de l'ordre de 10 centimètres dont nous pouvons déduire qu'ils sont issus d'un ajout lié soit à une marge de sécurité ou bien, plus certainement, du différentiel dû à la prise en compte de la pente du fleuve entre les ponts d'Austerlitz et de la Tournelle. Cette opération est néanmoins oubliée et induit de l'incompréhension des textes vis à vis des tableaux actuellement présentés. Celle de 1764 a gagné presque un demi-mètre sans qu'il nous soit possible de connaître l'origine de ce différentiel.

1649 et 1651 mériteraient d'être signalées régulièrement, car étant plus hautes que 1924 ou 1955 et tout autant justifiées que 1658 : elles ont été très proches des 8 mètres, permettant ainsi de mieux discuter de l'appellation « crue centennale ». Toutes les crues du XVII^e siècle

²⁹¹ Référence actuelle, dont le zéro de l'échelle est de 5 cm en dessous de celui de la Tournelle.

dépendent donc de la mesure de Bonamy et doivent être conçues selon cette marge d'erreur : la mesure semble soumise à une forte incertitude au moins jusqu'à la fin du XVIII^e siècle. Remettre les données dans leur contexte peut permettre d'en concevoir cette incertitude. Nous espérons que ce tableau puisse être utilisé comme un outil à l'avenir. Il tient compte des déformations du temps, apporte une l'historiographie à la mesure et peut certainement être amélioré ou discuté. Il y a peu de changements majeurs. Néanmoins, l'idée de « crue centennale » sous-entend un concept empirique. Notons que certains tableaux actuels « oublient » trois crues au-dessus de 7.50 mètres à la Tournelle produites au cours de ces quatre derniers siècles.

Plus généralement, la science environnementale dépend beaucoup de l'histoire (textes, mémoires) et de l'empirisme. Par conséquent, les « métadonnées » (ce que nous venons de décrire assez longuement) doivent être maintenues autant que possible. Ce travail a été archivistique en recherchant les données initiales mais peut aider à connaître le cheminement de la mesure, sa marge d'erreur, question qui se pose de manière renouvelée à l'heure des SIG.

Les tableaux de référence présentés dans les ouvrages ou documents administratifs que nous avons consultés n'abordent pas la question. C'est finalement un *data mining*²⁹² historique qu'il faut réaliser pour comprendre un phénomène urbain dans sa longue durée. Nous pouvons aisément imaginer de refaire parler ces mesures sur des modèles de la ville ancienne, avec de meilleurs instruments que n'a pu le faire Belgrand voici un siècle et demi. Par exemple, nous possédons le modèle exact du nivellement dans une ville qui s'approchait encore de celle minutieusement observée par Deparcieux, dont me mémoire est retranscrit dans l'annexe II. Laurent Mirlou a pu démontrer par ailleurs que la carte de la crue de 1658 que Belgrand propose est tellement simplifiée sur le comportement des eaux qu'elle n'en devient que peu fiable. En ajoutant le temps et l'histoire humaine, des recherches pourraient être menées sur le comportement du fleuve en ville sur une longue durée.

²⁹² « Fouille » ou « forage » de données, terme récent, amené par l'informatique qui en a fait une discipline à part entière.

18. Les dernières inondations souterraines et le drainage biséculaire de la rive droite

Nous avons donc vu qu'il serait possible, suite à ce que nous avons évoqué précédemment, et grâce au modèle du sol de Girard de réaliser des modélisations d'inondations historiques dans une étude plus spécifique sur la Seine. Pour nous rapprocher davantage de notre sujet, le sous-sol, nous nous concentrerons ici sur deux phénomènes liés à la nappe phréatique. Ils visent à démontrer, à la suite des cartographies des nappes que nous avons présentées, des impacts morphologiques intéressants pour l'épaisseur. Il s'agit des inondations souterraines de Paris et d'un grand drainage qui s'est opéré rive droite depuis la moitié du XIX^e siècle. Il est possible de les observer en corrélation avec plusieurs textes disponibles.

Le drainage de la rive droite

Les historiens de la ville perçoivent l'intérêt premier du drainage des sols dans la conquête d'espace au Moyen Age, allant de pair avec la déforestation médiévale. Georges Duby, lui, estime un apogée du mouvement vers la fin du XII^e siècle.²⁹³ Pour Paris, Dupuy résume la progression d'une urbanisation de la rive droite par :

« De cette distribution agricole résulte le mode de croissance suivant lequel agrandit Paris lorsque quittant étroite dépendance de la Seine actuelle où il était resté tout abord il déborda pour ainsi dire par-dessus le ressaut de la rive droite et se mit descendre vers le lit de la Seine ancienne ». ²⁹⁴

Selon cette théorie, la déforestation se complète, même si la datation exacte est difficile, par un exhaussement dû aux terres agricoles (ou artificielles dans des premiers aménagements) rapportées, qui expliquent la différence entre les cartes 1 et 2. Nous reviendrons plus précisément sur la théorie de Dupuy en partie III. Nous nous concentrons sur un réel drainage ayant un impact morphologique sur la ville, et relativement caché, si ce n'est pour les hydrogéologues de la région parisienne. Nous prendrons deux exemples :

Claude Lachaise nous décrit les problèmes rencontrés lors de la construction de l'ancien Opéra de Paris, achevé en 1821, dans le quartier de la Chaussée d'Antin :

²⁹³ Georges Duby, *Guerriers et paysans. VII^e-XII^e siècle premier essor de l'économie européenne*, Gallimard, 1973 (Duby, 1973), p°233-234

²⁹⁴ Paul Dupuy, « Le sol et la croissance de Paris », in *Annales de géographie*, 1900, vol.9, n°46 (Dupuy, 1900), p°352

« Cet inconvénient n'est pas le résultat de la position des lieux, comme on l'a pensé jusqu'à présent; mais il dépend de ce qu'à une époque dont l'éloignement est tout-à-fait inappréciable, **le terrain qu'ils occupent a été traversé par un bras de rivière**, qui a déposé dans la direction de son cours une énorme quantité de sable susceptible de se laisser facilement pénétrer par les eaux qui filtrent à travers les terres environnantes, pendant les saisons pluvieuses. **La connaissance de cette disposition géologique eût prévenu les frais excessifs que nécessitèrent les travaux entrepris pour donner à la nouvelle salle de l'Opéra le degré convenable de solidité. C'est sur un terrain à peu près de même nature qu'est construit l'édifice de la Bourse; aussi ses caves, comme celles du voisinage, sont-elles extraordinairement humides.** »²⁹⁵

Lors de la construction du nouvel Opéra - l'actuel Opéra Garnier -, Dupuy nous donne d'intéressants renseignements sur ce qu'on peut considérer comme un premier rabattement de nappe de grande ampleur :

« Mais si la Seine a abandonné, en temps de débit normal, cette boucle ancienne dont le tracé souterrain est si net, il suffisait d'une crue pour que les eaux y reprissent leur ancien cours, avant que des relèvements artificiels du sol, et surtout avant que la construction d'innombrables égouts transversaux leur aient barré la route. La cote de 31 m. est en effet dépassée fréquemment par les eaux d'inondation.²⁹⁶ Dès que les infiltrations la franchissaient, elles reprenaient sous terre l'ancien chemin pour rejoindre la Seine vers le Pont de l'Alma. Ainsi s'était formée la nappe d'eau énorme que l'on rencontra en établissant les fondations du nouvel Opéra : il ne fallut pas moins de deux cent quatre-vingt-cinq jours (2 mars au 13 octobre) pour l'épuiser et l'on calcula qu'elle aurait couvert toute la cour du Louvre jusqu'à une hauteur dépassant de moitié celle des tours de Notre-Dame ».²⁹⁷

Ainsi, c'est le marécage qui a persisté jusqu'au XIX^e siècle qu'on assèche pour la première fois avec les procédés modernes du pompage massif en 1862.²⁹⁸ Un autre exemple nous montre l'impact urbain de cet assèchement massif.

Les inondations souterraines de Paris

²⁹⁵ (Lachaise, 1822), p°150

²⁹⁶ Altitudes des crues données dans le rapport de Mr Villain : 1879 : 31 m ; 1882 : 31.49 m ; 1883 : 32.29 m ; 1876 : 32.79 m. Georges Villain, *Rapport au nom de la 2^e commission sur la mairie du X^e arrondissement, Imprimerie Municipale, 1896* (Villain, 1896b)

²⁹⁷ « Depuis, cette nappe ne s'est pas reformée. Tous les anciens puits sont restés taris dans un rayon d'un kilomètre et lorsque, l'année dernière, on a creusé deux nouveaux étages de caves sous le Crédit Lyonnais, on n'a pas retrouvé trace d'eau ». (Dupuy, 1900), p°343

²⁹⁸ Inspirant par là les mises en scènes d'un lac de l'opéra dans la littérature souterraine du XIX^e siècle. Céline Knidler, *Le souterrain parisien dans la littérature*, Mémoire, La Sorbonne, 2012 (Knidler, 2012)

En 1818, Girard se prononce, en tant que membre de l'Académie des Sciences et certainement meilleur connaisseur du fonctionnement souterrain de la capitale :

« Une crue d'eau souterraine [manifestée depuis quelques mois] qui a produit l'inondation d'un assez grand nombre de caves, et qui s'est répandue sur la superficie de quelques marais situés au-dessous de l'hôpital Saint Louis, entre le Faubourg du Temple et la faubourg Saint Martin. »

Ces inondations souterraines, qui ont depuis disparu et que l'on n'étudie plus, marquent très régulièrement le premier XIX^e siècle en inondant les caves parisiennes et mobilisant les meilleurs spécialistes. Les rumeurs populaires, et les demandes d'indemnisations, visent en effet les nouveaux équipements de Paris, en premier lieu les réservoirs de la pompe à feu de Chaillot (1781) et le bassin de La Villette (1809). Girard balaie ces rumeurs sur les nouvelles conduites souterraines ainsi que sur des fuites des réservoirs de Chaillot :

« On savait depuis longtemps que les bassins de Chaillot étaient parfaitement étanches, et l'on se fut bientôt assuré que les caves étaient inondées, dans un grand nombre de rues sous le pavé desquelles il n'y avait jamais eu de conduites posées. [...] »²⁹⁹

Pour faire de même avec celles concernant le bassin de La Villette dans la maîtrise d'ouvrage duquel il est directement impliqué, auquel on attribue les dernières inondations de caves :

« Si l'on se rappelle, d'ailleurs, que la submersion des caves en 1788 fut attribuée, par un grand nombre de personnes aux filtrations qui avaient lieu à travers le fond et des parois des réservoirs de la pompe à feu établis depuis quelques années sur la montagne de Chaillot, on ne sera point étonné que l'inondation souterraine qui s'est manifestée dernièrement, soit attribuée aux filtrations du Bassin de la Villette ». ³⁰⁰

Enfin, il rappelle grâce à Jean-Rodolphe Perronnet (1708-1794), qu'en 1788 :

« Dans les rues Grange aux Belles, de Lancry, Beaurepaire, du Bout du Monde, Neuve Saint Jean, des Marais, Neuve Saint Laurent, du Vert Bois, Neuve Saint Martin, du Pont aux Biches, de la Croix, des Fontaines Frépillon, Jean Robert, aux Ours, de la Grande Truanderie, Grange Batelière, Saint Sauveur de l'Egout Saint Martin, la Pologne, le marché Saint-Martin, il n'y a pas une seule conduite des eaux de Chaillot, et cependant il y a de l'eau dans les caves de ces rues ». ³⁰¹

L'argument retenu est météorologique comme pour Perronnet en 1788. Grâce aux mesures de Cassini des années 1786,³⁰² il constate que les années 1816 et 1817, de même façon que celles

²⁹⁹ Pierre-Simon Girard, *Mémoire sur les inondations souterraines auxquelles sont exposés périodiquement plusieurs quartiers de Paris*, F. Didot, 1818 (Girard, 1818b), p°13

³⁰⁰ Id., p°14

³⁰¹ Id., p°10

³⁰² *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 1786, p°331

de 1786 et 1787 on été « extraordinairement pluvieuses ». ³⁰³ Et Girard de conclure à la fin de son mémoire : ³⁰⁴

« Ce qui est certain, d'après les observations que nous venons de rapporter, c'est que, par l'effet des obstacles qu'on a successivement opposés au libre écoulement des eaux pluviales dans les quartiers septentrionaux de Paris, et surtout par l'élévation des murs du Grand Egout au-dessus du sol de la vallée, toutes les fois que la hauteur d'eau tombée dans l'espace de deux années consécutives se sera élevée au-dessus de 120 centimètres, et que le nombre de jours de pluie aura été, dans le même intervalle, de plus de 320, les quartiers de Paris situés sur la rive droite de la Seine seront menacés, pour l'année suivante, d'une inondation souterraine. »

Ceci arrive selon Girard environ une fois tous les trente ans. Voici la méthode utilisée « pour faire écouler des eaux stagnantes » :

« Il n'a fallu qu'ouvrir deux tranchées à travers la rue des Marais, et pratiquer deux percements dans le mur septentrional du grand égout ; c'est-à-dire donner à ces eaux le moyen de s'écouler dans cet égout, comme elles s'y écoulaient avant qu'il eut été revêtu de murs de maçonnerie, en suivant la pente naturelle du terrain ». ³⁰⁵

On a donc rendu au grand égout de ceinture sa fonction de drain qu'il avait perdu lors de sa maçonnerie opérée sous Turgot en 1737-1740. ³⁰⁶ L'explication de la disparition des inondations souterraines nous est donnée dans le rapport concernant la dernière d'entre elles, en 1856. En 1857, Delesse, Baulieu et Yvert estiment que :

« Il est probable que cette nappe souterraine sera notablement abaissée dans toutes les parties de Paris traversées par le drain collecteur et par les drains qui viennent s'y réunir. L'effet produit sera d'autant plus grand que les drains seront placés à un niveau plus bas au-dessous de la nappe souterraine. Nous ferons remarquer que lors de la construction de l'égout collecteur à la place Laborde, le niveau de l'eau dans les puits voisins a baissé de 4m ; de plus le sens dans lequel la nappe souterraine s'écoulait a été complètement inversé. » ³⁰⁷

³⁰³ (Girard, 1818b), p°15 : années 1786-87 : 324 jours de pluie et 62 centimètres d'eau cumulée, 1816-17 : 325 jours et 61 centimètres

³⁰⁴ (Girard, 1818b), p°16

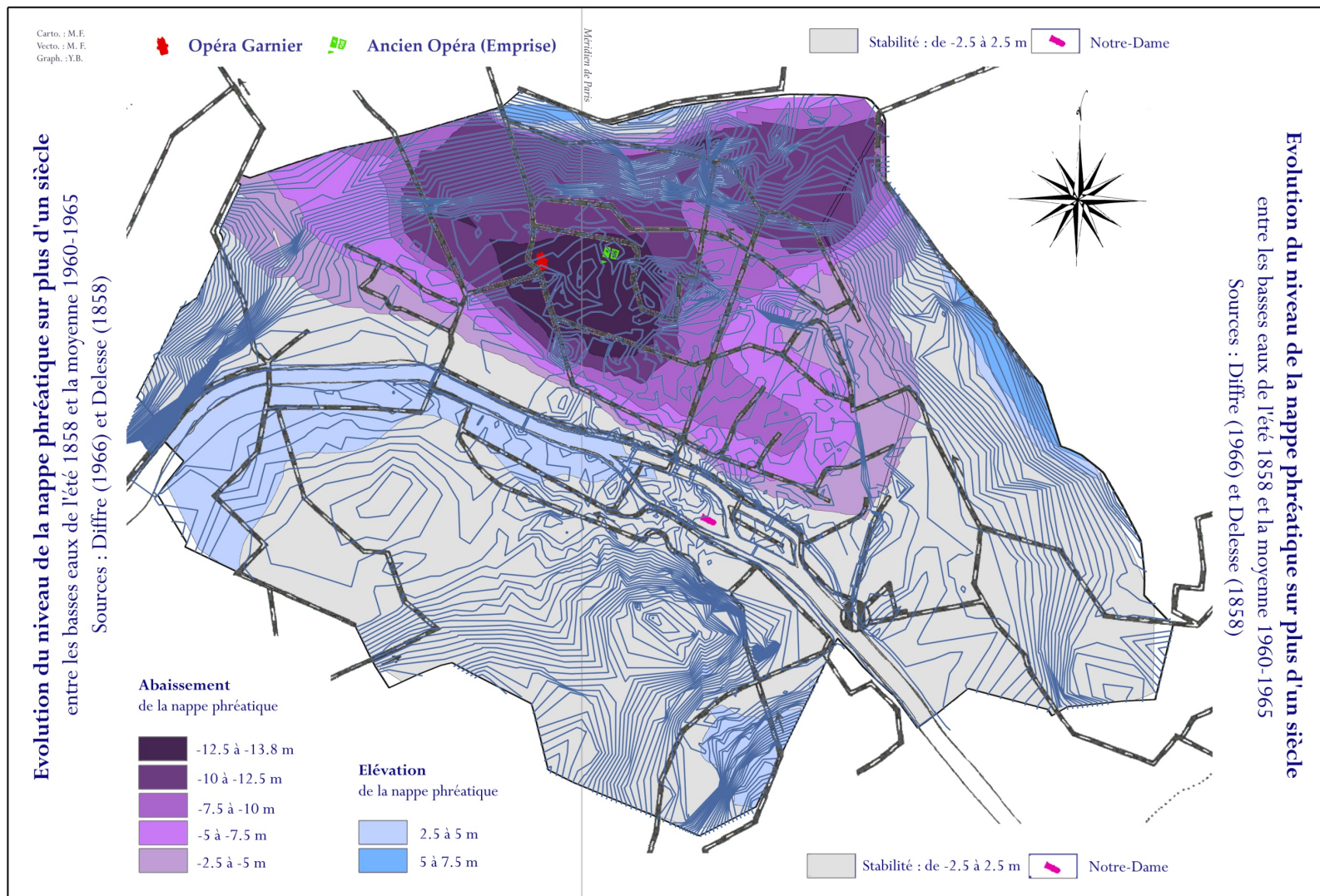
³⁰⁵ Id., p°14

³⁰⁶ Pierre Lavedan, Jeanne Huguency, Philippe Henrat, *L'urbanisme à l'époque moderne. XVI^e XVIII^e siècle*, Droz, 1982 (Lavedan, Huguency, and Henrat, 1982), p°146

³⁰⁷ Achille Delesse, Baulieu, Yvert, « *Rapport des experts soussignés nommés par arrêté du conseil de préfecture du département de la Seine En date du 21 janvier 1857 pour l'éclairer dans la contestation pendante entre la ville de Paris, l'administration du Canal Saint-Martin et soixante et un propriétaires des quartiers nord de Paris, représentés par Mr Delvincourt, avocat du Conseil d'Etat, au sujet de l'inondation souterraine dont ils ont été victimes pendant l'année 1856* », J.-B. Baillière, 1857 (Delesse, Baulieu, and Yvert, 1857)

Cet épisode a été relativement oublié par l'hydrogéologie contemporaine. Nous n'en trouvons pas la trace dans les diagnostics, alors que c'est un système naturel des eaux qui est bouleversé bien avant l'urbanisme souterrain du XX^e siècle. Nous avons produit une cartographie générale résumant ces changements grâce aux sources historiques définissant ces changements moins bien perceptibles par les seuls textes. Elle représenta l'isodifférence entre la nappe de 1858 et celle de 1960-1965, superposée aux deux Opéras que nous avons croisés dans les textes, ainsi que les grands égouts collecteurs installés durant le second XIX^e siècle.³⁰⁸

³⁰⁸ Cartographiés par Gérard Jigaudon, *Evolution de la géographie industrielle de Paris et sa proche banlieue au XIX^e siècle (Vol. 3, Atlas)*, CDHT, 1976 (Jigaudon, 1976)



Carte géomatique 25 : le drainage de la rive droite entre 1862 et 1965 et les principaux égouts collecteurs/drains (Annexe, p°49)

L'hydrologie souterraine est utile pour l'interprétation archéologique. Le site du carreau du Temple a récemment fait l'objet de fouilles archéologiques, les indices sur ce passé lié à l'eau sont nombreux :

« Le caractère humide de cette zone ne doit cependant pas être occulté à la lumière des sources textuelles et archéologiques qui attestent de travaux de drainage dans l'enceinte du Carreau du Temple. Tout d'abord, les fossés ouverts identifiés sur le site pourraient témoigner d'une phase préparatoire de la zone en abaissant le niveau de la nappe alluviale au moyen de drains/parcellaires. Ces fossés peuvent également constituer une ressource hydrique nécessaire en contexte agricole.

En l'absence d'éléments de datation probants et de caractérisation paléo-environnementale des sédiments retrouvés en fond de fossé (les analyses paléobotaniques se sont révélées négatives), il reste délicat de préciser la date de mise en place (post XIV^e) et la fonction de ces fossés. Par ailleurs, la fouille de 5 puits (sur 6) a révélé des profondeurs de 4 mètres en moyenne, avec une profondeur maximale de 6 m (soit 27 à 25 m NVP). Ces données indiquent la présence d'une nappe encore relativement proche de la surface aux XVII^e-XVIII^e s. (< 6m), et au moins jusqu'aux périodes contemporaines lors des événements climatiques extrêmes, comme en témoigne la cartographie des caves ennoyées lors de la crue de 1910. »³⁰⁹

Nous retrouvons sur la carte 2 cette nappe affleurante qui a été impactée par les transformations que nous avons décrites. La cartographie diachronique des nappes semble donc utile à l'interprétation archéologique dans un cadre territorial, des données actuelles ne donneraient absolument pas les mêmes résultats.

³⁰⁹ Jérôme Brenot, Isabelle Caillot, Erwan Messenger, Cristiano Nicosia, Emery-barbier, Aline, « Le site du Carreau du Temple (Paris) entre « marais » et « marécages » : indices géoarchéologiques et paléoenvironnementaux », in *Revue archéologique du Centre de la France*, n°52, 2013 (Brenot et al., 2013), p°363

Chapitre 7 Rides morphologiques : l'histoire de nombreux ruisseaux

19. La rue et le relief

L'italien, avec *strada*, l'allemand, avec *strasse*, et l'anglais avec *street*, tirent en commun leur plus ancienne appellation désignant le chemin urbain depuis la racine latine *strata* [route pavée], lui-même issu de *stratum* [couche]. Selon les étymologistes, il s'inspire dans sa désignation du pavement en dur des routes romaines. La *calle* espagnole désigne quant à elle, dans son premier usage recensé datant du X^e siècle, un chemin délimitant des propriétés. Le français semble faire exception avec la rue.³¹⁰ Selon le dictionnaire historique de la langue française,³¹¹ il viendrait de *ruga*, lui-même signifiant, selon l'étymologie latine d'Ernout et Meillet³¹² :

Ruga, -ae f. (usité surtout au pluriel) : rides ; plis

Ancien (le dénominatif *rugo* est déjà dans Plutarque), classique. Les langues romanes attestent aussi le sens de rue ; cf *ruga* : rima uel simitula. Aucune étymologie claire. Toutefois, à cause de la concordance précise du sens, on hésite à écarter tout à fait lit. *Raukas* « ride », *runku, rukti* « se rider », *raukiu, raukti* « rider », qui indiquerait une forme athématique à k alternant avec g, fait courant.

On se propose ici d'étudier, à l'aide des outils contemporains, l'objet morphologique qu'est la rue en l'enrichissant de son relief, à la recherche de l'idée de « ride », « plis » ou de « lit », évoquant clairement la troisième dimension. Il serait difficile de le faire sans des données précises concernant cette dernière. Nous allons ici nous servir de celles de différentes époques, recherchées dans la partie I de ce travail. Dans l'état de l'art que nous avons parcouru sur l'exploration du relief, il apparaît que les réflexions sur le relief urbain sont précoces. En premier lieu par le géographe Buache, dessinant des bassins versants et tentant de mettre en dessin quatre tranches de Paris et ce pour mieux comprendre l'inondation de décembre 1740. Dans la section précédente, nous avons vu que ce sont encore ces mêmes inondations au XIX^e siècle, mais aussi l'adduction d'eau courante, qui est nouvelle (développée plus loin), qui poussent au perfectionnement très régulier de la donnée et des

³¹⁰ Christian Topalov, Laurent Coudroy de Lille, Jean-Charles Depaule, Brigitte Marin, *L'aventure des mots de la ville à travers le temps, les langues, les sociétés*, Robert Laffont, 2010 (Topalov et al., 2010), p°1173. (*Street*), p°1166 (*Strasse*), p°1162 (*Strada*), p°181 (*Calle*), p°1075 (*Rue*).

³¹¹ Alain Rey (dir.), *Dictionnaire historique de la langue française*, Dictionnaires Le Robert, 1998 (Alain Rey (dir.), 1998), p°3330

³¹² Alfred Ernout, Antoine Meillet, *Dictionnaire d'étymologie latine*, Klincksieck, 1985 (Ernout and Meillet, 1985), p°579

réflexions sur le relief (avant tout Egault, Girard puis Belgrand). L'archéologie le met également au début de son propos scientifique, comme les carnets Vacquer le démontrent.

Cependant, les possibilités de l'analyse spatiale qu'a développées l'outil informatique de façon récente n'ont pas encore été appliquées à ces données. Ici nous voulons donc, de manière expérimentale, analyser notre vieux Modèle Numérique de Terrain (M.N.T.) de 1805, comme on analyserait un M.N.T. actuel. Ceci nous permettra de corrélérer, de mieux saisir les intuitions de Girard, et d'en proposer d'autres. Nous commençons par rechercher le dessin du ruissellement des eaux tel qu'il pouvait être à Paris au début du XIX^e siècle. Le but est de disposer d'une autre source que celles des ingénieurs, qui sont des acteurs directs, ou des premières politiques de l'hygiène qui développent souvent un discours catastrophiste sur la ville préindustrielle. Sans minorer ces sources, il nous semble utile de saisir l'occasion de posséder un modèle de la réalité, pour mieux les y confronter, et peut-être mieux saisir certaines morphologies soit disparues soit non décrites de la ville préindustrielle.

La géographie physique urbaine et les ruisseaux

Pour l'étude du relief urbain, Philippe Panerai rappelle dans *Analyse Urbaine* :

« Trois données semblent utiles :

- Les sommets et les lignes de crêtes
- Les thalwegs
- Les courbes de niveau significatives (rupture de pente, changement de nature géologique, limite de zones inondables, base des piémonts...

La lecture de ces lignes et de ces points singuliers permet de mieux comprendre la relation de la ville à son site. »³¹³

C'est bien le sens qui est développé par Buache dans sa première étude. Au XVIII^e siècle, nous avons vu qu'il lui manque les lignes de niveau, mais il recherche bien les lignes de crête, et par là les bassins versants de Paris. Une recherche récente a numérisé et vectorisé cette initiative précurseuse :

³¹³ *Analyse urbaine* (Panerai, 1999), p°90

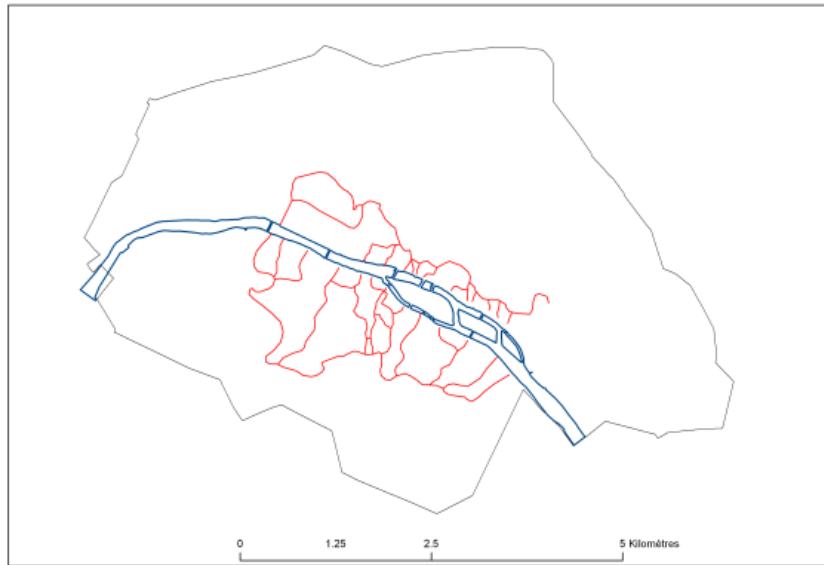


Figure 34 : les lignes des bassins versants de Buache (1741). Vectorisation par Laurent Mirlou³¹⁴

Cette carte est plusieurs fois évoquée pour évoquer les recherches historiques sur la morphologie de Paris et son évolution.³¹⁵ La démarche de Buache nous donne une piste à suivre. Nous possédons les sources décrivant le relief de façon exacte en 1805, - date où la ville reste préindustrielle, sans réseaux maillés d'adduction ou d'évacuation³¹⁶ -. Nous avons aussi l'actuel - selon deux sources, des vues aériennes et des relevés des services de nivellement des rues -. Nous pouvons donc simuler avec les méthodes actuelles - logiciels *ad-hoc* de type « *plugins* » intégrés aux SIG -, l'évolution de ces bassins versants à l'échelle urbaine.

Girard, dans *Le Plan de Nivellement Général* détermine le point culminant des rues, s'il existe. Le centre de Paris étant en effet très tourmenté dans son relief artificiel, il est difficile de relier avec certitude les points culminants entre eux pour imaginer le bassin versant le plus probable.³¹⁷

³¹⁴ (Mirlou, 2011b), partie III

³¹⁵ *Formation et évolution de Paris* (Poëte, 1910), *La ville délétère* (Barles, 1999b)

³¹⁶ Les conduites parcourant quelques rares rues sont linéaires (non maillées), en plomb, du type de celles qui amenaient les eaux de Belleville vers Paris : techniques médiévales.

³¹⁷ Nous avons tenté cette expérience, qui s'avèrerait quasi impossible de façon manuelle.

Chadysh et Leborgne proposent dans leur ouvrage récent sur le paysage parisien, une restitution de synthèse de ce paysage hydrographique initial, accompagnée d'une carte de principe :

« Sur la rive droite, les eaux de pluie s'écoulaient vers le ru de Ménilmontant : une rigole recueillait ces divers écoulements et suivait la dépression actuelle du coteau de Belleville par la rue des Rigoles, des Cascades, de la Mare, des Maronites, le boulevard de Belleville, puis rejoignait le bras mort de la Seine, près de la place de la République.

Transformé en égout à ciel ouvert, le ru maçonné en 1740 et appelé « grand égout de ceinture » se jetait dans la Seine, à la hauteur du n°18 de l'avenue de New York. Le ru de Ménilmontant fut remplacé au XIX^e siècle par un égout souterrain et sa vallée remblayée.

Le ru de Fécamp prenait sa source à l'angle des rues Le Bua et Pelleport, à 91 m d'altitude. Il franchissait le boulevard Davout, gagnait Vincennes où il rejoignait le ru de Montreuil. Il traversait le bois de Vincennes et, passant par la porte de Montempoivre, se jetait dans la Seine, à 200 m en amont du pont de Bercy. Les rus de Vaugirard, du Bac et de Saint Germain, figurés par des pointillés, ne sont sans doute pas des ruisseaux, d'après Alfred Fiero, mais plutôt des zones de ruissellement des eaux, repérées et reproduites sur une carte par Buache en 1742. »³¹⁸

Dans les données scientifiques de l'Inspection Générale des Carrières, on retrouve un état de l'art similaire pour ce paysage. Dans sa thèse, Lamé en propose cet extrait :



Figure 1. 34: Carte des anciens rus parisiens (d'après IGC).

Carte historique 6 : données de l'IGC autour des anciens cours d'eau du terrain parisien³¹⁹

Quant au *P.L.U.* de Paris, dans sa section *L'état initial de l'environnement*, il ne cite que la Bièvre et les canaux en complément de la Seine dans le sous-chapitre *Hydrologie de Paris*.³²⁰

³¹⁸ Danielle Chadysh, Dominique Leborgne, *Atlas de Paris. Evolution d'un paysage urbain.*, Parigramme, 2007 (Chadysh and Leborgne, 2007), p°17 : « Restitution du réseau hydrographique parisien avant le XIX^e siècle »

³¹⁹ (Lamé, 2013), p°63

Ces résultats semblent issus de connaissances antérieures à ceux que des modèles de ruissellement peuvent produire. Seuls les plus importants des thalwegs sont déterminés, avec un degré de précision d'ailleurs assez peu quantifié. Soit que l'eau y ait coulé jusqu'à une époque relativement récente (et donc archivée et imprimée, parfois cartographiée - Bièvre -), soit que le relief actuel en facilitât encore la reconnaissance – bras-mort, ru de Fécamp -. La morphologie des rus urbains connus est celle déterminée par les archéologues et les ingénieurs du XIX^e siècle : Girard, Emmerly, puis Vacquer et ses successeurs qui l'affinent.

Par ailleurs, nous avons pu voir que des ouvrages comme la rue de Rennes ou bien l'aménagement de la zone de la rue de Lyon ont, par remblaiements importants, bouché des micro-bassins versants révélateurs de l'état initial. Par conséquent, même en étudiant finement l'état actuel, il serait possible de passer à côté d'indices minorés ou disparus du relief. Nous allons essayer de dénicher puis discuter ces éléments par la diachronie. On a vu que le relief avait changé, on l'a quantifié et séparé en deux périodes dans la partie traitant du rehaussement urbain. Qu'en est-il de la mémoire corollaire du sol qu'est sa pente, que seuls les premiers ingénieurs, archéologues, hydrologues et hydrogéologues ont eu la patience d'observer ?

20. Objectif et sources géo-historiques disponibles

Notre objectif est donc le suivant : la géographie physique de la pente de la rue en terrain artificiel étant peu mise en avant, nous voulons compléter les études sur la forme et l'origine des rues en prenant en compte la dimension verticale.

Nous possédons les données diachroniques suivantes :

- le semi de points de Girard qui a été décrit en partie I : 9640 points et 66 polygones (points de brisures des lignes de niveau brisées, carrefours des rues, bouches d'égouts, lignes de crête, quelques points déviants (niveau naturel du sol, semis parcellaire dans les zones où le canal Saint-Martin est susceptible de passer).
- le semi de points des croisements de rues actuels, des services de la voirie parisienne : les croisements des rues dans l'emprise actuelle de Paris
- le *raster* aérien, issu des données de référence de l'IGN, lui aussi sur l'emprise de Paris

³²⁰ *Plan Local d'Urbanisme de Paris. Etat initial environnement* (Ville de Paris, 2009), pp. 9-15

Il nous faut conserver les meilleures sources, ou du moins celles qui semblent les plus comparables. « Girard » et « Voirie actuelle » ont la même méthode de construction de la donnée : topographique, reflétant un objet physique avéré : la surface de la chaussée à un instant donné. Ils ne diffèrent que par le nombre de points, du fait de l'évolution de cette même voirie. Nous les tenons donc comme les plus comparables à deux siècles d'intervalle, après les transformations d'altitude opérées en première partie.

Dans les opérations SIG, nous proposons d'appliquer des modèles de ruissellement aux modèles de terrain, mais sur un espace hydrologiquement correct, c'est-à-dire qui tiendra compte de la totalité des bassins versants ou encore jusqu'aux lignes de crêtes qui entourent l'espace des Fermiers Généraux. Cet espace peut être complété par les données actuelles sur ses bords pour atteindre les bassins versants qui se termineraient en dehors des Fermiers Généraux. Grâce à la section sur la topologie des données développées en première partie, nous pouvons déterminer un modèle de ruissellement de Paris pour 1805. Ce modèle peut être comparé à un modèle construit avec les mêmes outils, avec des données actuelles.

Au vu des données brutes que nous sommes parvenus à accumuler, nous proposons pour le modèle historique :

- Les données de Girard jusqu'aux Fermiers Généraux
- Les données « Voirie actuelle » et les données aériennes de l'IGN jusqu'au boulevard périphérique pour compléter par delà les lignes de crête

Nous formulons donc l'hypothèse qu'autour de l'étude de l'objet géographique qu'est le *thalweg* où s'accumule l'eau, une évolution morphologique sera comparable entre deux époques et réalités urbaines. D'abord on s'intéresse aux outils disponibles sur le logiciel S.I.G.³²¹ permettant de faire ce type d'opérations afin de ne pas avancer à l'aveugle.

Etude des modèles d'interpolation disponibles pour évaluer la donnée nécessaire

Ces outils sont issus des recherches en science de la modélisation, elles même issues de mathématiques appliquées. Certains sont intégrés en tant qu'outils automatisés dans les logiciels S.I.G. Ils permettent de réaliser un *raster* modélisé du relief, selon certaines caractéristiques recherchées. A titre de comparatif, une interpolation célèbre en

³²¹ Ces développements ont été réalisés en utilisant le logiciel « ArcGIS ».

mathématiques est celle du polynôme de Lagrange permettant d'interpoler des points par une courbe polynomiale, en déterminant le polynôme unique de degré n passant par les $n+1$ points donnés.

Nom de l'outil	Caractéristiques	Conclusion
IDW et Spline	IDW (Pondération par l'inverse de la distance) et Spline sont considérés comme des méthodes d'interpolation déterministe, car ils sont directement basés sur des valeurs relevées avoisinantes ou des formules mathématiques spécifiques qui déterminent le lissé de la surface résultante	Rejeté
Krigeage	La seconde famille de méthodes d'interpolation comprend les techniques géostatistiques (telles que la méthode de krigeage) qui sont basées sur des modèles statistiques comprenant l'autocorrélation, c'est-à-dire les relations statistiques entre les points mesurés	Possible
Topo to raster ³²²	Méthode d'interpolation spécialement destinée à la création de modèles numériques de terrain (MNT) hydrologiquement corrects	Très intéressant

Figure 35 : caractéristiques des principaux modèles d'interpolation automatiques disponibles

Auxquels il faut ajouter les *Triangulated Irregular Network* (TIN), qui réalisent une surface brisée passant exactement par tous les points répartis dans l'espace. On peut les tenir comme le modèle le plus instinctif, qui est aussi le plus exact, même si la surface qu'il engendre est brisée et donc peu naturelle. Le TIN est la version tridimensionnelle de la ligne brisée mise en place par Girard que nous avons décrite en partie I.

³²² Il repose sur le programme ANUDEM développé par Michael Hutchinson (1988, 1989, 1996, 2000, 2011). Travaux d'Hutchinson et Dowling (1991), d'ANU *Fenner School of Environment and Society* et de *Geoscience Australia* (2008) pour découvrir quelques exemples d'application d'ANUDEM dans le cadre de la génération de MNT au niveau d'un continent. Les applications de MNT à la modélisation environnementale sont traitées dans les travaux d'Hutchinson et Gallant (2000) et d'Hutchinson (2008). Des études plus approfondies d'ANUDEM sont présentées dans les travaux d'Hutchinson et al. (2009, 2011). La version 5.3 d'ANUDEM est actuellement utilisée dans « *ArcGIS* ».

Pour notre objectif, on retient en premier lieu la fonction *Topo to Raster*, développée par le chercheur australien Michael Hutchinson depuis 1988, et spécialement pensée pour obtenir un raster hydrologiquement cohérent.

« Elle interpole les valeurs d'altitude d'un raster en imposant des contraintes pour garantir une structure de drainage connectée et une représentation correcte des crêtes et des cours d'eau à partir de données d'isolignes en entrée. Il s'agit de l'unique interpolateur d'ArcGIS conçu particulièrement pour s'appliquer intelligemment à des entrées d'isolignes. »³²³

Nous conservons deux pistes sur lesquelles travailler dans cette recherche :

- Sur le TIN exact, on applique un outil de ruissellement automatique : ces données seront exactes
- Sur les lignes de niveau issues des TIN exacts, on applique l'outil "*Topo to Raster*", qui est pensé pour un modèle de ruissellement amélioré. Ici nous nous fions à la méthode déjà développée

Précisions sur l'outil « Topo to Raster »

Nous devons apporter quelques précisions car cet interpolateur est riche en réglages, et certains doivent être discutés pour mieux comprendre le rendu. Le principal paramètre réglable dans l'interpolateur est le « degré de forçage » appliqué aux données pour obtenir l'écoulement de l'eau :

- Fonction ENFORCE WITH SINK : en indiquant certaines cuvettes potentielles au logiciel, il tentera de combler les autres (en pratique, le logiciel itère les données en tentant d'aplanir les aspérités bloquant le parcours de l'eau)
- Fonction NO ENFORCE : le logiciel accepte toutes les cuvettes, même les plus petites (en pratique le cours d'eau éventuel s'arrête lorsqu'il trouve cette cuvette)

Un choix *a priori* serait difficile à faire, donc nous décidons de conserver ces deux possibilités, justement dans le but de voir si leur comparaison prend ou non du sens. Dans les deux cas, on choisit les paramètres suivants, pour assurer la reproductibilité du travail :

- Nombre d'itérations : 50 (maximum proposé par le logiciel)

³²³ Voir documentation « ArcGIS » : <http://resources.arcgis.com/fr/home/> (10 septembre 2014, 11h00)

- Taille des cellules (du raster) : étroites, de 5 m pour obtenir une précision urbaine à l'échelle de la rue

Au final, pour récapituler, nous cherchons six expériences en tout :

- Processus de ruissellement appliqué à deux objets : un modèle de sol « ancien » et un modèle de sol « contemporain »
- Chacun des deux subissant trois cas de figure : celui du ruissellement sur triangulation exacte, et les deux que nous venons de décrire dans le cadre de la fonction « Topo to raster » : forcée et non forcée

Préparation topologique des surfaces

Pour une expérience de détermination des accumulations de flux, il convient de prendre en compte la totalité des bassins versants. Un écueil prévisible si notre expérience était appliquée à l'emprise des Fermiers Généraux serait une incomplétude des bassins versants. En effet, cette barrière étant purement administrative, elle n'est pas corrélée exactement aux bassins versants - bien que relativement approchante -. Girard ayant limité ses mesures au Paris des Fermiers Généraux, nous faisons le choix, faute d'autre source, de compléter les données Girard par les données « Voirie actuelle » sur ses bords afin d'obtenir des bassins versants complets.

Il a donc fallu faire un choix entre la cohérence spatiale et celle qui consisterait à faire se côtoyer les sources de différentes époques : ici, la cohérence topographique nous semble la plus importante. Nous travaillons donc sur l'emprise administrative actuelle de Paris - boulevard périphérique -.



D'après ces nécessités, nous devons créer :

- Deux Triangulations surfaciques générales comprenant : les données de Girard dans l'enceinte des Fermiers Généraux, et les données actuelles sur une zone périphérique pour la première, les données actuelles sur la zone complète pour la seconde.
- Des lignes de niveau espacées d'un mètre, issues des mêmes données que précédemment : elles nous serviront à alimenter les modèles « *Topo To Raster* »

21. Application et résultats géomatiques


La couche « historique » sur la surface complète sera issue des opérations topologiques présentées dans la partie I :

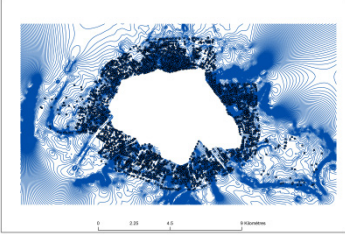
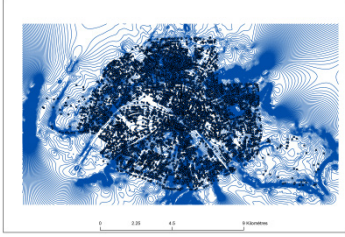
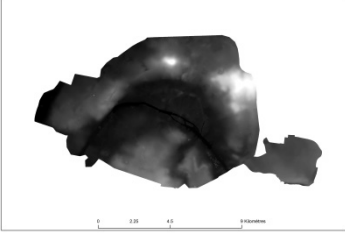
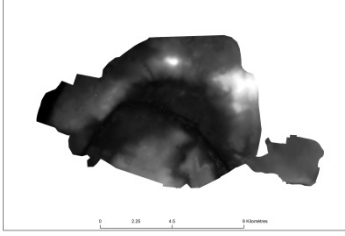
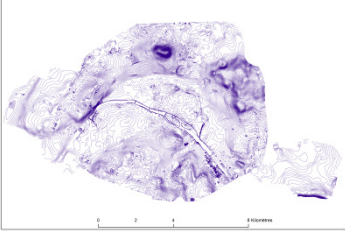
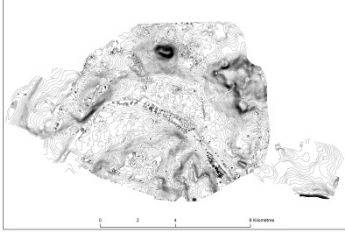
- Dans les Fermiers Généraux selon les données de Girard
- Hors Fermiers Généraux selon les données IGN et Voirie

Polygones d'extraction (topologie temporelle)	Données
	Actuelles, par les carrefours de rues exacts, et les lignes de niveau de l'IGN (peu précises) : <p style="text-align: center;">1 épaisseur temporelle</p>
	Anciennes, par la totalité de la donnée Girard (9800 points et 70 polygones) + Actuelles, par les carrefours de rues exacts, et les lignes de niveau de l'IGN (peu précises) <p style="text-align: center;">2 épaisseurs temporelles</p>

Les opérations suivantes vont résumer la jonction de ces données pour obtenir :

- Une triangulation tridimensionnelle « historique »
- Une triangulation tridimensionnelle « actuelle »
- Des lignes de niveau espacées d'un mètre « historiques »
- Des lignes de niveau espacées d'un mètre « actuelles »

	Couche « Sol Historique »	Couche « Sol actuel »
Données	 <p style="text-align: center;">(+)</p>	

		
Surface triangulée et reprojétée en raster		
Lignes de niveau		

Ce sont bien les éléments que nous cherchions pour alimenter les modèles interpolatifs.

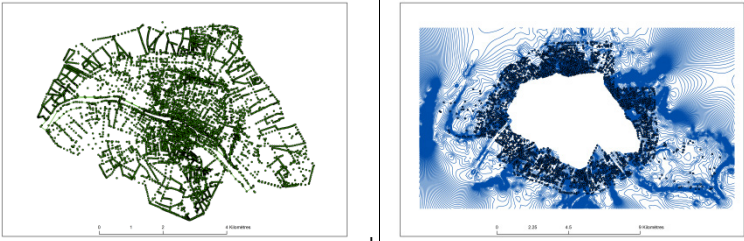
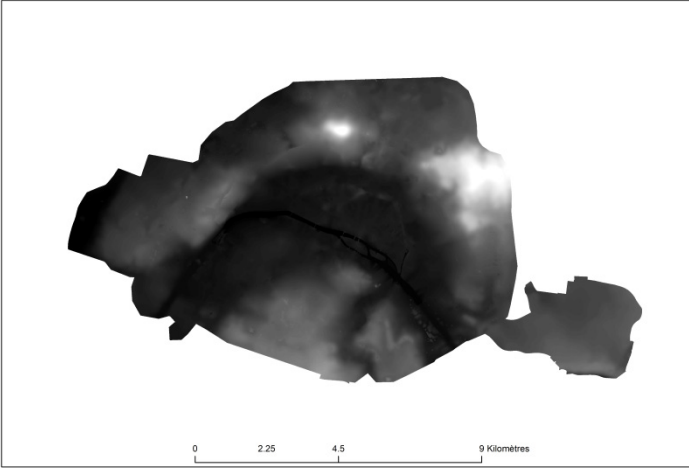
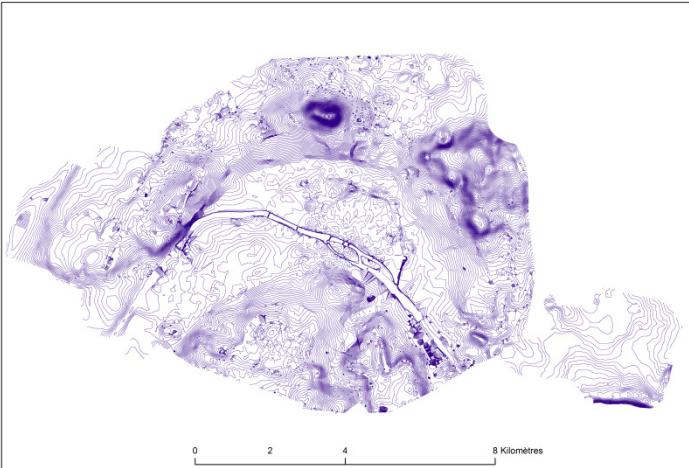
Pour la triangulation brute on réalise une direction de flux, puis une accumulation de flux.³²⁴ Pour les deux couches d'isolignes, on réalise l'opération « *Topo to Raster* » d'Hutchinson, avec plusieurs paramètres définis ainsi. On optimise cette interpolation grâce à la fonction « *Enforce with sink* », en définissant les bouches d'égout comme des cuvettes potentielles (on ne les force pas, mais on indique au logiciel que l'eau peut s'accumuler en ces points).

Nous avons donc six rendus en préparation :

- Modèle de ruissellement issu de la triangulation « historique »
- Modèle de ruissellement issu de la triangulation « actuelle »
- Modèle de ruissellement issu de l'algorithme spécial appliqué aux « lignes de niveau historiques », forcées et non forcées
- Modèle de ruissellement issu de l'algorithme spécial appliqué aux « lignes de niveau actuelles », forcées et non forcées

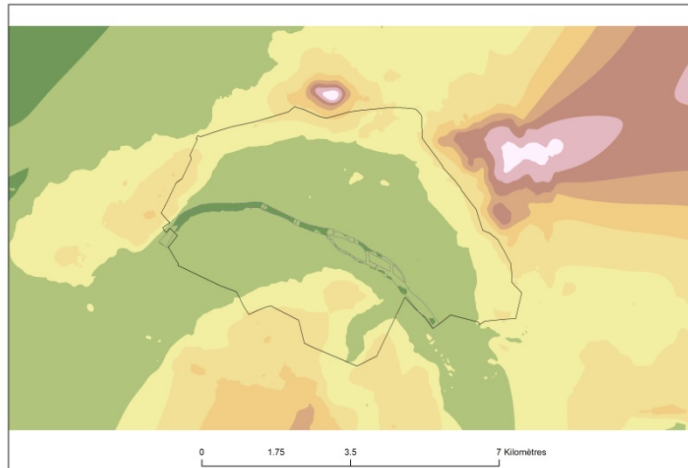
³²⁴ Les deux fonctions du logiciel qu'il convient d'appliquer pour déterminer les zones de ruissellement.

Résumé des étapes de transformations du cas « un sur six », suivi des six rendus :

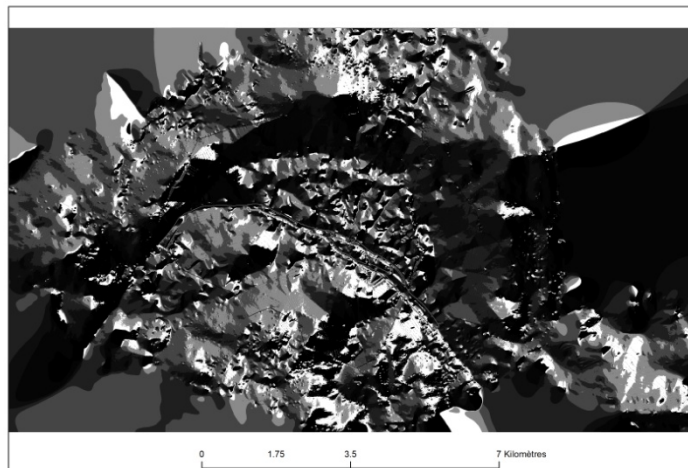
<p>1° Points diachroniques</p>	
<p>2° Interpolation triangulée surfacique de niveau du sol³²⁵ transformée en <i>raster</i></p>	
<p>2° Création de lignes de niveau espacées d'un mètre</p>	

³²⁵ Facteur de discrétisation : 1.5 ; champ NGF ; « *Enforce with sink* » : le logiciel respecte les cuvettes naturelles mais supprime celles dues à l'interpolation.

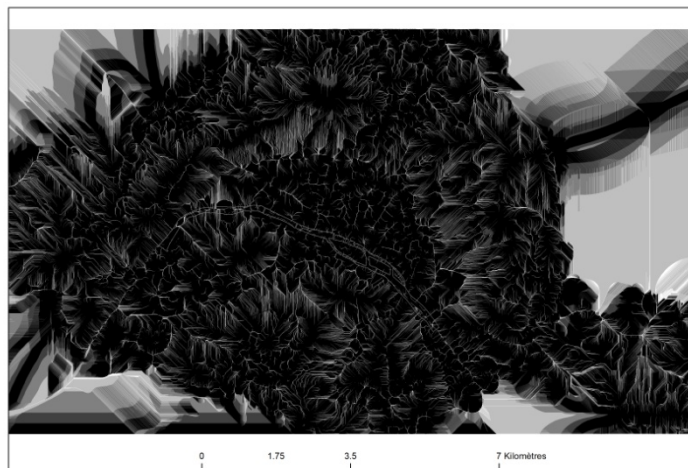
3° Modèle Topo to Raster
« Forcé », en prévenant des
bouches d'égout de Girard
comme cuvettes potentielles



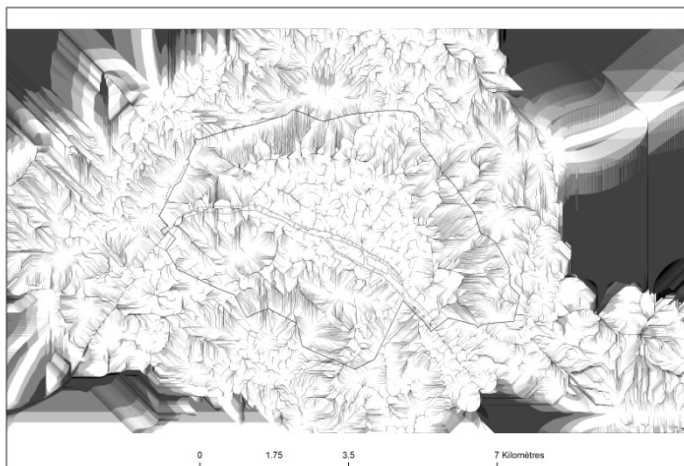
4° Sur ce *raster* : Direction
de flux



5° Sur ce raster Direction
de Flux : outil
« accumulation de flux »

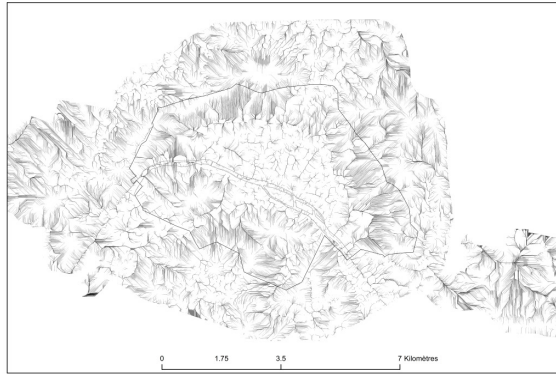
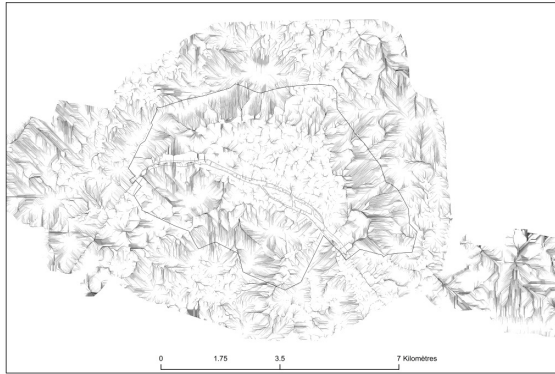
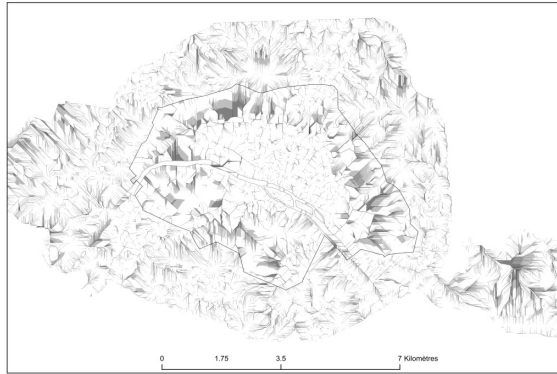


6 °Sémiologie conservée en commun à tous les rendus



7° Découpage sur l'emprise de Paris

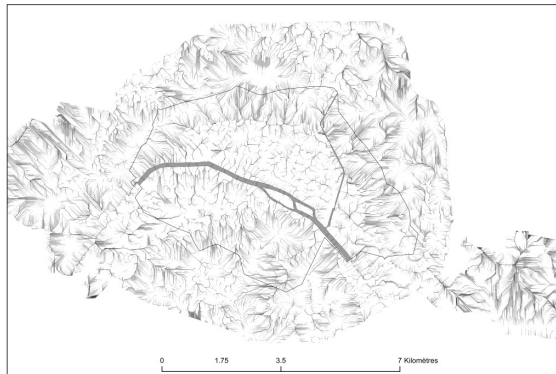
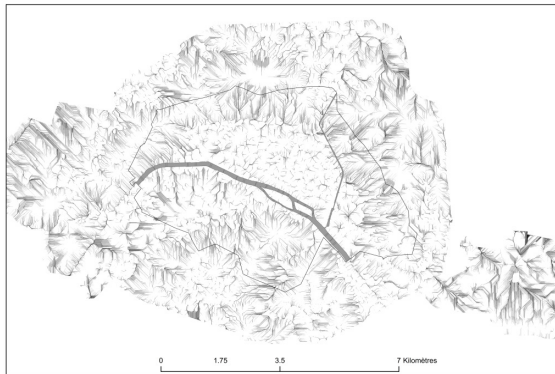
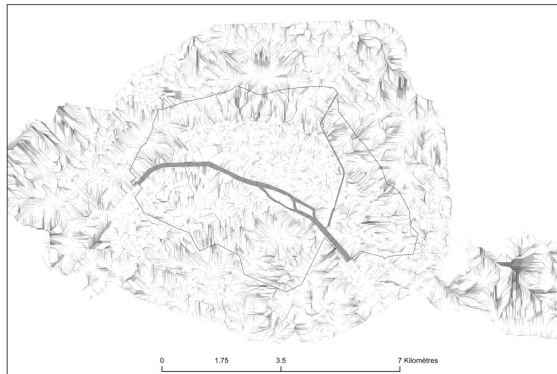
VOIR LES RESULTATS SUIVANTS



Modèle de ruissellement de 1805, issu de la donnée brute « *Tin to Raster* », sans forçage, modèle de ruissellement 1805

« *Tin to Raster* », forçage, modèle de ruissellement de 1805

1805



Modèle de ruissellement issu de la donnée brute « *Tin to Raster* », sans forçage, modèle de ruissellement 2012

« *Tin to Raster* », forçage, modèle de ruissellement de 2012

2012

Premières interprétations :

Les deux premiers rendus sont exacts : la nappe du sol passe exactement par les points renseignés. On y voit des lignes de force se dessiner par le ruissellement de l'eau. Rive droite, ce sont les rues Saint-Denis, du Temple, Montmartre, Saint Antoine qui apparaissent et se dessinent par tronçons. Sur un modèle actuel traité identiquement, ces lignes sont beaucoup moins visibles, plus morcelées (des zooms grand format seront présentés plus loin).

Les versions non forcées de l'algorithme n'apportent rien de supplémentaire, et sont moins lisibles que les versions issues de la triangulation brute.

Les versions « forcées » issues de l'algorithme sont issues d'un modèle légèrement déformé afin de donner plus de linéarité à l'écoulement qui pouvait être coupé par les replis dus au nappage réalisé de façon brisée. L'algorithme est conçu habituellement³²⁶ pour des études à grande échelle (1/100 000^e, de type vaste territoire). Ainsi il nous fallait vérifier qu'il ne trahissait pas trop la réalité pour une étude urbaine fine. La comparaison *de visu* avec les deux premiers rendus montre que non : les mêmes lignes de forces sont présentes, elles sont simplement plus cohérentes et légèrement déformées. Retenons néanmoins que des décalages importants dans le plan à l'échelle urbaine (quelques dizaines de mètres) peuvent du coup survenir, dus aux déformations même minimales du relief dans les parties à faible pente.

Nous retenons donc les deux versions où les structures apparaissent avec le plus de clarté (on élimine la version non forcée). Il faut interpréter ces structures, et pour cela nous disposons des éléments d'interprétation suivants :

- Réseau viaire de 1810-1836 et actuel
- Exhaussements préindustriels et contemporains représentés précédemment
- Bouches d'égout de 1805, et égouts linéaires du début XIX^e siècle
- Bassins versants donnés par Buache en 1742
- Seine en 1805 et 2012
- Enceintes antiques, médiévales et modernes de Paris

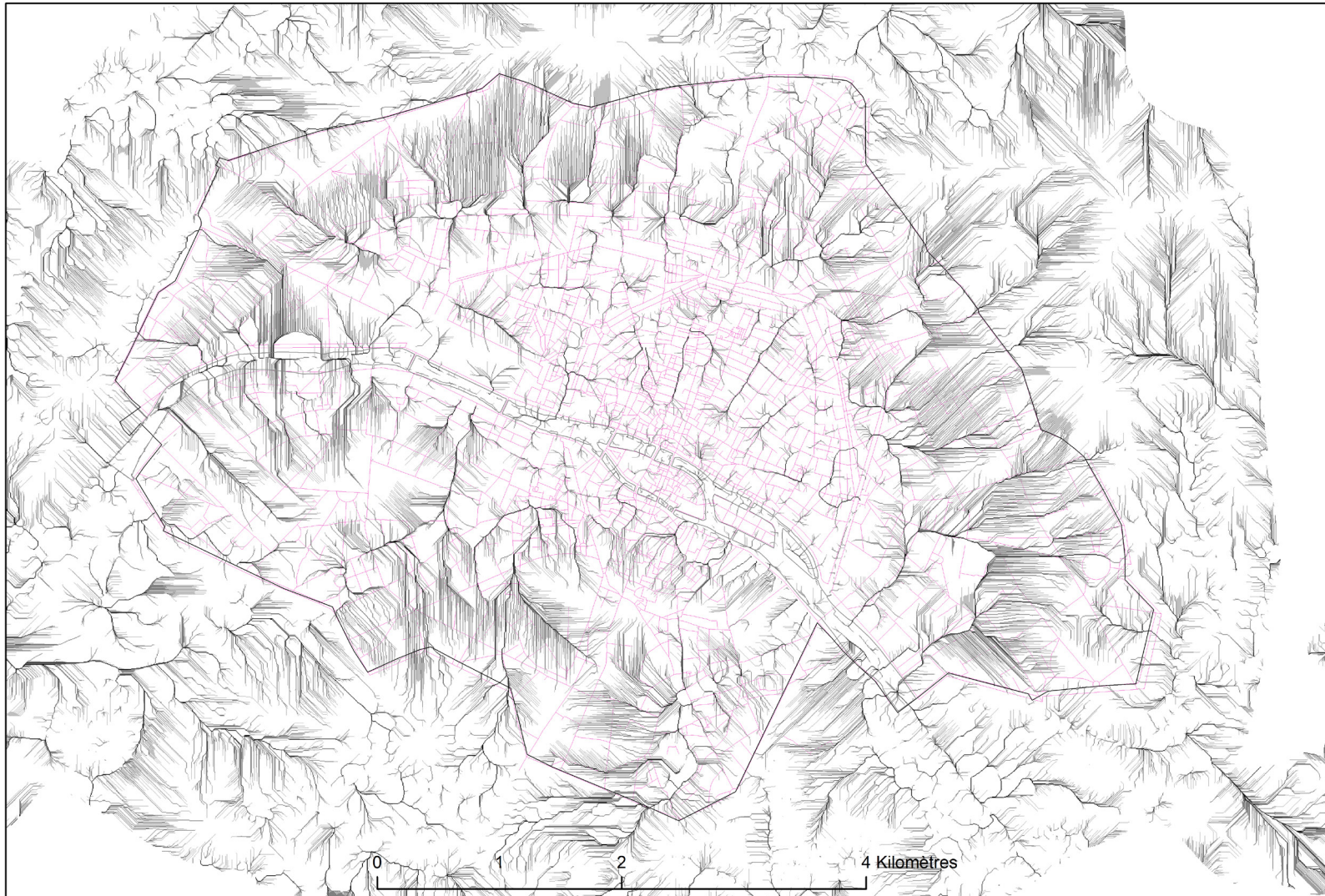
³²⁶ Documentation « ArcGIS » : <http://resources.arcgis.com/fr/home/> (10 septembre 2014, 11h00)

Selon les hypothèses et objectifs de travail de cette partie, nous nous concentrons d'abord sur les rues. D'autres problématiques pourront s'accorder à celle-ci mais seront abordées plus loin :

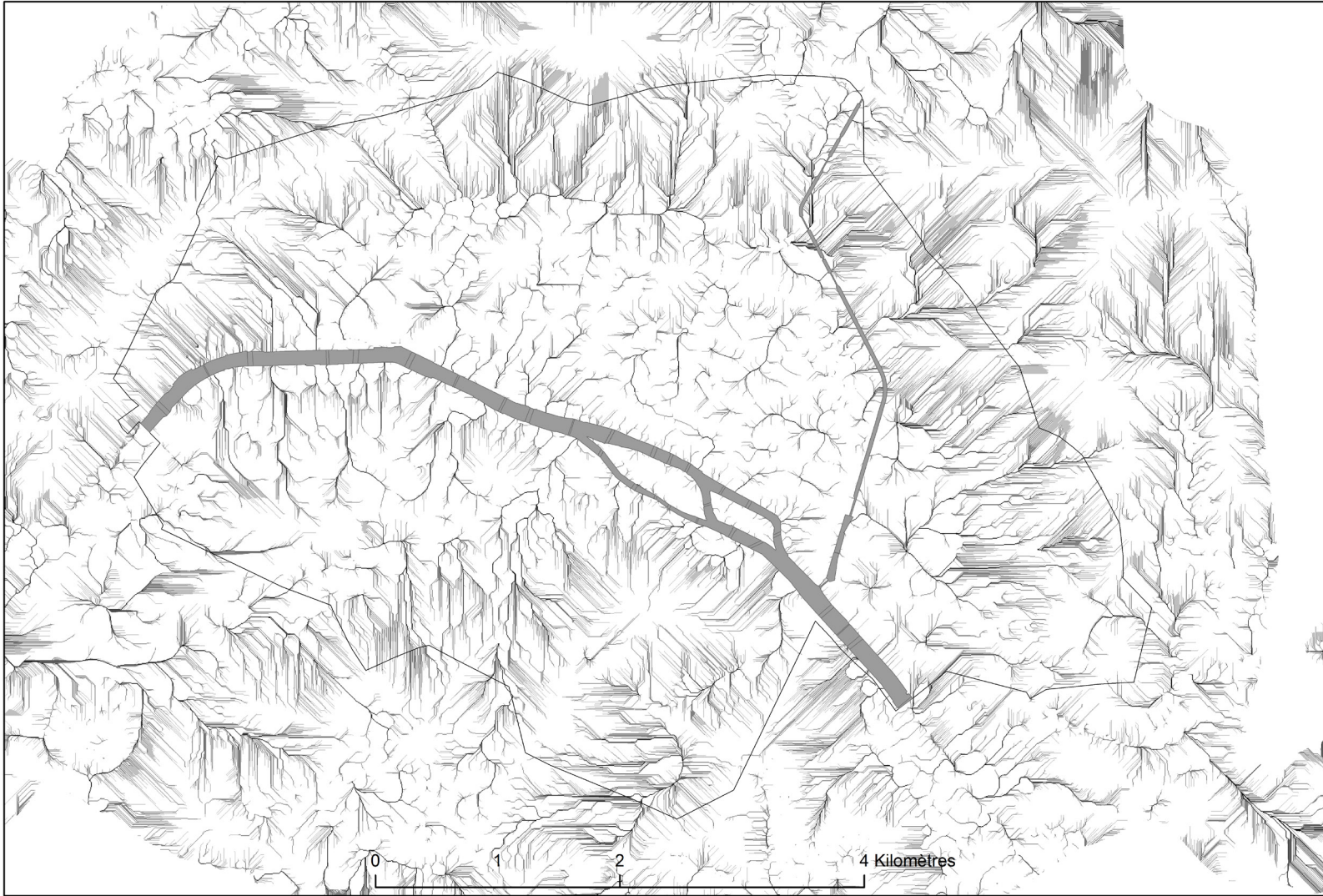
- Les grèves et le relief préindustriel de la Seine
- Les égouts, leurs pentes, les enceintes et les accumulations

Nous produisons deux cartes du modèle historique, extraites sur les Fermiers Généraux et en leur superposant les rues de 1810-1836.³²⁷

³²⁷ Nous remercions une fois encore le programme de recherche « *Alpage* » de nous avoir fait profiter de ces données construites entre 2008 et 2011 (viaire du plan Vasserot).



Carte géomatique 26 : ruissellement de l'eau en 1805 et vecteurs des rues préindustrielles (1810-1836)



Carte géomatique 27 : accumulations théoriques actuelles

Analyse morphologique

Alors que les accumulations actuelles ont peu de sens morphologique, les rues étant ponctuées d'égouts de façon continue et Paris étant *a priori* épargné de pluies diluviennes saturant ses égouts, en 1805 elles en ont par contre énormément. Ceci car la rue est, à ce moment de l'histoire urbaine, le seul vecteur d'évacuation des eaux pluviales ou usées dont dispose la ville, si ce ne sont les quelques égouts médiévaux et modernes.

Nous pouvons interpréter ces rendus de deux manières :

- En retrouvant le chemin le plus probable des ruisseaux urbains préindustriels, grâce à la première carte
- En réinterrogeant la fonction et la formation de la rue parisienne jusqu'à cette époque avec l'élément supplémentaire qu'est le relief dont l'eau est le meilleur marqueur primitif. La seconde carte nous montrera les évolutions qu'a impliquées le changement de la fonction de la rue lorsqu'elle a été suppléée systématiquement par un réseau d'égouts souterrains

22. Des rues « ruisseaux » encore bien imprimées dans le relief de 1805

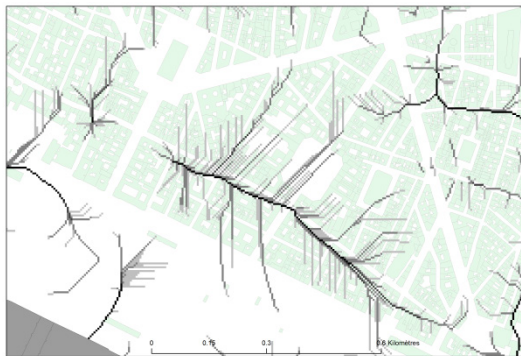
Nous pouvons ici, observer le degré de corrélation entre la carte de l'IGC qui peut être tenue comme l'état actuel des reconnaissances en la matière, et la méthode que nous venons de décrire. Nous retrouvons, en commun avec celle-ci :

- Le ru de « Vaugirard », est en dehors Fermiers Généraux, les données satellitaires permettent néanmoins de le retrouver. Son parcours n'a pas été remblayé, et c'est sans doute ainsi que l'IGC retrouve.
- Le ru du « Bac » : nous le retrouvons, il semble néanmoins plus court et ne pas commencer à la place d'Alésia.
- Le ru de « Saint-Germain » : nous le retrouvons, mais il possède une branche supplémentaire qui longe le parc du Luxembourg, il est plus long que celui du Bac et commence vers la place d'Alésia.
- Le ru de « Fécamp/Montreuil » : nous le retrouvons en partie, grâce aux données aériennes complétant les données anciennes. Il semble maintenant coupé par plusieurs remblaiements.

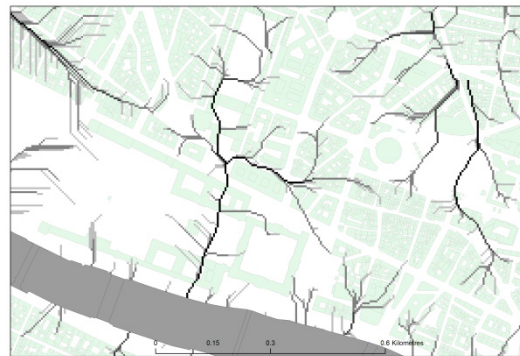
- Le ru de « Ménilmontant/Bras Mort » : nous le retrouvons, étant déjà extrêmement morcelé et canalisé. Notons qu'il reçoit tous les affluents des coteaux, quasiment jusqu'à Bastille.

Les éléments nouveaux sur les ruisseaux :

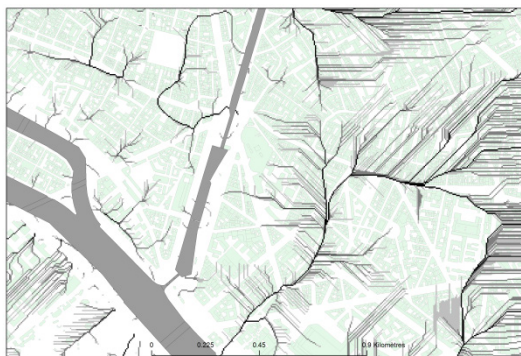
Nous observons plusieurs éléments nouveaux, moins importants en volume, qui peuvent avoir du sens. Ils nous renseignent sur une morphologie proche des activités humaines ou bien due aux hommes. Plusieurs rues ont des fonctions de ruisseaux très marquées, et ne sont pas mentionnés dans l'état de l'art. Nous présentons d'abord quelques visuels sur les ruisseaux à proprement parler :³²⁸



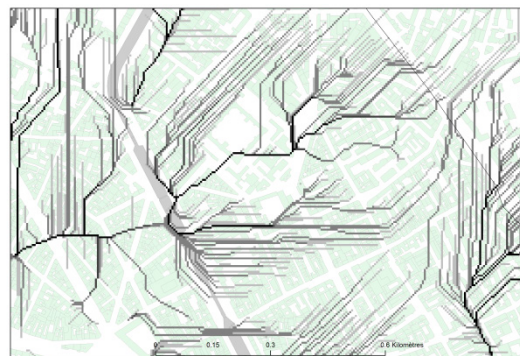
Ru « Saint-Honoré »



Ru « du Louvre »

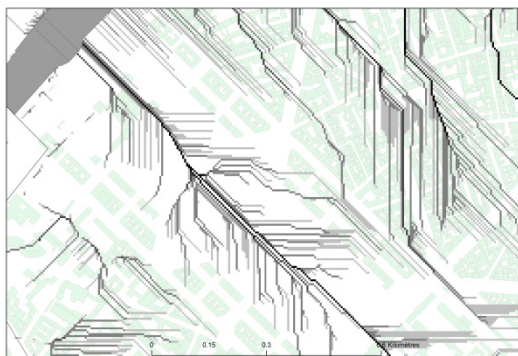


Ru « Saint-Antoine »



Ru « Saint-Louis »

³²⁸ Par souci de compréhension, nous privilégions des cartes diachroniques, au 1/5000^e (en format A4) et 1/8000^e pour Saint-Antoine, avec un fond représentant les bâti et le plan d'eau en 2012. Les rues sont ceux issus de l'interpolation « Tin to Raster » forcée, sur les données Girard.



Ru du « Champ de Mars »

Rive droite, on constate que ces rus de moindre importance suivent les rues Saint-Honoré, Montmartre, Saint-Denis pour partie Saint-Martin, - les deux étant reliées par le ruisseau du Ponceau -, Temple, Vieille du Temple, Sainte-Avoie, Saint-Antoine. En fait, ce sont les cinq voies structurantes du Moyen Age et donc en partie de l'état préindustriel qui apparaissent.

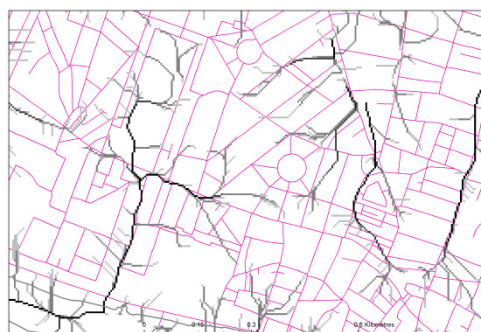
Rive gauche, l'élément central et structurant est sans surprise la Montagne Sainte-Genève dont découlent la plupart des rus de la rive Gauche. On voit apparaître la rue Mouffetard, la rue Saint-Victor, des Noyers, de la Harpe. La place Maubert apparaît comme le point de confluence de deux ruisseaux, ce qui correspond assez bien à sa forme triangulaire.

Sur les quartiers :

Nous proposons maintenant quelques zones urbaines concrètes, à la recherche de traces historiques avérées par des textes, lectures ou enquêtes de première main, qui relierait ces ruisseaux à des lieux urbains :³²⁹



Marchés/Innocents, modèle « Triangulé »



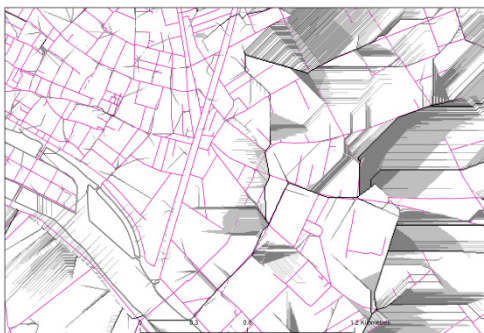
Marchés/Innocents, modèle « Tin to Raster »

³²⁹ Ici nous privilégions une présentation seulement avec les rues préindustrielles, pour lier davantage de textes d'archives ou étudiant la morphologie à la spatialité induite par cette expérience.

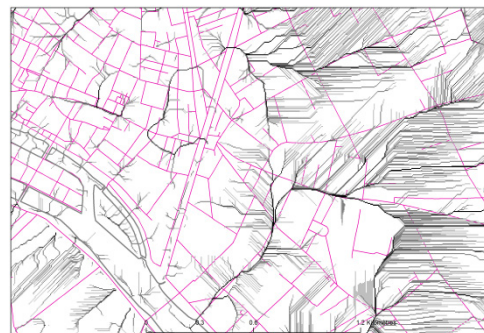
Ici, nous voyons la position très particulière qu'offre le site des Marchés et du cimetière des Innocents, dont le choix a fait couler beaucoup d'encre. Anne Lombard-Jourdan, nous apprend que le site initial s'appelait le près des *Champeaux*. Dans une théorie de permanence du relief, on s'aperçoit que ce lieu est le plus élevé de la rive droite, il est « naturellement » drainé par trois ruisseaux qui y prennent leur point de départ : la rue Saint-Denis, la rue Montmartre, et le ru du Louvre. Les marchés et le cimetière occupent la position la plus salubre, d'où les eaux usées s'écoulent de tous les côtés. Girard, au sujet des deux premiers égouts de Paris, rue Montmartre pour le premier, et Saint-Denis/Ponceau/Vertbois pour le second, décrit ainsi celui de la rue Montmartre :

« Sur la rive opposée, une partie de la rigole découverte qui jettait dans le ruisseau de Ménil Montant, les eaux du quartier Montmartre, se trouve enfermée dans l'enceinte de Charles VI. Hugues Aubriot, qui était alors prévôt des marchands la fit revêtir et couvrir de maçonnerie ; c'est le plus ancien égout voûté qui ait été construit, et voilà pourquoi, sans doute, quelques historiens ont attribué à Hugues Aubriot le premier Etablissement des Egouts de Paris. [...] [il était] entièrement découvert. On voit par l'indication que nous venons de donner de leurs directions respectives, que le premier recevait les eaux des quartiers des Halles situés de l'autre côté de la rue St Denis, se rendaient en suivant la rue actuelle du Cadran, à l'Egout voûté de la rue Montmartre : celui-ci traversait le fossé dans une auge de Madriers soutenu sur des palées de Charpente. Il se réduisait au-delà de la contrescarpe à une simple rigole creusée en pleine terre, à travers le faubourg Montmartre jusqu'au ruisseau de Menil-Montant »

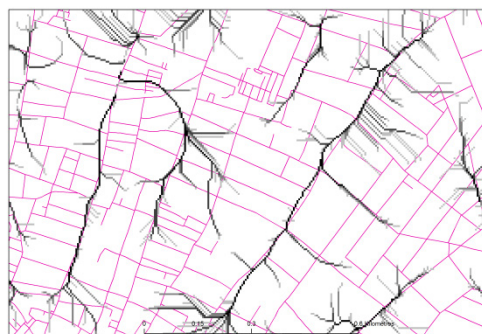
Ce paysage médiéval semble encore lisible en 1805 dans les deux extraits que nous avons insérés.



Saint-Antoine, modèle « Triangulé »



Saint-Antoine, modèle « Tin to Raster »



(Temple - Rue du Ponceau), modèle « Triangulé » / (Temple - Rue du Ponceau), modèle « Tin to Raster »

Sur la rue du ponceau, on peut lire dans Félix Lazare :

L'égout sur lequel ce petit pont avait été jeté fut couvert en 1605, et la même année François Myron, prévôt des marchands, y fit jeter une rue dont il paya les frais de ses propres deniers.³³⁰



Place Maubert modèle « Triangulé »

Place Maubert, modèle « Tin to Raster »

Nous proposons, avant de conclure, de vérifier ces résultats par une source non géomatique, et plus longuement pour le cas de la place Maubert et des rues adjacentes aux formes particulières et très durablement insérées dans le centre de Paris. Nous allons utiliser les procès verbaux du quartier Panthéon pour les périodes Révolutionnaire et de l'Empire. Non déformés par un objectif technique, ce type de sources révèle, par proximité et quotidienneté, une lecture intéressante du paysage urbain. Nous allons retenir ici quelques éléments donnés par le commissaire du quartier du Panthéon au fil des affaires qu'il a eues à traiter. Un procès-verbal parle de plaintes de riverains sur les ruisseaux de sang issus des « tueries », - comprendre boucheries -, qui sont très développées le long de la rue Sainte-Geneviève.

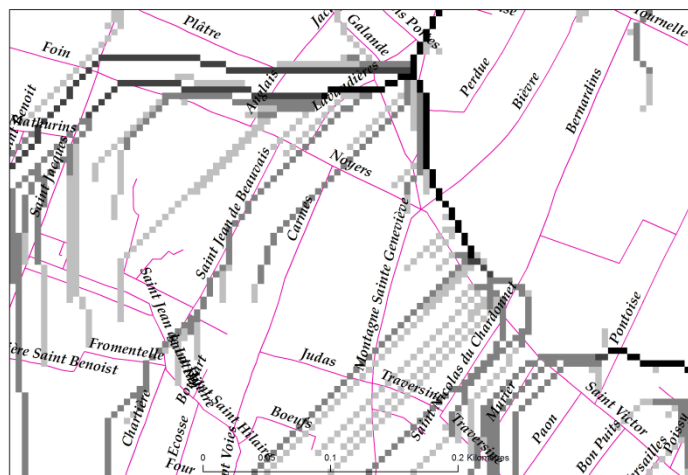
« L'an mille sept cent quatre-vingt onze, le 6 octobre, nous commissaire de police étant dans le cours de notre [...], assisté du secrétaire greffier avons remarqué que le ruisseau traversant la rue Traversine dans

³³⁰ Félix Lazare, *Dictionnaire administratif et historique des rues de Paris et de ses monuments*, F. Lazare, 1844 (Lazare, 1844), p°647

la partie correspondante à la rue St-Nicolas du Chardonnet et à la rue de la Montagne Sainte-Geneviève ainsi que le ruisseau traversant ladite rue Saint-Nicolas soient l'un et l'autre pleins de sang qui s'y écoule et d'autre immondices de differens échandoirs de boucherie qui ont ouverture sur ladite rue Traversine, sans pouvoir déterminer au juste si lesdits sang et immondices procedoient de plusieurs ou d'un seul échandoir. »³³¹

Le commissaire, précis sur le droit, présente ensuite un historique de la législation sur le sang des bouchers dans Paris. Celle-ci commence dès le XIV^e siècle :

« Aucun boucher ne peut avoir ni évier ni égout par lequel il puisse laisser couler sang et immondices ni autre chose qu'une eau qui ne sentira aucune corruption portant encore que les bouchers recueilleront le sang, immondices et lavure portés et vidés le jour même hors des murs et fosses de paris hors voye »³³²



Les ruisseaux aux alentours de la place Maubert, avec les noms des rues

En reportant cette lecture préindustrielle sur l'extrait cartographique précédent, elle devient très visuelle. Un ruisseau traverse bien la rue Chardonnet, la rue Traversine est effectivement traversée par les déversions de la rue de la Montagne Sainte-Geneviève. Ces vérifications « de terrain » nous poussent à estimer que c'est la topographie d'origine que nous approchons à travers la topographie de l'épaisseur.

En fait, à travers l'expérience précédente, c'est le Clos Bruneau que nous avons retrouvé. Gaëtan Desmarais le met au centre de l'argumentaire de son essai *La morphogénèse de Paris*³³³ comme « vacuum attractif » dont le « désir d'appropriation » aurait durablement

³³¹ Archives de la Préfecture de Police, AA 200, 1790-1793, Commissariat de la section Panthéon, rapport n°172 du 6 octobre 1791.

³³² Roy Jean, 16 août 1363.

³³³ Gaëtan Desmarais, *La morphogénèse de Paris*, L'Harmattan, 1998 (Desmarais, 1998), p°160

structuré l'espace urbain général de même que la parcelle des Innocents, rive droite. Par la pente des rues, il est possible que nous ayons retrouvé les ruisseaux qui entouraient la parcelle viticole primitive, qui est le premier découpage de cet espace.³³⁴

Des parcelles « naturelles » apparaissent et semblent répondre davantage au relief qu'à un titre notarié :

- Saint-Jean de Latran, parcelle médiévale structurante et ayant survécu jusqu'au percement de la rue des Ecoles en mai-juin 1853, semble bordée de façon marquée par un ruisseau,
- La forme des rues structurantes semble être de type ruisseau dans ce quartier : Saint-Victor et Noyers/Lavandières, dont le confluent est la Place Maubert liée à la Seine par la rue Pavée. La place Maubert semble donc bien être une jonction des deux ruisseaux principaux et « historiques ». Aucun changement important, avant sa destruction au moment des grands travaux haussmanniens, ne semble avoir pu la détourner de cette position primitive,
- Des rues perpendiculaires aux deux premières et parallèles entre elles semblent parfaites pour le drainage ou la simple parcelle agricole adaptée au relief : rues du Bon Puits, du Paon, des Carmes ou de Saint Jean de Beauvais.

Nous proposerons à la fin de cette section un dessin de la conjecture la plus probable du paysage fin des ruisseaux primitifs, qui semblent avoir structuré les formes urbaines dans cette zone des contreforts de la Montagne Sainte-Geneviève et les précédentes.

Deux conclusions au sujet de l'hypothèse sur la persistance des formes par le relief fin :

- la méthode spatiale de l'archive de 1805 permet d'obtenir une lecture avec des instruments contemporains de l'état de la ville préindustrielle, elle-même reflétant le Moyen Age, à de très rares exceptions (par exemple pour les maisons aristocratiques du Marais qui s'organisent un système d'égout dans la période Moderne),
- nous avons la chance dans le cas de la Place Maubert d'avoir un rapport détaillé et vivant du commissaire, mais ce serait déjà moins le cas si l'on se fiait à la littérature

³³⁴ Au XI^e siècle fut fondé dans ce clos, rue de Latran, la Commanderie d'Hospitaliers Saint Jean-de-Jérusalem, des Chevaliers de Rhodes, des Chevaliers de Malte : dans la commanderie de Malte, une tour abritant les pèlerins en route vers Jérusalem et une église paroissiale desservie par trois moines conventuels. Ils possédaient aussi des maisons dont ils percevaient des loyers, telle la maison à l'image saint Martin, près du Cheval-Rouge, rue du Clos Bruneau ou celle d'Henri Estienne qui payait un loyer à la Commanderie de Saint-Jean-de-Latran, pour sa maison appelée les Écoles de Corbeil, avec l'image de saint Jean-Baptiste. (Vacquer, BHVP, Ms 231)

savante et médicale de l'époque qui est moins portée sur la topographie précise et beaucoup plus généralisatrice. Donc nous retenons que cette méthode du modèle de ruissellement reflète bien la situation et peut être observée comme telle en d'autres lieux de Paris.

Un *cardo decumanus* hors d'eau

On pourrait douter de résultats trop systématiques engendrés par la méthode. Nous allons montrer ici un « contre exemple » pour observer que certaines formes sont moins liées au relief. Il en va ainsi des rues Saint-Martin et Saint-Jacques qui échappent en grande partie à la catégorisation de ruisseau sur nos cartes. Par contre il y a corrélation avec l'histoire, ces deux rues étant l'héritage de la branche nord-sud du *cardo-decumanus* romain.³³⁵ On retrouve une cohérence avec notre interprétation de la nappe phréatique aux origines : les romains urbanisent, y compris leurs voie de sortie, au loin des eaux. Le Moyen Age semble se comporter de manière exactement inverse, corrélant son réseau aux ruisseaux. L'exemple des rues Saint-Denis/Saint-Martin est fort, car la rue Saint-Denis même présente dès l'antiquité,³³⁶ se développe comme voie principale au Moyen Age, en doublement de la rue Saint-Martin.

Conclusion

- **la ride morphologique préindustrielle**

On s'est jusqu'à présent basé sur le long travail d'observation, de Girard à Vacquer, pour retrouver les traits géomorphologiques du territoire parisien. Nous retrouvons d'abord par la source primaire du relief une grande partie des rus d'origine qui ont persisté jusqu'en 1805, et pour certains encore aujourd'hui.

Mais surtout nous pouvons en déterminer de nouveaux, grâce aux interpolateurs contemporains permettant d'analyser de façon plus poussée des données vieilles de deux siècles et qui seraient non reproductibles. Dans le *Mémoire sur le Nivellement de Paris*, Girard n'aborde pas la question des bassins versants. Il se contente de ce que ses mesures et

³³⁵ BHVP, Fonds Vacquer, Ms 221

³³⁶ Anne Lombard-Jourdan, *Aux origines de Paris : la genèse de la rive droite jusqu'en 1223.*, CNRS, 1985 (Lombard-Jourdan, 1985), p^o148 : « L'antiquité du tracé de la rue Saint Denis est aujourd'hui reconnue. M. Roblin, *Terroir*, pp.119-120 et P.M. Duval, *Paris antique*, pp. 241-242. Les fouilles conduites en 1973-1974 par M. Fleury au cimetière des Innocents sont venues le confirmer ».

outils lui permettent : déterminer dans les rues les points de crête, ou de partage des eaux, dans une démarche similaire à celle de Buache cent cinquante ans auparavant, mais qui ne nous a laissé que des textes et quatre tranches. Girard laisse des données brutes et donc la capacité de les analyser de façon plus approfondie. Il est possible de reproduire un travail équivalent par les nivellements de rues : les données ne sont pas regroupées mais existent. Les résultats sont intéressants, mais ont subi les grandes transformations du relief qui, pour modérées qu'elles soient, suffiraient à saper la confiance potentielle dans les résultats en l'absence de donnée historique. L'archéologie par la donnée historique ne pourrait donc être contournée par les données actuelles issues d'une réalité trop transformée et donc sujette à trop de liberté d'interprétation.

- **la rue conséquence du relief par souci d'hygiène**

La méthode permet donc de retrouver un réseau hydrique ancien, mais aussi de déterminer sa part d'influence dans la structuration de nombreuses rues. Une théorie que nous amorçons ici serait que les rues se seraient formées de préférence dans ces « plissements du relief », afin de maintenir une fonction d'évacuation. Pour citer une utilité morphogénétique à notre époque où l'eau, partout canalisée, a disparu, elle garderait son influence profonde par les rues qu'elle a façonnées. L'exhaussement semble lui aussi être impacté par cette structure : plus on s'éloigne des réseaux naturels d'évacuation, plus il est important.

Morphologiquement, nous avons démontré qu'en 1800, et certainement bien avant, la rue est un lieu entretenu pour l'accumulation de l'eau. Nous revenons donc ici aux étymologies latine et française du mot rue par lesquelles nous avons commencé :

« Le mot n'a pas d'étymologie claire. A cause de la concordance du sens, on hésite à écarter le lituanien *raukas* « ride », *runku*, *rukti* « se rider », *raukiu*, *raukti* « rider » qui indiquerait une forme athématique à k alternant avec g, fait courant, et qui indiquerait une source indoeuropéenne lointaine. [...] les rues sont nommées depuis le moyen-âge par des expressions (rue des orfèvres, rue pavée, etc.) et, à partir du XVIII^e siècle, par des noms propres commémoratifs. »³³⁷

Cette étymologie probable mais incertaine de ride, est jusqu'à présent peu explorée par les essais morphologiques. La ride ne peut pas être interprétée comme un trait sur une carte, qui serait anachronique avant la Renaissance où la morphologie de la ville et l'étymologie des

³³⁷ Alain Rey (dir.), *Dictionnaire historique de la langue française*, Dictionnaires Le Robert, Paris, édition en petit format, 1998 (Alain Rey (dir.), 1998), p°3330

mots sont déjà formées.³³⁸ Elle nous semble par contre parfaitement crédible ici car corrélée à la réalité des formes préindustrielles. Les grandes voies structurantes du Paris médiéval pourraient correspondre aux ruisseaux du paysage initial. On sait par ailleurs que la forme « ancienne » des rues est, comme nous le dit Belgrand « en V » avant 1830.³³⁹ C'est l'arrivée des eaux de réseaux qui transforment définitivement la forme de la rue, dont la version moderne est inventée par les ingénieurs des Ponts et Chaussées.³⁴⁰

Dans le *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Merlin et Choay ne s'attardent pas sur la genèse de la rue, en acceptant plutôt ses caractéristiques primitives comme établies :

« Du latin *ruga* (ide, sillon, puis en bas latin, rue), voie bordée de maisons ou de murailles dans une ville ou un village. Élément essentiel de toutes les cultures urbaines depuis l'Antiquité, elle y présente des aspects et y joue des rôles différents. [...] Dans le monde occidental, son évolution morphologique est fonctionnelle, elle a suivi celle des sociétés et des techniques. [...]

Sauf dans le cas d'agglomérations où elles suivent d'anciens tracés romains ou dans le cas des « villes neuves » (dites « bastides » en France et en Grande-Bretagne) [...] les rues médiévales sont généralement sinueuses, irrégulières, épousant les accidents du terrain et reflétant les vicissitudes de l'histoire. Elles sont étroites, dépourvues de trottoirs, traversées par un caniveau central. Le pied des maisons est protégé par de grosses bornes de pierre. »³⁴¹

Par rapport à la morphogénèse des rues que nous évoquons, il reste à démontrer que la fonction plissée a été amplifiée et non provoquée par les accumulations dues au phénomène d'exhaussement urbain bien reconnu pour le Moyen Age par les archéologues, et spatialisée précédemment.

Pour la période ancienne, confortés par l'étymologie, les résultats du traitement du relief préindustriel, et des écrits tels la patente du Roy Jean stipulant que les déchets devaient être déposés « hors Paris » et surtout « *Hors Voye* », nous postulons que le plissement soit une cause plutôt qu'un effet. Suivant ce schéma, les rues du Temple, de Montmartre, de Saint-Honoré, de Saint-Victor, etc. sont des creux de bassins versants -ou des ruisseaux- urbains. Nous nous raccordons alors aux propos géomorphologiques démontrant l'importance structurelle de ces rues comme racines premières du réseau viaire, et de formes plus générales

³³⁸ Cf. partie I. Le premier plan répertorié de Paris étant le plan de Munster, du XVI^e siècle.

³³⁹ *Les Travaux souterrains de Paris. Tome III/IV : les eaux. Première partie : les eaux anciennes.* (Belgrand, 1877), p°12

³⁴⁰ *1770 - 1830 : La Naissance de l'Industrie à Paris.* (Guillaume, 2008) et « La fabrication des rues de Paris au XIX^e siècle un territoire d'innovation technique et politique » in *Annales de la recherche urbaine*, 1993, vol. 57-58 (Landau, 1993)

³⁴¹ *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement* (Merlin and Choay, 2009), p°790

de la ville. Que ce soient les modèles concentriques basés sur les enceintes, ou bien les modèles basés sur la logique de voisinages, corridors ou vacuums, elles tiennent à priori toutes le réseau des rues comme structurant l'espace. Par contre, l'origine de ces rues n'est pas décrite si ce n'est dans la cas du *cardo decumanus* romain qui semble être issu d'une logique de plan. Seuls quelques articles récents semblent insister sur le lien entre l'état bosselé du sol médiéval et la forme des rues.³⁴²

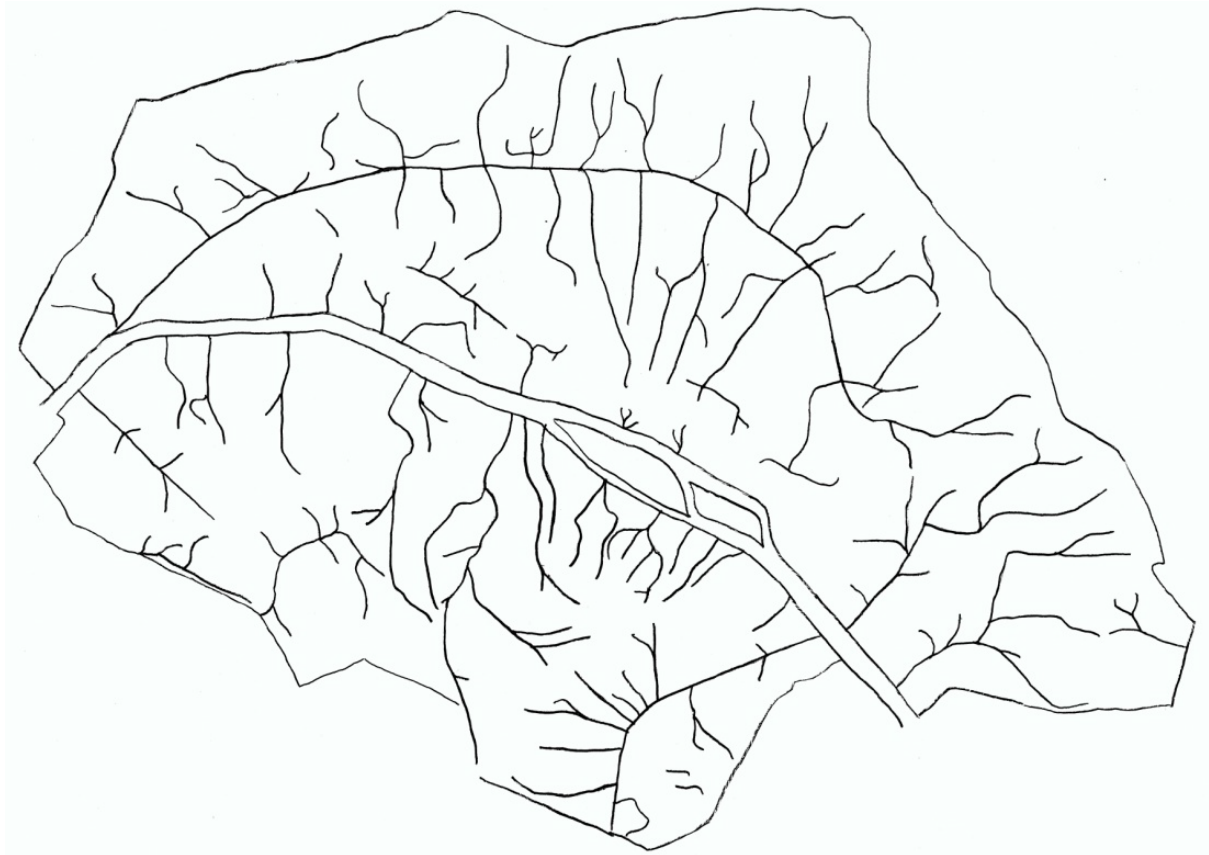
Pour la période contemporaine, nous avons pu voir dans la partie sur l'évolution générale de l'exhaussement urbain que les transformations ont été modérées mais bien réelles. La révolution de la modernité urbaine concernant les flux, les réseaux et, plus généralement, le changement global du métabolisme urbain passant de ponctuel à réticulé et comprenant la généralisation de l'égout, on aurait pu s'attendre à un changement important de la géographie physique des bassins versants. Globalement, ce n'est pas le cas : s'il y a quelques modifications importantes, la mémoire du relief reste globalement lisible. Ceci est vrai dans les zones à pente forte comme la montagne Sainte-Geneviève ou les coteaux du bras mort.

Par contre, à l'intérieur du bras mort, la finesse des traces anciennes est telle que les transformations contemporaines font subir une grande perte de lisibilité entre les données de Girard et les actuelles. L'archive de Girard permet de valider sur des arguments concrets le degré de persistance des formes par le relief de source anthropique.

En 1805, l'évacuation des eaux repose sur une forme certainement déjà adaptée à la ville. En premier lieu, elle n'est pas théorisée depuis un bureau comme la carte et la mesure le permettent au XIX^e siècle. En second lieu elle ne semble pas se soucier de règles préconçues comme le nivellement ou une pente optimale d'écoulement de l'eau adaptée après coup à l'ouvrage. Le seul souci doit être l'efficacité à persister à évacuer l'eau.

On peut donc émettre la thèse que la forme préindustrielle du relief et, dans une moindre mesure, sa forme actuelle, sont une persistance des origines que seul l'égout a eu la possibilité d'interrompre, tardivement - pas avant le début du XIX^e siècle - et très ponctuellement. On remarque que l'étymologie recoupe cette idée. L'égout préindustriel, reconnu scientifiquement à Paris seulement au début des années 1800, possède des propriétés que nous allons étudier. Nous complétons ces interprétations dans le chapitre suivant, autour des égouts qu'il nous a paru logique de traiter à part, mais qui sont très liés au propos précédent.

³⁴² Hélène Noizet, « Les relations entre la ville et le fleuve à Paris de l'Antiquité gallo-romaine au Moyen Âge central », in *Les Nouvelles de l'archéologie*, 2013, n°125 (Noizet, 2011)



Carte géomatique 28 : les rides hydrologiques de Paris en 1800³⁴³

Conclusion Strates et morphologie urbaine

Notre recherche s'est concentrée sur l'identification des objets les plus révélateurs d'une évolution longue du sous-sol, pour en déduire des cartographies. Les deux strates identifiées comme les plus structurantes sont le niveau du sol et celui de l'eau, étudiées depuis les débats universitaires de Florence au XIV^e siècle où Dante Alighieri prend position. Plus généralement, la notion de la position de la terre et des eaux renvoie aux *Météores* d'Aristote, sur lequel se basent les théories physiques jusqu'au XVIII^e siècle.

A Paris nous pouvons les cartographier, aux origines, au début du XIX^e siècle et actuellement. Nous avons utilisé dans ce but des données issues des trois principales sciences étudiant ces

³⁴³ Carte manuelle Fernandez, issue des données des cartes géomatiques. Ce modèle a été appliqué à l'enceinte des Fermiers Généraux, ne prenant pas en compte certains secteurs de bassins versants (défaut pour le ruisseau de Ménilmontant).

deux strates : ingénierie urbaine, géologie - comprenant hydrogéologie - et archéologie. Une cartographie permet de faire des liens entre ces objets physiques évolutifs sur lesquels on peut s'appuyer sans risque d'anachronisme, pour représenter un cadre utile pour donner un cadre physique à au moins trois problématiques.

Du point de vue d'un métabolisme urbain de longue durée, des formes explicatives apparaissent, corrélant de nombreux textes. A la suite de Paul Dupuy dans le *Sol et la croissance de Paris*, nous y trouvons des arguments explicatifs pour la morphogénèse parisienne. Celle-ci devient spécifique, liée aux processus anthropiques dans le milieu. Nous avons choisi un premier exemple à travers l'eau souterraine - nappe phréatique -, représentée par une cartographie spécifique mesurant la distance par rapport au sol. Dans les recherches sur les eaux urbaines, elle est relativement peu étudiée.³⁴⁴ Depuis l'installation romaine sur un promontoire éloigné des eaux souterraines, jusqu'aux grands drainages produits entre 1862 et 1965, plusieurs formes deviennent lisibles et explicatives de développements de la surface. L'approche de l'hydrogéologie permet ici de fixer des limites, de donner un vocabulaire, de dessiner ces formes.

Un autre exemple que nous avons étudié passe par l'idée de persistance du relief et de la pente, pouvant généralisée au-delà des formes « grosses » que sont le bras mort, la Bièvre ou les grèves séquanaises. Les pentes imperceptibles des rues, connues grâce aux données de Girard, recèlent sans doute plus d'archéologie qu'il n'y paraît : des objets urbains comme les rues structurantes médiévales, semblent acquérir des fonctions adaptées liées à leur pente et à leur fonction de ruisseau. Elle est essentielle jusqu'à la généralisation de l'égout, que nous étudierons plus spécifiquement dans la partie suivante. La rue s'est constituée à l'endroit où se trouve le ruisseau d'évacuation. Parcelles, raccordements et ajustements postérieurs se déployant autour de ces rides morphologiques primitives ou du moins très précoces. Une étude par le plan ne permet pas d'appréhender ces phénomènes.

Du point de vue de l'urbanisme, la représentation est utile pour contextualiser l'état actuel dans une dynamique ancienne. Nous observons un état de la ville assez organique grâce à l'archive de Girard, qui matérialise un état qui n'est pas issu d'un projet urbain. L'exemple du changement de caractère de la rive droite ne sort quasiment pas du champ des études

³⁴⁴ On peut y relier des études la prenant en compte comme objet historique, par exemple les études sur les anciens marais urbains : Patrick Fournier, « La ville au milieu des marais aux XVII^e et XVIII^e siècles », in *Histoire Urbaine*, 2007, n°18 (Fournier, 2007)

hydrogéologiques. Il est pourtant issu d'un projet de drainage qui a occupé plus d'un siècle, qui marque un processus d'artificialisation. Il pourrait être pris en compte dans la gestion des eaux urbaines, qui recherchent actuellement les zones humides primitives des villes.

Nous avons nommé cette partie « le temps long » car les phénomènes ne sont pas perceptibles et disparaissent de la mémoire urbaine. Dans l'exemple de la rive droite, c'est un long processus difficilement perceptible par ses contemporains qui a séparé la ville de son paradigme d'urbanisation médiévale basée sur la proximité de l'eau, mais qui nous a légué le lac sous l'Opéra. Ce processus, étalé sur plus d'un siècle et qu'on pourrait considérer comme environnemental, est liée au mouvement de réticulation du XIX^e siècle, qui nous rapproche de la genèse du projet urbain porté par les ingénieurs et les médecins. Leurs discours et projets pourront donc être mieux interprétés en connaissant le milieu dans lequel ils agissent. Ils observent de très près l'eau en ville, les premiers à la recherche des causes de l'insalubrité, les seconds dans un projet de réticulation générale.

Enfin, du point de vue architectural et du récolement souterrain, les volumes souterrains anciens sont construits dans ce contexte physique mouvant. Les cartes de l'eau et de l'exhaussement urbain permettent de récoler verticalement le sous sol urbain. Nous en observerons quelques conséquences sur le paysage souterrain parisien dans la partie IV.

Partie III Evolution morphologique et flux : XIX^e siècle

Introduction Les discours et les flux façonnant la ville au XIX^e siècle

Un temps moyen : transformation de l'espace à l'échelle de générations

André Morizet s'exprime en ces termes à propos des transformations de Paris en 1932 :

« Le Paris moderne, où nous nous agitons, a pris forme seulement entre 1850 et 1870, voici quelque soixante à quatre-vingts ans. C'est peu, mais c'est assez pour que ceux qui ont vécu dans l'ancien Paris aient disparu de cette terre, puisque des centaines seuls pourraient nous le décrire aujourd'hui. Nous n'en avons pas eu la vision personnelle. Nous n'en avons pas entendu parler par ceux qui pouvaient le faire en connaissance de cause. L'étude seule peut aujourd'hui nous révéler ce qu'il était, car il s'est produit sous le Second Empire une coupure si profonde que le Paris d'avant Haussmann et le Paris d'après Haussmann sont des villes différentes, sinon distinctes. »³⁴⁵

Et Belgrand, en 1877, au sujet des rues de Paris :

« Beaucoup de personnes encore vivantes ont connu l'ancien état des rues de Paris. Je suis de ce nombre et j'ai vu cette épaisse couche de boue noire à laquelle nos ancêtres donnaient le nom de crotte dans le beau langage et de gadoue dans le langage populaire. »³⁴⁶

Dans les deux cas, les auteurs ramènent leur discours aux générations précédentes. Les transformations de l'espace urbain sont visibles et dues à ces mêmes générations sciemment transformatrices d'un état antérieur.

Paul Dupuy, géographe, collègue de Vidal de la Blache publie en 1900 dans les *Annales de Géographie* une monographie régionale, sur la morphogénèse de Paris : « Le Sol et la Croissance de Paris ». Cet article, peu cité par la suite, exploite et interprète au mieux le matériel accumulé par l'archéologue Théodore Vacquer mort un an auparavant. L'article de Dupuy recherche dans les ondulations du sol les seuils que Paris a franchis dans son extension. Il développe l'idée de dynamique de cette dernière, liée à la topographie. Cet article est donc un des rares à réaliser explicitement une lecture épaisse de la morphogénèse urbaine. Grâce à l'outil spatial d'analyse des deux parties précédentes, nous pouvons étudier

³⁴⁵ André Morizet, *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Haussmann et ses prédécesseurs*, (éd. or. 1932), Infolio, 2014 (Morizet, 2014), p°32

³⁴⁶ Eugène Belgrand, *Les Travaux souterrains de Paris. Tome III/IV : les eaux. Première partie : les eaux anciennes*, Dunod, 1877 (Belgrand, 1877), p°12

ce phénomène, dans l'objectif de recoller des intuitions géographiques de Dupuy aux données léguées par les transformateurs de la ville du XIX^e siècle.

Par exemple, en 1839 Emmery innove avec la spatialisation systématique du réseau lorsqu'il publie la *Statistique des eaux de la Ville de Paris de l'année 1840*. Dans la filiation cartographique que nous avons brossée précédemment, ces plans très fonctionnels semblent occuper une place importante : ils se situent dans la branche ouverte par Girard. La représentation vise alors explicitement à transformer l'espace. Ce n'était qu'en partie le cas pour les plans de ville précédents, au besoin utilisés pour les alignements de rues. Le projet technique est alors une déviation d'un plan conçu avant tout comme objet de représentation et de prestige. Les plans ouverts par Emmery servent uniquement le projet technique. Leur précursivité les rend, comme Girard, utiles à l'étude morphogénétique. Ils sont représentatifs d'une nouvelle ère urbaine où celle-ci se transforme depuis un bureau. Dans l'article récent *L'universalisation de la distribution de l'eau de Paris, 1830-1930*³⁴⁷ les auteurs parlent d'ailleurs de Système d'Information Géographique à propos du travail ambitieux d'Emmery.³⁴⁸ La carte devient le complément topographique essentiel des connaissances techniques.

Morphogénèse de l'épaisseur souterraine

Dans notre stratégie de compréhension de la topographie souterraine, la rue est essentielle, car nous avons vu qu'elle structure l'espace pour des questions premières liées à la propriété. Cette partie se concentre donc sur la rue qui, par complémentarité nous rapproche de l'îlot souterrain. Du point de vue de notre recherche générale sur les structures souterraines, cette section se concentre sur la genèse de la rue épaisse au XIX^e siècle : elle est le vecteur des grandes transformations permettant à Dupuy d'observer l'évolution de la forme générale de la métropole en lien avec son substrat et son relief. Après les limites verticales liées à un temps plus long, elle fixe des limites dans le plan, définissant des îlots. Depuis les politiques d'alignement du XVIII^e siècle, c'est par elle que le projet urbain s'immisce et s'impose. Son sous-sol est le lieu des flux, qui est retenu comme tel « vers 1830 », dans la « boue de Paris » :

³⁴⁷ Denis Boquet, Konstantinos Chatzis, Agnès Sander, « L'universalisation de la distribution de l'eau de Paris, 1830-1930 », in *Flux*, 2009, n°2-3 (Boquet, Chatzis, and Sander, 2009)

³⁴⁸ « À partir des années 1840, les ingénieurs de la ville dotent progressivement le service des eaux de la capitale de plusieurs outils de gestion originaux et ils inventent de nouvelles pratiques qui améliorent le fonctionnement du réseau. Ainsi se met en place un véritable « système d'information géographique » donnant une cartographie complète, maison par maison et rue par rue, de l'état de la distribution de l'eau à Paris »

Cet état des rues de Paris cessa vers 1830, lorsqu'on substitua les chaussées bombées aux chaussées fendues ; depuis cette époque les ruisseaux furent lavés deux fois par jour par les eaux du canal de l'Ourcq ; les pavages furent exactement entretenus et la boue enlevée tous les matins, cessa de s'infiltrer dans le sous-sol.

En construisant les égouts nous retrouvons la boue ancienne, souvent sur une épaisseur de plusieurs mètres ; j'ai fait rapporter ces épaisseurs sur une carte de Paris, qui a malheureusement été brûlée en 1871 avec mon cabinet. On distinguait facilement les anciennes voies des voies nouvelles, par la hauteur de cette couche de boue. »³⁴⁹

La couche de la modernité réticulée s'insère dans un substrat accumulé par une dynamique verticale millénaire. Elle a des influences globales via les premiers discours hygiénistes et techniques systématiques sur l'espace urbain. L'archéologie, que nous avons observée en partie II trouve à la même époque des archives fondamentales pour une lecture du passé de la ville, antique ou médiéval.

Histoire urbaine et sources

Du point de vue de l'histoire urbaine, Barles a montré dans *La ville délétère* que ces acteurs, médecins et ingénieurs, s'imposent progressivement comme théoriciens des transformations urbaines durant le premier XIX^e siècle. La grande transition de la modernité opérée dans le premier XIX^e siècle passe par la réticulation de l'espace. Nous avons montré précédemment que la question de la représentation disponible, notamment cartographique, apporte une explication régulière à cette influence technique grandissante, liée à la maîtrise et au contrôle du terrain. Dans notre démarche de spatialisation historique, nous allons réinterroger l'impact morphologique de ces grands mouvements.

Du point de vue historiographique, une difficulté de l'analyse est la difficulté de s'extraire des discours des courants dominants de l'histoire : leurs écrits restent et leurs méthodes s'imposent. Ceci semble particulièrement vrai au XIX^e siècle dans le rapport au progrès technique : ingénieurs et médecins sont à la fois les acteurs relativement nouveaux dans leur intérêt porté à la forme urbaine, mais également ceux qui vont en créer la version contemporaine en l'archivant, en la mettant en plans, livres, méthodes et doctrines. Cet objectif peut expliquer qu'on ne trouve quasiment aucune étude sur le fonctionnement de la ville préindustrielle, ses logiques, ses flux comparativement au grand détail qui entoure la

³⁴⁹ *Les Travaux souterrains de Paris. Tome III/IV : les eaux. Première partie : les eaux anciennes* (Belgrand, 1877), p° 13

description des objets nouveaux. Par exemple, Belgrand estime que « jusqu'en 1823, les ingénieurs chargés de la construction des égouts marchaient sans parti pris et à peu près au hasard », donnant les arguments au progrès tout en en discréditant l'état antérieur à ce dernier. Cependant, les œuvres de cette époque archivent également de façon inconsciente un fonctionnement urbain antérieur. Comme dans la partie II pour les notions longues, nous trouvons dans ces archives de quoi alimenter la notion de temps moyen basé sur un espace.

Dans les données exploratoires spatialisées de cette époque, qui sont extrêmement solides, sur lesquelles s'appuie l'argumentaire technique assurant l'autorité progressiste du XIX^e siècle, nous pensons trouver un socle sur lequel interprétation des transformations puisse s'appuyer d'une manière la plus objective : sur les données brutes et spatiales. Notre postulat de départ est donc que dans les données accumulées, moyens intellectuels et techniques déployées par les créateurs d'un « génie urbain », réside une archive précieuse à condition de l'en extraire. Cachée dans les discours sur l'objectif technique précis - un réseau à construire, un quartier à assainir -, nous trouvons une description méticuleuse de l'espace. Nous pouvons mieux saisir les transformations morphogénétiques urbaines par les subtilités du fonctionnement urbain préindustriel préréticulé, peu développées par le discours progressiste niant toute logique antérieure.

Au fil des quatre études qui suivent, nous allons revenir sur ces auteurs, et ces problématiques : contrôle topographique de la ville par le vecteur de la rue, évolution morphologique générale, discours en voie de structuration sur la transformation de la ville. Elles semblent liées. L'analyse spatiale sera l'outil privilégié pour les appréhender.

Chapitre 8 Discours médicaux sur la ville, en relief : 1802-1832

23. Notion d'archéologie industrielle : spatialité et stratification

Archéologie industrielle et spatialisation historique

Dans la première partie nous avons vu comment les procédés de mise en place des méthodes : quand l'espace urbain est de mieux en mieux saisi, il devient possible pour l'histoire de compléter des bases de données urbaines dans le temps.

Ce chapitre est lié par son objet même à l'idée d'archéologie industrielle, seule discipline à avoir regroupé l'histoire des industries dans des études d'ensemble. Le premier travail de compilation/de synthèse d'un tableau des sources et connaissances à Paris est la « *Géographie Industrielle de Paris et sa Proche Banlieue* », publiée en 1976 par le CDHT dirigé par Maurice Daumas.³⁵⁰ Nous reviendrons sur ces notions à la fin de la thèse. En guise d'état de l'art nous soulignons ici que la base de données BASIAS³⁵¹ sur les sites potentiellement pollués possède des données sur Paris provenant directement ses saisies effectuées par des historiens. L'enjeu de la connaissance de la pollution des sols touche à l'urbanisme actuel mais, par exemple, ces données ne remontent pas au-delà de 1830. Nous allons voir que des activités potentiellement polluantes se sont développées bien avant, dans les caves et la boue de Paris. Les recherches sur l'origine de l'hygiène urbaine le démontrent et la recherche spatiale l'explique.

Par une expérience de SIG historique nous cherchons à visualiser le contexte sur lequel s'appuie le discours sur l'hygiène du début du XIX^e siècle. Du côté de la géomatique, Denègre et Salgé commencent justement *Les Systèmes d'Informations Géographiques* par un exemple proche de ces considérations, sur les pompes de Londres et l'épidémie de choléra en 1854 :

« A Londres, en 1854, une épidémie de choléra se déclara dans le quartier de Soho, dans un quadrilatère délimité par Regent Street, Oxford Street et autres. Il y eut rapidement plusieurs centaines de victimes. La contamination par l'eau potable était, de toute évidence, à l'origine de l'épidémie. Mais, le quadrilatère renfermant une demi-douzaine de pompes, il paraissait malaisé d'incriminer l'une plutôt que l'autre. L'idée du D^r John Snow fut de tracer, sur un plan des lieux, l'emplacement des pompes et celui où habitaient les victimes. Il apparut au premier coup d'œil que la pompe contaminée se trouvait

³⁵⁰ Maurice Daumas, *Histoire générale des Techniques (5 vol.)*, PUF, 1978 (Daumas, 1978) Synthèse et manifeste d'une discipline nouvelle.

³⁵¹ BRGM, *Inventaire historique de sites industriels du département de Paris (75) en 2008*, <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-55178-FR.pdf> (le 28-10-2014 à 19h00) (BRGM, 2008)

au milieu des points les plus nombreux, au voisinage de Broad Street, ce que les faits confirmèrent par la suite. »³⁵²

En ce qui concerne Paris, une épidémie de choléra fait 32 000 morts en 1832. La méthode scientifique utilisée en 1832 pour étudier la cause de la propagation du choléra consiste à corréler les formes de sa propagation à diverses causalités possibles :

RAPPORT.	
CHAPITRE I^{er}.	Précautions prises par l'administration avant l'invasion du choléra. 11
CHAPITRE II.	Coup d'œil sur l'état physique et sanitaire de la ville de Paris, au moment de l'invasion. 20
CHAPITRE III.	Invasion et développement du choléra dans Paris. 39
CHAPITRE IV.	Rapport de la mortalité cholérique avec le sexe et l'âge. 63
	Rapport avec le sexe. <i>Ibid.</i>
	Rapport avec l'âge. 65
	Durée du choléra chez les malades. 68
CHAPITRE V.	Rapport de la mortalité cholérique avec la température. 71
CHAPITRE VI.	Rapport de la mortalité cholérique avec les localités. 75
	Rapport de la mortalité avec les douze arrondissements et les quarante-huit quartiers de Paris. 78
	Rapport de la mortalité avec les différentes expositions. 81
	Rapport de la mortalité avec l'élévation du terrain. 90
	Rapport de la mortalité avec l'humidité du sol. 99
CHAPITRE VII.	Rapport de la mortalité cholérique avec la densité de la population. 111
CHAPITRE VIII.	De l'influence des professions, des affections morales et du régime sur le choléra. 126
	Examen des classes et des professions qui les composent. 129
	Examen de l'influence des conditions dans lesquelles se trouve placé l'exercice de diverses professions. 134
CHAPITRE IX.	Du choléra dans les prisons et les hospices de la ville de Paris. 145
CHAPITRE X.	Des effets du choléra sur la population militaire. 150

La diversité des causes étudiées pour la propagation du choléra à Paris³⁵³

L'espace est essentiel dans cette étude qui consiste bien en une analyse spatiale. On y retrouve la typologie de questionnement soulignée par Denègre et Salgé pour Londres en 1852. Les théories de l'hygiène mise en espace et en relief sont donc intimement liées aux connaissances topographiques.

³⁵² *Les systèmes d'informations géographique* (Denègre and Salgé, 2010), p°1

³⁵³ Commission nommée par MM. les préfets de la Seine et de Police, *Rapport sur la marche et les effets du choléra-morbus dans Paris et les communes rurales du département de la Seine*, Imprimerie Royale, 1832 (Commission nommée par MM. les préfets de la Seine et de Police, 1832), sommaire.

24.L'hygiène et l'espace : une topographie médicale en relief en 1822

Naissance des théories de l'hygiène : contexte et choix de la source

Dans *La Pédosphère Urbaine*, Barles place les ingénieurs et les médecins au cœur de son enquête car, dans des perspectives différentes quoique souvent liées, ils sont les constructeurs d'un savoir urbain qui engendre la ville contemporaine. Dans notre perspective de recherche des données urbaines, de leur évolution et de l'usage qu'il est possible d'en faire, nous retrouvons les mêmes protagonistes. En effet, les représentations de ville nouvelles, comprenant notamment le relief et bientôt le temps, sont présentes chez les médecins. Nous allons observer cette « nouveauté » et la mettre en carte à travers *La topographie médicale de Paris* de Claude Lachaise.

La topographie médicale est un genre qui s'est développé dès la fin de l'Ancien Régime, et a pris de l'essor sur le territoire parisien au début du XIX^e siècle. Les auteurs sont alors à la recherche des causes de l'insalubrité de Paris, dans une démarche hippocratique basée sur la corrélation de la santé des habitants avec des éléments « environnementaux » urbains, tels le vent, l'humidité, le sec, le froid, le chaud. Ces écrits, recherchant le degré d'influence entre la santé des habitants et la forme urbaine - mais pas seulement, sont également pris en compte le climat, la richesse, etc. - sont à la genèse d'une réflexion sur des formes urbaines plus ou moins adaptées à l'hygiène puis enfin de la théorisation d'un espace urbain construit pour cette recherche d'hygiène. On retrouve l'héritage de ce courant en 1910 à travers le Musée Social qui cofonde l'urbanisme universitaire (Institut d'Urbanisme) avec la SUF (Société des Urbanistes et Architectes Français).

Dans son ouvrage *La naissance du Paris moderne : l'essor des politiques d'hygiène (1788-1855)*, Fabienne Chevallier dénombre six médecins actifs à Paris au début du XIX^e siècle,³⁵⁴ dont les travaux permettent de suivre la « sédimentation des connaissances » menant à la constitution de l'hygiène urbaine : Hallé, Parent-Duchâtelet, Bonaventure Orfila, Villermé, Audin-Rouvière et Lachaise. Chevallier montre l'impact de ces recherches et de ce mouvement sur les politiques urbaines, elle estime que « la topographie de Lachaise préfigure l'art du diagnostic urbain ». En précurseur du préfet Rambuteau, le médecin Lachaise voit la nécessité d'ouvrir des rues pour assainir certains de ces quartiers ». Par exemple, pour l'enclos de Saint-Jean de Latran, Lachaise diagnostique et prescrit en 1822 que « ce lieu

³⁵⁴ Fabienne Chevallier, *La naissance du Paris moderne : l'essor des politiques d'hygiène (1788-1855)*, Edition électronique, Habilitation à diriger des recherches, Rennes 2, 2012 (Chevallier, 2012), p°22

cessera d'être insalubre que lorsqu'on aura ouvert quelques rues du côté de celles Saint-Jean-de-Beauvais, Saint-Jacques ou des Noyers, et qu'on aura détruit par ce moyen l'aspect d'une communauté que lui donnent deux ou trois portes de bois qui ferment l'entrée des premières cours ». La science de l'organisation de l'espace des villes est donc rapidement influencée par le diagnostic du médecin.

Quantifier l'hygiène : quelques cartes déduites de la *Topographie Médicale* de Lachaise

Claude Lachaise estime sa topographie ambitieuse et novatrice parce que « mieux documentée que celles de ses prédécesseurs ». La lecture de l'essai est particulièrement intéressante pour notre sujet par sa description de chaque quartier qui est l'apport le plus personnel de Lachaise. La description est sensible, renseignée par les habitants et se veut la plus proche possible de l'environnement. La topographie urbaine est bien centrale dans sa recherche du lien avec les causes de l'insalubrité. Il reproche notamment à l'initiateur du genre, en 1786, Jean-Jacques Menuret de Chambaud de « manquer de descriptions positives » et surtout de « faits propres à la ville » en plus de se tenir « de beaucoup en dessous de l'état de la science ». Par conséquent, le « besoin d'un ouvrage plus complet se faisait sentir ». La troisième partie de la topographie a justement l'ambition de rapprocher les constats médicaux de ces *faits propres à la ville*, en observant chaque quartier de Paris, ce qui manquait selon Lachaise dans les ouvrages de Menuret puis d'Audin-Rouvière, « modèle copié sur le précédent ».

La Topographie Médicale consacre environ deux à trois pages par arrondissement. Un arrondissement de Paris (qui en compte douze jusqu'en 1860) compte quatre quartiers. Les quartiers sont décrits à travers des paragraphes analysant, en lien constant avec la topographie, les causes générales de la salubrité ou de l'insalubrité, avec souvent une phrase de synthèse.

Cependant, l'ouvrage décrit la topographie par le texte sans cartographie. Dans ce cadre de l'écrit il est difficile pour le lecteur, et donc tout autant pour le chercheur, de se faire une idée du portrait ainsi tracé de Paris, même avec une bonne connaissance de la géographie (nom des quartiers, des rues, sens des pentes, lieux ventés etc.). La médecine n'ayant pas, contrairement aux ingénieurs, d'ambition cartographique. D'où notre initiative de le cartographier ces données, ce que Lachaise n'a pas fait à l'époque. La démarche n'est pas anachronique car nous n'allons utiliser que des données accessibles à la cartographie de la même génération que Lachaise. Ce que nous ajoutons est le traitement vectoriel (voir partie I).

Lachaise limite sa démarche quantitative aux tables de décès et tente ainsi une comparabilité de ses objets d'étude qui sont les 48 quartiers. Nous allons tenter cette quantification à posteriori à partir de ses arguments.

Méthode

La méthode que nous mettons en place vise donc à rendre propice ces éléments à la synthèse cartographique. Il a fallu surtout les condenser. Notre objectif est bien de « croiser » les sources de ces domaines à la pointe du savoir urbain ou du moins qui se sont imposés par la suite, ce qui semble possible grâce la géomatique. Nous pourrions observer :

- Un degré de cohérence entre des discours qui n'ont à priori pas été tenus dans le même objectif
- Un enrichissement mutuel de ces lectures. D'une part, étant donné qu'il est ardu de lire spatialement Lachaise tant les noms de rues, de quartiers de subtilités topographiques demandent d'être un expert de la géographie parisienne de 1822. D'autre part, de comprendre des notions connexes liées à la nouvelle représentation tridimensionnelle des ingénieurs dont la principale mission est d'étendre le réseau d'eau courante de l'Ourcq

Nous commençons par créer un « champ salubrité » à partir du livre de Lachaise, dont la méthode de restitution est basée sur l'argumentaire par quartier. Notre échelle est soit positive, pour la salubrité, soit négative, pour l'insalubrité. Ensuite, sur chaque branche, ici par exemple celle de l'insalubrité, nous estimons :

- qu'un quartier décrit globalement comme insalubre, mais avec plusieurs arguments en faveur de sa salubrité est noté **-1** : *plutôt insalubre*
- qu'un quartier insalubre avec un seul argument positif est noté **-2** : *insalubre*
- qu'un quartier avec uniquement des arguments d'insalubrité est noté **-3** : *très insalubre*
- que *les plus insalubres* des quartiers, qualifiés comme tels par l'auteur, sont notés **-4** (il y en a deux dans le cas de l'insalubrité : Saint-Marcel et Sainte-Avoye)

Par le même système nous « notons » la salubrité.

Par ailleurs, pour pleinement utiliser les ressources sémiologiques, nous retenons les deux arguments les plus forts en faveur de la salubrité et de l'insalubrité (notons qu'il peut n'y en

avoir qu'un seul ou aucun). Ainsi nous pourrions créer des étiquettes qualifiant les causes « topographiées » en 1822 de la salubrité et de l'insalubrité.

Les rendus de l'enquête par trois tableaux

Le tableau des causes de la salubrité et/ou de l'insalubrité, selon C. Lachaise :

Arrondissements et quartiers	Salubrité <i>Insalubrité</i>	Arrondissements et quartiers	Salubrité <i>Insalubrité</i>	Arrondissements et quartiers	Salubrité <i>Insalubrité</i>
I^{er}		V^{ème}		IX^{ème}	
Roule	Vent -	Porte Saint-Martin	Elevé, pente	Arsenal	Moins sujet aux inondations, moins de pauvres, aéré <i>Vapeurs des fossés de la Bastille</i>
Chaillot	Vent -	Montorgueil	Riche (marchands aisés), maisons régulières <i>Rues orientées d'est en ouest</i>	Ile Saint-Louis	Beaux quais, vent, élevé, bien construit, air pur, habitants à la santé robuste et au teint vermeil
Champs Elysées	Vent <i>Caves inondables</i>	Faubourg Saint-Denis	Elevé, pente <i>Voirie</i>	Cité	- <i>Pas d'alignement, urbanisme d'après les temples et bâtiments publics, maisons et pièces étroites, populeux, pauvres, loyers modiques, pavé boueux et mouillé</i>
Tuileries	Vent <i>Caves inondables</i>	Bonne Nouvelle	Riche (marchands aisés), maisons régulières <i>Rues orientées d'est en ouest</i>	Hôtel de Ville	Habitants aisés <i>Rues obscures, humides, boue noire et gluante, inondable, indigents</i>
Place Vendôme	Vent -				
II^{ème}		VI^{ème}		X^{ème}	
Feydeau	Riche <i>Maisons hautes</i>	Saint-Martin	- <i>Populeux, mal bâti, étroit, humide, vapeurs mercurielles</i>	Invalides	rues larges, bien bâties, propres, et presque toujours sèches ; d'hôtels magnifiques ornés de vastes cours et de jardins, diplomates etc. <i>Exposé aux</i>

					<i>inondations, les rues deviennent des "espèces de torrents", inondent les caves en "allant chercher l'égout", pauvres, alcooliques</i>
Palais Royal	Riche <i>Maisons hautes</i>	Temple	Elevé, pente, jardins potagers <i>Poudrette de Montfaucon, odeur</i>	Monnaie	Rues belles et aérées, vents du nord <i>Maisons très élevées</i>
Chaussée d'Antin	Vent, sauf du nord (froid) <i>Boulevards humides</i>	Porte Saint Denis	- <i>Populeux, mal bâti, étroit, humide</i>	Saint-Thomas d'Aquin	rues larges, bien bâties, propres, et presque toujours sèches ; d'hôtels magnifiques ornés de vastes cours et de jardins, diplomates etc.
Faubourg Montmartre	Vent, égouts <i>Le vent vient du sud et traverse la ville</i>	Lombards	Riches commerçants <i>Encaissé, bruyant, humide, rues mal orientées, maisons hautes</i>	Faubourg Saint-Germain	Rues larges, bien bâties, propres, et presque toujours sèches; d'hôtels magnifiques ornés de vastes cours et de jardins, diplomates etc. <i>Exposé aux inondations, les rues deviennent des "espèces de torrents", inondent les caves en "allant chercher l'égout"</i>
III^{ème}		VII^{ème}		XI^{ème}	
Montmartre	Riche, maisons régulières <i>Rue Montmartre remplie d'eau</i>	Arcis	- <i>Encaissé, bruyant, humide, rues mal orientées, maisons hautes, pauvres et habité par des familles juives</i>	Luxembourg	Emplacement découvert et élevé, à la proximité de la campagne et d'une promenade magnifique, est des plus avantageuses. Peu habitée -
Mail	Riche, maisons régulières <i>Rue Montmartre remplie d'eau</i>	Mont de Piété	<i>N.R</i>	Ecole de Médecine	Du mieux (nouveau mode de construction régulière, adopté pour les marchés publics, de leur exposition sur des lieux élevés, l'air de se renouveler librement) <i>Direction vicieuse des rues, humide, maisons d'une hauteur prodigieuse, peu élevé</i>
Faubourg	Elevé, pente	Sainte-Avoye	-	Sorbonne	Du mieux (nouveau

Poissonnière	-		<i>Encaissé, bruyant, humide, rues mal orientées, maisons hautes, chapeliers et vapeurs, pauvres</i>		mode de construction régulière, adopté pour les marchés publics, exposition sur des lieux élevés et dans des places qui permettent à l'air de se renouveler librement) <i>Rues étroites et malpropres. Ouvriers malades du plomb.</i>
Saint-Eustache	Riche (marchands aisés), maisons régulières <i>Rues orientées d'est en ouest</i>	Marché Saint Jean	- <i>Encaissé, bruyant, humide, rues mal orientées, maisons hautes, pauvres</i>	Palais de Justice	Sain, bien aéré, peu peuplé -
IV^{ème}		VIII^{ème}		XII^{ème}	
Marché	- <i>Rues étroites, obscures, humides, Halles</i>	Quinze-Vingts	- <i>Inondé tous les ans, vent odeur infecte, ruisseau rue Traversière, donne le plomb, travail du bois</i>	Saint-Jacques	Rues pentues <i>Froid sensible dans toute la partie inférieure de cet espace; présence de Saint Jean de Latran; habitées par la classe la plus indigente, et conséquemment la plus malpropre</i>
Louvre	Riche (objets de luxe), rues larges -	Marais	Paisible, aisé, peu de pauvres, maisons bien bâties <i>Impasses fort désagréables</i>	Saint-Marcel (Saint-Marceau)	- <i>Bièvre première cause de l'insalubrité, on ne peut garder le bouillon plus de quelques heures; réceptacle des ordures et des eaux immondes; fange noirâtre, gluante, partout l'aspect d'un vaste égout</i>
Saint-Honoré	Riche (objets de luxe), rues larges -	Popincourt	Comme Temple, moins de maisons -	Observatoire (Faubourg St-Jacques)	Exposé à tous les vents, assez sain; crainte chimérique au sujet des catacombes; loin des centres d'infections -
Banque de France	Rues assez larges, courant d'air très favorable -	Faubourg Saint-Antoine	Cours vastes aérées compensent l'architecture <i>Mal bâti, ouvriers malades (tremblements)</i>	Jardin du Roi	Rues pentues <i>Froid sensible dans toute la partie inférieure de cet espace, Bièvre première cause de l'insalubrité; classe la plus indigente, et conséquemment la plus malpropre</i>

Figure 36 : causes de la salubrité et de l'insalubrité, par quartier

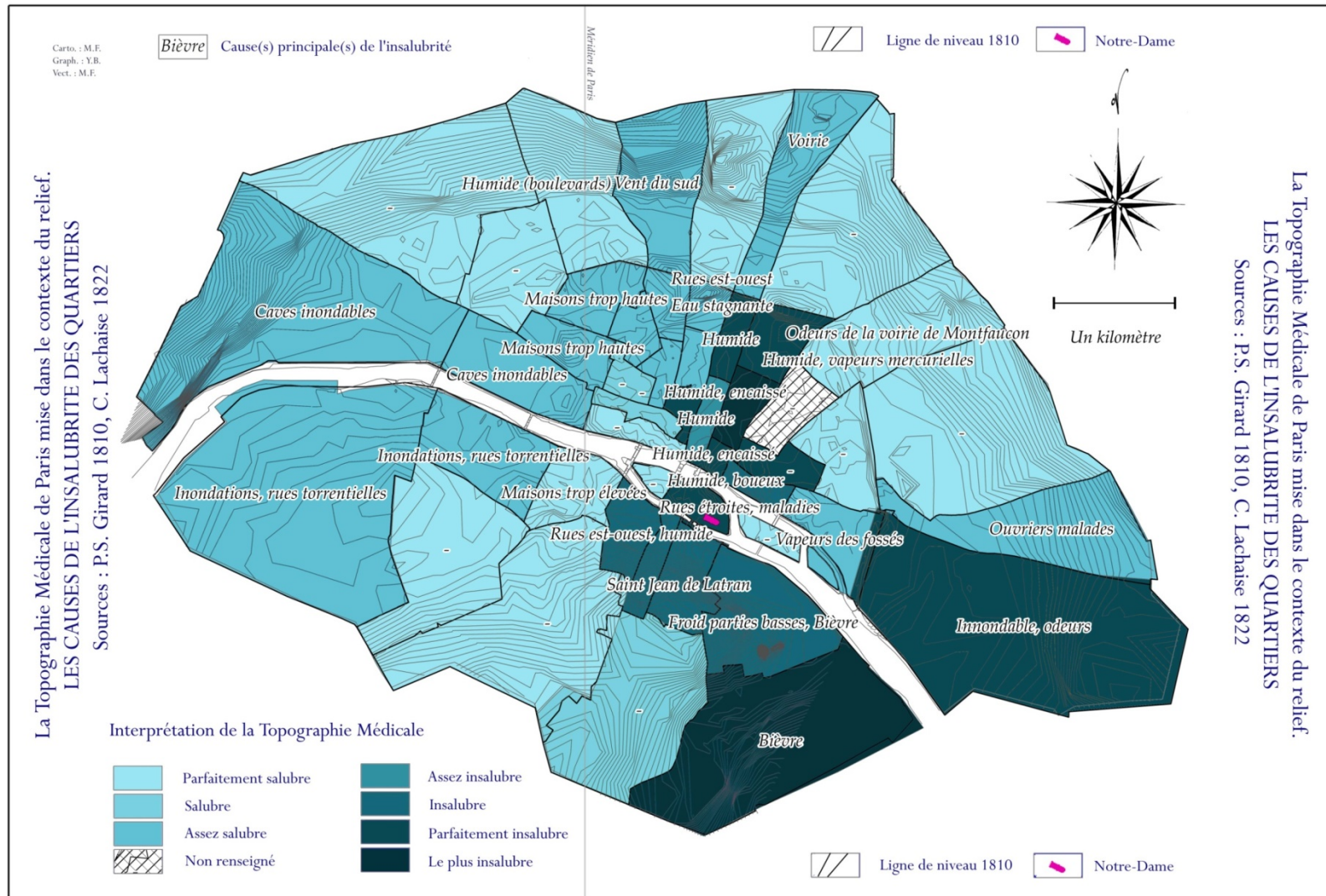
Arrondissements et quartiers	Notation tirée de la lecture de C. Lachaise	Arrondissements et quartiers	Notation tirée de la lecture de C. Lachaise	Arrondissements et quartiers	Notation tirée de la lecture de C. Lachaise
I^{er}		V^{ème}		IX^{ème}	
Roule	3	Porte Saint Martin	3	Arsenal	1
Chaillot	3	Montorgueil	1	Ile Saint Louis	3
Champs Elysées	1	Faubourg Saint Denis	1	Cité	-3
Tuileries	1	Bonne Nouvelle	1	Hôtel de Ville	-2
Place Vendôme	3				
II^{ème}		VI^{ème}		X^{ème}	
Feydeau	1	Saint Martin	-3	Invalides	1
Palais Royal	1	Temple	3	Monnaie	3
Chaussée d'Antin	3	Porte Saint Denis	-3	Saint Thomas d'Aquin	3
Faubourg Montmartre	1	Lombards	-1	Faubourg Saint Germain	1
III^{ème}		VII^{ème}		XI^{ème}	
Montmartre	1	Arcis	-3	Luxembourg	3
Mail	1	Mont de Piété	0 (N.R)	Ecole de Médecine	-2
Faubourg Poissonnière	3	Sainte-Avoye	-4	Sorbonne	-2
Saint-Eustache	1	Marché Saint Jean	-3	Palais de Justice	3
IV^{ème}		VIII^{ème}		XII^{ème}	
Marché	-3	Quinze-Vingts	-3	Saint Jacques	-2
Louvre	3	Marais	3	Saint Marcel (Saint Marceau)	-4
Saint-Honoré	2	Popincourt	3	Observatoire (Fbg St Jacques)	2
Banque de France	2	Faubourg Saint Antoine	1	Jardin du Roi	-2

Figure 37 : le tableau de synthèse, ou notation des 48 quartiers en 1822

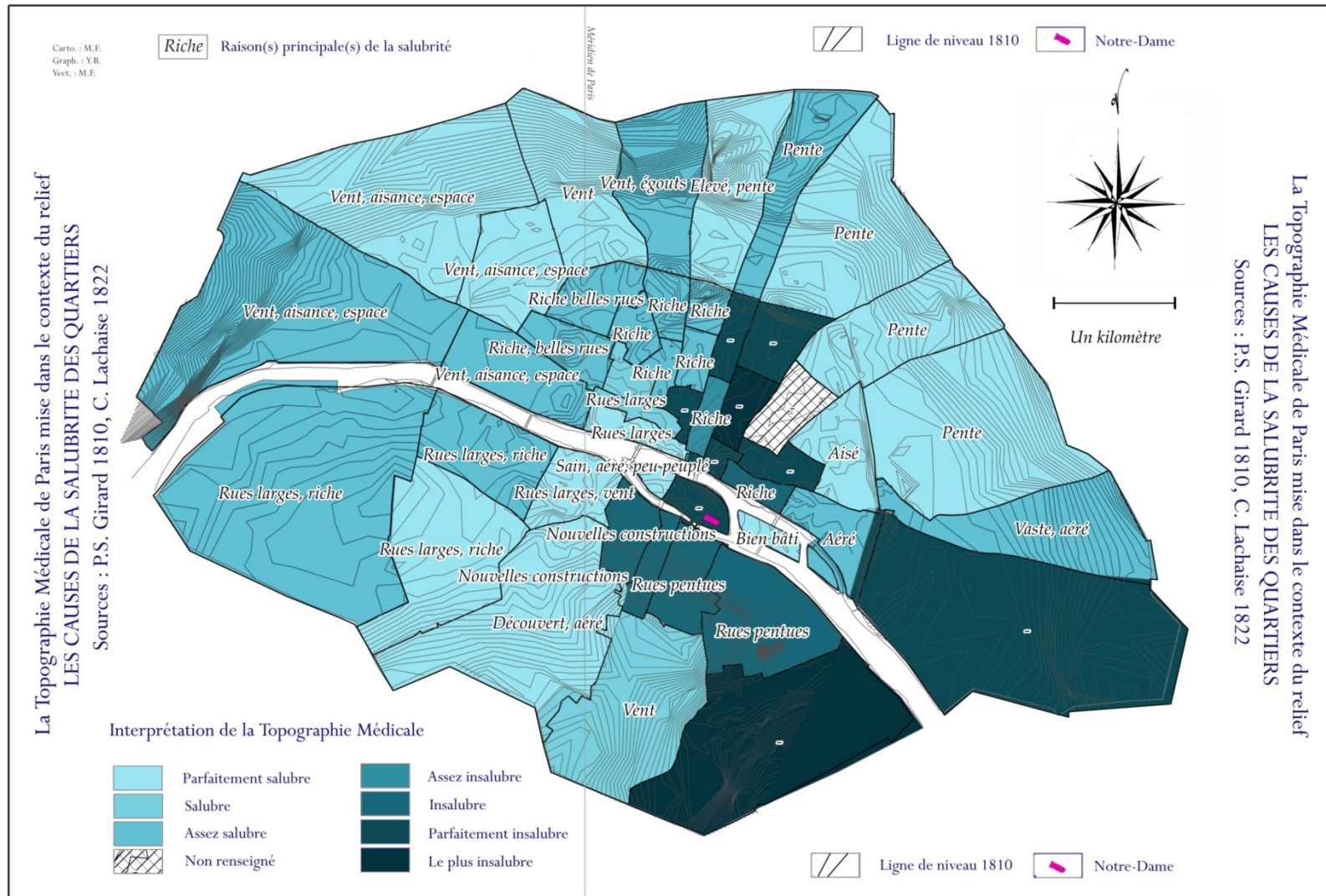
Note	Nombre de quartiers (sur 48)
3 (<i>parfaitement salubre</i>)	15
2 (<i>salubre</i>)	3
1 (<i>plutôt salubre</i>)	14
0 (<i>non renseigné</i>)	1
-1 (<i>plutôt insalubre</i>)	1
-2 (<i>insalubre</i>)	5
-3 (<i>parfaitement insalubre</i>)	7
-4 (<i>les plus insalubres</i>)	2

Figure 38 : statistique des quartiers, par classes

- Deux cartes de restitution :



Carte géomatique 29 : les causes de l'insalubrité



Carte géomatique 30 : les causes de la salubrité

25. Dans l'espace épais : débuts d'anthropocène à Paris

Un espace sous l'œil médical

Dans l'enquête de Lachaise, on note que la majorité de Paris est décrite comme salubre. Les quartiers insalubres le sont souvent pour des motifs environnementaux et quelques-uns le sont par leur population. A Saint-Jean de Latran, ce sont des « foules d'indigents » qui commercent des peaux de lapins (sûrement en lien avec la chapellerie) alors que ce sont les « juifs » aux Arcis. A l'inverse, les quartiers « riches » ou « nouveaux » sont mieux lotis. Mais le plus intéressant pour notre propos général est le lien bien visible avec les activités humaines d'une part, le relief d'autre part, la corrélation avec ce dernier étant bien visible sur la cartographie précédente.

Guillaume montre dans *La Naissance de l'Industrie à Paris*, que ce sont des métiers grégaires et très spécialisés - à haute valeur ajoutée - qui développent une proto-industrialisation parisienne dans plusieurs zones spécifiques de la ville. Ces métiers se basent sur des arts de transformations de matières premières très spécifiques - peaux, os, chiffons, salpêtre, cuir, métaux -, dans des conditions topographiques spécifiques et très sensibles aux conditions du milieu - humidité, température, savoir-faire accumulé, lien spatial entre des « filières » de transformation -.

Formant ainsi de véritables espaces à la fois sociaux et topographiques, ils ont souvent besoin d'une eau abondante, parfois spécifique car riche en certains minéraux utiles à leur « art ». Ceci recoupe, d'après notre partie II, des motions précises de la topographie urbaine. Par exemple, les quartiers situés entre les Arts et Métiers et l'Hôtel de Ville (Saint-Martin des Champs, Sainte Avoie, les Arcis) concentrent une quantité très importante de corps de métiers spécialisés : chapeliers, fondeurs de métaux ou doreurs qui ont en commun l'utilisation du mercure, permettant de « fouler » la peau de lapin ou encore de séparer les métaux précieux d'après des procédés chimiques. Le développement de ces nouveaux procédés artisanaux va de pair avec celui de la chimie, à laquelle Guillaume associe ce fort développement préindustriel dans le cas parisien, éloigné de l'image la plus classique liée à la machine à vapeur comme initiatrice première de l'industrialisation. Plus anglo-saxonne, elle est importée

massivement à Paris de façon plus tardive, ne se développant substantiellement qu'à partir des années 1830.³⁵⁵

Ces corps de métiers polluent d'une manière tout aussi spécifique. Loin de la suie atmosphérique collante issue des combustions fossiles - Paris puisant son énergie dans le bois, cette pollution est chimique, plus discrète mais toute aussi mortifère : le mercure ou les vapeurs métalliques tuent les ouvriers en jeune âge au moins depuis Ramazzini qui écrit le phénomène au début du XVIII^e siècle en Italie.³⁵⁶ Elle se transmet par les vapeurs et l'eau, la boue et les infiltrations. C'est la boue de Paris qui est le principal vecteur de contamination, ainsi que sa nappe phréatique.

Pour mieux visualiser cette ambiance urbaine, rappelons un règlement sur la construction des puits et des fosses d'aisance à Paris. En février 1580, la coutume de Paris stipule :

« Contre-mur pour aisances ou puits :

Qui veut faire aisance de privées ou puits contre un mur mitoyen, doit faire contre-mur d'un pied d'épaisseur ; et où il y a d'un côté puits, ou puits d'un côté et aisance de l'autre, suffit qu'il y ait quatre pieds de maçonnerie d'épaisseur entre deux, comprenant les épaisseurs des murs d'une part et d'autre ; mais entre deux puits suffisent 3 pieds pour le moins. »³⁵⁷

Autrement dit, presque rien n'est prévu dans le bâti ancien pour séparer le lieu de toutes les déjections et rejets : la fosse d'aisance, de celle où les habitants tirent leur eau domestique : le puits. Nous connaissons la topographie préindustrielle du quartier des Arts et Métiers grâce aux cartes de la partie II : la nappe se situe entre 2.5 et 5 mètres de la surface du sol en août 1858, retenue comme « état naturel de la nappe » par les hydrogéologues. Elle affleure donc en fond de cave. Les rejets par la rue s'infiltrèrent également dans le sol. Ces caractéristiques, tout autant liées à une topographie qu'à la peinture sociale qu'elle engendre par le biais du métier installé à cet endroit, rendent par exemple le quartier Saint-Martin des Champs objet privilégié du discours transformateur du médecin. En 1822, Claude Lachaise décrit le quartier des Arcis :

« Ce qui augmente encore les inconvénients qui naissent de la disposition de ces rues, c'est qu'elles ne sont parcourues par aucun courant d'air libre ; de telle sorte qu'il suffit de les traverser pendant l'été pour éprouver un refroidissement subit, et y trouver la cause de quelque affection catarrhale. Quelques

³⁵⁵ Sur l'essor de la machine à vapeur, voir Jacques Payen, *Technologie de l'énergie vapeur en France dans la première moitié du XIX^e siècle : la machine à vapeur fixe*, CTHS, 1985 (Payen, 1985)

³⁵⁶ Bernardino Ramazzini, *Des maladies du travail (De morbis artificum diatriba)*, Baillères, 1822 (Ramazzini, 1822), réédité et traduit en français de l'édition originale de 1700, puis réédité en 1990

³⁵⁷ *Traité pratique de la voirie à Paris* (A. de Royou, 1879), p°199

une de ces rues, comme celles Aubry le Boucher, des Lombards, de la Verrerie, ont, à la vérité, une largeur suffisante ; mais cet avantage se trouve en partie éclipsé par l'odeur qui s'exhale des nombreux ateliers qu'elles renferment, et des boues épaisses qui les tapissent sans cesse. Mais nulle part à Paris et dans aucune ville peut-être, on ne rencontre des rues aussi étroites et aussi malpropres que celles qui vont de la rue Saint-Martin à la rue Beaubourg ; ce sont autant de ruelles qui deviennent le réceptacle de toute espèce d'ordures, et qui s'opposent au renouvellement d'un air qu'infectent déjà l'odeur et les vapeurs d'une multitude de foules de chapellerie, fort mal à propos établies dans les rues Beaubourg, Simon le Franc, Geoffroy Langevin, du Maure, etc. »³⁵⁸

Quant à Saint-Martin des Champs, au nord-est de ce dernier :

« Si l'on excepte les rues Meslay, Neuve-Saint Martin et Notre Dame de Nazareth, qui reçoivent des vents directs par le moyen des boulevards, toutes les autres sont étroites, mal bâties, boueuses et toujours humides. Les maisons y sont hautes, n'ont ni cours ni jardin, et renferment à chaque étage de nombreuses familles ; La classe la plus aisée des habitants est formée par des marchands détaillants ; mais les rues Grenier Saint-Lazarre, Transnonain, Jean-Robert, Cimetière Saint Nicolas, des Gravilliers, renferment beaucoup d'ateliers de doreurs sur cuivre et autres métaux, de fondeurs, de plaqueurs et de polisseurs de bijoux. Les accidents fréquents auxquels les vapeurs mercurielles exposent les doreurs ont fait sentir la nécessité d'une réforme dans leurs cheminées et leurs forges.

Lachaise précise que l'insalubrité liée à la topographie physique et sociale n'est pas l'unique cause des maladies. Dans sa conclusion, il estime que les grandes épidémies de son époque - 1801, 1804, 1806, 1813, 1814 (les deux dernières étant le typhus) -, s'exercent en effet indifféremment des quartiers. Seule la mortalité « quotidienne » y est plus importante. Il estime encore qu'au-delà de la topographie, ce sont bien le niveau de vie des habitants et la pénibilité de leurs journées qui en sont tout aussi bien les causes. Les phénomènes sont liés. Dernière difficulté : sa comptabilité qui est à la base du raisonnement scientifique est difficile. Par exemple, dans le XII^e arrondissement, « beaucoup d'habitans vont, en très grand nombre, mourir dans les hôpitaux »³⁵⁹ : ils ne figurent donc pas sur les registres mortuaires et faussent ainsi les statistiques.

Néanmoins, nous pourrions observer plus loin combien les remèdes à l'insalubrité sont utilisés comme justification primordiale des grandes transformations du second XIX^e siècle. Ainsi, en ce début de siècle, l'œil médical identifie une caractéristique de ces quartiers liée aux grappes de métiers qui rejettent des boues infectées - pour notre exemple, centré sur les Arcis et Saint-Martin des Champs -. L'espace est donc clairement impacté par la recherche topographique

³⁵⁸ *Topographie médicale de Paris* (Lachaise, 1822), p°161

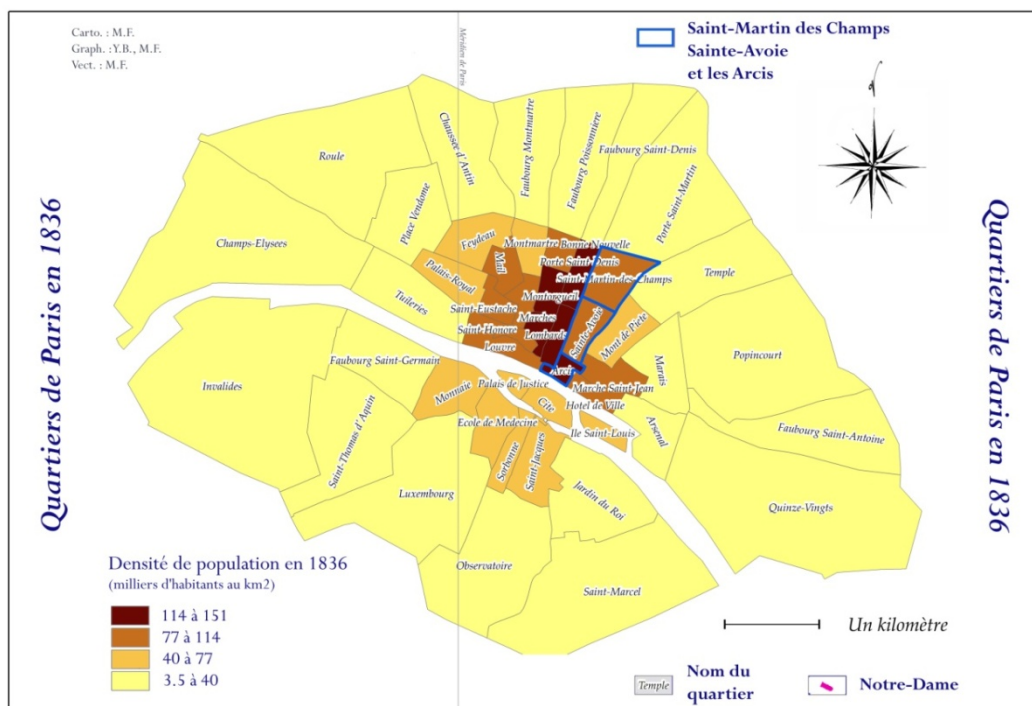
³⁵⁹ Arrondissement entourant Sainte-Geneviève jusqu'en 1860: il dispose d'un grand nombre d'hôpitaux, liés aux établissements ecclésiastiques.

médicale. Nous recherchons maintenant une corrélation par d'autres sources de cette caractérisation topographique aux conséquences morphologiques importantes.

Le Paris préindustriel : archéologie par les eaux et les métaux

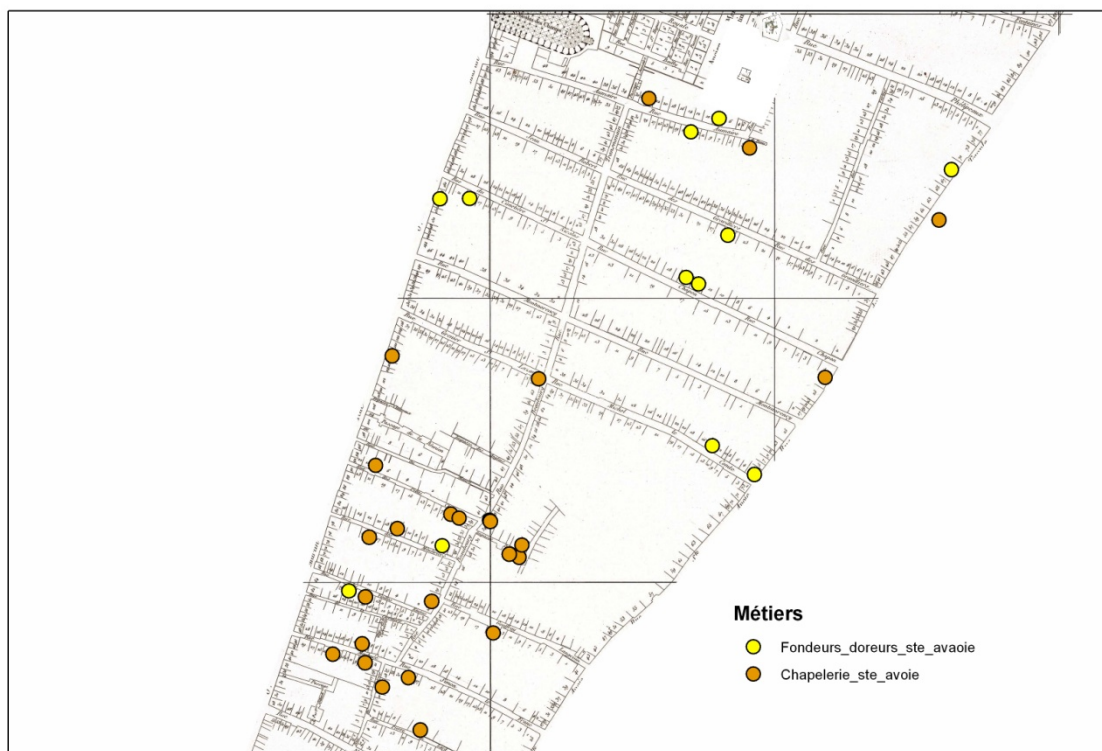
Claude Lachaise est dans une démarche globalisante. Son travail vise justement à relier l'étude statistique médicale à des mieux de la ville. On n'a pour sources que les siennes, c'est à dire des comptabilités de mortalités. Les autres arguments, comme ceux sur les métiers, sont qualitatifs et basé sur l'observation et les conclusions du Conseil de Salubrité. Cette instance est nouvelle, instituée sous l'Empire en 1802, auprès du Préfet de Police. Il est composé de quatre membres au début, puis de 7 en 1807 auxquels on adjoint deux médecins en cas d'épidémie. Les Conseils de Salubrité sont institués dans tous les départements en 1851. Ils surveillent notamment et recueillent des observations sur les ateliers susceptibles de propager une insalubrité.

Nous nous concentrons, pour des raisons qui vont suivre sur trois quartiers, à la recherche d'une spatialisation topographique liée à la salubrité urbaine : les Arcis, Sainte-Avoie, Saint-Martin des Champs.



Carte géomatique 31 : trois quartiers concernés par la suite de l'enquête, dans le contexte de la densité de population à Paris en 1836 (voir annexe A3)

Les archives des premières années du Conseil de Salubrité parisien nous sont parvenues. Par l'analyse spatiale, il nous semble possible de corréler les propos de Lachaise par la géolocalisation des métiers incriminés afin d'en savoir davantage sur cette topographie très particulière. Dans les deux quartiers que nous retenons, les pires de Paris selon Lachaise - avec Saint-Marcel -, les métiers à rechercher sont les chapeliers (ou « fouleurs »), les doreurs et les fondeurs. Sur la période proposée, nous disposons des liasses de rapports des années 1807 à 1828. Nous réalisons donc une extraction manuelle des adresses, reportée sur un plan Jacoubet 1836 qui nous fournit les adresses. Nous nous concentrons donc sur la zone entre les rue Saint-Martin, du Temple, Aumaire, Beaubourg. On observe bien une grande concentration d'installations de chapeliers, doreurs et travailleurs du métal entre 1807 et 1828 :



Carte géomatique 32 : installations de fondeurs et doreurs dans le quartier de Sainte-Avoie

Si nous prenons l'exemple du passage Berthaud, intéressant car il a survécu aux rénovations urbaines du XIX^e siècle, dans la base de données BASIAS évoquée en début de chapitre il n'y a aucune trace d'activité polluante à cet endroit. Pourtant c'est un de ces lieux où l'artisanat se développe en « grappe » au XIX^e siècle à Paris. Quatre chapeliers s'installent dans la zone durant notre période. Le sujet est bien pluridisciplinaire, répondant à la fois à la morphologie

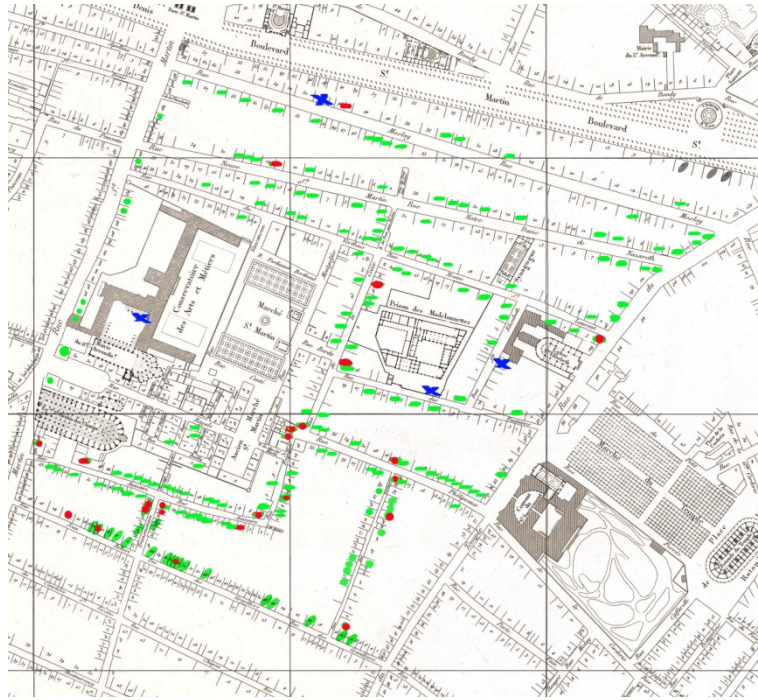
très concrète d'une époque passée permettant de s'émanciper de certains discours de l'époque, mais aussi de répondre à des règlements urbains actuels que des historiens savent compléter.

L'eau

Après avoir expérimenté la mise en relief et en topographie de ces archives renseignant la réalité des débuts de l'hygiène nous allons essayer de visualiser le contexte de l'eau dans son relief. Nous réalisons une seconde enquête spatiale grâce à une autre source importante : le relevé des moyens de secours contre l'incendie dont disposent les maisons de Paris en 1834, réalisé à la demande du Préfet de Police par les commissaires des 48 quartiers de Paris. Manuscrits, ces relevés ne sont pas parfaitement égaux : certains commissaires sont très poitilleux, d'autres plus négligeants.

Le commissaire du quartier Saint-Martin des Champs fait un relevé très précis, stipulant les noms des propriétaires, les puits et pompes et surtout les prises d'eau infectées et des indices sur la qualité de l'eau. Nous pouvons donc réaliser la cartographie du miasme répandu par l'eau souterraine, dont nous avons vu qu'elle est une caractéristique fondamentale des activités de ce quartier du fait que sa gestion est négligée par les règlements sur les puits et fosses d'aisance. Par contre, les relevés des puits et pompes des Arcis est et de Sainte-Avoie sont minimalistes : seules les pompes et puits sont signalés, sans autre forme de commentaires sur leur qualité.

Notre enquête se focalise donc sur les puits infectés du quartier de Saint-Martin des Champs, immédiatement voisin de Sainte-Avoie :



Carte géomatique 33 : les puits corrompus du quartier des Arts et Métiers (Saint-Martin des Champs), en 1834 (points rouges)

Au sud de ce quartier, la concentration de puits insalubres est importante, proche du quartier Sainte Avoie que nous avons exploré par ses métiers précédemment :

- 196 Saint-Martin : le puits est dans la cave l'eau y est insalubre
- 2 Vertus : l'eau est insalubre, au 28 elle est très mauvaise
- 47 et 42 rue Transnonain : l'eau est gâtée par des infiltrations, au 40 elle est bourbeuse
- 111 Temple : l'eau n'est pas bonne
- 58 Gravières : l'eau est insalubre
- 12 Jean Robert : l'eau est trouble, au 22 elle est verte
- 6 rue Croix : le puits est insalubre, au 18 l'eau est trouble
- 24 et 42 rue Phélieux : l'eau est trouble, au 21 elle n'est pas bonne
- 16 et 17 rue Frépillon l'eau est trouble, verte au 12, insalubre au 19
- 4 rue Aumaire l'eau est corrompue, au 26 le puits dans la cave est condamné comme insalubre, au 19 bis l'eau a une petite odeur, elle est vaseuse au 7 et trouble au 48
- Les puits sont insalubres aux 22 et 24 Neuve Saint-Martin

Equilibre fragile de la ville entre l'hygiène et l'eau ancienne : spatialité

Cette spatialisation de sources d'époque peut permettre de bien mieux saisir un rapport à l'espace - ici dans le cas de la ville -, et donc de mieux saisir les discours sur la ville induits et sur les transformations préconisées. Nous observons la réalité d'un état d'équilibre spatial urbain entre une hygiène la poussant hors les murs vers des coteaux sains, aérés, et une industrie naissante dans un contexte de rareté hydraulique toujours présente. Le réseau de l'Ourcq se déploie à la même époque, nous y revenons dans la partie suivante. Dans le quartier Saint-Martin des Champs, les premières institutions qui s'y connectent sont, en 1834, le conservatoire des Arts et Métiers (3 robinets), la prison des Madelonnettes, celle des jeunes détenus (rue des Fontaines, 4 robinets) et les écoles mutuelles (2 robinets). C'est cette eau nouvelle qui va radicalement changer la morphologie urbaine et l'équilibre spatial que nous avons essayé de décrire.

La ville est donc en équilibre entre le désir de quartiers d'altitude salubres et des quartiers humides, insalubres mais approvisionnés en eau par le biais des pompes et puits, ce qui est essentiel. L'époque ou écrit Lachaise est charnière, car pour la première fois les quartiers « hauts » deviennent accessibles à une activité urbaine plus dense, grâce aux eaux de Girard. D'où notre enquête suivante.

Chapitre 9 L'eau réticulée et son impact morphologique pour Paris : 1805-1855

26.L'eau, le relief et la morphologie urbaine au XIX^e siècle

On a beaucoup étudié l'évolution de l'adduction d'eau à Paris par le biais quantitatif, en kilomètres de conduites déployées ou bien en mètre cubes d'eau distribués, comme les ingénieurs du XIX^e siècle le faisaient. Les sources structurent cette lecture de « l'approvisionnement ». On a moins étudié les conséquences induites sur la forme de la ville par les transformations fondamentales du XIX^e siècle. La lecture morphologique de Paul Dupuy,³⁶⁰ dont nous rappelons qu'elle a été peu reprise, identifie les changements radicaux de la dynamique de l'extension urbaine comme liés au relief. Il focalise son argumentaire sur l'usage agricole ou le revêtement naturel du relief, récemment dévoilé dans son importance morphologique par les papiers de Vacquer. A l'antiquité des pentes de Sainte-Geneviève naturellement propices à la vigne, suit le défrichage médiéval des denses forêts de la rive droite tournées vers le marais du bras mort (peu attirantes depuis la Seine dont les berges regardent la Montagne Sainte-Geneviève). Le seuil historique suivant réside dans le comblement par des terres rapportées de ce marais, permettant l'accès aux coteaux puis le franchissement rapide des cols de Monceau et de la Villette. Sainte-Geneviève reste bloquée dans son urbanisme à la fois par l'héritage des clos viticoles et l'inertie religieuse, d'où son état de vide au début du XIX^e siècle.

Nous formulons l'hypothèse que la lecture innovante en 1900 des dynamiques morphologiques faite par Dupuy en 1900 peut être mise en lien avec les ressources spatiales que nous avons accumulées sur le relief et l'eau du XIX^e siècle. Dupuy décrit dans ces termes le seuil franchi par Paris à la fin de la période Moderne :

« Ce ne fut en réalité que tout fait la fin du XVIII^e siècle et au commencement du XIX^e que les anciens marais furent transformés en jardins agrément par des terres rapportées qui égalisèrent le niveau général du sol avec celui des anciennes chaussées surélevées. Alors furent construits les beaux hôtels de la Chaussée d'Antin et des rues avoisinantes, entre autres de cette rue Chantierine, aujourd'hui rue de la Victoire, où il fallu rien moins que le souvenir de Napoléon pour effacer celui des grenouilles et de leurs coassements.

³⁶⁰ Que nous avons présenté au début de cette partie à travers l'article de Paul Dupuy, « Le sol et la croissance de Paris », in *Annales de Géographie*, 1900, vol.9, n°46 (Dupuy, 1900)

Le XIX^e siècle marque pour le Paris de la rive droite une troisième phase de sa croissance, celle où il a franchi les hauteurs du N. surtout en passant par les deux seuils qui dégagent à l'E. et à l'W. le pied de la butte Montmartre ; alors avec une rapidité prodigieuse, il a débordé sur les pentes qui s'étendent au delà ; il a submergé, pour ainsi dire, l'enceinte fortifiée³⁶¹ dont on l'avait entouré il y a soixante ans, et a essaimé près de 300 000 habitants dans sept villes qui se confondent ensemble, et toutes se confondent avec lui ; le voici maintenant qui, de Boulogne à Saint-Denis, sur plus de 20 kilomètres de rives, bat le fleuve dans le tournant qui succède celui où il est parti. »³⁶²

On peut rechercher une autre lecture morphologique chez les acteurs de la transformation : ici, les ingénieurs. Néanmoins, leur production scientifique s'intéresse peu au terrain antérieur, visant justement à s'en extraire. Nous postulons donc que la lecture spatiale diachronique est propice à l'analyse, davantage que ne l'est la production administrative, puisque celle-ci politise les transformations spatiales en se ramenant à la génération précédente et en les résumant trop par des rapports quantitatifs ou de filtre descriptif unique qui sont liés à la notion de progrès.

Objectif :

Guillaume a montré dans *La Naissance de l'Industrie à Paris* le grand changement qui intervient, dès la proto-industrialisation, dans l'approvisionnement en eau de Paris. Plusieurs études poussées ont étudié la question par le biais du projet ou de l'objet technique. Dans la poursuite de notre objectif, nous voulons ici étudier l'impact de ce changement radical de paradigme intervenu entre l'inauguration du Bassin de la Villette (1808) et la réticulation généralisée des rues de Paris, quasiment effective en 1850. Observons la carte des bouches à eau données par Emmerly en 1850 (chaque bouche à eau signalant une conduite souterraine) :

³⁶¹ La suppression de cette enceinte sur la rive droite a été décidée par une loi récente, depuis la Seine au Point-du-Jour, jusqu'à la porte de Pantin

³⁶² (Dupuy, 1900), p°357



Figure 39 : les bouches à clés à eau en 1850 par H. C. Emmerly marquent dans chaque rue le déploiement des eaux de l'Ourcq

En 1800, l'eau est rare : le phénomène est quasi dramatique à Paris, que ce soit pour la santé, ou pour le développement impossible de l'activité industrielle. Il est aussi synonyme d'une inertie politique qui dure depuis plus d'un siècle : Voltaire milite déjà pour que les bourgeois de Paris financent un canal pour la ville en 1768, laissé de côté « depuis Louis XIV », dans sa correspondance avec Deparcieux, favorable du projet.

En 1850, la plupart des rues parisiennes disposent d'une eau abondante : le paradigme pluriséculaire de la rareté a alors radicalement changé. Les extensions urbaines ont déjà commencé à gagner les coteaux, selon la lecture basée sur le relief menée en 1910 par Dupuy, alors inspiré par les avancées de l'archéologie. Il y a 1954 bouches à eau en 1860 dans « l'Ancien Paris », au lendemain de l'annexion.³⁶³ Des bornes spéciales sont créées en 1865 à destination de la lutte contre les incendies.

Plusieurs études ont par la suite été consacrées à l'état préindustriel des eaux, au premier chef par Belgrand. L'introduction démontre l'état tragique dans lequel se trouvait la ville avant le Second Empire. Or, si l'œuvre de Belgrand a su s'imposer comme la référence de lecture au

³⁶³ APP, DA 282 : contient un rapport signé Haussmann, Merruau, Michal et Belgrand à destination de la Préfecture de Police, autour des moyens de lutter contre l'incendie au moment de l'annexion des communes périphériques de 1860

côté de celles d’Hausmann et d’Alphand, des recherches similaires ont aussi été menées par les ingénieurs du réseau de l’Ourcq de 1810 à 1850.

Comme pour les discours sur l’hygiène, nous prenons le parti de commencer par une étude spatiale. Nous faisons l’hypothèse que la forme urbaine est radicalement transformée, de même que le rythme de son extension dès le premier XIX^e siècle. Le seul discours quantitatif pourrait en effet brouiller les pistes quant à cette phase de l’histoire de l’eau à Paris. Quant aux études récentes, elles ont privilégié l’eau de surface à l’eau souterraine.

27.Lier l’eau à l’espace : deux sources

La ressource : pour une enquête spatiale

Nous voulons tenter de lier les phénomènes de l’eau et de la forme urbaine à l’aide de plusieurs ressources : les lignes de niveaux qui sont essentielles, ainsi que deux archives spécifiques que nous voulons remettre à jour et exploiter dans toute leur ressource spatiale :

La première réside dans les cartographies novatrices d’Henri-Charles Emmery³⁶⁴ qui sont peu exploitées. Elles sont laissées de côté par l’Atlas d’Alphand, sauf 1855 et non republiées dans les éditions récentes sur l’histoire de Paris. Barles leur accorde de l’importance. Régulièrement, Emmery publie, à partir de 1839 la carte de l’extension du réseau de l’Ourcq dans les rues de Paris. Nous avons retrouvé la plus ancienne disponible (1840) et l’avons reconstitué selon un procédé similaire à celui que nous avons détaillé pour le plan Girard. Nous choisissons de reconstituer la carte de 1840 car elle est la plus ancienne qui soit dans un état convenable. Des versions sont actualisées en 1846, 1850, puis 1858, date à partir de laquelle Belgrand commence un nouveau réseau, pressurisé et spécifiquement à l’usage de la consommation domestique. Emmery présente ainsi ses planches en 1839 :

« Nous joignons à ce mémoire une planche, non moins importante (que celle des égouts de 1834), précisément sur le même format, et qui reproduit la distribution entière des eaux de l’Ourcq pour cette même grande cité »³⁶⁵

³⁶⁴ Secrétaire des *Annales des Ponts et Chaussées* de 1831 à 1841 et successeur de Girard au service des eaux de Paris le 1^{er} janvier 1832, Girard est remplacé par Duleau, emporté par le choléra suivi d’Emmery prend ses fonctions le 11 juin de la même année. Henri-Charles Emmery de Sept Fontaines, *Statistique des eaux de la Ville de Paris année 1839*, p°290 et (Barles, 1999b), p°214

³⁶⁵ Henri-Charles Emmery de Sept Fontaines, *Statistique des eaux de la Ville de Paris (année 1839)*, Carilian-Goeury Dalmont, 1840 (Emmery de Sept Fontaines, 1840), p°15

« Ces deux planches ne sont que la réduction à l'échelle de 0.075 m pour 2000 m [1/26 666°], des deux grands plans de Paris établis sous notre direction. » En note « Ces deux plans de Paris, établis à l'échelle de 0.15 m par mille mètres [1/6 666°], l'un comme plan statistique des égouts, l'autre comme plan statistique des eaux de la ville, sont gravés également sur cuivre pour être, chaque année, complétés et corrigés s'il y a lieu. Nous en avons remis les premières épreuves, le 1^{er} novembre 1839, au conseil municipal de la ville de Paris. »³⁶⁶

La seconde est de type manuscrit : il s'agit de l'enquête des commissaires de police de 1834, mise à jour par Guillaume et que nous voulons exploiter dans l'espace. 1834 est une belle date pour étudier le phénomène, car la généralisation n'est pas du tout effectuée. Le processus débute juste, la cartographie est alors inexistante : des différenciations spatiales apparaissent alors qu'elles s'appêtent à être niées par le processus de généralisation du réseau. On peut donc percevoir les effets sur la forme urbaine du nouveau processus de la réticulation, dont le canal de l'Ourcq est la première occurrence en France. Seule Londres, grâce aux machines à vapeur dans la Tamise, avait déjà commencé une réticulation. En France l'initiative est publique : la rue est alimentée avant les immeubles. A Londres c'est l'inverse : l'initiative est basée sur l'économie privée, et la machine à vapeur élévatoire, la rue restant plus longtemps un cloaque faute d'organisation administratrice.³⁶⁷

Objectif

Nous cherchons à évaluer les effets de la naissance du réseau : en 1855 il est général et quasi achevé dans Paris, en dessous des 50 mètres d'altitude du bassin de la Villette. Il ne sera doublé, rendu propre à la consommation domestique et surtout capable d'atteindre les étages supérieurs que sous le Second Empire.

Le mouvement précédent est moins perceptible car il faut faire la synthèse d'une source non unifiée. En 1834, le phénomène urbain débute encore. Un travail de recherche sur la morphogénèse serait donc par exemple de restituer cette vision avec des outils qui le permettent, et de corrélérer avec les autres sources que nous avons à disposition sur la topographie urbaine.

³⁶⁶ Id., p°16

³⁶⁷ Konstantinos Chatzis, « Eaux de Paris, eaux de Londres. Quand les ingénieurs de la capitale française regardent outre-Manche, 1820-1880. », in *Documents pour l'histoire des techniques*, n°19, 2010 (Chatzis, 2010)

Méthode

Nous consacrons une enquête spatiale à cette question dans une perspective morphogénétique sur l'eau au XIX^e siècle. Le but est d'étudier les formes urbaines induites par les premiers immeubles raccordés, notés par les 48 commissaires de Paris en 1834. L'intérêt, en étudiant ces premiers immeubles raccordés à un réseau d'eau, est de visualiser une réelle influence sur la forme de Paris, qui serait beaucoup moins mises en évidence avec les seules clés à eau, qui recouvrent progressivement les réseaux viaires *existants*.

Nous représentons donc le taux de raccord d'immeubles à l'eau courante par quartiers en 1834, la limite des dix mètres de profondeur de l'eau souterraine, et la provenance des eaux par un code couleur : rouge pour les pompes à feu, bleu pour l'Ourcq, vert pour les anciens aqueducs.

- La provenance n'est pas toujours notée, donc nous l'estimons pour simplifier le rendu, des erreurs sont possibles. Les cartes d'Emmery de 1839 et 1848 donnent la provenance, ou la meilleure hypothèse pour celle-ci,
- Tous ces immeubles sont placés à l'adresse sur un plan Jacoubet 1836.

Résultats du dépouillement de l'enquête des commissaires

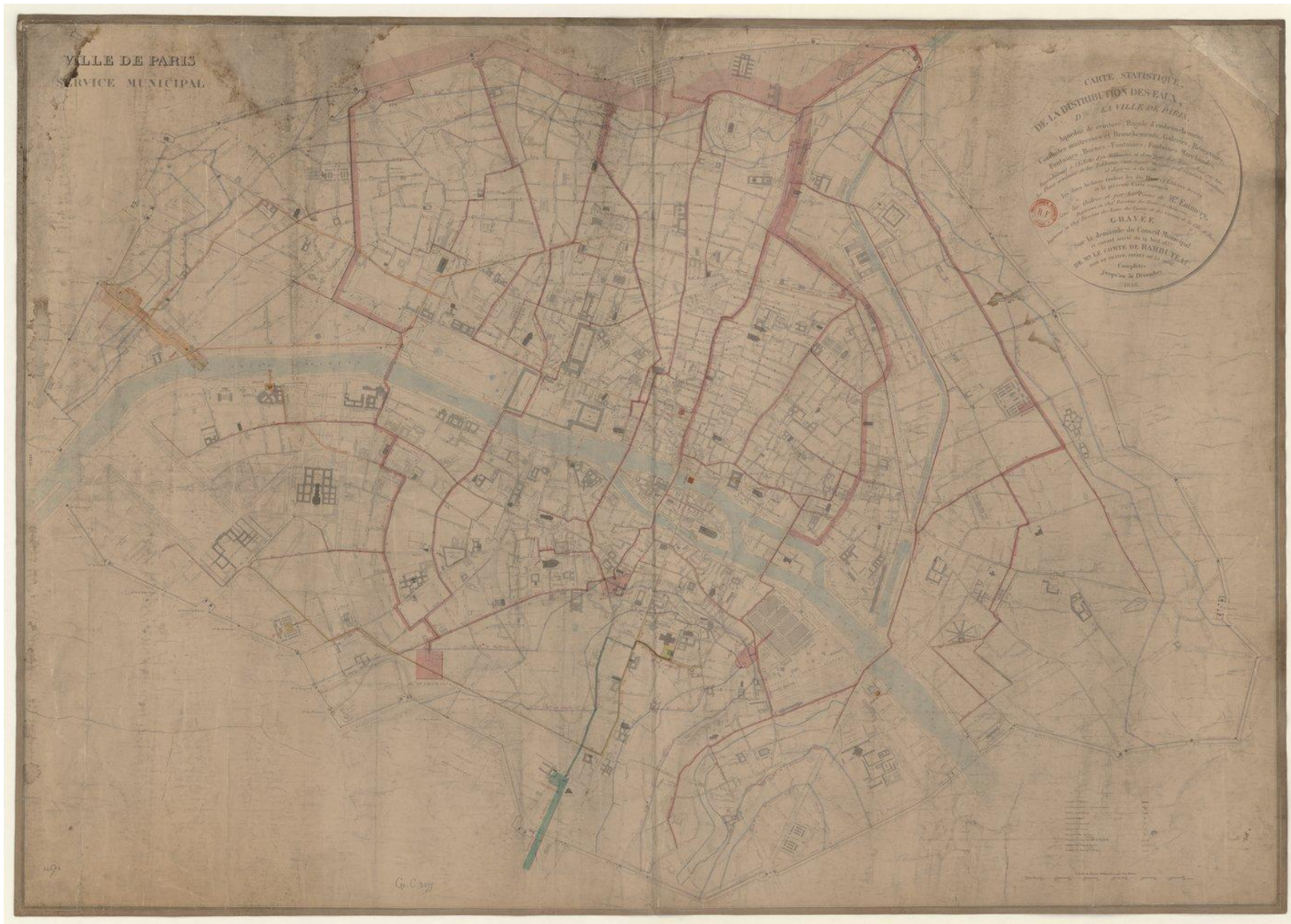
Arrondissement	Quartier	Nombre de points placés sur le plan Jacoubet (certitudes)	Provenance des eaux courantes notées par le commissaire du quartier	Population 1836
1	Roule	11	Eau de Rivière (34 robinets pour 12 maisons)	12051
	Champs Elysées	30	Pompe de Chaillot	13403
	Chaillot	24	4 quai de Billy : Pompe à Feu, puis « Eau de Paris »	
	Place Vendôme	9	N.R., 1*« Eau de la Ville », 1* réservoir eau pluviale)	11452
	Tuileries	10	N.R.	10008
2	Chaussée	148	5*Canal, 2	17902

	d'Antin		*Seine	
	Palais Royal	9	N.R. (concessions)	20216
	Feydeau	72	N.R.	16205
	Faubourg Montmartre	23	Canal	10337
3	Faubourg Poissonnière	NR	N.R.	16874
	Montmartre	5	N.R. (1*Eau de la ville)	11253
	Saint-Eustache	5	N.R.	10069
	Mail	11	Seine	11720
4	Saint-Honoré	4	N.R.	11245
	Louvre	4	Eau de la Ville	12496
	Marchés	NR	2*Seine	11023
	Banque de France	9	N.R.	12013
5	Faubourg Saint-Denis	50	Canal, 1*des Près	16204
	Porte Saint- Martin	NR	Eau du Canal pour les bornes et Château d'Eau	11538
	Bonne Nouvelle	NR	N.R. et « eau de source»	12811
	Montorgueil	24	2 *Seine 2 *Canal	15773
6	Porte Saint- Denis	25	Canal	17523
	Saint-Martin des Champs	11	N.R.	26758
	Lombards	35	Canal, 2 Chailot	15366
	Temple	28	6*Seine, 1*Canal, 1*Belleville	11785
7	Sainte Avoie	3	N.R.	19177
	Mont de Piété	16	3*Seine	15223
	Marché Saint- Jean	15	N.R.	14702
	Arcis	1	N.R.	10807
8	Marais	4	2*Canal	16996

	Popincourt	8	Eau « de la ville »	19429
	Saint-Antoine	NR	N.R.	20367
	Quinze-Vingts	NR	N.R.	18317
9	Ile Saint-Louis	2	N.R.	6249
	Hôtel de Ville	5	N.R.	12303
	Cité	17	1*Eau du canal	11283
	Arsenal	2	Seine	12195
10	La Monnaie	9	N.R.	22319
	Saint-Thomas d'Aquin	2	Seine	13966
	Invalides	5	Pompe à feu (de Seine)	10557
	Saint-Germain	22	Eau de Rivière	16997
11	Luxembourg	6	N.R.	20001
	Ecole de Médecine	2	N.R.	16076
	Sorbonne	5	Arcueil, 1*Canal	11972
	Palais de Justice	0	N.R.	3007
12	Saint-Jacques	6	N.R.	24023
	Saint-Marcel ³⁶⁸	NR	N.R.	13348
	Jardin du Roi	17	Canal	15318
	Observatoire	18	15*Arcueil	18413

Figure 40 : tableau des enquêtes des commissaires de 1834 détaillant l’approvisionnement des immeubles parisiens en eau couante

³⁶⁸ Dans ce quartier de nombreux puits manquent d’eau durant l’été : un possible premier dérèglement de l’aquifère.

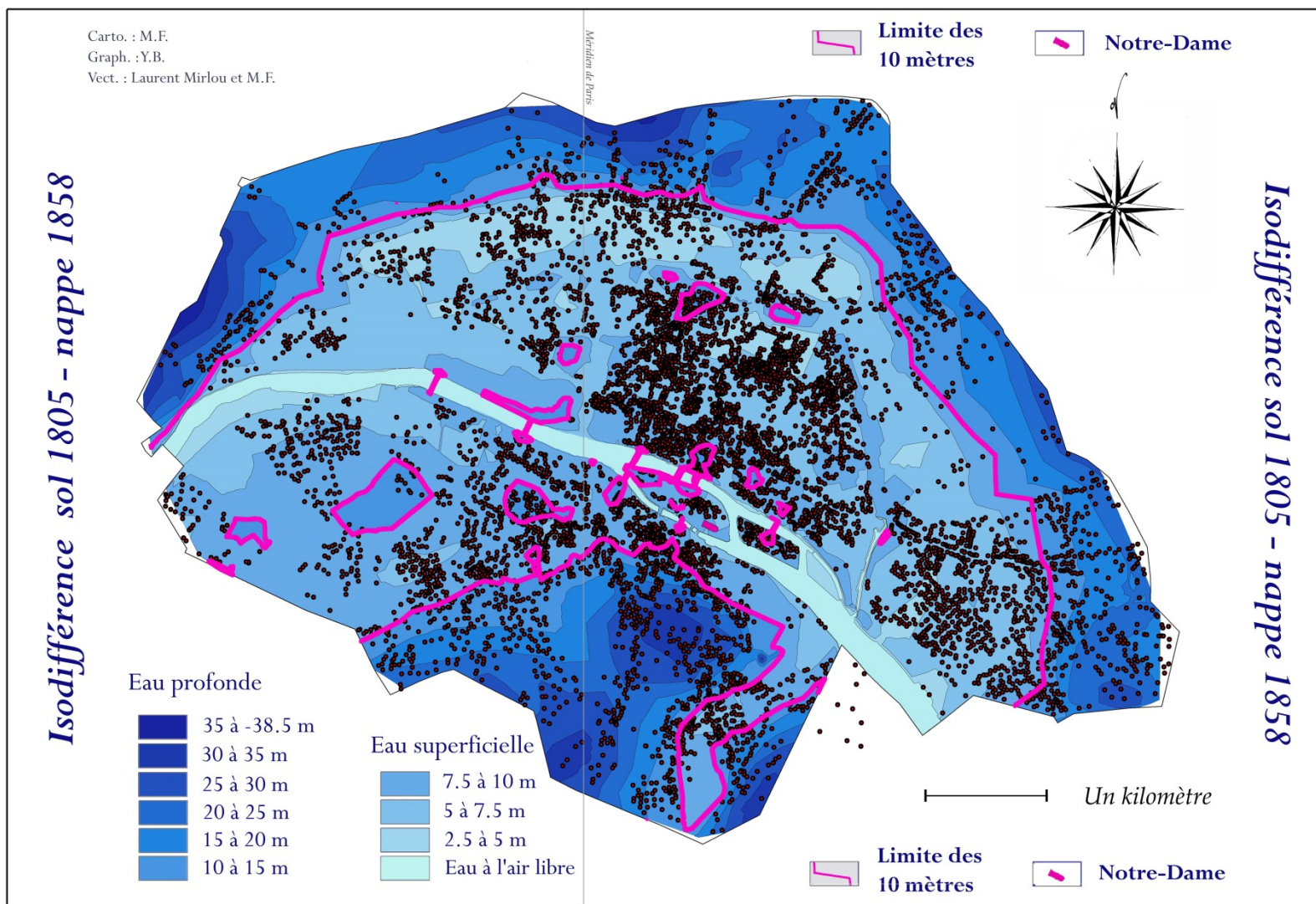


Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

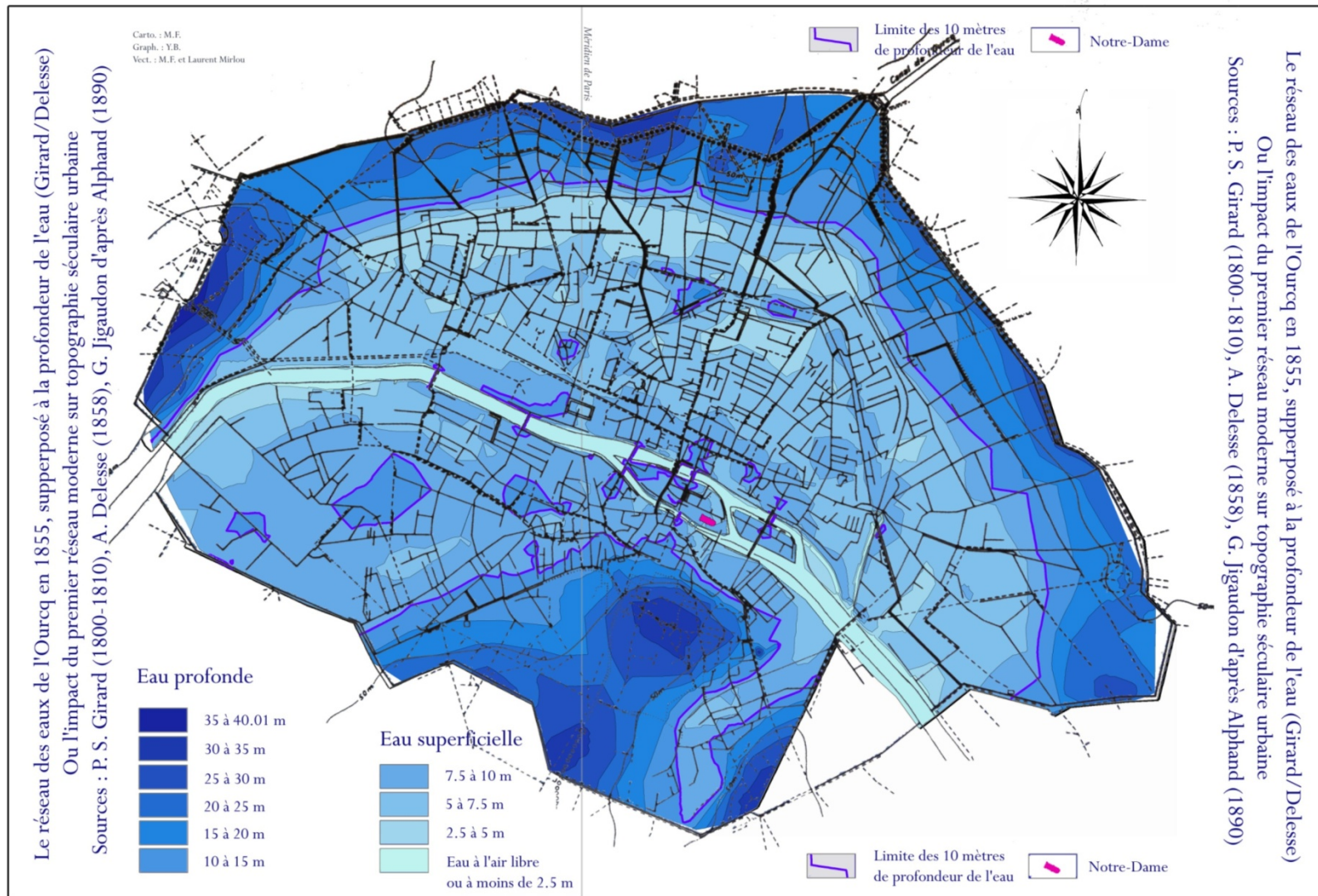
Carte historique 7 : 1848, Emmerly, carte fournie par Gallica (Arcueil, Grenelle et Chaillot dessinés)



Carte historique 8 : Emmercy réseau d'eau de l'Ourcq, 1839, la première réticulation de l'espace urbain, BHVP, reconstitution personnelle

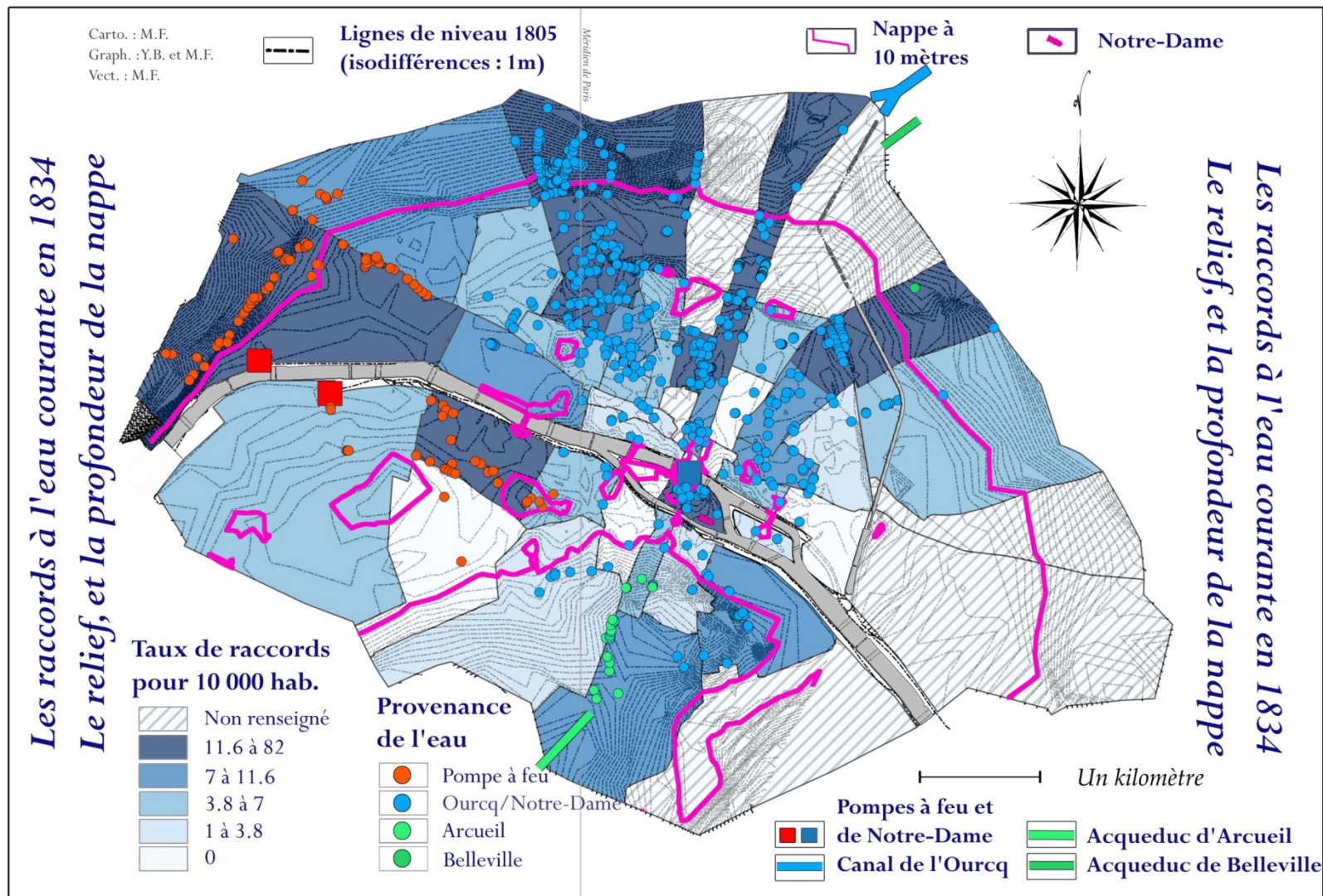


Carte géomatique 34 : morphologie préindustrielle de l'eau : puits et profondeur des eaux (donc du puits) en 1858, géolocalisation des puits par Laurent Mirlou



Carte géomatique 35 : transformation du XIX^e siècle : profondeur des eaux en 1858 et réseau de l'Ourcq dans son état de déploiement de 1855 (G. Jigaudon, d'après Alphand)³⁶⁹

³⁶⁹ Gérard Jigaudon, *Evolution de la géographie industrielle de Paris et sa proche banlieue au XIX^e siècle. Vol.3*, Centre de documentation d'histoire des techniques, 1976 (Jigaudon, 1976)



Carte géomatique 36 : la synthèse spatiale des forces structurantes de l'eau à Paris, en 1834. Les immeubles connectés à l'eau courante en 1834

28. Equilibre urbain entre l'eau et le relief : formes liées à la profondeur du puits

Relief et forme générale

Le changement majeur amené par le Bassin de la Villette le fait qu'il soit situé en un point haut. Maîtrisant le relief grâce aux courbes de Girard, nous pouvons désormais voir si la théorie avancée par Dupuy mais difficilement démontrable sans ces ressources se vérifie.

Les apports en eau sont une force structurante de la ville. Nous pouvons observer les dynamiques d'extensions susceptibles d'être dues à l'eau. Nous avons vu dans le chapitre 9 que la salubrité se situe en périphérie, autrement dit sur les coteaux en pente. Mais par les techniques du puits et de la pompe, ces lieux semblent difficilement urbanisables, en tout cas pas de façon dense. Sur la carte figurant l'eau de l'Ourcq en 1855 on peut lire que l'eau devient disponible en abondance dans des lieux nouveaux. L'impact morphologique est déterminant.

Rue et maîtrise de l'espace urbain

Emmery justifie l'intérêt premier de la réticulation, spatial dans les rues étroites de Paris. Au sujet de la comparaison entre un système réticulé ou linéaire, il estime, dans le cas du linéaire « le pavé de la ville [serait] constamment bouleversé par ces réparations ». Par ailleurs, l'ancien système est encore en place :

« Il faudrait encore calculer si dans ce système, pour une distribution un peu considérable, la surface du sol des rues suffirait au placement sans confusion de toutes les conduites. Nous ne citerons qu'un fait pour donner la mesure de cet encombrement : La distribution des anciennes eaux de Paris (eaux de Seine et de sources) était et est encore certainement des plus restreintes, et cependant dans la rue d'Arcade-Colbert, par exemple, nous avons vu un jeu d'orgues de huit conduites, et on y construisait un égout, et il fallait placer une conduite de gaz, et il fallait réserver avant tout deux trottoirs de 2 m 10 ensemble avec un ruisseau maçonné en double pavé de 0 m 75 sur chaque rive, et la rue n'avait que 6 m 90 de largeur entre les maisons ! »³⁷⁰

Pour revenir à la maîtrise de l'espace urbain qui devient de plus en plus précise, on peut repenser à la métaphore du SIG au sujet du système mis en place par Emmery, en observant les nouvelles méthodes liées au contrôle des abonnements à l'eau en 1839 :

³⁷⁰ *Statistique des eaux de la Ville de Paris (année 1839)* (Emmery de Sept Fontaines, 1840), p°22

« Tous ces plans sont rapportés sur des feuilles disposées suivant des formats identiques avec deux légendes lithographiées dont les blancs sont destinés à recevoir les renseignements particuliers à chaque abonnement. Le nombre de ces plans réunis à la ville au 1^{er} novembre 1839 s'élevait à 789. Ils étaient en triple expédition ; il en résultait 2367 feuilles de dessins. On conçoit tout le temps qu'on a gagné, en faisant lithographier à l'avance les têtes et les cadres des légendes »³⁷¹

L'eau a également un impact sur l'espace de l'industrialisation au sein même de la ville. Dans son étude de 1840, Emmerly sépare et estime les consommations domestiques et industrielles ainsi :

Par personne	20 L
Par cheval	75 L
Par voiture de luxe, 2 roues	40 L
Id, 4 roues	75 L
Par mètre carré de jardin	1L50

Figure 41 : consommations domestiques, par jour

A haute pression et par force de cheval	0.5 L/minute
A détente et à condensation	10 L/minute
A basse pression	20 L/minute

Figure 42 : consommation des machines à vapeur, par minute

La morphologie de l'eau semble atteindre l'industrie : chaque machine à vapeur a besoin d'autant de litres en 10 à 20 minutes qu'une personne en un jour³⁷² : se sont-elles déployées là où cette eau était présente ? L'enquête des commissaires en cite plusieurs. Le développement industriel et l'eau abondante semblent intimement liés.

³⁷¹ Id., p°22

³⁷² Id., p°23

29. Les techniques de l'eau et l'espace : 1800-1850

Structures préindustrielles et morphologie urbaine

Notre objectif après ce travail de spatialisation et de cartographie est de mettre en évidence les vecteurs concrets de l'impact morphologique de la topographie de l'eau sur la ville au XIX^e siècle. Les instruments du prélèvement dans le milieu sont fondamentaux et connaissent des changements majeurs à l'heure de l'industrialisation. Nous « rentrons dans le quartier » pour comprendre les changements en cours impactant la forme urbaine dans son ensemble, phénomène dû à l'eau réticulée de l'Ourcq que les cartes précédentes semblent suggérer.

Les aqueducs anciens

Les trois aqueducs des Prés Saint-Gervais, de Belleville et d'Arcueil sont bien reconnus dès les études de Girard. Le réseau des regards des Sources du Nord a pour fonction de drainer la nappe albienne suspendue sur les hauts de Belleville. En effet, une couche géologique imperméable - marnes vertes, maintenant nommées Travertin de Brie – Sables de Fontainebleau - bloque l'infiltration des eaux et provoque l'apparition de sources sur les coteaux. Le captage de ces eaux engendre, dès le Moyen Age, deux ouvrages : la conduite vers le monastère de Saint-Lazare (emplacement vers Gare de l'Est) - conduite du Pré Saint-Gervais - et vers celui de Saint-Martin des Champs (actuellement le Cnam) - conduite de Belleville -. Ces monastères maîtrisent alors le phénomène gravitaire pour organiser de façon optimale le recueil de l'eau puis sa canalisation précieuse. Cependant cette eau est de faible débit, limité par la géologie de ce plateau de faibles dimensions adjacent à Paris. Quelques prises privées s'y raccordent, et surtout plusieurs fontaines qui fournissent le centre de Paris en eau de source.

L'aqueduc d'Arcueil est topographiquement l'héritage de l'aqueduc antique de Lutèce. A près un délabrement à la fin de l'Antiquité, il fut réhabilité dans son parcours - reconstruit comme ouvrage - par les travaux publics sous Marie de Médicis qui finance les onéreux ouvrages d'art nécessaire à cette adduction. Cette eau est encore présente et utile en 1834. Selon Girard, -tableau repris par Belgrand, en 1877 -, les eaux courantes sont réparties ainsi : (en mètres cubes par 24 heures) :

Prés Saint-Gervais et Belleville	288
Aqueduc d'Arcueil	960
Pompe de la Samaritaine	403
Pompes de Notre-Dame	921

Figure 43 : débit des équipements hors réseau de l'Ourcq début XIX^e siècle

Girard calcule qu'une fois soustraite l'eau des palais etc., il reste 1622 m³, soit 1.80 L. par jour et par tête pour 900 000 habitants en 1754. Ces deux aqueducs ont en commun d'être très convoités car fournissant une eau permanente, de qualité. Malgré les efforts des concepteurs pour optimiser la ressource, leur débit est totalement insuffisant pour le monstre démographique parisien. Ils approvisionnent néanmoins plusieurs fontaines rive droite et gauche et plusieurs bâtiments cléricaux et aristocratiques. Leur eau est un fait du prince et certains clients sont prioritaires.

Les pompes à eau de Seine : Gros Caillou, Pont-Neuf

Ces pompes sont une innovation conçue par la technique hydraulique du XVII^e siècle : Paris voit sa première machine à élever les eaux de la Seine au Pont-Neuf, conçue installée sous Henri IV - démantelée en 1813 -, puis sur le pont Notre-Dame en 1671 et sur le pont de la Tournelle en 1695. Les techniques sont nouvelles, et couronnent des avancées scientifiques : hydraulique pour celles que nous venons de citer avant la thermodynamique pour les Pompes à Feu (machines à vapeur), dont les premières sont tentées par les frères Perrier à Chaillot en 1781. L'entreprise est un échec financier mais marque son époque. C'est la technique qui est employée par Londres pour son approvisionnement, portée par l'initiative privée. A Paris le débat prend place, Genieys y voit en 1829 l'avenir de la consommation domestique. Finalement les techniques d'aqueduc de l'Ourcq seront prolongées par Belgrand jusqu'aux sources éloignées de Paris.

Les puits

Mu par la force humaine, le puits est la ressource la plus abondante et la plus démocratisée. Chaque maison en possède un qui fournit les eaux domestiques. Selon Belgrand elle fournirait également la boisson des plus démunis. Mais elle est dure à extraire. A ce titre nous avons montré, par la carte de la profondeur de l'eau, que tous les quartiers ne sont pas égaux face au

creusement d'un puits. Les endroits les plus accessibles sont logiquement le grand marais de la rive droite, où les eaux sont toutes inférieures à 10 mètres, et ceux à proximité du fleuve. C'est une explication importante, et à laquelle nous nous rangeons après l'analyse spatiale, du fait que l'extension de la Ville se fait de préférence rive droite durant tout le Moyen Age et la période Moderne. La forte densité de puits permet la forte densité de population. Traditionnellement les puits sont laissés de côté par les études et mémoires des ingénieurs du XIX^e siècle, à l'exception notable de Belgrand qui leur consacre un chapitre, justement du fait de ce constat. *La Naissance de l'Industrie à Paris* de Guillaume leur rend une place stratégique dans l'alimentation de la préindustrie parisienne, basée davantage sur la biochimie fine tirant parti du milieu, davantage que de l'énergie fossile à l'inverse de Londres.

Les pompes : la pression atmosphérique et la forme urbaine

Directement plongées dans la nappe, elles relèvent d'une amélioration de la technique hydraulique. L'enquête sur les équipements de 1834 montre que plus d'un accès à l'eau sur deux se fait par le biais de la pompe, corroborant ainsi Genieys³⁷³ qui estime en 1829 :

« Pour suppléer à l'eau de la Seine, dont le prix est trop élevé pour qu'on puisse en étendre l'emploi, on établit des pompes dans presque toutes les maisons particulières, et l'on se sert des eaux de sources ou de puits, quoiqu'elles ne possèdent pas les qualités qui les rendraient profitables à l'industrie. »³⁷⁴

Cette période est celle du début de l'étude systématique des moyens d'approvisionnement, de la part des ingénieurs, et des études de terrain. L'installation massive de pompes, en ce début de XIX^e siècle dans les zones basses, et certainement depuis au moins le XVI^e siècle où la technique est mature,³⁷⁵ démontre un usage essentiel qui n'a jamais pu être quantifié. Les théories les décrivant sont lisibles dans *La nouvelle architecture hydraulique* de Prony en 1790. On peut lire dans Genieys en 1829 (proche de nos sources) qu'on « distingue deux espèces de pompes ; la pompe *aspirante* et la pompe *foulante*. La pompe aspirante se compose de deux parties distinctes : l'une appelée le *corps de pompe*, l'autre le *tuyau d'aspiration* ». La description qui s'en suit est physique et mécanique. Ces explications

³⁷³ Ingénieur au corps royal des Ponts et Chaussées, attaché au service de la distribution des eaux dans Paris.

³⁷⁴ Raymond Genieys, *Essai sur les moyens de conduire, d'élever et de distribuer les eaux*, Carilian-Goëury, 1829 (Genieys, 1829), p°154

³⁷⁵ 1770 - 1830 *La Naissance de l'Industrie à Paris* (Guillaume, 2008), p°34 : « L'essor de cet équipement hydraulique est pris au XVI^e siècle. [...] La pompe la plus facile à construire est en bois et de section carrée, la plus rentable est en fonte moulée ou en laiton et de section circulaire ».

physiques sont intéressantes par rapport au terrain parisien. On apprend grâce aux conclusions de la mécanique des fluides que :

« [Pour la pompe *aspirante*], en résumé, nous pouvons établir que, pour assurer le jeu de la pompe aspirante, il faut [...] que le corps de la pompe soit placé à une hauteur moindre de 10m³³⁶ au-dessus du réservoir d'eau, ou, pour mieux dire, à une hauteur inférieure à celle à laquelle l'eau peut-être élevée par la pression atmosphérique »

Puis de réfléchir à l'optimisation du placement de la pompe, qui peut aussi être aspirante et foulante :

« Après plusieurs coups de piston, on introduira l'eau dans le corps de pompe, pourvu qu'on ait rempli cette condition, de se placer à une hauteur moindre de 10.336 mètres. Une fois que l'eau est dans le corps de pompe, le piston, en descendant, presse l'eau et la force à ouvrir la soupape latérale, pour se loger dans le tuyau. La colonne dans le tuyau presse au contraire sur la base en raison de la hauteur, et si l'on peut disposer d'une puissance supérieure à cette pression, on pourra faire monter l'eau à une hauteur proportionnée à cette puissance. Tel est le jeu de la pompe *aspirante et foulante*.»

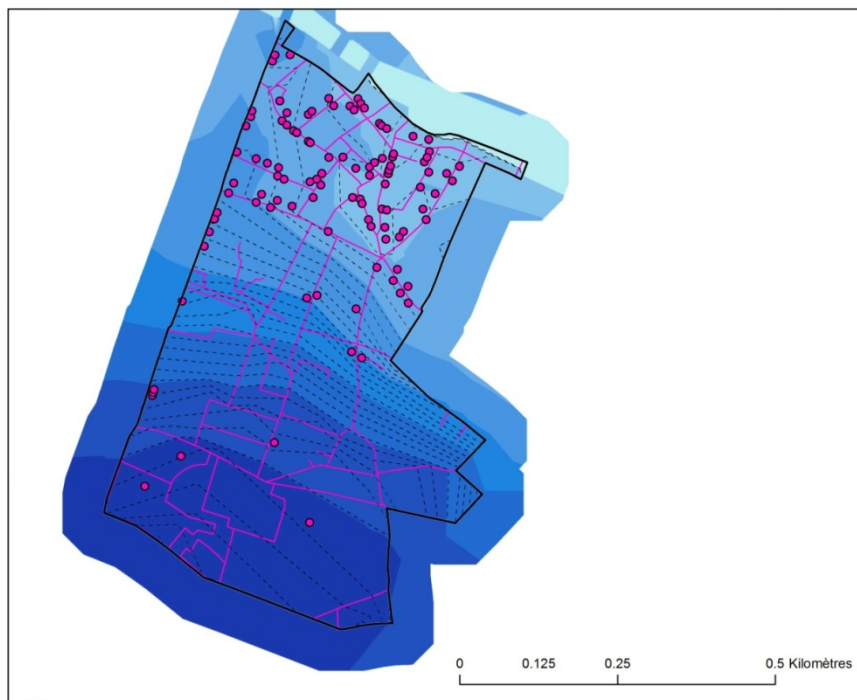
En résumé, au-delà du placement de la pompe, en terme de force :

« La force nécessaire pour faire monter le piston dans la pompe *aspirante*, et pour le faire descendre dans la pompe *aspirante et foulante*, est égal au poids de la colonne soulevée. Et comme le poids d'une colonne d'eau de 10 m de hauteur exerce une pression de 1 kilogramme sur chaque centimètre superficiel de sa base, on peut le prendre pour unité de mesure et dire qu'il faudra exercer sur le piston une force de 1, 2, 3, 4, etc. kilogrammes par centimètre carré de sa base, suivant qu'on voudra élever l'eau à 10, 20, 30, 40, etc. mètres de hauteur. Cet effort peut devenir, comme on voit, très considérable : aussi l'usage des pompes aurait-il été très borné, si l'on n'avait pas découvert un moteur qui permit d'imprimer à la tige du piston une impulsion très considérable. Ce moteur, on l'a trouvé dans la force expansive de la vapeur. »³⁷⁶

³⁷⁶ Id., p°87



Carte géomatique 37 : puits et pompes dans le quartier des Arcis : équirépartis³⁷⁷



Carte géomatique 38 : le quartier Panthéon : pompes en 1834 et profondeur de l'eau³⁷⁸

³⁷⁷ Archives de la Préfecture de Police, DA 267

³⁷⁸ Archives de la Préfecture de Police, DA 267

Dans ce dernier rendu réside une morphologie urbaine importante. Notre carte de la profondeur de l'eau à Paris devient celle de la force nécessaire à faire fonctionner une pompe aspirante plongée dans la nappe. On vient de voir que les points hauts, par exemple à Sainte-Geneviève, peuvent très difficilement se doter de pompes.

Le système physique novateur décrit par Genieys en 1829 va de pair avec l'installation généralisée de pompes dans les maisons de Paris. La carte précédente montre les impacts majeurs qu'il a sur la forme urbaine. L'eau est relativement abondante via les pompes qui se situent bien dans la zone où l'eau se situe à moins de dix mètres. On dénote sur la carte quelques exceptions en altitude pourraient provenir :

- Soit d'une erreur (possible mais peu probable) du commissaire,
- Soit du fait que la pompe stipulée ne soit pas plongée dans la nappe mais dans une conduite de l'aqueduc de Rungis ou dans un réservoir rempli par elle, ce qui semble le plus probable,
- Soit du fait que des pompes aspirantes et foulantes soient installées en contrebas du sol, système que nous n'avons pas vu décrit.

C'est un exemple remarquable de technique influant directement sur la forme urbaine. La carte de la profondeur de la nappe semble directement corrélée, en 1834 encore, aux équipements de la surface, et donc à l'abondance de l'eau.

Les porteurs d'eau

Variable d'ajustement, ce métier palie à l'insuffisance des autres techniques. Il semble poser des problèmes d'hygiène à l'heure où celle-ci devient un enjeu urbain majeur :

« On ne peut pas douter que cette eau ne soit très insalubre et ne puisse produire des maladies qui dépendent de la putridité et qu'il est du devoir de l'officier de Police d'en instruire la municipalité pour qu'elle y apporte le plus prompt remède. Nous ne doutons pas qu'elle ne l'emploie promptement, lorsqu'elle saura que c'est vis-à-vis de la rue des Grands Degrés que le plus Grand Nombre des Porteurs d'Eau vont puiser celle qu'ils distribuent à la plus grande partie des habitants de ce quartier. »³⁷⁹

De plus on ne peut les comptabiliser avec certitude, seuls les porteurs à charrette devant se déclarer au commissariat. Les porteurs à bretelle exerçant de façon libérale, les premiers mémoires cherchant à quantifier la consommation d'eau et sa provenance pour Paris sont

³⁷⁹ Archives de la Préfecture de Police, AA 200

forcés de laisser ce vide exactement de la même façon que la comptabilité des puits et des pompes dans les eaux de nappe existant dans chaque immeuble laissent vide la même case.

Difficulté à vaincre le relief naturel, impact sur la forme urbaine

Ces trois éléments préindustriels ont un point commun : plus c'est haut plus c'est cher. Le puits est celui qui s'émanche le mieux, mais il devient de plus en plus rare au fil des courbes de niveau. Aisément compréhensible, au vu des difficultés pour son creusement autant que pour son fonctionnement quotidien. Au Panthéon il y a beaucoup de porteurs d'eau.

En 1834 d'importants vestiges de paradigme préindustriel sont restés en place. Une zone haute s'urbanise peu et mal. Seule la réticulation donne à la ville la possibilité d'extension en zone d'eau profonde. On retrouve, par la disposition des premiers immeubles raccordés à l'eau en 1834 par la géographie des pompes une explication physique assez bien corrélée par la spatialité de la lecture morphogénétique de Dupuy en 1900. Dupuy voit dans le fait religieux une explication morphologique principale :

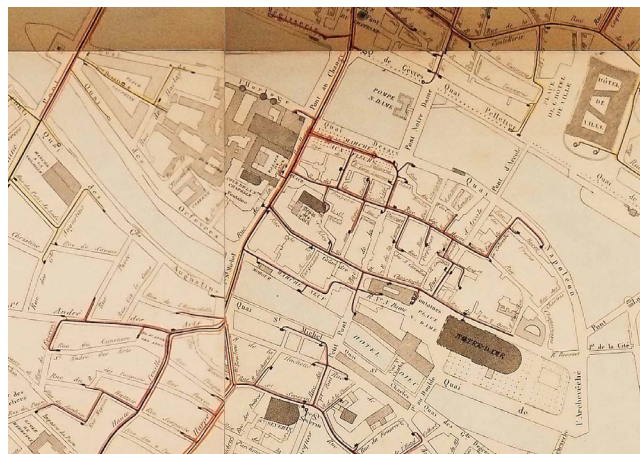
« Rebelle aux transformations comme toute chose d'origine religieuse immobilisée dans ses fondations à perpétuité, l'*Université* immobilisa à son tour le Paris de la rive gauche, auquel elle n'a cessé de donner son nom que depuis la Révolution Presque à cette date la frontière que lui fixa Philippe-Auguste en construisant son enceinte fortifiée au commencement du XIII^e siècle, conserva sa valeur. La partie du plateau méridional qu'elle couvrait fit bloc entre les agglomérations qui étaient constituées sur son pourtour près des abbayes de Saint-Germain-des-Prés, de Saint-Marcel et de Saint-Victor (fondation du XII^e siècle), et qui refusèrent longtemps être considérées comme des faubourgs. Il eut en réalité un seul faubourg, celui qui portait le double nom de Saint-Jacques et de Saint-Michel, et qui reproduisait avec plus ampleur et de liberté la physionomie même de l'Université : nombreux monastères entourés de jardins énormes comme ceux qui subsistent encore Hôpital du Val-de-Grâce ou dans les jardins du Luxembourg. Lorsqu'on étudie le plan de Paris dressé par Verniquet à la fin du XVIII^e siècle, comme on regarde la carte jointe par Pigafetta à sa relation du siège de Paris par Henri IV en 1690, on est frappé de ce caractère de la rive gauche, formée de compartiments juxtaposés et mal soudés ensemble ; une fortification improvisée les rattacha en vain les uns aux autres pendant les guerres de religion, les liens naturels étaient si lâches que le remblai figuré sur la carte de Pigafetta disparut pour deux siècles, sans laisser autre trace que la butte du *Labyrinthe* dans le Jardin des Plantes, et, lorsque, sous Louis XVI, eut été construit le mur octroi des Fermiers généraux, nulle part il enferma plus de terrains vagues et d'espaces dépeuplés. »³⁸⁰

³⁸⁰ *Le sol et la croissance de Paris* (Dupuy, 1900), p°353

Au final, nous estimons que les cartes de la profondeur de l'eau, mises en parallèles avec les techniques disponibles, sont un « liant » entre la lecture géographique de Dupuy, reliée seulement aux formes du relief et la ville à proprement parler, qui a besoin d'eau, et explique en partie ses formes (comprenant la densité). Le puits, la distance au fleuve et à la nappe structurent encore l'espace en 1834. Par exemple, Sainte-Geneviève n'est pas urbanisable avant 1850. La rue des Ecoles passe exactement à l'altitude où parviennent les eaux de l'Ourcq. L'ascension des coteaux semble également bien avoir été rendue possible par ce phénomène de fond lié aux flux de l'eau. Sur notre carte des premiers raccords, le quartier de la Nouvelle Europe semble être le début de la modernité, ce qu'il fut, de façon corrélée à l'eau en premier lieu.

L'île de la Cité

En 1834, la Cité est le quartier central disposant du plus d'eau courante. La cartographie d'Emmery confirme cette avance avec des canalisations de l'eau de la ville réticulée à l'Ourcq passant dans la plupart des ruelles, et la présence de nombreuses bouches à eau. L'évacuation ne pose guère de problèmes au vu du fleuve proche. Nous concluons ce chapitre sur cette constatation : le lieu qui va être rasé sous le Second Empire ne semble pas être le plus archaïque de Paris, en tout cas du point de vue des principaux marqueurs de la modernité technique telle que développée par les ingénieurs de l'époque, et du point de vue de ses rues. Nous observons dans le chapitre 12 les formes induites par la technique de la percée qui marque une nouvelle étape dans la transformation urbaine, avec un fort argumentaire technique la justifiant. La maîtrise du relief est fondamentale pour un projet urbain global. Celui du Second Empire, le principal exemple pour Paris, pourra le montrer.



La Cité réticulée, 1839

Chapitre 10

L'évacuation du miasme et son impact morphologique

: 1800-1850

Selon Eugène Belgrand, « jusqu'en 1823, les ingénieurs chargés de la construction des égouts³⁸¹ marchaient sans parti pris et à peu près au hasard ». Ce genre d'affirmation qui semble plutôt rapide nous donne l'intuition que la morphologie de ces premiers ancêtres des réseaux pourrait être mieux explorée. Elle n'est décrite que par son inefficience comparée à l'égout moderne par les ingénieurs du XIX^e siècle : ses formes n'ont pas été étudiées comme on a pu étudier celles des rues dans les études de morphologie urbaine.

L'égout célèbre

Celui-ci semble bien avoir été « découvert » au XIX^e siècle à Paris. Nous avons pu observer qu'avec les progrès de la topographie, c'est tout un espace urbain qui gagne à cet instant sa troisième dimension, son épaisseur. Le récit urbain est également influencé par ces avancées : l'égout parisien fascine, et a la particularité d'avoir été largement exploré par la littérature populaire du second XIX^e siècle. C'est à celle-ci que les égouts de Paris doivent la notoriété qu'ils acquièrent tôt. On peut ici renvoyer au mémoire de Céline Knidler, *Le souterrain parisien dans la littérature*, qui décrit et analyse par un corpus d'ouvrages populaires du XIX^e siècle, et décrit ainsi le mouvement qui fait entrer le souterrain de Paris dans son succès littéraire :

« En effet, à partir de 1852, date à laquelle Joseph Méry publie ses *Salons et souterrains de Paris*, les imaginations brimées par une époque trop éclairée, se réfugient dans les souterrains où fourmillent tous les mystères qui prêteront leurs noms à une série d'œuvres du temps (*Les Mystères de Paris*, *Le Mystère de la chambre jaune*...). On y trouve les mêmes recettes de fabrication, les atmosphères se recyclent, les crimes et les bandits pullulent etc. Les souterrains se rattachent de ce fait à un certain type de littérature, un type souvent déprécié, sans doute injustement, mais au type du roman populaire ou du roman policier. Mettons Victor Hugo et Gérard de Nerval en dehors de cette appréciation et observons les auteurs retenus : Elie Berthet, Pierre Zaconne, Joseph Méry, Gaston Leroux, même Alexandre Dumas n'échappent pas à la sentence. »³⁸²

³⁸¹ L'histoire du mot indique : 1260 « conduit pour l'écoulement des eaux », esgoz ; 1538 « eau qui s'écoule peu à peu ».

³⁸² Céline Knidler, *Le souterrain parisien dans la littérature*, Mémoire, La Sorbonne (Knidler, 2012)

Dans la seconde moitié du siècle, des récits s'alimentent d'une information topographique de première qualité. Pour citer deux exemples, le récit géographique d'Elisée Reclus (*Histoire d'un ruisseau*, 1869) et le récit social de Victor Hugo (*Les Misérables*, 1862). Victor Hugo possède une bonne information topographique. Il consacre une partie des *Misérables* (1862) de façon bien spécifique aux égouts de Paris. Ceux-ci s'inscrivent parfaitement dans la métaphore générale de la stratification qui parcourt le roman. De nombreuses pages montrent à la fois curiosité et lecture attentive de l'auteur des écrits documentant cette exploration de l'épaisseur des décennies précédentes. Victor Hugo intègre et cite sa source principale qu'est l'exploration de Bruneseau, personnage qui devient romanesque et érigé comme « le plus courageux de l'empire » en se proposant de faire une exploration de terrain de l'état des égouts de Paris :

« Les égouts de Paris, en 1832, étaient loin d'être ce qu'ils sont aujourd'hui. Bruneseau avait donné le branle, mais il fallait le choléra pour déterminer la vaste reconstruction qui a eu lieu depuis. Il est surprenant de dire, par exemple, qu'en 1821, une partie de l'égout de ceinture, dit Grand Canal, comme à Venise, croupissait encore à ciel ouvert, rue des Gourdes. Ce n'est qu'en 1823 que la ville de Paris a trouvé dans son gousset les deux cent soixante-dix mille quatre-vingts francs six centimes nécessaires à la couverture de cette turpitude. Les trois puits absorbants du Combat, de la Cunette, et de Saint Mandé, avec leurs dégorgeoirs, leurs appareils, leurs puisards et leurs branchements dépuratoires, ne datent que de 1836. La voirie intestinale de Paris a été refaite à neuf et, comme nous l'avons dit, plus que décuplée depuis un quart de siècle.

Il y a trente ans, à l'époque de l'insurrection des 5 et 6 juin³⁸³, c'était encore, dans beaucoup d'endroits, presque l'ancien égout. Un très grand nombre de rues, aujourd'hui bombées, étaient encore des chaussées fendues. On voyait très souvent, au point décline où les versants d'une rue ou d'un carrefour aboutissaient, de larges grilles carrées à gros barreaux dont le fer luisait fourbi par les pas de la foule, dangereuses et glissantes aux voitures et faisant abattre les chevaux. La langue officielle des ponts et chaussées donnait à ces points déclives le nom expressif de *cassis*. En 1832, sous une foule de rues, rue de l'Etoile, rue Saint Louis, rue du Temple, rue Vieille du Temple, rue Notre Dame de Nazareth, rue Folie Méricourt, quai aux Fleurs, rue du Petit-Musc, rue de Normandie, rue Pont aux Biches, rue des Marais, faubourg Saint Martin, rue Notre Dame des Victoires, faubourg Montmartre, rue Grange Batelière, aux Champs Elysées, rue Jacob, rue de Tournon, le vieux cloaque gothique montrait encore cyniquement ses gueules. C'étaient d'énormes hiatus de pierre à cagnards, quelquefois entourés de bornes, avec une effronterie monumentale.

Paris, en 1806, en était encore presque au chiffre d'égouts constaté en mai 1663, cinq mille trois cent vingt-huit toises. Après Bruneseau, le 1^{er} janvier 1832, il en avait bâti quarante mille trois cent mètres. De 1806 à 1831, on en avait bâti annuellement, en moyenne, sept cent cinquante mètres ; depuis on a

³⁸³ L'année citée concernée est 1832, qui voit une insurrection républicaine à Paris.

construit tous les ans huit et même dix mille mètres de galeries, en maçonnerie de petits matériaux à bain de chaux hydraulique sur fondation de béton. A deux cent francs le mètre, les soixante lieues d'égouts du Paris actuel représentent quarante-huit millions.

Outre le progrès économique que nous avons indiqué en commençant, de graves problèmes d'hygiène publique se rattachent à cette immense question, l'égout de Paris.

Paris est entre deux nappes, une nappe d'eau et une nappe d'air. La nappe d'eau, gisante à une très grande profondeur souterraine, mais déjà tâchée par deux forages, est fournie par la couche de grès vert située entre la craie et le calcaire jurassique ; cette couche peut être représentée par un disque de vingt-cinq lieues de rayon ; une foule de rivières et de ruisseaux y suintent ; on boit la Seine, la Marne, l'Yonne, l'Oise, l'Aisne, le Cher, le Vienne et la Loire dans un verre d'eau du puits de Grenelle. La nappe d'eau est salubre, elle vient du ciel d'abord, de la terre ensuite ; la nappe d'air est malsaine, elle vient de l'égout.

Tous les miasmes du cloaque se mêlent à la respiration de la ville ; de là cette mauvaise haleine. L'air pris au-dessus d'un fumier, ceci a été scientifiquement constaté, est plus pur que l'air pris au-dessus de Paris. Dans un temps donné, le progrès aidant, les mécanismes se perfectionnant, et la clarté se faisant, on emploiera la nappe d'eau à purifier la nappe d'air. C'est-à-dire à laver l'égout. On sait que par lavage de l'égout, nous entendons restitution de la fange à la terre ; renvoi du fumier au sol et de l'engrais aux champs. Il y aura, par ce simple fait, pour toute la communauté sociale, diminution de misère et augmentation de santé. A l'heure où nous sommes, le rayonnement des maladies de Paris va à cinquante lieues autour du Louvre, pris comme moyeu de cette roue pestilentielle.

On pourrait dire que depuis dix siècles, le cloaque est la maladie de Paris. L'égout est le vice que la ville a dans le sang. L'instinct populaire ne s'y est jamais trompé. Le métier d'égoutier était autrefois presque aussi périlleux, et presque aussi répugnant au peuple, que le métier d'équarisseur si longtemps frappé d'horreur et abandonné au bourreau. Il fallait une haute paye pour décider un maçon à disparaître dans cette sape fétide ; l'échelle du puisatier hésitait à s'y plonger ; on disait proverbialement : *descendre dans l'égout, c'est entrer dans la fosse* ; et toutes sortes de légendes hideuses, nous l'avons dit, couvraient d'épouvantes ce colossal évier ; sentine redoutée qui a la trace des révolutions du globe comme des révolutions des hommes, et où l'on trouve des vestiges de tous les cataclysmes depuis le coquillage du déluge jusqu'au haillon de Marat. »³⁸⁴

Ce succès n'est pas démenti, régulièrement des ouvrages décrivant les souterrains de Paris accordent la part belle à cette image. A la même époque que Victor Hugo, Elisée Reclus connaît le succès éditorial avec *l'Histoire d'un Ruisseau*. L'entrée dans la ville du ruisseau de Reclus ressemble à s'y méprendre à celle que les avancées scientifiques récentes permettent

³⁸⁴ Victor Hugo, *Les Misérables, (Partie V : Jean Valjean, Livre 2 : L'intestin de Léviathan, Chap. VI : Progrès futur)*, Le Livre de Poche, 1985 (Hugo, 1985), pp. 1703-1705

de faire du bras mort de la Seine. Récemment, Umberto Eco y plonge les activités de son personnage principal qui habite Place Maubert.³⁸⁵

L'objet morphologique, si marquant dans l'imaginaire urbain possède également son histoire topographique : nous disposons de la vectorisation de la carte de Bruneseau, réalisée par Laurent Mirlou en 2011. Nous nous en servons par la suite.

L'égout rationalisé par le nivellement

A côté de ce succès littéraire, l'égout préindustriel parisien a largement disparu de la littérature scientifique et ici commence notre interrogation. Paris dispose de 26 kilomètres d'égouts en 1800. La plupart des écrits postérieurs à cette mesure indiquent ce chiffre comme largement insuffisant : le XIX^e siècle technique déploie ses efforts pour amener l'eau potable et l'égout au pied de chaque immeuble. On mesure l'ampleur de la tâche et on comprend la fierté de chaque génération surpassant la précédente en termes de kilomètres déployés. La mission des premiers ingénieurs est en effet quantitative. Barles a étudié le contexte technique du déploiement des réseaux à Paris. Les recherches qui se sont penchées sur les enjeux du XIX^e siècle montrent que le mouvement se lance bien dans le premier XIX^e siècle, par les premières priorités :

« Dès 1824, l'émissaire construit rue de Richelieu décharge ainsi celui de la Chaussée d'Antin. Celles de la rue Montmartre se déversent dans celui des Halles achevé en 1830. Un second égout périphérique est prévu en 1827 par le conseil de salubrité : il commence à la place Blanche et part à travers les terrains en culture situés entre les communes de La Chapelle et de La Villette, de Monceau et de Clichy, vers la Seine. Rive Gauche, Girard règle les eaux pluviales à la demande : il ouvre, en 1827, à l'entrée de la rue du Bac, un large avaloir pour absorber les ruissellements du Luxembourg et de la plaine de Vaugirard ; il abaisse le sol de l'égout Saint-Benoît et le prolonge en souterrain jusqu'à la rue du Four ; il creuse la rue d'Enfer pour la vouter et y écouler les eaux de Sainte-Geneviève et de Montparnasse. L'assainissement réticulé doit attendre encore quelques décennies, et Eugène Belgrand pour être établi. »³⁸⁶

Longue construction, l'œuvre est parachevée par Belgrand qui a dû affronter la plupart des complexités liées au sol de Paris pour déployer dans chaque rue des conduites maçonnées. Néanmoins, on n'a pas recherché son sens morphologique ni les renseignements qu'il donne

³⁸⁵ Umberto Eco, *Le Cimetière de Prague*, Grasset, 2010 (Eco, 2010), p°295

³⁸⁶ André Guillerme, *La Naissance de l'Industrie à Paris. Entre sueurs et vapeurs*, Champ Vallon, 2008 (Guillerme, 2008), p°55

sur la ville. Tous ces noms de lieux méritent une cartographie car la ressource est disponible. Après l'acte courageux de Bruneseau et celui fondateur de Girard, il faut attendre H. C. Emmerly pour retrouver une lecture spatiale.

30. Recherche du sens morphologique des bouches du « cloaque gothique »

Objectif

Avec les ressources sur l'épaisseur, seules à même d'interpréter le flux gravitaire qu'est l'égout, nous voulons rechercher la logique spatiale de l'égout préindustriel, que les écrits techniques et littéraires ont laissé de côté. Nous proposons une enquête sur le développement de l'égout au XIX^e siècle qui s'appuie sur des connaissances spatiales, tant qu'on ne l'a pas mis dans l'épaisseur. C'est ce que nous nous proposons de faire à l'aide des ressources de la partie II. Des sources décrivent cette histoire antérieure et la phase de transition marquante pour la forme urbaine et la structure générale du souterrain que nous recherchons.

Les sources

L'égout linéaire est connu, reconnu au début du XIX^e siècle. La première étape à franchir, que nous estimons la plus marquante, est la reconnaissance de l'existant, et de sa cartographie de façon systématique.

Nous avons la grande chance, pour Paris, de posséder le modèle exact du relief à un moment où l'espace urbain était largement pré-ingénieur. Pour exploiter le mieux possible cette ressource précieuse, nous proposons ici de réaliser avec les outils les plus contemporains une simulation hydrique de ce relief. Ce type de modélisation peut être utilisé en géographie physique ou en ingénierie pour déterminer en fonction d'un relief donné (de type Modèle Numérique de Terrain), le modèle des accumulations d'eau, dont on peut déduire comment urbaniser, où se situe le risque ou bien la ressource, etc. C'est une façon de déterminer la physique d'un milieu de façon parlante et concrète grâce au linéaire des égouts du début du XIX^e siècle de Bruneseau³⁸⁷ et aux bouches d'égout répertoriées par Girard en 1805.³⁸⁸

³⁸⁷ Que nous avons également emprunté à l'équipe Alpage, la saisie de ces égouts est réalisée par Laurent Mirlou : *Transmission des formes et morphologie urbaine : l'exemple des réseaux de l'eau parisiens*, Vol. 1, 2, 3, Mémoire, Paris I, Panthéon-Sorbonne

³⁸⁸ Celles saisies en première partie.

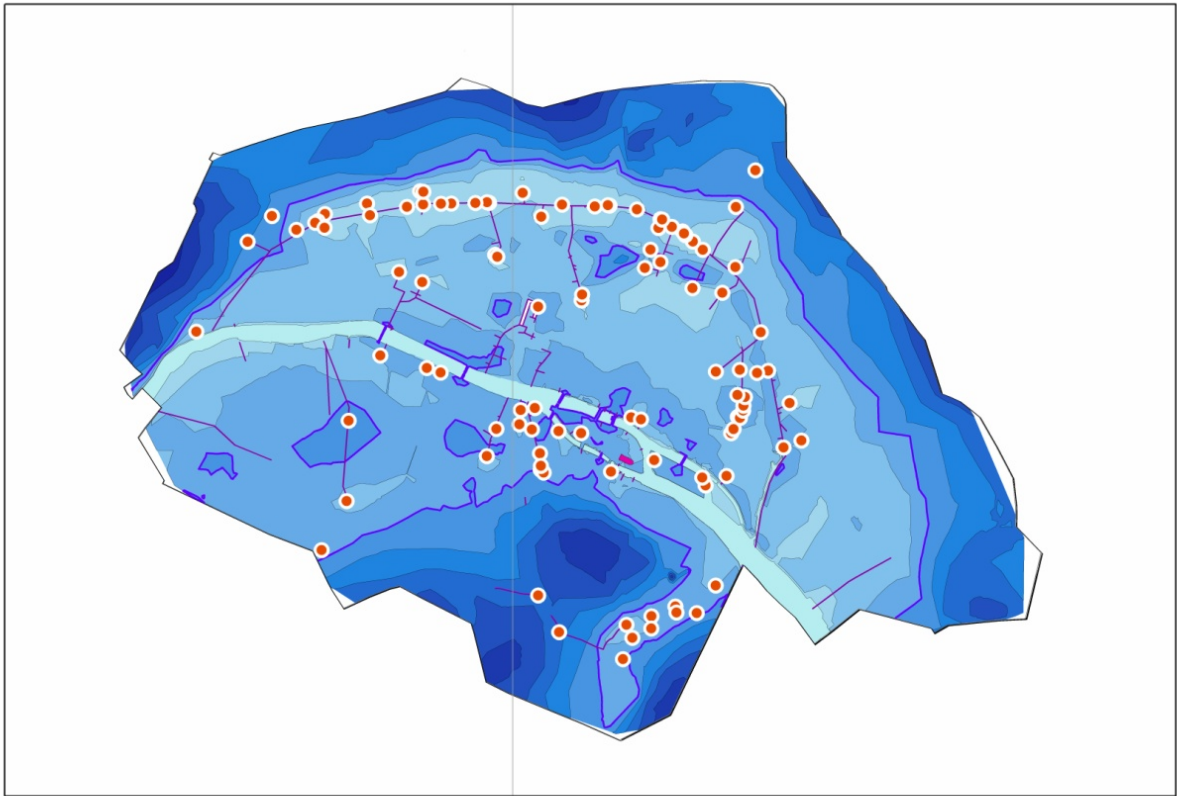
Le mémoire manuscrit qui débute le *Nivellement Général de Paris* de Girard se consacre pour moitié à l'analyse de la genèse du réseau d'évacuation parisien, sur des sources historiques, dans les archives de la Ville. Il brosse la chronologie la plus précise possible en fonction des connaissances historiques disponibles, depuis le « plus vieil égout de Paris » situé sous la rue Montmartre et conçu et financé par Hugues Aubriot, le prévôt des marchands en 1370. Cette structure générale de la ville est encore imprégnée du Moyen-Age et de ses caractéristiques morphologiques. Elle n'est pas forcément aussi déstructurée que l'histoire progressiste et simplificatrice du XIX^e siècle a pu vouloir de la décrire : un cloaque général, souffrant, branlant, désorganisé, construit au hasard. Le citoyen étant la première victime, la mission de l'hygiène a durablement décrit ainsi l'état morphologique antérieur.

Nous possédons, grâce aux chapitres précédents :

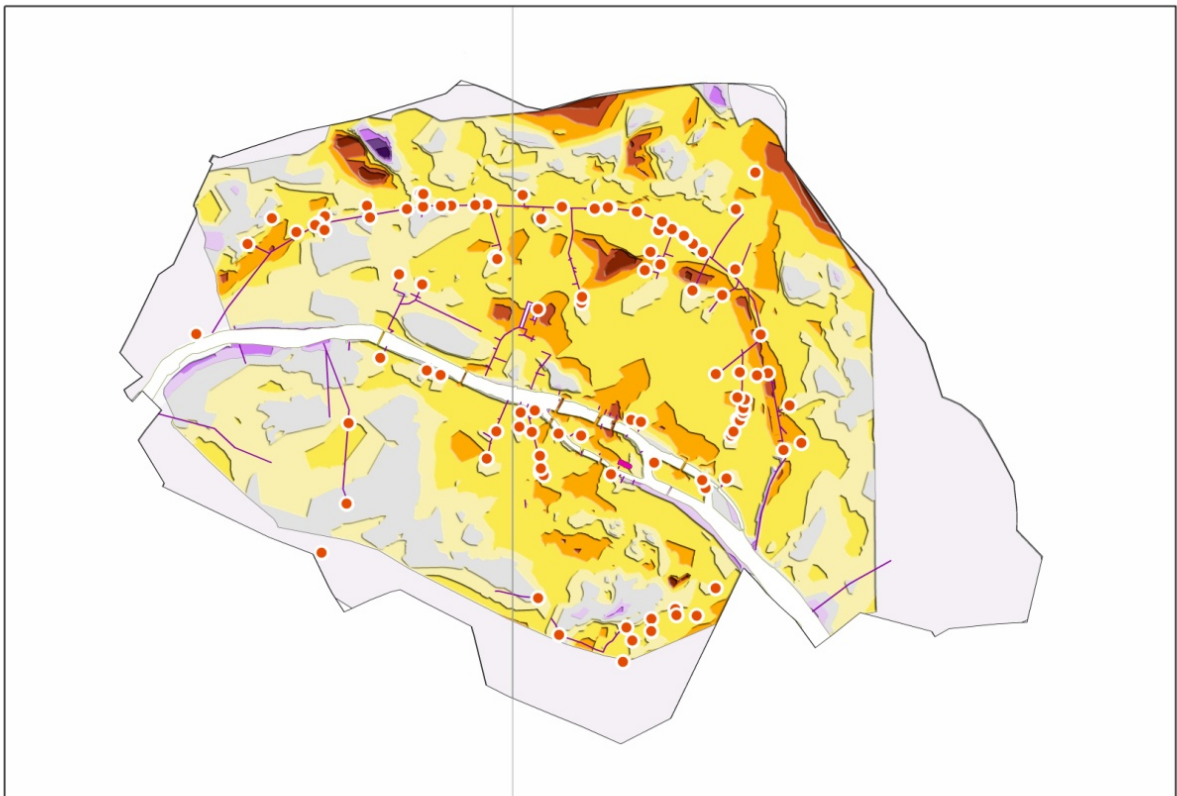
- Les égouts linéaires au début du XIX^e siècle, avec dates de construction Laurent Mirlou a saisi plusieurs époques dont le début du XIX^e siècle d'après Bruneseau³⁸⁹
- Les bouches d'égout du cloaque gothique hugolien saisies en même temps que Bruneseau rentrait dans la littérature par P.S. Girard. La hauteur exacte des « grilles béantes »
- La profondeur de la nappe phréatique, pour observer d'éventuelles interactions
- La carte du rehaussement urbain
- Le ruissellement des rues obtenu également grâce à P.S. Girard

Quatre mises en perspective basées sur l'épaisseur :

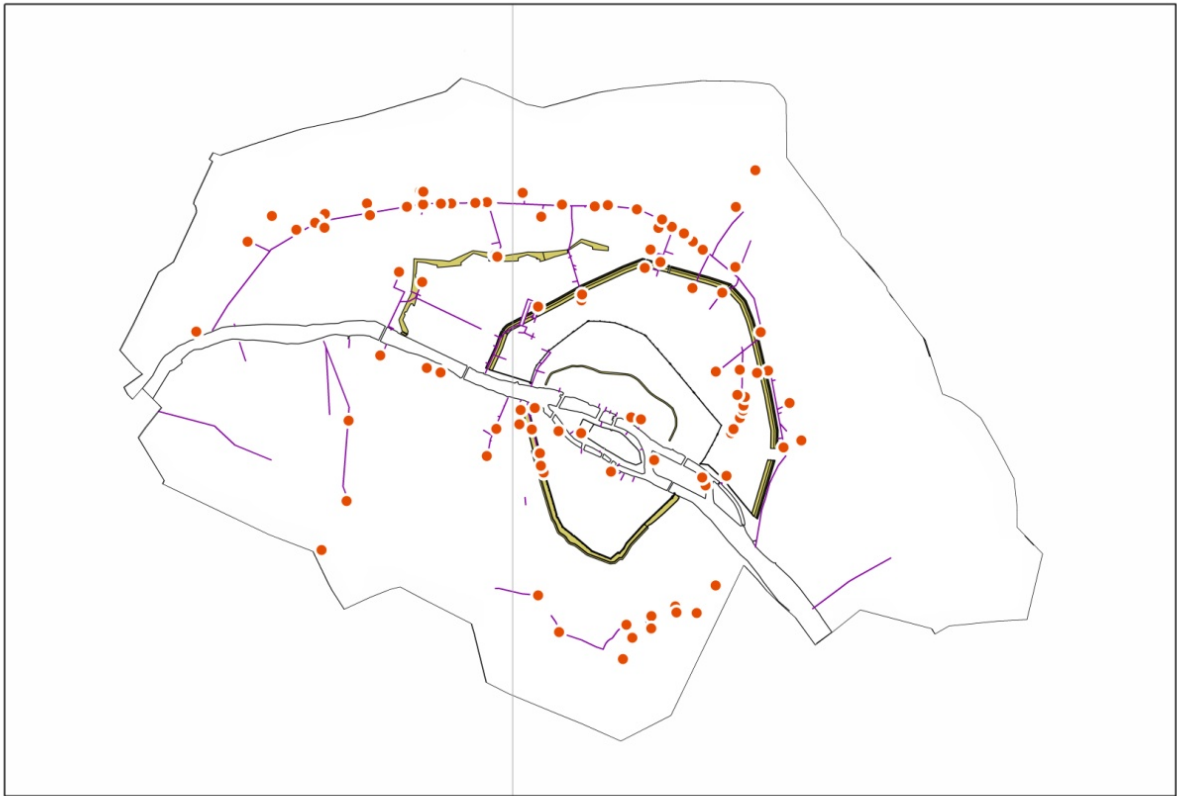
³⁸⁹ *Transmission des formes et morphologie urbaine : l'exemple des réseaux de l'eau parisiens, Vol. 3* (Mirlou, 2011c) d'après H. Lemoine, *Les égouts de Paris du XIV^e siècle à 1825*, Revue de la Chambre syndicale de Maçonnerie Ciments et Béton armé de la Ville de Paris, 1930 (Lemoine, 1930) et E. Bruneseau, *État des égouts par l'ingénieur E. Bruneseau*, Préfecture de la Seine, 1805 (Bruneseau, 1805)



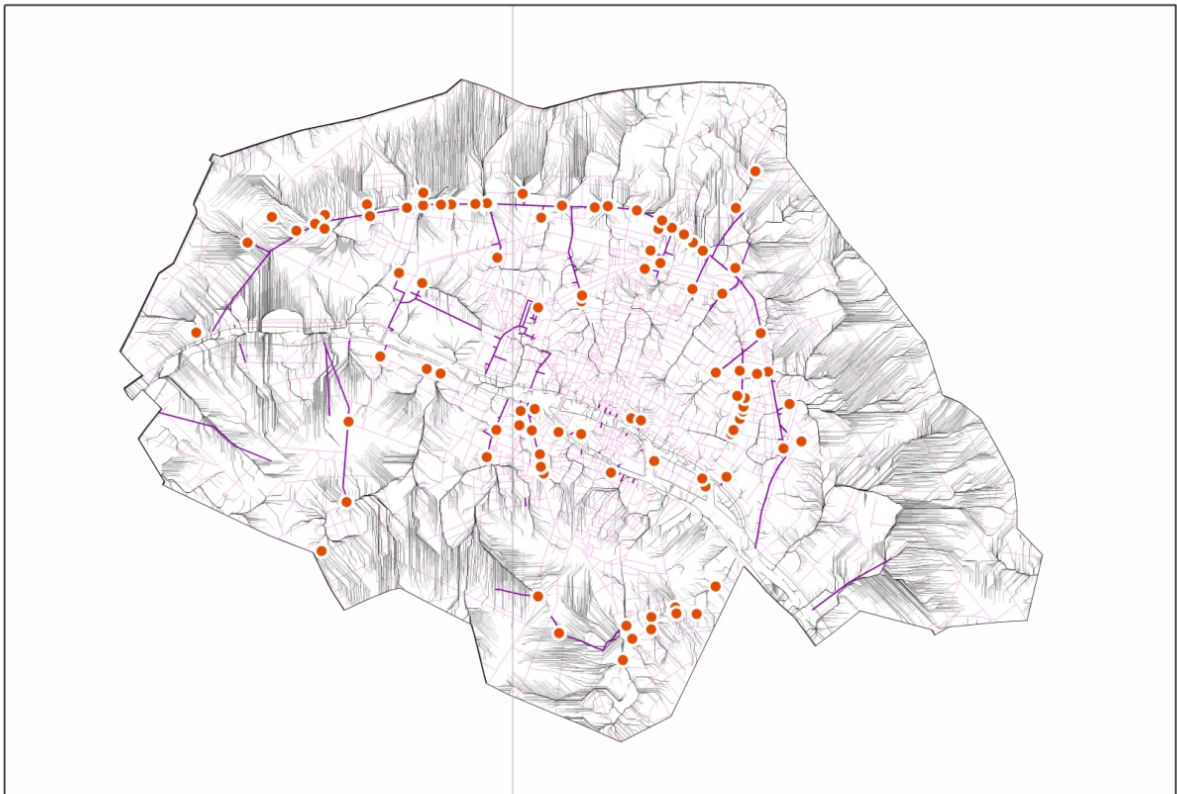
Carte géomatique 39 : bouches d'égout et profondeur des eaux en 1805



Carte géomatique 40 : bouches d'égout et rehaussement urbain en 1805



Carte géomatique 41 : bouches d'égout de 1805 et tracé des enceintes anciennes



Carte géomatique 42 : bouches d'égout et ruissellement en 1805

Premières hypothèses et interprétations

On remarque, en première lecture spatiale que :

- L'égout préindustriel ne semble pas disposé « au hasard » comme l'estime Belgrand,
- Cette disposition peut être source d'indices précieux quant au fonctionnement de la cité préindustrielle,
- Les bouches d'égouts sont situées dans les zones de moindre accumulation des exhaussements « d'origine humaine »,
- Ils sont en majorité situés très près de la nappe phréatique (moins de 2m50),
- Les bouches sont exactement placées dans les zones d'accumulations des eaux de pluies des rues de Paris,
- Les bouches sont souvent situées de part et d'autre d'une ancienne enceinte.

Une première interprétation du sens précis de l'égout parisien d'avant le XIX^e siècle commence à apparaître. Elle dépend moins des discours orientés sur l'hygiène ou la technique du XIX^e siècle, tout en se nourrissant des données qu'ils ont accumulées. Nous proposons ici une vérification du modèle de ruissellement, important dans ces conjectures, par une source non géomatique. On trouve celle-ci dans les procès-verbaux d'un quartier de Paris des périodes Révolutionnaires et de l'Empire. Moins mâchée par des objectifs précis, ce type de source reflète originalement, par sa proximité et quotidienneté, quel était le paysage urbain.

31. Vérification : exploration de terrain diachronique

Les commissaires de police sont donc de bons descripteurs de la topographie urbaine lorsqu'ils décrivent divers problèmes ou caractéristiques de leur quartier. En 1791, le commissaire du quartier du Panthéon mène une enquête sur l'effet des égouts sur les eaux de la Seine, entre l'embouchure de la Bièvre et l'Hôtel Dieu où quatre égouts se jettent :

« Ayant parcouru le bord de la rivière depuis la rue de Bièvre jusqu'au petit Pont de l'Hôtel Dieu, nous avons reconnu que quatre égouts se jetoient dans ce court intervalle, savoir celui de la rue de Bièvre, celui de la rue des Grands Degrés, celui de la rue des Rats et celui de le rue du Fouarre.

Nous avons reconnu en outre que *l'Égout de la rue de Bièvre jettoit le moins de vase sur le bord de la rivière, que l'égout de la rue des Rats en laisse un peu davantage, mais que l'égout de la rue des Grands Degrés en laisse infiniment davantage que les deux autres ensemble*, que la vase de ce dernier égout s'avance de plusieurs toises dans la rivière, qu'elle s'étend aussi à plusieurs toises le long du bord de la rivière depuis l'égout des grands degrés jusqu'au petit Pont étroit d'une teinte noirâtre et salie par

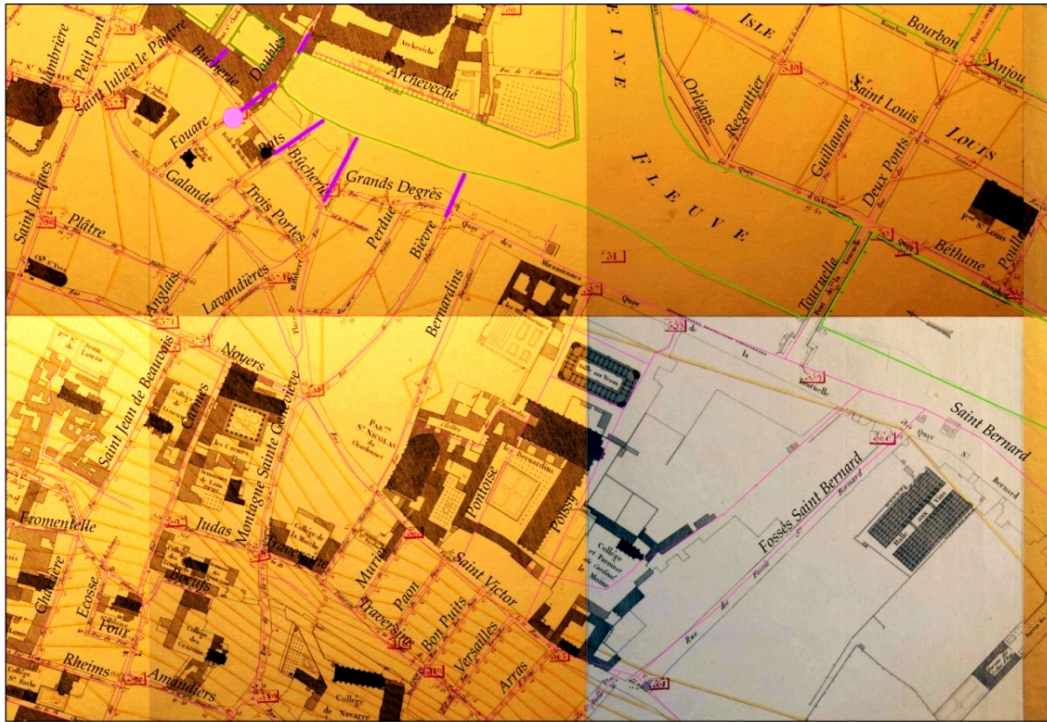
l'égout des Grands Degrés et celui de la rue des rats. L'eau nous a paru claire à peu de distance du bord vis-à-vis de l'égout de la rue de Bièvre. L'égout de la rue du Fouarre tombe au pied de la pile du Pont et ne peut pas contribuer à salir l'eau au-dessus. Enfin nous avons reconnu que pendant les chaleurs de la fin aout il s'élevoit de la vase près des bateaux des blanchisseuses qui sont vis-à-vis de la rue des grands degrés, de grosses bulles d'air, qui en sortoient en grand nombre.

On nous demande si l'eau de cette portion de la Rivière est salubre et en peut pas nuire à la santé des habitants de Paris qui en boivent. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la nature des immondices qui sont entraînés dans cette portion de la rivière, le sang des tueries de la rue de la montagne Sainte-Geneviève et autres rues adjacentes, plus les immondices de la Place Maubert et toutes les eaux d'une partie du Levant de la montagne, du nord et d'une partie du couchant. [...] l'on peut juger combien elle est grande à l'endroit de l'égout des grands degrés, puisque depuis ce bord de la Rivière jusqu'au mur du Jardin de l'Evêché, la masse entière de l'eau est salie d'une teinte noirâtre.

On ne peut pas douter que cette eau ne soit très insalubre et ne puisse produire des maladies qui dépendent de la putridité et qu'il est du devoir de l'officier de Police d'en instruire la municipalité pour qu'elle y apporte le plus prompt remède. Nous ne doutons pas qu'elle ne l'employe promptement, lorsqu'elle saura que c'est vis-à-vis de la rue des Grands Degrés que le plus grand nombre des porteurs d'eau vont puiser celle qu'ils distribuent à la plus grande partie des habitants de ce quartier. »³⁹⁰

Nous pouvons observer ce que donne notre modèle pour cette zone assez précise de la capitale.

³⁹⁰ Archives de la Préfecture de Police, AA 200, 1791, Procès verbal n°301.



Carte historique 9 : les quatre égouts répertoriés par le commissaire.³⁹¹ En fond : Atlas Verniquet/Girard recomposé



Carte géomatique 43 : résultat du modèle automatique de ruissellement réalisé sur le modèle de terrain issu de la vectorisation des mesures de P.S. Girard

³⁹¹ (Mirlou, 2011c) : couche « égouts au début du XIX^e siècle ».



Carte historique 10 : carte des premiers égouts réticulés de Paris en 1839, par H.-C. Emmerly

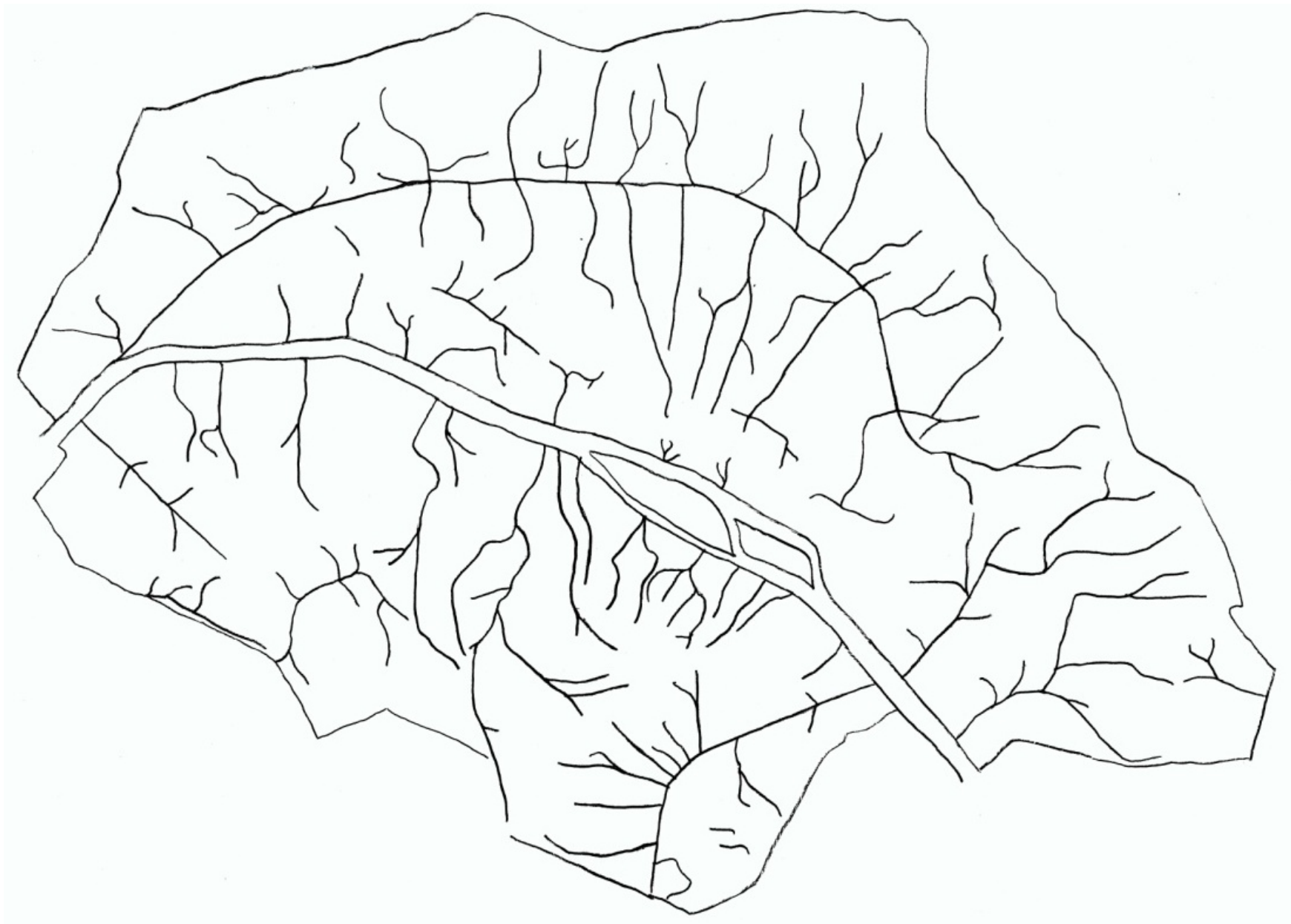
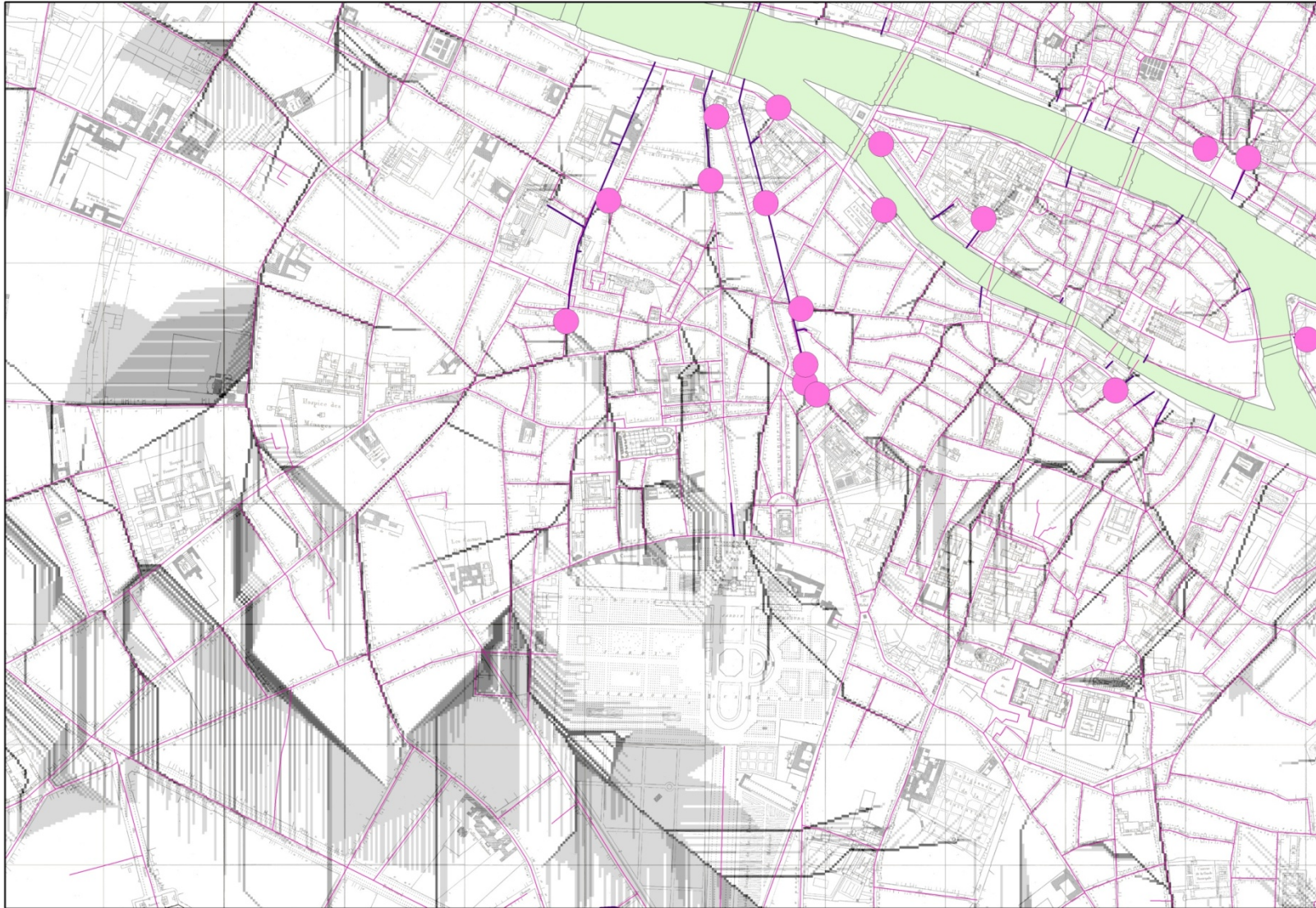


Figure 44 : carte du ruissellement des eaux en 1805 d'après la modélisation géomatique



Carte géomatique 44 : zoom des ruisseaux modélisés rive gauche, projetées sur un plan Jacoubet, égouts et bouches d'égout autour de Saint Germain des Prés en 1800

Le premier extrait donne la réalité topographique du plan de Verniquet sur lequel on retrouve effectivement les quatre embouchures d'égouts en amont du pont de Notre-Dame, de même que dans la couche vectorielle de Laurent Mirlou issue de Bruneseau et vectorisée.

Le second modélise les écoulements de la Montagne Sainte-Geneviève à la même époque. Un plan Verniquet sans relief ne pourrait offrir davantage de possibilités de recoupement. Mais avec le relief, nous avons le modèle de ruissellement. Nous extrayons donc sur la même zone la superposition de ce modèle (à l'épaisseur du trait proportionnelle au débit estimé) à la carte des rues.

Nous retrouvons exactement la description du commissaire : alors que « l'égout du de la rue des Grands Degrés en laisse infiniment davantage que les deux autres ensemble. », les autres semblent mineurs : « L'Egout de la rue de Bièvre jettoit le moins de vase sur le bord de la rivière, que l'égout de la rue des Rats en laisse un peu davantage. ». Quant à « L'égout de la rue du Fouarre [qui] tombe au pied de la pile du Pont et ne peut pas contribuer à salir l'eau au-dessus », il semble avoir la deuxième place en termes de bassin versant. On retrouve de façon extrêmement précise les conclusions de la visite de 1791. L'égout des Grands Degrés est effectivement celui qui recueille la plupart des écoulements de la Montagne Sainte-Geneviève, via la Place Maubert, qui recueille elle-même les « ruisseaux » Saint-Victor et Lavandière/Noyers. Cette bonne corrélation nous pousse à poursuivre l'interprétation générale.

Les deux dernières cartes montrent la correspondance entre le travail de la partie II sur le ruissellement des eaux et la première carte grand format d'Emmery de 1839, qui avait été commencée en 1834 : « Nous avons déjà donné, en 1834, dans les *Annales des Ponts et Chaussée*, une planche précieuse par ses détails, et qui représente les égouts de Paris (*Statistique des égouts*) ». ³⁹² Nous pouvons en déduire certaines interprétations présentées dans la partie suivante.

³⁹² *Statistique des eaux de la Ville de Paris (année 1839)* (Emmery de Sept Fontaines, 1840), p°15

32.Plans d'égouts et morphogénèse : les derniers ruisseaux devenant les premiers égouts

Interprétation de la carte d'Emmery de 1840

Nous avons démontré dans la partie II que les formes géographiques initiales ont profondément marqué la construction morphologique. Les égouts sont la poursuite en sous-sol de la même logique déjà appliquée aux ruisseaux de surface. Par exemple la rue Montmartre était à la base un ruisseau ou une rigole. On y met des bouches d'égout au Moyen Age et à la période Moderne pour en faire une rue tout en maintenant sa fonction d'évacuation. Nous remarquons par ailleurs que :

- la carte du ruissellement des eaux montre où se développent les premiers linéaires d'égouts,
- les travaux du premier XIX^e siècle, se concentrent sur l'essentiel : le vidage des rues, quand ceux de Belgrand s'occuperont de raccorder chaque immeuble (en ce sens, s'ils sont plus nombreux en linéaire, ils ne sont pas les principaux ni les plus remplis de sens quant à la la morphologie urbaine),
- si nous mettons cela en parallèle avec la carte des ruissellements, montrant en l'occurrence que les rues sont d'anciens ruisseaux naturels (pour les plus importantes d'entre elles), une véritable logique se fait jour, qui pourrait expliquer des éléments sur le développement urbain y compris dans des villes possédant moins d'archives - rappelons que Girard a cinquante ans d'avance sur la moyenne urbaine -. Si les mêmes règles sont respectées ailleurs, un marqueur devient étudiable pour réaliser une l'archéologie par les archives topographiques. Comme dans la partie II, il est difficile de préciser si ce sont les bassins versants initiaux qui ont influencé la formation du viaire ou bien le premier viaire qui a déterminé les zones privilégiées d'exhaussement (cultures agricoles, protection des constructions etc.).

Les formes médiévales passent ainsi de biscornues à très adaptées à l'environnement. De même que les égouts d'avant Belgrand passent de « réalisés au hasard » à optimaux pour l'évacuation des ruisseaux primitifs. Ce phénomène d'adaptation initiale à un milieu, découvert comme tel par la technique, est absent (en tout cas comme écrits explicites) des mémoires, rapports, livres, bref de la littérature technique des ingénieurs transformateurs du milieu urbain du XIX^e siècle.

Les derniers ruisseaux devenant les premiers égouts

La culture topographique des premiers ingénieurs urbains leur a permis de réaliser une œuvre finalement très organique : l'ouvrage reproduit l'ancien ruisseau. Mais pendant dix-huit siècles, la rue parisienne pouvait s'assimiler et même se nommer comme les procès-verbaux des commissaires le démontrent : des ruisseaux.

L'ingénieur serait donc au XIX^e siècle un morphogénéticien qui s'ignore. Des cartes des premiers égouts, de Girard pour l'expérience, au premier relevé moderne signé Emmery - la première version cartographique spécialisée – recoupe largement celle des principaux ruisseaux. Eux-mêmes reflètent certainement la forme la plus primitive de l'espace parisien, et qui a eu le moins de raisons d'être remise en cause. Il y a donc de l'archéologie dans ces cartes à priori uniquement techniques et fonctionnelles. Il y en a moins dans celles de Belgrand et d'Alphand, plus célèbres, car ils évacuent dans leurs ouvrages la période 1800-1850. Quant aux cartes issues de leurs travaux massifs, systématiques et généralisants : toutes les rues y sont désormais colonisées par l'extension des branches initiales. On n'y trouve plus les singularités issues du temps long.

Zones de moindres accumulations et ouvrages urbains

Notre travail spatial précédent nous pousse ici à concevoir l'égout comme réponse à la brisure imposée par l'enceinte. L'égout est donc, avant la pensée hygiéniste, une rustine assurant l'écoulement de l'eau en milieu urbain. Cher, on lui préfère jusqu'au XIX^e siècle le fonctionnement naturel et classique de la rue « ride » en V, souvent nommée ruisseau dans les textes de cette époque. Cette rue serait une évolution des ruisseaux initiaux du paysage primitif. La bouche d'égout « gothique » décrite par Victor Hugo serait donc plus proche de la fonction de poterne dont l'extension progressive en fait des objets urbains normalisés.

Les premiers égouts de Paris, les plus anciens selon les archéologues, correspondent parfaitement à ce type de fonction, spatialement parlant. Alors que les éventuelles archives techniques décrivant précisément leur construction n'ont pas été conservées ou ont disparu, le paysage peu évolutif de la forme du sol de 1805 les place bien de part et d'autre des mamelons artificiels du centre parisien. Ceux-ci ayant été imposés par l'impératif de défense de la guerre de cent ans qui a justifié l'enceinte Charles V. Girard décrit le premier égout de Paris en ces termes :

« Sur la rive opposée, une partie de la rigole découverte qui jettait dans le ruisseau de Ménil-Montant, les eaux du quartier Montmartre, se trouve enfermée dans l'enceinte de Charles VI. Hugues Aubriot, qui était alors prévôt des marchands la fit revêtir et couvrir de maçonnerie³⁹³ ; c'est le plus ancien égout vouté qui ait été construit, et voilà pourquoi, sans doute, quelques historiens ont attribué à Hugues Aubriot le premier établissement des égouts de Paris. »³⁹⁴

Une lecture rapide du texte laisserait passer inaperçu ce fait qui nous semble pourtant fondamental du point de vue morphologique : ce n'est pas un hasard si ces premiers systèmes d'égout maçonnés sont exactement contemporains à l'enceinte de type bastionnée de Charles V³⁹⁵ : c'en est la conséquence immédiate, et donc bien plus par souci d'efficacité poliorcétique que par souci d'hygiène.

Les bouches d'égout préindustrielles marquent les premiers rehaussements artificiels, ou projets urbains d'ampleur. Le relief et ses subtilités initiales pourraient donc bien être un exemple de persistance aussi puissant que le viaire ou le parcellaire. Le ruisseau initial sert à l'évacuation des premiers déchets. Peu de raisons pousseraient à en modifier le cours ou la fonction, hormis de grands travaux. Or à Paris, jusqu'à l'époque moderne, les seuls grands travaux à échelle urbaine sont les remparts. Ce qui corrèle nos cartes et interprétations, avec la présence des plus anciennes bouches d'égout justement à cet endroit de modification notable. Le rempart ne pouvant souffrir brèche ou faiblesse, il nécessite un type d'ouvrage « luxueux » qu'est l'égout : ceci semble vérifié dans les rues Montmartre, Saint-Denis, du Temple, autour de Saint-Germain des Prés.

Le premier égout d'origine « politique urbaine », c'est-à-dire pour la fonction d'égout elle-même, semble être celui qui assainit les odeurs du Marais, lieu de vie aristocratique jusqu'au XVII^e siècle. De grand travaux sont entrepris, nous dit Girard, qui a déjà fait un fin travail de recouplement des historiens de Paris :³⁹⁶

« Tout l'espace compris entre l'enceinte de Philippe Auguste, la rue St Antoine, les fossés de la Bastille et la rivière, était occupé par l'Hôtel St Paul, qui fut, comme on sait, l'habitation ordinaire des rois de

³⁹³ « Antiquités de Paris par Sauval, Tome 1^{er} page 248 et suivantes » ; Sauval, Henri, *Histoire et recherches des antiquités de la ville de Paris, t.1*, Charles Moette et Jacques Chardon, 1724 (Sauval, 1724)

³⁹⁴ Pierre-Simon Girard, *Manuscrit introductif au Plan de Nivellement Général de Paris*, reproduit en annexe 2.

³⁹⁵ Notons que c'est également une nouveauté pour les enceintes parisiennes : l'enceinte précédente, celle de Philippe Auguste, était maçonnée. L'évolution des armements, et notamment l'arrivée du canon durant la Guerre de Cent Ans, impose de nouvelles défenses, faisant preuve de résistance par l'inertie. Le vieux mur maçonné est obsolète. Dorénavant de lourdes levées de terres marquant durablement le paysage urbain, et, on le voit ici, son métabolisme, assurent la défense.

³⁹⁶ « Ces détails topographiques semblent étrangers au domaine de l'histoire ; cependant elle s'en occupe lorsqu'ils se rattachent à quelques événements mémorables ».

France, pendant le 14^{ème} siècle. Les eaux de ce quartier descendaient vers l'emplacement actuel de la fontaine de Birague ; là, elles entraient dans un égout couvert pratiqué sous la rue St Antoine et qui les conduisait jusqu'aux fossés de la Bastille. Le voisinage de cet Egout appelé le Pont Perrein, était d'une incommodité excessive pour l'Hôtel St Paul ; il fut détourné en 1412 à travers la rue Culture Ste Catherine ; on lui fit suivre la rue des Egouts et celle de St Louis,³⁹⁷ à l'extrémité de laquelle on le retourna à l'Ouest, parallèlement aux murs de l'enclos du temple. Arrivé à la porte de ce nom, il traversait le fossé de la ville par un canal de maçonnerie et il entraît au-delà de ce fossé ; au moyen d'une ouverture faite à la contrescarpe, dans le lit de l'ancien ruisseau de Ménil Montant. Ce même canal qui traversait le fossé près de la porte du temple recevait du côté opposé un autre égout, dont l'origine était dans la rue St Denis, vis-à-vis le monastère des filles Dieu ; il suivait la rue actuelle du Pontceau, traversait la rue St Martin et se prolongeait dans celle du Vertbois jusqu'à son entrée dans le fossé. Ces deux égouts étaient entièrement découverts. On voit par l'indication que nous venons de donner de leurs directions respectives, que le premier recevait les eaux des quartiers des Halles situés de l'autre côté de la rue St Denis, se rendaient en suivant la rue actuelle du Cadran, à l'Egout vouté de la rue Montmartre : celui-ci traversait le fossé dans une auge de Madriers soutenu sur des palées de Charpente.³⁹⁸ Il se réduisait au-delà de la contrescarpe à une simple rigole creusée en pleine terre, à travers le faubourg Montmartre jusqu'au ruisseau de Menil-Montant, qui avait pris le nom de Grand Egout de la Ville parce qu'il recevait, en effet, presque toutes les eaux de la Partie Septentrionale. »³⁹⁹

Sa nécessité dépendrait ici pour la première fois du confort olfactif des décideurs publics. La recette est logiquement appliquée dans leur quartier en premier lieu. L'ampleur des travaux, qui fait figurer ce projet dans les archives de la ville, est compréhensible car elle est due au fait qu'on modifie un bassin versant urbain, en canalisant « de force » les eaux du Marais vers le nord en ce début du XVII^e siècle. Leur écoulement naturel, et certainement primitif, les amenait jusqu'alors vers le bassin de l'Arsenal.

³⁹⁷ Registres de la Ville, vol. 15, fol. 117 ; vol.16, fol. 558

³⁹⁸ Id. Vol. 4 fol. 195

³⁹⁹ Pierre-Simon Girard, *Manuscrit introductif au Plan de Nivellement Général de Paris*, reproduit en annexe 2.

Suivi des « grands travaux » par une source neuve : le relief

Nous venons de voir dans les deux chapitres précédents qu'au moment du coup d'Etat du 2 décembre 1851, la ville est réticulée : la méthode pour mettre en place la grande transition morphologique de la ville contemporaine - le réseau - est en place. Les réalisations s'étendent et la généralisation n'est alors plus qu'une question d'années. Cependant, ce savoir faire est cantonné chez ses inventeurs : les ingénieurs des Ponts et Chaussées qui dirigent le service des eaux de la Ville à la suite de Pierre-Simon Girard. Ils maîtrisent le nivellement fin et ont, à travers le travail de Charles-Henry Emmerly, transformé le contrôle topographique de l'espace en modèle de gestion du projet urbain, gage de la réussite des projets de transformations.

Ce milieu d'ingénieurs, par son savoir faire, est en train de résoudre très concrètement le problème de l'hygiène urbaine maintes fois dénoncé au cours de la première moitié du XIX^e siècle⁴⁰⁰ comme une île de la Cité bien équipée le démontre. Cependant, il semble isolé des ambitieuses politiques de transformation complète du tissu urbain et de sa logique mise en place : percées, modifications du parcellaire, métamorphose des artères de circulations et surtout impact spatial sur les habitants par le biais de l'expropriation massive. De telles politiques sortent du stade de la gestation dès 1848 comme les décisions de la préfecture de Berger (1848-1853) le démontrent. En 1851, seule la percée de Rambuteau a pris place dans le tissu dense et ancien. Rivoli est en cours avec difficultés.

Notre premier exemple va explorer ce qui entraîne la chute de Berger : l'échec de la rue de Rivoli. L'objectif est d'amorcer une méthode d'analyse topographique pour développer une lecture des « grands travaux » pressentie mais qui n'a pas été développée très avant : la dimension avant tout profondément technique et topographique de ce projet urbain. Saisir cette dimension pourrait donner des clefs de compréhension sur le déroulement du processus et permettre d'aborder par un autre biais plusieurs questions historiographiques.

⁴⁰⁰ Fabienne Chevallier, *La naissance du Paris moderne : l'essor des politiques d'hygiène (1788-1855)*, Rennes 2, 2012 (Chevallier, 2012)

33. Un sol bosselé : le percement de la rue de Rivoli et l'échec de Berger

Dans ses *Mémoires*, Haussmann a tendance à personnaliser le départ de Berger. Cette thèse participe à le mettre lui-même en valeur comme personnalité : le percement de la rue de Rivoli « avait été, pour l'Empereur, l'occasion déterminante du remplacement de M. Berger par un Préfet, et de ma désignation comme agent d'exécution des projets de transformation de Paris conçus par Sa Majesté ». L'échec de Rivoli passe ici de cause première à « occasion déterminante », prétexte. Pourtant, c'est bien sur une gestion de projet que se joue la décision. On décrit parfois la gestion « de bon père de famille » de Berger ou encore son incapacité à trouver les ressources financières comme causes à son remplacement. Ceci est la thèse d'Haussmann dans ses *Mémoires*. Nous voulons ici nous pencher plus avant sur le projet clef qui entraîne son remplacement, qui peut receler plusieurs informations intéressantes.

Le tableau chronologique des percées proposé dans *Paris-Haussmann*⁴⁰¹ nous donne des dates : l'achèvement de la rue de Rivoli se décide en plusieurs fois. La section « Oratoire-Saint Antoine » est décrétée le 3 mai 1848, puis « Louvre-Hôtel de Ville » les 4 août 1851 et 28 septembre 1852 et enfin « Louvre » le 23 décembre 1852. Ces sections semblent se chevaucher, nous pouvons cependant retenir la date du 23 décembre 1852 comme lançant réellement les travaux c'est celle qui est également retenue par Haussmann dans les *Mémoires*.⁴⁰²

⁴⁰¹ Jean Des Cars, Pierre Pinon, *Paris-Haussmann*, Picard, Pavillon de l'Arsenal, 1991 (Des Cars and Pinon, 1991), p°353

⁴⁰² (Haussmann, 2000), p°804 : « Il faut remonter jusqu'en 1849. J'étais Préfet du Var, au cours des difficultés de ma mission dans ce département, lorsque à la date du 4 octobre fut promulguée la Loi qui ratifia le traité conclu, le 2 août, entre l'État et la Ville, au sujet des opérations complexes, que, plus tard, sous le titre de : Prolongement de la rue de Rivoli, je groupai, dans le Premier Réseau des voies nouvelles de Paris transformé.

Ces opérations embrassaient :

1° Le dégagement complet et le nivellement de l'espace isolant le Palais des Tuileries de celui du Louvre, accompli sous mon administration seulement.

2° L'ouverture, sur une largeur de 22 mètres, de la section de la Rue de Rivoli, comprise entre le Passage Delorme et la Rue de la Bibliothèque, en vue de la construction de l'aile droite du Louvre, terminée à peine en 1855.

C'est par un Décret du 23 Décembre 1852, que fut déclarée d'utilité publique l'exécution, commencée en 1853 et terminée par moi dans le cours de 1854, de la section de cette voie allant de la rue de la Bibliothèque à la rue des Poulies, ou la Place du Louvre, et que fut prescrite la construction, en bordure des deux sections, de maisons uniformes avec arcades.

Ce même décret déclara l'utilité publique de l'agrandissement des Places du Louvre et Saint-Germain-l'Auxerrois, et prescrivit révélation, suivant une architecture décorative homogène, de maisons faisant face des deux côtés de ces places réunies à la colonnade du Louvre. »

En première partie, nous avons décrit l'évolution de la représentation de l'espace urbain jusqu'à la création du Service du Plan fin 1856. En 1852, Théodore Jacoubet possède la meilleure résolution en lien avec le bureau des plans : la ville au 2000^e, quant au cadastre/bâti/parcellaire, la référence est encore l'œuvre de Philibert Vasserot moyennant des mises à jour lorsque nécessaire. Pour concrétiser une percée dans le cadre de la législation en place, il faut corréliser les parcours aux parcelles traversées pour opérer les expropriations. Le montage financier vient ensuite, sur cette base technique et morphologique indispensable. Pour justifier de cette description qui peut paraître simpliste, nous réalisons un léger saut en avant chronologique.⁴⁰³ En août 1853 (nous reviendrons plus loin sur cette année), le Ministre de l'Intérieur Persigny est chargé de mettre en œuvre les ordres de « Sa Majesté [qui] désire qu'on s'occupe sans interruption de l'étude des questions d'embellissement de Paris, [...] pour garantir à la fois la sûreté, la salubrité et la commodité publique ». La réponse du comte Siméon, qui est alors chargé de l'étude et qui est alors pressenti comme futur préfet de Paris à la place qui sera celle d'Hausmann, répond ainsi quant à la méthode :

« J'ai les moyens, M. le Ministre, de vous procurer en un mois, à compter de l'autorisation que vous en donneriez, pour quatre de ces affaires, des devis approximatifs indiquant :

1° la quantité de mètres de terrains à acquérir pour l'ouverture de la voie nouvelle et pour la construction de maisons sur son parcours

2° le prix de revient de ces terrains suivant les valeurs respectives des quartiers. »⁴⁰⁴

Le fait d'avoir ces moyens est en soit non négligeable, assurant à Siméon une légitimité qui sera remise en cause par Hausmann dénonçant un « conseil municipal occulte ». Cette lettre du 2 septembre 1852 poursuit sur la personne qui en serait capable et pressentie :

« M. Jacoubet, architecte, chargé autrefois du bureau des plans à la Ville, possède tous les éléments de ce travail. Il s'engagerait, moyennant un prix à forfait de 1200 fr. par rue à ouvrir, à fournir, en un mois, ces documents à la Commission. »

Cet échange est essentiel : Hausmann en est absent (il est préfet de la Seine depuis seulement un mois) et c'est cet attelage original qui est le plus à la pointe de l'information topographique

⁴⁰³ On peut aussi lire dans les *Mémoires*, T. III, p°5 : « étudier minutieusement, dans tous les détails le tracé de chaque section, déterminer sur place les propriétés à occuper, enfin, en apprécier la valeur »

⁴⁰⁴ *Sur le Rapport à Napoléon III de la Commission des embellissements* (Casselle, 2000), p°13 : Lettre de Siméon à Persigny du 2 septembre 1853

de Paris. Siméon pilote le projet,⁴⁰⁵ Jacoubet possède la topographie et la méthode : il travaille dans le service qui met à jour le plan de Paris depuis la fin des années 1820, et en produit par ailleurs des éditions en tant qu'architecte. On comprend mieux ici la nécessité pragmatique et incontournable du nouveau projet urbain qu'est l'ouverture de percées : une bonne connaissance topographique. Haussmann sera en guerre contre cette commission sur laquelle il prend le pas après la fin de l'année 1853 et qu'il fera soigneusement disparaître de l'histoire par la suite. Il élimine aussi l'importance de Jacoubet grâce au développement du Service du Plan qui lui prend plusieurs années avant de pouvoir estimer, dans ses *Mémoires* : « Le Plan de Paris, c'était M. Deschamps. »⁴⁰⁶

Revenons à la rue de Rivoli qui marque la fin de l'administration Berger. Nous avons retrouvé à la Bibliothèque Historique de la Ville de Paris les plans d'expropriation des sections de Rivoli décrétées d'utilité publique en 1848 puis à nouveau en 1851-1852 :



Figure 45 : plan d'expropriation pour le percement de la rue de Rivoli, 1850 : utilisation du plan de Philibert Vasserot⁴⁰⁷

⁴⁰⁵ « Issus de quantités de projets plus ou moins anciens, dont ceux de Lanquetin et du grand publiciste que fut Louis Lazare », Michel Fleury, (préface), *Sur le Rapport à Napoléon III de la Commission des embellissements* (Casselle, 2000)

⁴⁰⁶ *Mémoires* (Haussmann, 1893), p°2

⁴⁰⁷ BHVP, *Rue de Rivoli : percement Roule - Arbre Sec* (Vasserot, 1850)

Ce plan est très instructif : il est dessiné directement sur une planche Vasserot (en fait plusieurs planches Vasserot récolées) qui sont toujours la ressource principale pour le dessin du bâti. On voit par ailleurs que l'application des règlements d'expropriation est respectée à la lettre : seules les parcelles traversées par la percée d'utilité publique sont expropriées.

On voit enfin un élément essentiel : il n'y a pas de lignes de niveau ni d'indices sur le relief. Cette ressource, maîtrisée par les seuls ingénieurs de l'eau, est ignorée des premiers planificateurs. C'est cette carence qui va coûter très cher au projet Berger. Elle est très bien décrite par Haussmann car c'est lui qui sera chargé d'achever la section :

« Quant on ouvrit le prolongement de la rue de Rivoli, du Passage Delorme à la place de l'Hôtel de Ville, on rencontra dans cette dernière portion, l'obstacle de la butte Saint-Jacques-la-Boucherie, dont on ne pouvait avoir raison qu'au prix de travaux imprévus, entraînant des conséquences très onéreuses.

En effet il ne suffisait pas d'y pratiquer la tranchée, de plusieurs mètres de profondeur qu'exigeait le passage de la nouvelle voie. Il fallait raccorder avec celle-ci les anciennes rues qu'elle coupait, et, pour cela, déniveler tout un quartier, celui des Arcis, rendu très populeux, très marchand, par le voisinage des Halles ; partant, démolir, sans aucune exception les nombreuses maisons qui s'y pressaient. Bien plus, il fallait reconstruire le Pont Notre-Dame, dont les rampes étaient déjà trop ardues, afin qu'on pût accéder aisément de la rue Saint-Martin abaissée ; comme aussi, sur les deux rives du fleuve, les quais adjacents, et modifier le relief de la rue de la Cité, voire même du Petit-Pont !

Quant à la Tour Saint-Jacques-la-Boucherie, plantée sur le point culminant de la butte, il était indispensable de la reprendre, de l'allonger en sous-œuvre ; travail fort délicat, durant lequel on dut d'abord la maintenir en l'air et la préserver de tout ébranlement, puis l'asseoir, au même niveau, sur un nouvel étage inférieur, accosté de quatre forts piliers et ouvert par des arcades sur les quatre faces, où je plaçai la statue de Pascal, en souvenir des expériences relatives à la pesanteur de l'air et à la chute des corps, faites par lui dans cette Tour. [...] L'abaissement du Pont Notre-Dame et ses conséquences marquèrent de même, mes débuts dans les Grands Travaux Publics, et les opérations complémentaires de l'ouverture du prolongement de la rue de Rivoli et du dégagement des Halles Centrales, dans les grandes entreprises ayant l'amélioration de la Voie publique pour objet. La déconvenue de la Ville, que j'ai relatée plus haut, avait été, pour l'Empereur, l'occasion déterminante du remplacement de M. Berger par un Préfet, et de ma désignation comme agent d'exécution des projets de transformation de Paris conçus par sa Majesté. »⁴⁰⁸

Le rapatriement des lignes de niveau parisiennes suit cette prise de conscience d'un relief comme élément clef de la transformation. Haussmann possède l'intelligence d'apprendre de l'erreur le précédant et surtout de savoir améliorer l'efficacité de son administration par des mesures concrètes. Ainsi, le Service du Plan, en prenant le monopole sur le Plan de Paris par

⁴⁰⁸ *Mémoires* (Haussmann, 2000), p°804

un travail de plusieurs années basé sur les anciens plans de référence et des relevés nouveaux, lui ajoute également les courbes de niveau :

« Il me fut d'autant plus facile de faire admettre la nécessité de cette seconde opération, qu'on avait pour exemple des mécomptes auxquels on s'expose en adoptant des projets étudiés, à la légère, sur des plans dépourvus de cotes d'altitude, la cruelle déception tout récemment éprouvée par l'administration Municipale. »⁴⁰⁹

Le surcout de la troisième section de la rue de Rivoli est de 12 millions de francs, 30 en y ajoutant le dégagement de l'Hôtel de Ville lié comme on l'a vu au nivellement de tout le quartier.⁴¹⁰ Malheureusement pour l'historiographie, si Haussmann agit efficacement, il nie ou omet dès que possible toute action, influence ou informations dues à ses prédécesseurs. Les lignes de niveau deviennent donc son invention :

« Mais il ne pouvait me suffire d'avoir une planimétrie parfaite de Paris. Il me fallait, en outre, constater les ondulations du sol, au moyen d'un nivellement général, qui n'avait pas encore été fait. [...] Je dus en faire exécuter le travail parallèlement à la Triangulation de Paris, et nous prîmes pour point de repère un plan idéal passant à 50 mètres au-dessus du niveau normal des eaux du bassin d'arrivée du canal de l'Ourcq, à la Villette, niveau supérieur de 51m49 à celui de la Mer moyenne, de façon qu'on sût dégager, des cotes de nivellement annotées sur notre Plan de Paris »⁴¹¹

On observe explicitement à cette lecture qu'Haussmann reprend exactement le même système que celui de Girard créé cinquante ans auparavant. Si la chose est tout à fait compréhensible, l'échange concret des données resterait plus difficile à mettre en évidence. L'idée du plan imaginaire situé 50 mètres au dessus du bassin de la Villette est une preuve indubitable que le travail des ingénieurs du service des eaux n'était pas inconnu, et surtout qu'il a été tout ou partie récupéré par le Service du Plan. Ecrivant l'histoire urbaine ainsi, pris dans une volonté de personnalisation, trait qui lui est reconnu dès ses contemporains, Haussmann brouille les pistes pour une histoire du projet urbain. Dans notre démarche d'identification des arguments topographiques expliquant la faisabilité des transformations, il nous semble que ce point est essentiel à une meilleure compréhension, dans la lignée du mémoire de César Canetti que nous avons déjà utilisé en partie II. Après cette mise en évidence initiale, nous voulons

⁴⁰⁹ Id., p°804

⁴¹⁰ Le projet initial devait coûter 18 millions : le surcout est énorme, si l'on le compare au salaire journalier d'un manoeuvre de 2 francs. Comparé au Smic horaire actuel, on dépasserait le milliard d'euros.

⁴¹¹ *Mémoires* (Haussmann, 1893), p°15-16

généraliser cette prise en compte du relief dans la technique de projet comme symptomatique et marqueur essentiel des transformations, peut-être explicative de plusieurs effets.⁴¹²

34. La technique de projet et les formes urbaines : interrogations

L'article 2 du décret-loi du 26 mars 1852, qui suit de près le coup d'Etat du 2 décembre de Louis-Napoléon - Napoléon III -, est reconnu comme l'outil clef ouvrant la phase des « grands travaux » de Paris. L'idée de percées n'est pas nouvelle : la rue Rambuteau est achevée, celles des Ecoles et de Rivoli sont prévues. Mais l'écueil rencontré limitant le succès des projets était de n'exproprier que les parcelles exactement concernées par chaque percée. L'évolution essentielle due à l'article 2 du décret de 1852 consiste à permettre une expropriation en dehors de l'alignement prévu, afin d'élargir les parcelles « non susceptibles de recevoir des constructions salubres, [qui] seront réunies aux propriétés contigües, soit à l'amiable, soit par expropriation, conformément à l'article 53 de la loi du 16 septembre 1807 ». Une autre possibilité est ouverte « pour la suppression d'anciennes voies publiques jugées inutiles » et ce, lorsque l'administration le jugera nécessaire.

Par ailleurs, ce décret comporte plusieurs autres articles essentiels innovant de façon plus discrète, de façon invisible sur un plan classique : dans l'épaisseur. Ainsi, l'article 3 lie l'immeuble au nivellement de la rue :

« A l'avenir, l'étude de tout plan d'alignement de rue devra nécessairement comprendre le nivellement ; celui-ci sera soumis à toutes les formalités qui régissent l'alignement. Tout constructeur de maison, avant de se mettre en œuvre, devra demander l'alignement et le nivellement de la voie publique au devant de son terrain et s'y conformer. »⁴¹³

L'article 4 oblige à ce qu'une « coupe géologique des fouilles pour fondation de bâtiments [soit] dressée par tout architecte constructeur et remise à la Préfecture de la Seine ». L'article 6 oblige au raccord à l'égout, s'il existe, pour « les eaux pluviales et ménagères » et ce « en cas de grosses réparations » ou bien « avant dix ans » pour les maisons anciennes. Enfin, l'article 7 annonce un décret ultérieur sur la forme et la hauteur des maisons.

Ces trois articles essentiels (sur huit, les deux derniers étant organisationnels) innoveront dans l'épaisseur et de ce fait la structurent. On a plus largement étudié la percée, très visible sur le

⁴¹² Pour rajouter la maîtrise du terrain aux trois éléments réunis selon M. Fleury : pouvoir fort, lois efficaces, finances proposés dans sa préface de : Pierre Casselle, « Sur le Rapport à Napoléon III de la Commission des embellissements », *Cahiers de la Rotonde*, n°23, 2000 (Casselle, 2000)

⁴¹³ Retranscrit dans *Mémoires* (Hausmann, 2000), p°1149

plan et sur la place publique car détruisant du parcellaire et des maisons, que cette gestion rationalisée du relief qui adoube la rue nouvelle en genèse depuis 1830. Celle-ci devient définitivement l'extension fonctionnelle des maisons qui l'entourent : autre chose que le trait morphologique - ou ride - indispensable de l'ère préindustrielle.

Si l'expropriation étendue aux immeubles adjacents ouvre la porte à la plupart des projets que techniciens et investisseurs sont alors prêts à porter, le nouveau paysage urbain « haussmannien » semble davantage relié à cette précision verticale et donc très paysagère. Quand à l'immeuble, il devient lié à la nouvelle rue souterraine : reconnue géologiquement, systématiquement réalisée, fixant le niveau de l'architecture après avoir été fixée par les constructeurs de réseaux. C'est tout un projet urbain nouveau qui semble se mettre en place.

C'est le long travail de contrôle de l'espace développé durant le premier XIX^e siècle, à la suite de Verniquet, qui est ainsi légiféré, mature : la ville devient contrôlée, modélisée dans ses trois dimensions. Le faible nombre d'études sur les effets de cette gestion nouvelle est peut être du aux représentations planes : les « grands travaux » n'ont pas été représentés dans leur relief. Soulignons aussi à propos du décret de 1852 qu'on connaît mal sa genèse : André Morizet estime en 1932, après ses recherches poussées sur la période :

« Un instrument précieux allait faciliter la besogne : ce décret du 26 mars 1852 qui constitue toujours le code de la voirie parisienne et qui venait d'être mis à la disposition du préfet sans qu'on sache comment ni pourquoi. Lacune étrange dans l'histoire administrative ! Aucun dossier ne subsiste sur les origines de ce texte fondamental et nul n'a pu me dire, parmi ceux qui l'utilisèrent journallement, quel était son auteur ni quelles raisons avaient motivé son apparition. »⁴¹⁴

Un plan pour transformer Paris ? Interrogations

Le degré de « projet global » résidant dans les grands travaux parisiens est une question historiographique importante. Il y a bien peu d'éléments pour corroborer ou infirmer les hypothèses, d'où un débat récurrent. Comme le décrit Rosa Tamborino,⁴¹⁵ le principal argument qu'on ait est la vision a posteriori du préfet Haussmann et de ses principaux adjoints Alphand et Belgrand. Chacun, au crépuscule de sa vie a laissé une œuvre majeure : les *Mémoires* pour Haussmann, *Les travaux souterrains de Paris* pour Belgrand, *Les Travaux de*

⁴¹⁴ *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Haussmann et ses prédécesseurs* (Morizet, 1932), p^o182. Nous n'avons pas retrouvé de discussions sur ce point, qui semble important, dans les ouvrages les plus récents traitant de la période haussmannienne.

⁴¹⁵ Rosa Tamborino, « Le Plan d'Haussmann en 1864 », in *Genèses*, n^o15, 1994 (Tamborino, 1994)

Paris : 1789-1889 pour Alphand.⁴¹⁶ Ils constituent le corpus officiel de l'histoire urbaine du Second Empire.

Alphand a le plus de longévité politique. Il reste à la tête des services après la chute du régime et publie en 1889, alors que le Service du Plan est prêt à fournir le nouveau cadastre pour Paris - officiellement présenté en 1900 -, des plans qui ont servi de référence par la suite au sujet de la métamorphose morphologique de Paris au XIX^e siècle. On se situe donc près de vingt-cinq années après les faits, la plupart des archives renseignant décisions et les avancées du projet étant restées dans l'Hôtel de Ville lorsqu'il brûle en 1871. On se retrouve donc devant un des moments les plus étudiés dans l'histoire urbaine, sujet du plus d'interprétations, avec une absence de support cartographique de première main alors que celui là même est devenu central dans la « méthode » urbaine.

Il est difficile de comprendre l'évolution morphologique du projet en lisant Haussmann : on trouve dans ses *Mémoires* la théorie des trois réseaux parfois reprise depuis pour décrire le processus qui est exposée vingt ans après la fin de l'empire. Haussmann les décrit bien comme un raccourci purement comptable :

« J'ai pris soin d'expliquer, dans une autre partie de ce livre, que le groupement en Réseaux des voies nouvelles de Paris n'avait été déterminé par aucune corrélation des boulevards, avenues et rues que chacun d'eux embrassait, comme l'est, par exemple, la division en Bassins, de nos fleuves, rivières et leurs affluents. Mais, je ne crois pas inutile de rappeler ici que ce classement était une mesure d'ordre financier.

Le Premier réseau réunissait l'ensemble des opérations originaires et de leurs compléments respectifs, que l'Etat subventionnait ou non, d'une façon ou d'une autre, et dans des proportions diverses, en conséquence de traités sanctionnés par des lois, notamment par celle du 4 octobre 1849.

Le Second Réseau comprenait exclusivement les vies considérables et nombreuses, désignées dans la Traité du 18 mars 1858, dit des 180 Millions, approuvé par la Loi du 28 mai suivant qui fixait au tiers de la dépense nette la proportion du concours de l'Etat, limitée toutefois à 60 millions, au maximum.

Le Troisième Réseau se composait de toutes les autres opérations entreprises par la Ville seule. »⁴¹⁷

Il faut peu se fier aux *Mémoires* en termes historiographiques, Haussmann semblant régulièrement, et encore trente ans plus tard, en querelle administrative et idéologique, pour l'importance de son rôle en premier lieu, pour l'empereur « son maître » en second lieu.

⁴¹⁶ Adolphe Alphand, Eugène-René Poubelle, *Les travaux de Paris : 1789-1889*, Imprimerie Nationale, 1889 (Alphand and Poubelle, 1889)

⁴¹⁷ *Mémoires* (Haussmann, 2000), p°826

L'oubli, mis en évidence par Pierre Casselle, dans les *Mémoires*, de la commission des embellissements qui en 1853 travaillait depuis plus d'un an au projet pour Paris en contact direct avec l'Empereur en est une preuve importante. Il faut par conséquent recouper les éléments concernant les notions d'idées et d'influences par d'autres documents. Donc nous revenons ici aux plans. Si on peut apporter des éléments géo-historiques avérés, cela peut aider à structurer un débat qui ne peut se résoudre sur les seules intentions (ce qui oppose souvent détracteurs et hagiographes du Second Empire urbaniste).

Nous postulons que les plans et la topographie peuvent donner une source spatiale informative sur la réalité évolutive du projet qui a si durablement imprégné l'urbanisme de Paris. Partant de l'intuition que nous donnent la percée de Rivoli et le décret de 1852, qui semblent nous en apprendre beaucoup sur une réalité à la racine de changements administratifs et législatifs, nous en enrichirons l'étude par le relief déterminé précédemment.

35. Ressources historiques

Le Service du Plan : un organe au cœur de la méthode Haussmannienne

Dans les ouvrages et articles les plus récents abordant la cartographie parisienne⁴¹⁸ et ceux plus spécialisés sur le personnage d'Haussmann et les « grands travaux »⁴¹⁹ on dénote relativement peu d'études sur la production de cartes du Service du Plan. Ce service est complètement repensé après l'arrivée d'Haussmann surtout dans sa place dans la hiérarchie administrative : placé directement en dessous du préfet. Il reste omniprésent dans l'ombre des transformations. Il décrit pourtant longuement ce service dans ses *Mémoires*, dirigé par Deschamps, comme un rouage essentiel des transformations de Paris. Dans les *Mémoires*, Haussmann décrit ainsi la création du Service du Plan :

« La logique me commandait de placer en première ligne le Service du Plan de Paris, alors même qu'il n'aurait pas mérité ce rang par l'importance qu'il a prise, durant mon administration. Avant de m'occuper du percement des Voies publiques nouvelles dont le réseau constitue la plus curieuse partie de la Transformation de notre grande Cité, ne dois-je pas, en effet, parler de l'étude initiale de cette œuvre de longue haleine, et des instruments dont je me suis servi pour dresser le projet dans son ensemble et dans

⁴¹⁸ Pierre Pinon, *Les Plans de Paris*, 2004 ; ou le projet Alpage qui se concentre sur les périodes médiévale et moderne.

⁴¹⁹ Françoise Choay (préface), « Le Pari d'Haussmann », in *Mémoires*, 2000 (Haussmann, 2000)

ses détails ; pour déterminer sur place le tracé de chaque avenue, boulevard ou rue à ouvrir ; et pour en surveiller la fidèle exécution? »⁴²⁰

Ce service peut être considéré comme le carrefour entre la réflexion et les volontés impériales, leur représentation puis leur transmission vers la forme urbaine proprement dite et vers les immeubles, les quartiers et les habitants. Via la représentation cartographique et le projet, réalisés et discutés dans des bureaux dans un premier temps, par la méthode administrative dans le second temps (modalités de financements, en régie ou privé, expropriations et travaux).

« Je fis graver ce plan au cinq millième, en grandes feuilles, où toutes les indications nécessaires aux différents services de mon administration voyaient distinctement. [...] placé bien en vue au milieu de mon cabinet de travail, y constituait derrière le fauteuil de mon bureau un immense paravent, où je pouvais, à toute minute, en me retournant, chercher un détail, contrôler certaines indications, et reconnaître les corrélations topographiques des arrondissements et quartiers de Paris entre eux. Bien souvent, je me suis livré, devant ce tableau fidèle, à des méditations fructueuses...L'édition au vingt millième était seule pratique pour le Public »⁴²¹

Dans le plan de Paris réside l'idéal de projet mis en place par Haussmann et réside en partie sa si célèbre efficacité. Mais ce n'est que fin 1856 que le service devient opérationnel, définitivement constitué et nommé comme nous le rappelle Anne-Marie Châtelet.⁴²² Toute la période précédente a travaillé sur les plans existants dont nous avons pu observer le développement précoce à Paris en partie I.

Ces notions mises côte à côte : aspect névralgique du plan, incomplétude du plan municipal qui cause l'échec de Berger, approximations sur cet objet important par Haussmann au profit de la personnalisation des projets, nous poussent à amener rechercher précisément sur quelles sources nous pouvons nous fier à propos du projet impérial. Ces connaissances ont beaucoup progressé grâce à plusieurs découvertes archivistiques au XX^e siècle. Cependant, les historiens rendent cette affaire complexe et peu d'écrits sont parfaitement clairs à ce propos. On s'écarte donc momentanément de notre sujet de l'influence du relief pour y revenir plus loin.

⁴²⁰ *Mémoires*, (Haussmann, 2000), p°795

⁴²¹ Id., p°803

⁴²² Anne-Marie Châtelet, « *La conception Haussmannienne du rôle des ingénieurs et architectes municipaux* », in Paris Haussmann, Pierre Pinon (dir.), Picard/Pavillon de l'arsenal, 2004, (Châtelet, 1991), p°258 : « Celui-ci est constitué en 1857 (28.12.56) comme un des bureaux de l'administration centrale mais, dès 1859, il lui est adjoint un service technique sous divisé en un service des alignements, recollements et bornages et un service topographique chargé de la levée du plan de Paris. »

Historiographie cartographique sur les « plans projets »

Le plan classique : les travaux achevés (Andrivau-Goujon 1867 puis Alphand 1889)

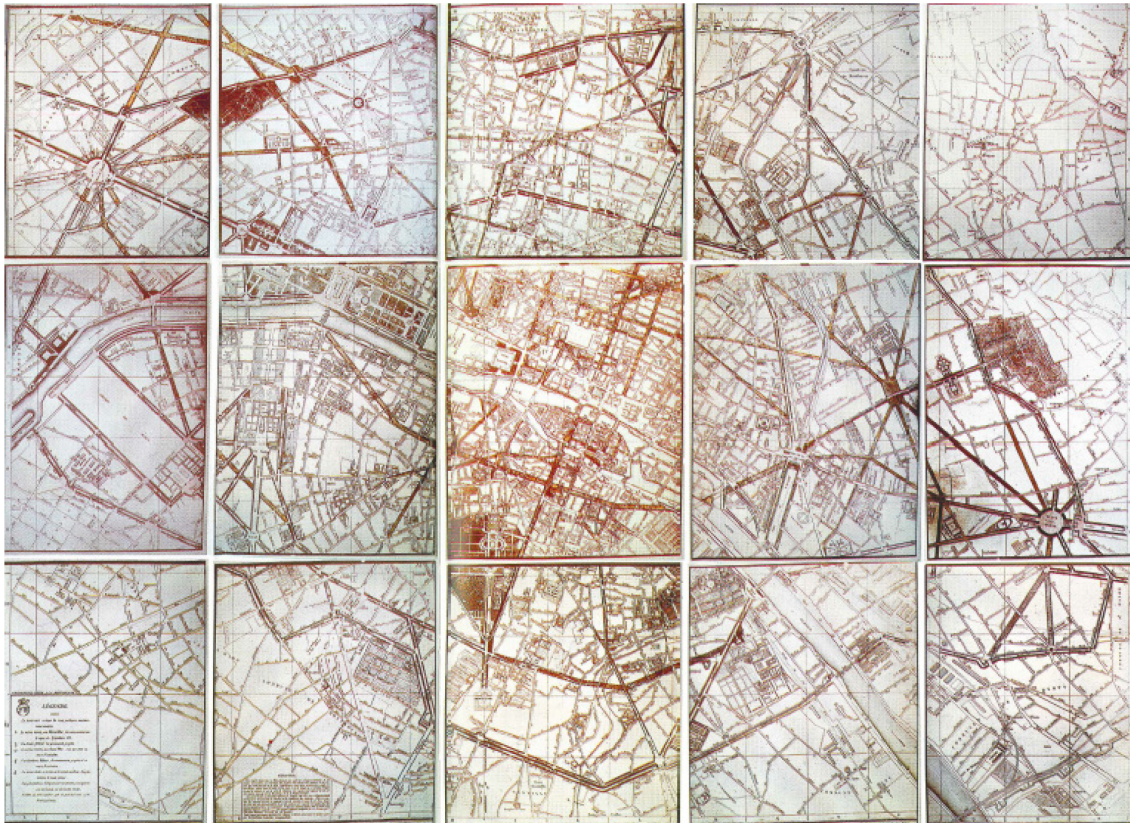


Carte historique 11 : le plan Alphand de 1889, couramment utilisé comme archive sur les transformations⁴²³

La question de l'évolution du projet à travers les sources de ce type d'atlas administratif a été synthétiquement cartographiée dans *Paris-Haussmann*. Ce travail se base sur Berlin/Andrivau-Goujon/Dates avérées d'achèvement des travaux. C'est un travail très utile qui réunit les informations disponibles, mais qui ne suffit pas à identifier si des raisons morphologiques, techniques ou d'autres types justifient les principaux changements de parcours d'un projet qui apparaît comme fixé dès la fin 1853 sur la base très solide du plan de Berlin et du plan Siméon.

⁴²³ Il est similaire au plan d'Andriveau-Goujon de 1867 qui l'inspire dans la sémiologie : il représentait les travaux réalisés depuis le début du Second Empire.

Le plus précieux et aventureux : le « plan de Berlin »

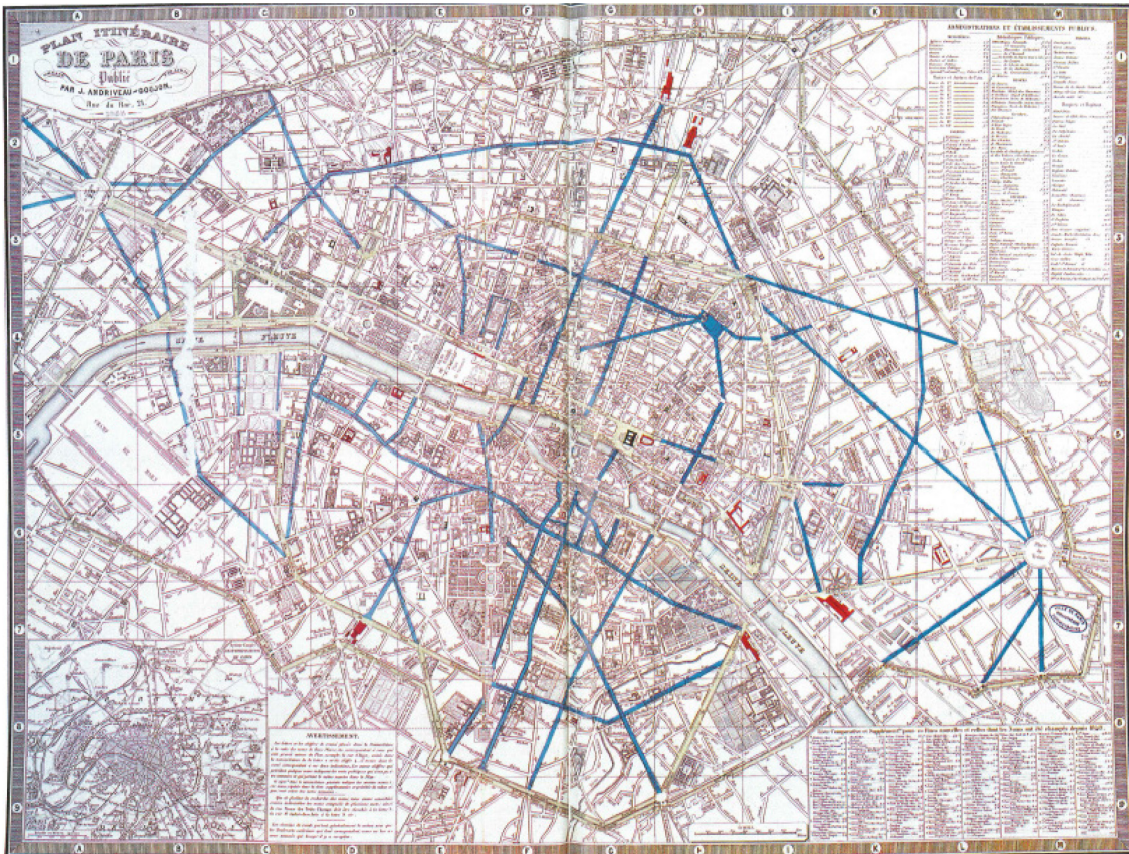


Carte historique 12 : plan dit « de Berlin » : (photos A. Morizet) (env. 1855-1858)

En 1932, André Morizet alors maire de Boulogne Billancourt, publie un ouvrage de référence sur les transformations opérées sous le Second Empire à Paris.⁴²⁴ L'ouvrage s'implique dans l'urbanisme de son époque en proposant un chapitre sur l'avenir du Grand Paris en dernier chapitre. La principale redécouverte en termes de sources est le plan qui fut offert par Napoléon III à Guillaume de Prusse en 1867 à l'occasion de la venue de ce dernier à Paris. Souligné par Merruau dans ses *Souvenirs* mais jamais retrouvé jusque là. Il représente les transformations prévues au début du règne, dessinées en couleur sur un fond de plan légèrement décalé dans le temps. Il n'existe plus que par quinze photographies prises à Berlin en 1932 dorénavant conservées à la Bibliothèque de l'Hôtel de Ville, l'original ayant péri brûlé en 1945. Pour Morizet, il est difficile de le dater précisément mais il conclut à sa grande importance, étant à l'époque la seule pièce rescapée montrant le projet de Napoléon III pour Paris datant du début de son règne. Nous revenons plus loin sur les questions non réglées au sujet de ce plan.

⁴²⁴ André Morizet, *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Haussmann et ses prédécesseurs*, Hachette, 1932 (Morizet, 1932)

Le plus récemment retrouvé : commission Siméon



Carte historique 13 : plan de la commission Siméon (décembre 1853)

Comme le résume Pierre Casselle, le plan d'origine du projet de Napoléon III sur lequel il annotait ses projets de percées a disparu en 1871, brûlé. Il restait donc, jusqu'à sa découverte, deux plans pour y pallier: celui qui est annexé aux souvenirs de Merruau (1875) et celui de Morizet publié en 1932 que nous venons de citer.

« Aucun de ces plans reconstitués ne fournissant d'indications incontestables quant aux intentions premières de Napoléon III, les historiens ont pu conclure que la transformation de Paris avait été conçue progressivement, au rythme de son exécution par Haussmann. »

Sa découverte est d'importance : le plan que nous venons de voir est la synthèse de la commission des embellissements de Paris dirigée par Siméon qui remet son rapport le 27 décembre 1853 à Napoléon III. Ce projet est un conseil à l'empereur par rapport à son projet initial, après une analyse critique opérée par la commission :

« Pour son établissement, la Commission s'est sans nul doute référée à celui que Napoléon avait déjà dessiné et dont on peut se faire une idée grâce à un document conservé dans les papiers d'Henri Siméon. »⁴²⁵

Ce document est une lettre manuscrite décrivant le plan de l'empereur et qui stipule au sujet des percées prévues « bon » ou « très bon », ou « à reprendre », ce qui confirme la mission de la commission. Casselle conclut :

« L'intérêt exceptionnel du plan transmis dans les papiers Siméon, outre son caractère original et officiel, réside donc dans son ancienneté. Il est la preuve tangible qu'en décembre 1853, au plus tard, l'essentiel du programme des nouvelles voies était déjà arrêté. Cela est confirmé de manière spectaculaire par les propositions concernant les rues à ouvrir dans les territoires qui ne furent annexés à Paris qu'en 1860. »

L'aquarelle est dessinée sur un fond Achin, *Plan Itinéraire de Paris*, publié par J. Andrivau-Goujon en 1853 (62*90 cm).

Le plus négligé : Delesse 1858

Nous avons déjà exploité le plan de Delesse dans la partie I. Nous y renvoyons pour sa description technique. Ce plan nous semble avoir une autre valeur que celle que son titre suggère. Parmi les « plans projets » que nous cherchons, aucune trace d'un plan de Paris qui ne soit produit par le Service du Plan si ce n'est Andrivau-Goujon de 1867, mais lui-même contemporain en tant que version thématisée des premiers atlas administratifs d'Alphand (le plus ancien édité datant de 1865). Nous avons pourtant vu que ce service est refondé et surtout replacé au centre de l'organisation administrative par Haussmann dès la fin de l'année 1856.

Les productions de ce service sont sous-documentées car ont largement disparu, ce qui est dû l'extrême centralisation de la ressource de la cartographie urbaine, dont rien ou presque ne sort de l'Hôtel de Ville. Surtout pour ce qui est des représentations globales. Seuls des extraits fournis à d'autres services sur des petites sections ont pu servir de matière aux historiens. La plupart des esquisses, documents de travail et originaux gravés sur cuivre ont disparu. Ils ont donc largement impacté l'historiographie du Second Empire et en partie fait oublier l'importance du Plan. Cette amnésie cartographique est due à l'incendie de l'Hôtel de Ville durant la semaine sanglante ayant achevé la Commune de Paris en mai 1871 qui détruit la

⁴²⁵Pierre Casselle, « Sur le Rapport à Napoléon III de la Commission des embellissements », in *Cahiers de la Rotonde*, n°23, 2000 (Casselle, 2000)

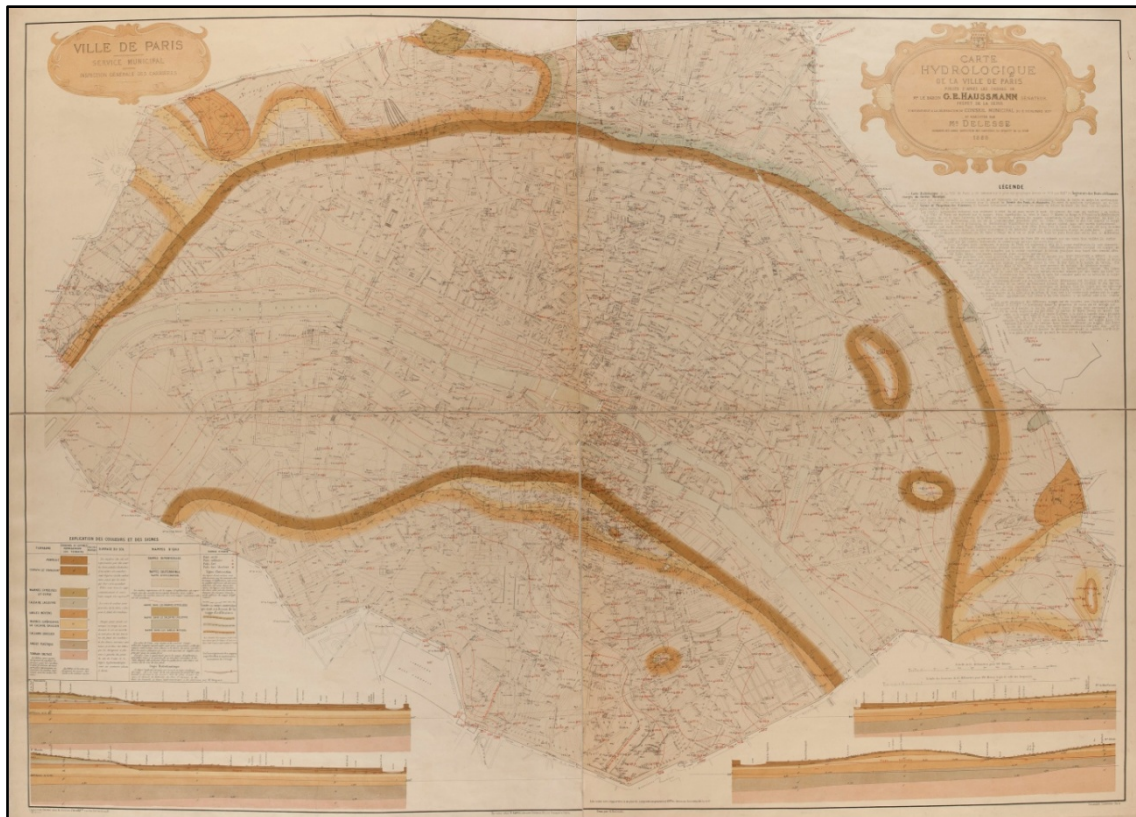
production du Service du Plan. La préfecture de Police a également brûlé avec son lot de doublons.

Vue de loin, ce plan semble représenter avant tout les couches géologiques, comme le décrit Pierre Pinon premier à en publier une reproduction dans *Les plans de Paris*. Mais d'autres caractéristiques semblent intéressantes sur ce que nous appellerions la première synthèse du Service du Plan, précédant de peu l'été 1858 – considérant le temps que Delesse puisse y ajouter ses propres données -.

D'abord l'innovation que les hydrogéologues connaissent bien et qui nous a déjà servi : la première représentation générale de la nappe phréatique issue des relevés de la profondeur des puits. Ensuite, les lignes de niveau au mètre près apparaissent. C'est le résultat d'un travail qui a dû être de grande ampleur, reproduction de celui de Girard de 1805 mais dont nous n'avons pas de trace archivistique : le relevé topographique du sol de toute la capitale. Dans la notice de son travail, Delesse précise :

« [Les côtes] proviennent pour la plupart du Service des Ponts et Chaussées. En outre de nombreux nivellements ont été faits par le service de l'Inspection des Carrières, ils donnent notamment les cotes pour les points en dehors du tracé des rues ».

Il est donc possible que ce soient les points initiaux de Girard qui aient servi, éventuellement mis à jour. Enfin, nous nous focalisons ici davantage sur les informations sur la voirie : le fond des éléments ajoutés par Delesse est celui fourni par le Service du Plan en 1858. En conséquence, y sont figurées les percées prévues, superposées à l'existant. Le plan Delesse peut donc servir pour autre chose que l'hydrogéologie car il précède de cinq ans les premiers atlas administratifs qui nous soient parvenus par la voie classique.



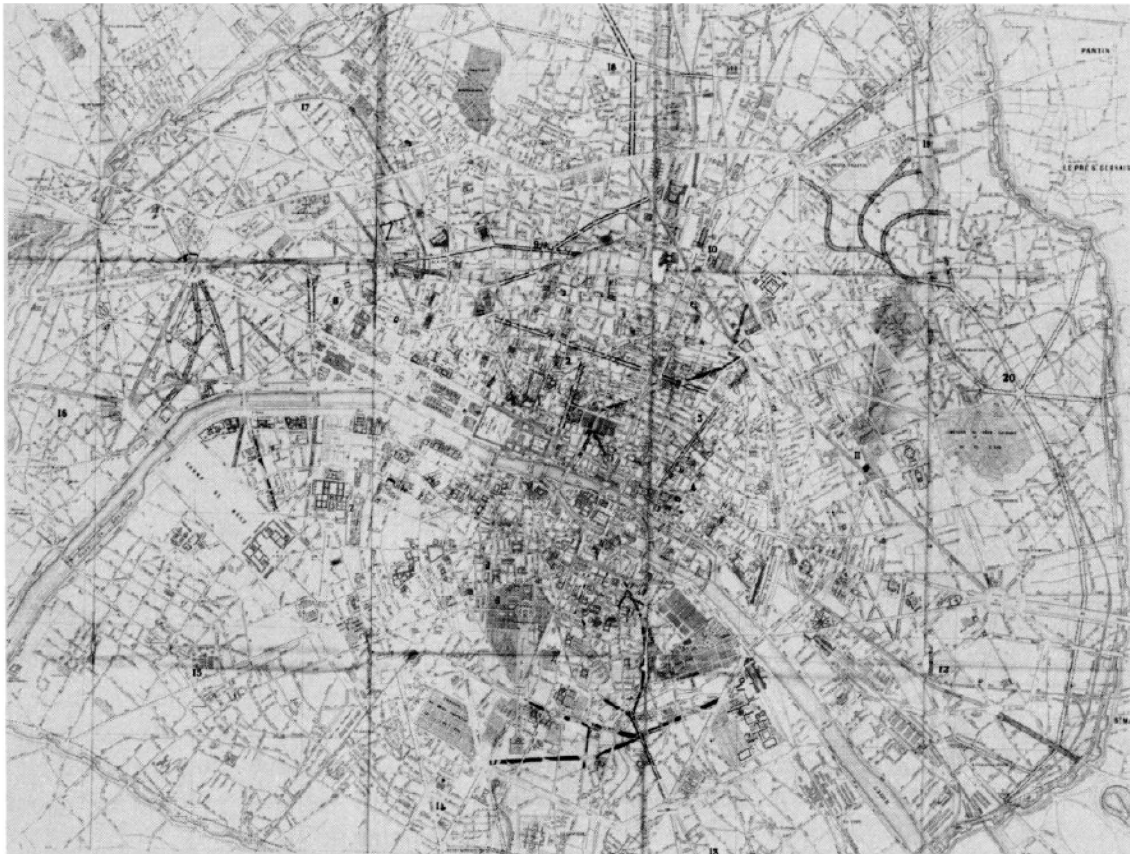
Carte historique 14 : première production du Service du Plan, Achille Delesse, 1858⁴²⁶



Carte historique 15 : zoom sur Delesse (1858), rue de Turbigo (en projet), place de la République (en projet), boulevard de Sébastopol (achevé)

⁴²⁶ Carte hydrologique de la Ville de Paris. L'exemplaire utilisé est conservé à la BHVP, Achille Delesse, *Carte hydrologique de la ville de Paris : 1858* (Delesse, 1858)

Une autre étude complète : le plan Tamborino, 1864



Carte historique 16 : plan de 1864 (Commission des Travaux de l'Etat), retrouvé par R. Tamborino

En 1994, Rosa Tamborino publie un article dans la revue *Genèse* concernant la redécouverte d'un plan annoté par Haussmann en 1864⁴²⁷. L'étude historiographique et bibliographique développée conclut à l'importance de ce plan dans un contexte de grande pauvreté archivistique, puis en brosse plusieurs enseignements sur l'état du « projet » pour Paris en 1864. Il était alors le seul, avec le plan dit « de Berlin » à l'histoire mouvementée que nous venons de voir, à avoir été produit au stade projet durant le Second Empire. Depuis, le plan retrouvé par Pierre Casselle complète ces deux plans. Tamborino démontre que les annotations à la main qu'il comporte sont bien d'Haussmann. Estimé à 1864, ce plan est un peu tardif pour nos questions. Néanmoins, l'article fait un résumé complet des questions historiographiques en jeu et l'auteure conclut la présentation du contexte par :

« Ainsi, les problèmes demeurent encore entiers en ce qui concerne le « plan colorié » et amènent à considérer, me semble-t-il, le dessin que l'on appellera « de Berlin » comme une version parmi d'autres du plan. Le plan de 1864 conservé aux Archives Nationales en constitue une version supplémentaire.

⁴²⁷ Rosa Tamborino, Mathieu Cloarec (trad.), *Le Plan d'Haussmann en 1864*, in *Genèses*, n°15, 1994 (Tamborino, 1994)

Mais celle-ci doit être attribuée, comme nous le verrons, à Haussmann et permet de répondre d'une façon toute nouvelle à la question de la paternité des opérations. »

La synthèse réalisée confirme plusieurs intuitions que nous pouvions avoir sur le manque d'informations dû aux incendies qui achèvent la Commune. A ces plans, il faut ajouter celui de Merruau⁴²⁸ qui fait dessiner à postériori à Napoléon III - déchu -, les voies qui auraient été percées à son initiative à Paris mais sujet à trop de doutes.

Deux problèmes historiographiques : le « plan de Berlin » et les *Mémoires* d'Haussmann

Nous avons donc trois de ces plans qui sont précisément datés et contextualisés. Le troisième, celui de Berlin pose davantage de questions. Pierre Pinon s'est prononcé sur la question récemment après le premier redécouvreur André Morizet. Il dit, assez brièvement, d'André Morizet qu'« il s'est trompé »⁴²⁹ au sujet de la datation du plan. Pourtant, les propos exacts d'André Morizet disent que le projet de l'empereur a été reporté sur un plan ultérieur à la création de son projet, si ce dernier a été fait au début de sa présidence, ce qui semble parfaitement vrai :

« Sans doute la copie exécutée pour le roi de Prusse ne donne pas l'exacte reproduction de l'original, car les lignes tracées par le prince l'avaient nécessairement été sur un plan de Paris contemporain de la Présidence ou antérieur à elle, tandis qu'on les a reportées en 1867 sur un plan postérieur en date, auquel plusieurs des grandes opérations de voirie haussmannienne se trouvent déjà incorporées. La rue de Rivoli, le Carrousel, la Concorde, le boulevard de Strasbourg, la rue des Ecoles y ont revêtu leur aspect nouveau. Le dessinateur a négligé, par suite, de reproduire les indications que l'auteur n'avait pu manquer de donner sur ces points essentiels.

A cette réserve près, la copie berlinoise nous révèle comment Louis Napoléon concevait la transformation de Paris »

André Morizet ne se risque pas à dater le plan avec exactitude : là n'est pas son propos. Il est vrai que le 29 juin 1853, jour de la nomination d'Haussmann, la rue des Ecoles⁴³⁰ et le

⁴²⁸ Charles Merruau, *Souvenirs de l'Hôtel de Ville de Paris*, Plon, 1875 (Merruau, 1875)

⁴²⁹ *Paris-Haussmann* (Des Cars and Pinon, 1991), p°54

⁴³⁰ Lettre de Théodore Vacquer au préfet, 1^{er} juin 1854, Monsieur le préfet, « Je prends la liberté de vous transmettre deux parchemins, dont une charte datée d'octobre 1240, trouvés dans un coin de la tour Bichat, par Mr Pierguin, adjudicataire du 3^e lot des démolitions en cours d'exécution pour le percement de la rue des Ecoles », BHVP : Ms 231

Boulevard de Strasbourg⁴³¹ ne peuvent être présents sur un plan imprimé dans le cabinet de l'empereur sur lequel il aurait dessiné son projet, non achevés.⁴³² Morizet s'exprime donc en ces termes : on a reproduit, après que l'empereur ait tracé ses lignes sur un plan disponible début de sa présidence (le Plan Colorié), ces mêmes lignes, mais sur un nouveau plan. Pinon, à propos du « plan de Berlin » de Morizet, résume très bien le contexte mais donne de la confusion sur les dates :

« On sait par une aquarelle contemporaine que l'original fut d'abord accroché dans le cabinet de Napoléon III aux Tuileries. Merruau nous apprend qu'ensuite il fut déposé à l'Hôtel de Ville pour rester sous les yeux d'Hausmann. L'original et les copies restées à Paris ont effectivement brûlé dans l'incendie de l'Hôtel de Ville en 1871. Reste donc l'exemplaire donné à Guillaume 1^{er}. A. Morizet l'a retrouvé en 1930 à la Schloss Bibliothek de Berlin et en a publié une photographie. Morizet croit reconnaître que l'exemplaire qu'il a retrouvé à Berlin diffère de l'original dans la mesure où les projets de l'Empereur ont été redessinés sur un fond de plan postérieur puisqu'y figurent la rue de Rivoli, la Boulevard de Strasbourg et la rue des Ecoles. Il pense même que la copie a été effectuée en 1867. Mais il s'est trompé : le fond de plan gravé utilisé pour reproduire l'original date de 1855-56 au plus tard. Ce fond de plan est en effet une version du plan de Th Jacoubet de 1854, actualisé en ce qui concerne le prolongement de la rue de Rivoli. En 1854, elle s'arrêtait à la hauteur de l'Hôtel de Ville, en 1855-56, elle rejoint la rue Saint-Antoine.

L'histoire de ce plan surchargé par Napoléon III n'est pas aussi mystérieuse qu'on l'a cru. A. Morizet, par l'intermédiaire de la Ville de Paris, a envoyé en 1931 ses photographies en noir et blanc à Berlin pour que les conservateurs du musée y reproduisent à l'aquarelle les surcharges portées par Napoléon III sur le plan gravé. Et ce sont ces photographies retouchées d'après l'original qu'il a publiées en 1932 dans son livre (*Du Vieux Paris au Paris Moderne*). Des reproductions photographiques de ces photographies ont été récemment déposées à la Bibliothèque Administrative de la Ville de Paris, qui prouvent que le plan publié par A. Morizet est bien la copie donnée en 1867.

Le plan de Napoléon III (le fameux « plan colorié »), déjà élaboré en 1853, date donc, dans sa version finale, des années 1856-1859 (puisque l'Opéra, dont l'emplacement a été choisi en 1860, n'y figure pas encore). L'analyse du plan publié par A. Morizet est d'importance puisqu'elle fait apparaître des différences sensibles avec ce qui a été exécuté sous la responsabilité d'Hausmann. »⁴³³

Sur cette discussion - qui ne semble pas être résolue - sur la méthode de dessin du « plan de Berlin », on peut ici souligner un apport du plan de Delesse. Il est plus proche des réalisations effectives que le plan de Berlin qui est du coup avec certitude au moins antérieur à juin 1858.

⁴³¹ Le boulevard de Strasbourg est achevé lors de la nomination d'Hausmann. 29 septembre 1854 : décret d'utilité publique pour Sébastopol. Inauguration officielle : le 5 avril 1858. *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Hausmann et ses prédécesseurs* (Morizet, 1932), p°153

⁴³² 1854 pour les deux.

⁴³³ *Paris-Hausmann* (Des Cars and Pinon, 1991), p°54

Pour le fond de plan, Pierre Pinon semble mal formuler : si on le suit, ce n'est pas au plus tard 1856, mais au plus tôt qu'implique le report sur le fond « de Berlin » de l'achèvement de la rue de Rivoli. Fixant la borne basse à 1856 grâce à la rue Saint-Antoine, puis la borne haute grâce à Delesse, on peut donc réduire la fourchette Pinon à 1856 - mi-1858 pour le fond de plan. Le boulevard Sébastopol, officiellement inauguré le 5 avril 1858 ne figure sur le support du « plan de Berlin » mais bien sur celui de Delesse. Cela confirme à nouveau la fourchette haute qui doit sans doute être le début 1858, le temps que Delesse ajoute ses éléments hydrogéologiques, mais sans certitude absolue.

On peut donc estimer que le projet offert à Guillaume de Prusse est dessiné pour la dernière fois sur un exemplaire du plan de Paris réalisé par l'architecte Jacoubet (1854). Une transition importante pour la donnée urbaine se situerait à cet instant. Ceci corrèle les *Mémoires*, parlant de 1856 pour la grande campagne de mesures. Après ces éléments avérés, il reste factuellement deux possibilités :

- Soit c'est le projet initial de l'Empereur du début de règne, qui est reporté sur un fond de plan Jacoubet mis à jour, datant de 1856-mi 1858
- Soit il reflète le projet initial mais actualisé à l'époque du fond de plan choisi pour le report, toujours de 1856- mi-1858

En interprétant ici un peu par rapport aux autres éléments que nous avons décrits, il semblerait que la première possibilité soit la plus plausible, car on retrouve dans le « plan de Berlin » davantage d'ouvertures que dans le plan de la Commission des embellissements de Siméon, (décembre 1853) qui avait tendance à « simplifier » vers l'essentiel le projet de l'empereur. Il est donc cohérent qu'on ait réellement reproduit le dessin qu'a vu Haussmann lors de sa prise de fonction ainsi que Siméon peu avant. Ce dernier est alors le plus avancé sur le projet, travaillant en lien direct avec l'empereur. Il a par ailleurs avec lui Jacoubet, les frères Lazare : il est bien plus expert de la capitale que le préfet prenant fraîchement ses fonctions. Dans la guerre d'influence qui suit, c'est Haussmann qui l'emporte et enterre pour l'histoire les travaux de la commission Siméon. Les retrouver a donc permis de remettre en place une chronologie moins dépendante d'un descripteur aussi impliqué dans les luttes d'influences que ne l'est Haussmann.

Rappelons à ce propos comment il présente sa vision du plan et comment il apprend l'existence de la commission Siméon le 29 juin 1853, jour de sa nomination :

« L'Empereur était pressé de me montrer une carte de Paris, sur laquelle on voyait tracées par Lui-même, en bleu, en rouge, en jaune et en vert, suivant leur degré d'urgence, les différentes voies nouvelles qu'Il proposait de faire exécuter.

J'appris, à ce sujet, que l'Empereur avait jugé bon de constituer une Commission, composée de divers personnages qu'Il me désigna (« Commission officieuse », dont le Préfet de la Seine faisait partie de droit), pour étudier, avec Lui, chacun de ces projets, et arrêter le plan du réseau général de toutes les nouvelles voies publiques à ouvrir successivement dans Paris.

Cet avis imprévu de l'existence d'une sorte de Conseil Municipal privé, sinon occulte, me fit appréhender tout de suite les embarras qui pouvaient en naître.

Il était trop tard pour décliner les fonctions de Préfet de la Seine, et trop tôt pour m'en démettre. »⁴³⁴

Continuant par une explication à l'empereur sur les « suggestions mauvaises » de cette commission « qui recule, suspecte d'un refus systématique de concours, devant l'exécution de ce plan grandiose que Sa Majesté daigne dresser Elle-même ». Et de finir au sujet de la réunion, à laquelle il participe comme spectateur :

« Je le dis tout de suite : « la Commission » à laquelle je venais de donner le coup de la mort, ne survécut pas à cette réunion curieuse.⁴³⁵ On y entendit deux rapports bien écrits, mais pleins de considérations banales et dépourvues de toute appréciation pratique, sur je ne sais plus quels projets de percements, qui furent lus par M. le comte Siméon et M. le duc de Valmy »

Non seulement la plupart des « considérations banales » seront réalisées et seront réellement la priorité des grands travaux mais, comme le souligne Pierre Casselle, les activités régulières de cette commission jusqu'en décembre 1853 - 9 octobre chez l'Empereur, les 25 octobre et 6 décembre au ministère de l'Intérieur, le 20 décembre remise du rapport à Persigny, 27 décembre audience avec Napoléon III -, confirment les pincettes avec lesquelles les *Mémoires* doivent être prises pour comprendre le projet urbain qui a transformé Paris.

Questions qui subsistent après cette enquête historiographique

La morphologie dynamique du projet impérial est, même en ayant daté au mieux ces restes de l'histoire archivistique, très dépendance aux sources et comporte de vraies zones d'ombre. Pour le plan de Berlin, même en datant au mieux son support, il est impossible de savoir quel dessin de l'empereur y fut ajouté : primitif, contemporain du fond, postérieur ? Mélange ? On

⁴³⁴ *Mémoires*, (Hausmann, 2000), p°469

⁴³⁵ Réunion qui est prévue « quelques jours après » la nomination d'Hausmann, et à laquelle il est convoqué ». *Sur le Rapport à Napoléon III de la Commission des embellissements* (Casselle, 2000)

ne peut savoir comment Napoléon III annotait son plan ni comment l'artiste qui a opéré la transcription a travaillé. Il faut chercher des éléments extérieurs.

En 1858, plusieurs des percées du deuxième réseau ne sont pas dessinées par le Service du Plan alors que certaines du troisième y sont déjà dessinées. D'un point de vue d'urbanisme, une somme de percées potentielles sont référencées dont le choix réel se décide ailleurs que dans un ordre prédéfini. Le boulevard Saint-Germain dans sa partie ouest qui sera réalisé dans les années immédiatement suivantes n'est pas encore esquissé, alors que l'avenue de l'Opéra, qui ne sera achevée que sous la Troisième République est déjà dessinée en totalité. Les décisions en sont pas toutes prises au début 1858.

Sur quelle base sont décidés les changements de direction ? Un travail de jonction à d'autres sources semble ici réalisable. Nous pouvons leur ajouter une autre donnée : le relief.

36. Analyse spatiale complémentaire autour du relief

Changements de lieux pour les percées, changement de priorités, nouvelles idées se succèdent : le projet évolue. Ainsi, un travail de morphologie se confrontant avec les discours historiques « officiels » peut être tenté, avant même les questions de paternité des travaux, ou encore de politique urbaine.

Il a été jusqu'à présent difficile d'aller plus loin que la description assez localisée de ces objets nouveaux conçus par la topographie fine ou des éléments morphologiques importants qui y figurent (percées prévues, et/ou achevées, et/ou non réalisées). La reproduction et la transmission de ces informations par écrit sont difficiles.

Les diverses sources ont peu été confrontées à un point de vue de topographie urbaine. Les faits et idées pourraient dans ce cadre être interrogés globalement. Pour en percevoir cette évolution, il serait intéressant de la montrer sur un même support. Il nous semble que les SIG historiques fournissent un bon cadre, en apportant du relief.

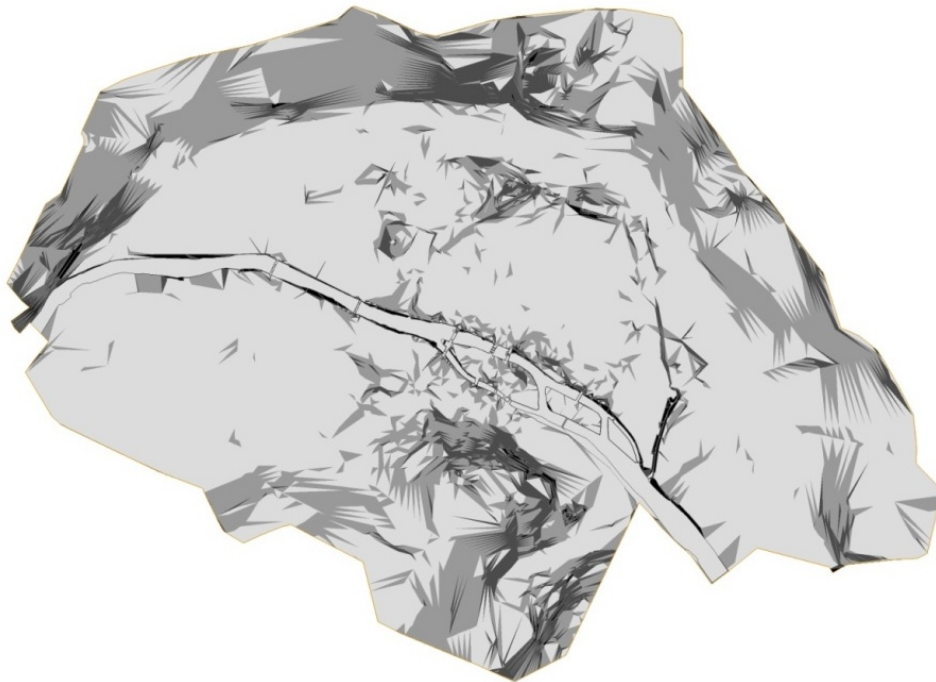
Comparaisons diachronique du « plan de Berlin » et du plan « Delesse »

Sources	Plan Morizet, dit « de Berlin », estimé par l'auteur à 1851-1852 et reproduit sur un plan de 1854	Delesse, 1858	Alphand, 1889
Sébastopol, Ecoles section 1 et Rivoli	Achevé	Achevé	Réalisé
Sébastopol	Projeté	Achevé	Réalisé
Turbigo	Projeté	Projeté	Réalisé
République	Projetée	Projeté	Réalisé
Haussmann	Projeté en partie	Projeté non achevé	Réalisé
Pont Sully	Projeté, modifié	Projeté	Réalisé
Daumesnil	Non projeté	Projeté	Réalisé
Saint-Germain section 1	Projeté	Achevé	Réalisé
Saint-Germain section 2	Projeté	Projeté	Réalisé
Saint-Germain section 3	Projeté	Non projeté	Réalisé
Rennes section 1	Projeté	Achevé	Réalisé
Rennes section 2	Projeté	Projeté	Réalisé
Malesherbes section 1	Projeté	Projeté	Réalisé
Malesherbes section 2	Projeté	Non projeté	Réalisé
Opéra	Projeté	Projeté	Réalisé
Lafayette	Actuel projeté	Projeté	Réalisé
Maubeuge	Projeté	Projeté	Réalisé
Iéna, Wilson, Marceau	Projeté, modifié	Projeté	Réalisé
Daumesnil	Non projeté	Projeté, modifié	Réalisé
Henri IV	Vert (projeté)	Projeté	Réalisé

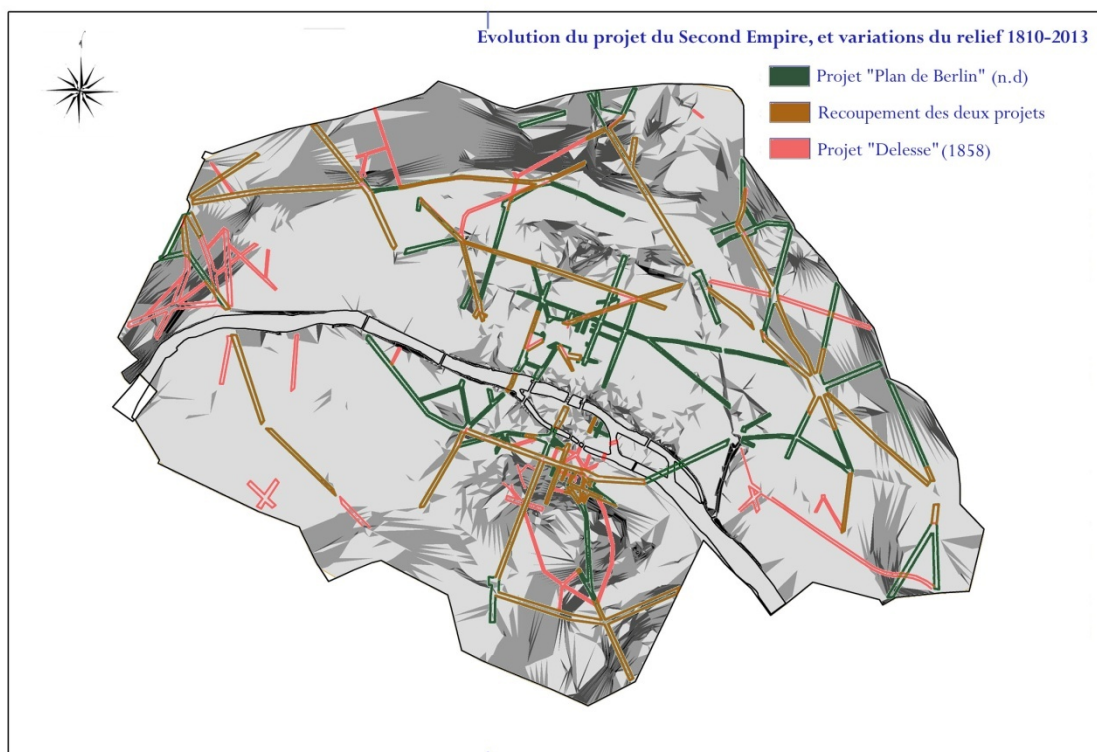
Figure 46 : tableau comparatif, ouvertures de voies

Avec le relief

- Objectif : un « plan relief » sommaire des transformations de Paris Les mouvements verticaux dans l'espace et les voies nouvelles
- Choix des sources : « plan de Berlin » et Delesse géoréférencés, et relief de Girard.
- Géoréférencement : grossier pour les plans historiques, nous ne recherchons pas de précision autre que la morphologie du viaire. La précision est donc de l'ordre de notre géoréférencement du plan Delesse en partie I : 50 mètres. Les lignes de Girard sont précises de l'ordre de quelques mètres. Ses altitudes ont été transformées en NGF, puis triangulées. Nous choisissons une sémiologie où la couleur est proportionnelle à la pente : foncée : pente forte.
- Saisie des rues : sur le plan Delesse, les deux côtés de la rue.



Carte géomatique 45 : le relief dans lequel prend place la voirie haussmannienne (couleur = force de la pente)



Carte géomatique 46 : superposition relief/projets ; Visualisation de l'évolution du projet impérial

Deux reliefs principaux sont impliqués dans des changements de parcours : la butte de Chaillot et celle de Sainte-Geneviève. Ici nous avons les principaux changements de programme par rapport au trait initial représenté par le plan Morizet.

On retrouve également une corrélation avec les *Mémoires* d'Hausmann, à propos du changement de stratégie pour la percée de la rive gauche : « Je connaissais mieux la réalité topographique que l'Empereur et ai pu le convaincre qu'il fallait changer de trajet ». Il ne devrait pas la posséder avant quelques années suivant son arrivée et la réorganisation du Service du Plan. C'est ainsi que se précisent les rues Claude Bernard et Censier, qui longent la côte de la colline au lieu de l'affronter : moins d'expropriations par nivellements et des voies plus efficaces pour leur but premier : la circulation - des troupes, des voyageurs ou de l'économie en général -. A partir de 4 % de pente une rue n'est plus utilisable par les voitures.⁴³⁶

⁴³⁶ François Laisney, Xavier Malverti, « Hausmann et le quartier de l'Université », in Paris-Hausmann (Laisney and Malverti, 1991), pp°267-274

L'autre important changement réside dans la colline de Chaillot. Le projet initial prévoit une large artère rejoignant la Seine depuis la place de l'Etoile. Initialement tracée au plus court, elle est préférée finalement par deux artères longeant également le relief, et provoquant des pentes plus faibles. Notre carte sur les changements de niveaux du sol montre tout de même que les travaux de génie ont dû être conséquent avec un comblement important du pied de la butte Chaillot (actuelle place de l'Alma), avec plus de six mètres de remblais ajoutés.

Si le relief n'a pas guidé le projet de transformations urbaines, il est une subtilité technique qui explique les adaptations morphologiques du projet peu avant 1858. D'après nos recherches précédentes l'administration du début du règne n'avait pas la ressource technique pour l'appréhender. Ceci rajoute encore de l'importance au service du plan de Deschamps.

Bilan

Une succession d'indices liés au relief, aux dates, aux activités et ressources du service du Plan peut nous permettre de proposer une théorie sur l'évolutivité du projet, liée à ces éléments et qu'une lecture seule d'Hausmann permet mal de saisir.

Phase 1 : Le plan de Berlin comme projet pré-influence d'Hausmann : « vers une synthèse » (Napoléon III amendé par Siméon). Le plan de Berlin semble pour sa part être « pré influence d'Hausmann » ou plutôt « pré-influence du relief ». On sait qu'il doit être d'avant 1858.

Phase 2 : une « haussmannisation » mène au plan Delesse (correspondrait à l'influence décrite dans les *Mémoires*) : une prise en compte du relief vers l'année 1856

Les changements de directions principales et certainement les seules qui soient dues réellement à l'initiative d'Hausmann, semble corrélées au relief. Rien que de très logique car sont arrivées coïncide à cette prise en compte nouvelle qu'il faut plusieurs années à intégrer dans un support unifié. La chronologie fonctionne : le « plan de Berlin » reflète un projet où Hausmann doit avoir été peu intervenu : mi-1853 à 1856 environ. En 1856-1858, le Service du Plan semble être en mesure de maîtriser le relief. Hausmann dit sur sa « connaissance topographique :

« Je fis observer à Sa Majesté que la barrière de Monceau, située au point culminant de la ligne des Boulevards Extérieurs, serait d'un accès difficile, à partir de la rue de la Pépinière [...] et qu'il conviendrait de diriger la grande artère projetée vers le point bas de cette ligne, derrière le Parc Monceau, en lui faisant subir un fléchissement [...]. Sa Majesté se rendit à mes raisons »

« Quant aux voies de première utilité, contournant à l'Est et à l'Ouest les flancs de la Montagne Sainte-Geneviève, elles sont dues à une connaissance personnelle du quartier. L'Empereur les substitua dans son plan, à des combinaisons moins simples et moins efficaces »

Dans ce déroulement cela signifie que c'est la campagne de mesures et le rapatriement des lignes de niveau qui changent le projet. Il devient dès lors possible que ce qu'Hausmann nomme « ma connaissance de la topographie de la capitale », soit en réalité la maturité du Service du Plan qui permet de réaliser sur un support unifié parcours, pentes, expropriations. Le plan de Delesse serait ainsi non pas un hasard de survivance, mais bien une pièce essentielle d'une nouvelle façon de représenter la ville réparant les carences, six ans plus tard qu'avait connues le préfet Berger et donnant les arguments pour un projet quasi définitif des transformations.

37. Un élément central pour la compréhension des « grands travaux »

Bilan de l'évolutivité du projet impérial avec les sources de la cartographie

Il est certain que le projet du Second Empire, même en le limitant *stricto-sensu* à l'étude morphologique a évolué à partir d'une forte ambition initiale. Il émerge de l'idée de l'Empereur et de la commission Siméon, qui dessinent dès 1852-1853, une large part de ce que seront les percées. Le projet évolue peu à partir des priorités de la commission Siméon, préconisant quelques changements de parcours, mais surtout un ordre de priorité pour certaines réalisations, essentielles et stratégiques plutôt que d'autres.

- Phase 1 : synthèse d'un projet qu'Hausmann s'approprie en influence, mais sans y participer en décisions qui sont plutôt à rechercher du côté de la Commission Siméon
- Phase 2 : le Service du Plan possède toutes les ressources unifiées et donne à Hausmann les arguments pour plusieurs changements de directions face à Napoléon III

Quant à la position du décret de 1852 on constate qu'il est proposé au moment où on en a absolument besoin pour finir la rue de Rivoli, la précédente loi d'expropriation ne permettait pas de gérer le passage des aspérités, sauf par tranchées. La loi sur les expropriations pourrait ainsi être motivée par une réaction rapide aux problèmes rencontrés à Rivoli. Les ressources de projet via le Service du Plan mettent plusieurs années à intégrer le relief : environ 1858.

La technique de représentation spatiale et ensuite le droit semblent permettre les grandes transformations de Paris dans leur passage à la réalité, au-delà du projet politique. Cette genèse est oubliée notamment du fait de l'anonymat des cartes, et de leur oubli assez général à Paris après la destruction de la plus grande partie d'entre elles lors de l'incendie de l'Hôtel de Ville en 1871. Les plans du Second Empire ont cette caractéristique d'avoir été très secrets dès leur conception, par la dimension politique et économique qui y résidait. C'est une évolution importante par rapport à la génération précédente, représentée par Jacoubet dont le plan de la Ville était à visée d'édition et donc relativement disponible sous sa forme d'Atlas.

Observons maintenant quelques effets concrets en milieu urbain de cette prise en compte nouvelle.

Un relief stratégique

Chez Morizet au sujet des barricades que Paris a connu neuf fois en vingt cinq ans : 1827, 1830, 1832, 1834, 1839, 1848 en février et juin, 1849 et enfin lors du coup d'état du 2 décembre 1851, on peut trouver de nombreuses subtilités liées à un relief urbain, observé sur la cartographie :

« Chaque fois le scénario avait été le même. [...] Le jeu consistait invariablement pour les émeutiers à s'emparer de l'Hôtel de Ville, afin d'y proclamer un gouvernement provisoire, qui y trouverait une administration toute agencée et les fonds de la caisse municipale [...] Ils s'abritaient derrière des retranchements qui coupaient Paris du nord au sud, de la barrière Saint-Jacques à la barrière Rochechouart. Le tracé des barricades était commandé par la topographie des ruelles »⁴³⁷

« Sur la rive gauche, la Panthéon et la place Maubert servaient de quartiers généraux, la rue du Faubourg Saint-Jacques et la rue Mouffetard formaient deux lignes de défense. [...] Sur la rive droite, l'Hôtel de Ville était couvert par les petites rues Planche-Mibray et des Arcis (rue Saint-Martin) [...] Plus haut, les rues Beaubourg et Saint-Denis, précédées des ouvrages avancés du marché des Innocents et de la rue Mondétour – ou tombe Gavroche – les rues Aumaire, Volta, Vaucanson, Montgolfier, Transnonain permettaient de rejoindre la citadelle formée par le quartier des Arts-et-Métiers, dédale de ruelles inextricables et de passages voûtés bâtis à l'économie pour fournir de gîtes les revendeurs du marché du Temple. Une petite hauteur, dont la rue Meslay indique la courbe, fournissait jusqu'au boulevard une redoute naturelle. Au-delà, les faubourgs Saint-Denis et Saint-Martin, le chantier de

⁴³⁷ *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Haussmann et ses prédécesseurs* (Morizet, 2014), p°219

Lariboisière, les tranchées des chemins de fer, le canal, offraient autant de points d'appuis solides lorsqu'on n'avait pas assez de monde pour s'avancer jusqu'à la rue Richer, jusqu'à la rue Cadet. »⁴³⁸

Sur l'emprise des percées

Parmi les reproches faits à la méthode haussmannienne, une des plus développées et renseignées est la question de l'emprise de percées, élargies au-delà du nécessaire, avec laquelle l'administration entretient une spéculation sur de grandes surfaces qu'il n'aurait pas été nécessaire de démolir. Nous ne rentrons pas dans la section financière de ce débat, la plus conséquente,⁴³⁹ mais proposons une piste d'explication de cet « apprentissage » de la table rase par le préfet. La première d'entre elles est imprévue : nous l'avons vue au sujet du quartier des Arcis avec le nivellement induit par la percée de Rivoli. L'impact va jusqu'à frôler la Cité, avec la reconstruction du Pont Notre-Dame afin de « l'abaisser ». Il y a donc bien un mécanisme morphologique lié au projet, et récurrent, qui provoque les grandes emprises des destructions.

Nous renvoyons ici à la partie II, où la corrélation en termes d'arasements et de rehaussement à été étudiée. Les cartes de l'exhaussement et de l'arasement peuvent être utiles ici, pour mieux comprendre ce que les historiens ont jusqu'à présent mis dans l'inexpliqué, donc sujet à questionnement sur les tentions réelles de la municipalité et sont préfet bâtisseur. Nous pouvons corréler quelques passages des *Mémoires* à notre cartographie :

- **Zone du Châtelet :**

« La place du Châtelet dut être entièrement remaniée. La démolition, sous Napoléon I^{er}, de la vieille forteresse où résidait jadis le prévôt de Paris, n'avait pas entraîné la disparition des horribles ruelles voisines, comme cette rue de la vieille Lanterne, que coupait un escalier à angle droit au pied duquel, à l'aube d'un jour d'hiver de 1855, le pauvre Gérard de Nerval fut trouvé pendu. Tous ces résidus d'un autre âge s'éliminèrent par l'extension et le nivellement du terrain libre. »⁴⁴⁰

- **Malesherbes et la Petite-Pologne :**

« Pour le boulevard lui-même, son aménagement ne s'acheva pas sans soulever de grosses difficultés. Il nécessita d'abord d'énormes travaux de terrassement. Considérez la hauteur de la rue du Rocher, qui l'avoisine et court parallèlement à lui, et vous vous rendrez compte de ce qu'il a fallu déblayer pour

⁴³⁸ *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Haussmann et ses prédécesseurs* (Morizet, 1932), p°220

⁴³⁹ Jules Ferry, *Comptes fantastiques d'Haussmann*, G. Durier, 1979, (éd. or. : 1868) (Ferry, 1979)

⁴⁴⁰ *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Haussmann et ses prédécesseurs* (Morizet, 1932), p°198

obtenir le niveau actuel. Ensuite, les expropriations indispensables provoquèrent des résistances insoupçonnées. »⁴⁴¹

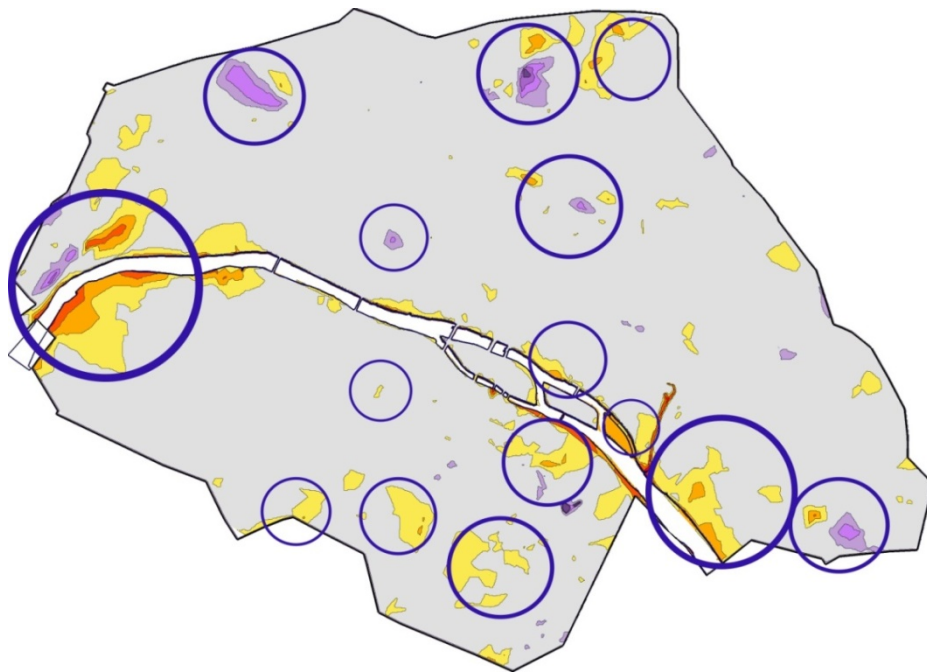
- **Saint-Marcel :**

« Au revers méridional de la montagne Sainte-Geneviève, les boulevards de Port-Royal et Saint-Marcel continuent le boulevard du Montparnasse jusqu'au boulevard de l'Hôpital. Le premier absorbe le Champ des Capucins, la petite rue des Bourguignons, le vieux théâtre Saint-Marcel, franchit au prix d'importants nivellements les rues de Lourcine et Pascal et le vallon de la Bièvre. [...] »⁴⁴²

- **Soufflot :** le raccordement de la rue Soufflot au nouveau boulevard Saint-Michel présente un dénivelé de 2 mètres. On procède donc à son abaissement de 2 m de la rue Soufflot qui provoque « la démolition de toutes les maisons en bordure ».⁴⁴³

- **Chaillot :**

« L'éventrement de Chaillot fit naturellement quelques cadavres. Au quai de Billy la vieille manufacture royale de la savonnerie, devenue manutention militaire, et la pompe à feu des frères Perrier ne furent pas touchés. Mais l'ancien dépôt des phares tomba pour renaître rue de Magdebourg [...] Pour niveler la butte, une armée de terrassiers déplaçait, comme jadis au boulevard Malesherbes, les mètres cubes par centaines de mille. Avec les déblais, des wagonnets s'en allaient former le remblai du chemin de fer d'Auteuil au champ de Mars. »⁴⁴⁴



⁴⁴¹ Id., p°219

⁴⁴² Id., p°204

⁴⁴³ *Mémoires* (Hausmann, 2000), p°841

⁴⁴⁴ *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Hausmann et ses prédécesseurs* (Morizet, 2014), p°434

Nous retrouvons tous ces phénomènes cartographiés dans les cartes de la partie II, de même que les monographies historiques qui nous avaient permis de corrélérer nos résultats à la réalité. La conclusion de Canetti est qu'« Haussmann ne buttera pas contre le relief ». Vraie, elle peut être généralisée sur un plan.

Nivellement : nécessité topographique et de démolition

Nous avons vu qu'il est possible que le décret de 1852 apporte une réponse pragmatique au problème de Rivoli en plus de celui posé par les immeubles trop petits construits pour la rue de Rambuteau. Le reste du décret semble montrer que des ingénieurs des services de l'eau et de l'assainissement sont certainement participants à son élaboration. Napoléon III seul aurait eu peu de raisons de demander des coupes géologiques systématiques.

Toujours est-il que la percée obtient ainsi le droit de raser un quartier si nécessaire. En pratique c'est le nivellement qui le justifie. Ainsi, le quartier de la Butte des Moulins, celui de la Petite Pologne ou celui des Arcis. La Cité, non plate sur le relief de Girard mériterait vérifications. Sans régler le problème de la préméditation ou non de ce mécanisme « anti urbain », on peut au moins montrer quelles en sont ses racines : la butte de Saint-Jacques-la-Boucherie. C'est finalement un sol bosselé qui expliquerait les excès de « destruction d'immeubles des grands travaux ». ⁴⁴⁵

Cela ne change pas la question du projet urbaniste initial : position des rues, des casernes qui datent des premières idées de Napoléon III. Certains actes sont gratuits et stratégiques (urbanistes, cité, idée de faire des voies pénétrantes droites et des casernes) d'autres sont liés aux nécessités. La spéculation semble se greffer ensuite, comme les emprunts ou autres. En tout cas on rase le quartier Arcis, le pont, tout le Châtelet et on prédispose une attaque de la Cité pour une question de relief, cette « ligne droite dans la troisième dimension », prémice de l'idée de *tabula rasa* marque récurrente des volontés urbanistes. La déconvenue de Berger semble réellement formatrice pour Haussmann.

Par cette enquête topographique, il nous semble possible de séparer ces deux questions à travers le projet urbain dans son déroulement, ce que ne font en général pas les textes pour/contre Haussmann, qui mélangent aisément les phénomènes. Nous pouvons surtout être

⁴⁴⁵ *Paris-Haussmann* (Des Cars and Pinon, 1991)

moins dépendant des *Mémoires*. L'étude géo-historique permet, il nous semble, d'être plus précis au sujet d'un espace qui structure largement la notion de décisions et de personnalités.

L'immeuble et la rue : évolutions

L'invention du dessin du sol par Haussmann n'est pas vraiment exacte. Ce dernier est dessiné depuis cinquante ans avec les instruments modernes de nivellement des ingénieurs qui ont accumulé des données inédites sur la ville. Par contre, dans la structuration du projet global, il ne devient visible et « institutionnalisé » que sous le Second Empire. Nous avons vu que la loi de 1852 met le relief en première ligne : si aucune ressource n'avait existé à ce moment, l'idée n'aurait pas été crédible. Le décret asservit en fait l'immeuble à la rue, objet de recherches par les ingénieurs depuis cinquante ans. Désormais, le dessin des ingénieurs de réseaux précède celui des architectes :

« Tout constructeur de maison, avant de se mettre en œuvre, devra demander l'alignement et le nivellement de la voie publique au devant de son terrain et s'y conformer »

L'immeuble est asservi à sa rue dans le projet type de la ville haussmannienne : les architectes pour le neuf, et les habitants pour l'existant, passeront après les ingénieurs niveleurs.

Conclusion Réseau et espace urbain : genèse spatialisée

Nous avons pu observer des effets très concrets de la maîtrise du relief sur la forme urbaine. Les discours et méthodes des nouveaux acteurs que sont les ingénieurs et les médecins dans le milieu urbain matérialisent leurs découvertes par des topographies précises, que ce soit par le biais des Conseils de Salubrité ou des premières cartographies fonctionnelles : un nouveau paradigme intègre la ville par la rue. Par exemple, il semblerait que le rapport à l'eau soit déterminant, pour la forme de Paris au XIX^e siècle : une transformation morphologique était opérée dès 1850, que ce soit pour le développement industriel, le nettoyage des rues ou l'ascension des coteaux comme le quartier de la Nouvelle Europe peut le démontrer. Le souterrain est alors définitivement affecté aux vecteurs de modernité que sont les flux réticulés.

Nous avons pu représenter plusieurs effets concrets de ces évolutions : la ville sort du marais vers l'ascension des coteaux qui sont par ailleurs décrits comme les plus sains. La chose était difficilement possible avant. Avant l'arrivée des eaux de l'Ourcq au point haut du bassin de la Villette, la morphogénèse urbaine semble liée au puits et à la pompe comme les équipements de la montagne Sainte-Geneviève le démontrent encore en 1834. La cohérence recherchée à travers l'espace permet de mieux saisir certains effets structurants, de les réarchiver. L'analyse spatiale peut permettre de comprendre la genèse d'un phénomène, de saisir des enjeux concernant des données étalés dans le temps et dans l'espace.

Une information spécifique permet cette émancipation d'un relief millénaire via les techniques de nivellement et de cartographie, nouvelles. Le phénomène devient un enjeu politique sous le Second Empire, qu'on observe à travers le décret de 1852 puis les productions du Service du Plan. La maîtrise du terrain urbain par le relief semble explicatifs pour l'emprise des percées, leur réussite technique. La lecture historique spatiale devient ainsi utile pour l'historiographie : compréhension de la construction du projet urbain parisien et des méthodes préurbanistiques se mettant en place, aux prises avec le terrain. Dans le cas spécifique de Paris, cette source peut palier en partie à la pauvreté des sources de première main due aux incendies de la Commune.

Du point de vue de la connaissance urbaine, nous pensons trouver dans l'espace décrit par les ingénieurs et médecins des données précieuses sur les transformations du substrat dues à l'industrialisation, depuis la genèse de celle-ci dans une période que certains nomment désormais anthropocène. Le négatif de cette couche réticulée, de la limite de la terre et des

eaux abordée en première partie, est l'îlot souterrain, largement défini par ces dynamiques intrusives et structurantes que nous avons recherchées et spatialisées. Au-delà de cette histoire de la rue, la majeure partie de la ville souterraine réside là où on ne l'attend pas : dans la discrétion des caves.

L'assainissement séparatif nécessite un caniveau disposé entre le trottoir et la chaussée, dont la pente doit voisiner le pourcent, entre la stagnation et le torrentiel ravageur. Le paysage change également, Pierre Bourdeix en 1931 souligne, à propos de l'art urbain qu'il attribue au tracé des villes⁴⁴⁶ :

« Le relief, c'est-à-dire la topographie locale, joue un grand rôle dans l'esthétique urbaine, tout aussi bien que de répondre aux besoins de la circulation, assurer l'écoulement des eaux de surface et des eaux usées à l'intérieur des conduits souterrains, et à ce point de vue si un terrain varié offre des difficultés, il permet aussi des solutions imprévues ; tandis que les terrains plats de certaines villes n'offrent pas une pente suffisante pour l'écoulement des eaux par la gravité, pose des problèmes spéciaux et délicats. Ce point capital est propre à amener dans certains cas, une modification radicale du tracé. Cette donnée devra donc être prise en considération primordiale dans le tracé de l'extérieur des villes et des voies nouvelles».

⁴⁴⁶ Pierre Bourdeix, « Art urbain : le tracé des villes », in *Revue générale des routes et de la circulation routière*, 1931 (Bourdeix, 1931), p°27

Partie IV Ilot souterrain : « anthropocène » en milieu urbain

Introduction Nécessité de recherche d'informations sur l'îlot souterrain

Lorsqu'il propose le mot « anthropocène » en 2000⁴⁴⁷ pour qualifier la matérialité de l'impact humain à travers une nouvelle couche géologique, Paul Crutzen choisit comme points de départ à celle-ci les premières mesures de la composition des bulles d'air de l'Antarctique et le brevet de la machine à vapeur de Watt : fin XVIII^e siècle. C'est-à-dire la mesure et la machine, de l'industrialisation. Nos analyses précédentes peuvent retenir des dates peu éloignées pour ces concepts sur le territoire urbain : la mesure devient mature fin XVIII^e siècle, la réticulation peut être assimilée à un premier machinisme urbain. Nous avons par ailleurs montré que ces notions, si elles peuvent faire actes de naissances, ne sont pas linéaires, et subissent des ruptures épistémologiques majeures. Après des phases de conceptions discrètes, s'immiscant dans le milieu urbain par le travail de quelques spécialistes précurseurs, elles deviennent des normes d'un projet urbain de type nouveau et de transformations uniformisatrices qui ont laissé le nom de « grands travaux » à Paris lorsqu'une administration ambitieuse les a maîtrisées.

L'histoire du terrain est essentielle comme trame de fond des évolutions de la cité contemporaine. Les premières données concernant le relief nous ont permis d'atteindre de précieuses informations caractérisant le stade préindustriel de la ville. Il en va de même pour la carrière fondatrice de Théodore Vacquer pour l'archéologie, qui atteint Lutèce. C'est un espace évolutif qui est archivé depuis seulement deux siècles. Seules les inondations font exception en remontant plus loin : 1649 grâce à des marques sur des murs, mais qui sont relevées au milieu du XVIII^e siècle, c'est-à-dire un peu avant les autres mouvements topographiques.

Nicola Jones donne en 2011 un compte rendu du statut de l'anthropocène « en voie de formalisation » selon le British Geological Survey.⁴⁴⁸ La principale difficulté à résoudre pour le rendre acceptable en tant que couche stratigraphique nouvelle est de lui donner un marqueur géologique précis. Sont évoquées les possibilités de retenir le pollen des plantes

⁴⁴⁷ Paul Crutzen, E.F. Stoemer, "The Anthropocène", in *IGBP Newsletter*, 2000, n°41 (Crutzen and Stoemer, 2000)

⁴⁴⁸ Nicola Jones, "Human influence comes of age", in *Nature*, 2011, n°473 (Jones, 2011), p°133

cultivées, les traces de gaz à effets de serre du XVIII^e siècle ou encore les traces radioactives déposées par les premiers essais atomiques. On voit donc que le concept est en pleine construction et ne répond pas à une définition figée. Jones rappelle que le processus de définition, dont le vote de *l'International Commission on Stratigraphy*, a pu prendre des décennies pour certaines autres strates. Nous proposons d'aborder les strates urbaines évolutives que nous avons dessinées précédemment comme lieu d'expérimentation topographique depuis le XVIII^e siècle. Bouleversées par l'homme, mouvantes, lieux de recherches possible pour un « anthropocène » qui a encore peu été représenté, alors qu'une caractéristique d'une strate est de pouvoir être dessinée. Ce terrain est encore peu reconnu. Le concept même étant encore en gestation par ses spécialistes, nous ne prétendons pas à le mettre à la racine d'une méthode. Cependant, la topographie souterraine urbaine ne peut être étrangère à une caractérisation qui ne soit pas que qualitative : tous nos exemples précédents montrent bien que cette idée nouvelle passera largement par un recoupement du savoir accumulé, variable dans le temps et dans l'espace.

Dans le sol urbain, nous trouvons une matérialité intéressante autour de cette idée d'épaisseur humaine, anthropique. L'occupation verticale souterraine est fonction du temps ; un temps qui peut prendre pour durée les pieds de guerre, les règnes, les mandats électoraux, les civilisations - gallo-romaine, féodale -. Elle est particulièrement intense pendant les périodes de guerre - défense terrestre et aquatique, ruines, reconstruction -. Elle creuse d'autant plus le substratum qu'on s'approche du temps présent. Plus le temps est long, plus cette couche hétérogène et organique se densifie, les vides se comblant par la percolation des particules déposées en surface et par la décomposition des minéraux sous l'action bactérienne. Cette couche est la mémoire archéologique que les professionnels fouillent. Une croûte formée d'argile, sable, tessons, cailloux, pierres, bref un fuseau granulométrique à large spectre, au-dessus de laquelle s'étale une couche noirâtre en lente putréfaction dans laquelle flottent caves et réseaux. Au-dessus encore, une autre croûte, récente, supportant le ciel de pavé ou d'asphalte. Ce multicouche appartient à un terrain à bâtir. De lui dépend la stabilité des superstructures urbaines.

Les frontières sont poreuses. Prenons l'exemple du salpêtre dont la production préindustrielle révèle même un usage direct et stratégique exploré par André Guillaume dans la *Naissance de l'industrie à Paris*. Paris a été pendant une cinquantaine d'années le premier producteur mondial de salpêtre, base de la poudre de guerre : près de 30 000 tonnes produites entre 1770 et 1820. La production vient de la fermentation du sous-sol. Les salpêtriers fouillent les

ruines, les fondations et les caves à deux ou trois mètres au-dessus de la ligne piézométrique moyenne comme dans le plateau de l'abbaye Saint-Martin, à la fin du XVIII^e siècle. Une odeur de nitre, ou de cave, remplit le nez, la cueillette va être abondante. Dans les quartiers très peuplée, « les excréments des bêtes de trait, les déchets des boucheries, des marchés de viande, de poisson, de volaille et d'autres matières alimentaires vont se mêler, dans les ruisseaux, aux eaux de lavage, à l'urine, etc. et causent une succession non interrompue de décompositions putrides »⁴⁴⁹ par l'action des champignons. « Les azotates ainsi formés sont entraînés par les liquides et viennent se déposer dans les points des murs qui présentent les conditions les plus favorables à l'évaporation... La production de salpêtre s'accomplit, en outre, sous l'influence d'un ferment organisé qui détermine l'oxydation lente de l'ammoniac, des débris de la vie animale, et des matières animales azotées »⁴⁵⁰. Enfin pour que les nitrobacters, ces bactéries aérobies, oxydent l'azote nitreux en azote nitrique, il faut un milieu neutre, une aération modérée, facilitée par la porosité des murs et du sol ; du gaz carbonique. Le meilleur rendement de salpêtre est là où la nappe est superficielle. Donc aux caves des maisons parisiennes bâties des « rues basses, étroites et tortueuses »⁴⁵¹, où l'on fait bouillir de l'eau pour la teinture, la blanchisserie, la buanderie, les colles, où l'on brûle du bois pour chauffer et dilater le cuir, évaporer, fondre le suif. Bref où s'exercent les arts. On y trouve jusqu'à 5 % du poids en salpêtre, contre 2 % pour l'ordinaire français. Paris tire de ces murs près de 500 tonnes de salpêtre pur par an à la fin du XVIII^e siècle, soit le tiers de la production nationale. Après 1820, le salpêtre parisien subit la concurrence du nitrate du Chili et décline rapidement pour disparaître au milieu du XIX^e siècle. La production disparaît aussi parce que la surface de la ville est de plus en plus imperméabilisée par le pavage et l'asphaltisation des trottoirs, ces équipements qui joignent le logement à la rue. Le sous-sol perd son humidité, il est moins oxygéné du fait de l'imperméabilisation, les nitrobacters ne se développent plus. Le rendement baisse.

Notre dernière partie vise à utiliser les outils précédents pour aborder la question de l'espace souterrain de manière rapprochée : en temps et lieux plus resserrés. Différemment d'approches de l'urbanisme souterrain développées au XX^e siècle, nous voulons développer la reconnaissance de l'existant, très incomplète en ce qui concerne les cavités.

⁴⁴⁹ Jean-Joseph-Auguste Bottée, Jean René Denis Alexandre Riffault, *L'art du salpêtrier*, Leblanc, 1813, p°22

⁴⁵⁰ Id., p°24

⁴⁵¹ Frédéric Cuvier (dir.), Jardin du Roi, « Nitrate », in *Dictionnaire des sciences naturelles*, t.35, Le Normant, 1825 (Cuvier and Jardin du Roi, 1825), p°66

38. Récolement spatial

De manière générale, la ville comporte, dans la couche qui la supporte, les objets d'origine anthropique suivants :

- une couche de rehaussement urbain,
- des rues le plus souvent saturées en réseaux,
- des cavités dans l'îlot souterrain : privilégiées dans la recherche qui suit.

Nous chercherons ici, à travers plusieurs enquêtes, à définir un îlot souterrain qui n'a pas été exploré par l'urbanisme et qui est totalement absent des bases de données urbaines.⁴⁵² Notre recherche contribue à le récolement, d'une part au reste de la ville, d'autre part au substrat que nous avons cartographié précédemment, pour matérialiser spatialement ce lieu que nous avons évoqué en premier par le salpêtre. Les sources étant rares, cette recherche contribue également à en faire la liste. Nous montrons également quels types d'enjeux peuvent y être liés et en justifier une meilleure reconnaissance. C'est dans ce sens que nous avons pu qualifier cet îlot souterrain d'« anthropocène urbain », il en représente bien l'idée.

Sources

L'îlot souterrain ayant été l'objet de peu de recherches spécifiques, il faut en trouver des approchantes, connexes. Nous pouvons en retenir deux principales :

- Celle des architectes et urbanistes du XX^e siècle dans le cadre de premiers règlements de sécurité et surtout dans le cadre de la défense passive,
- celle des historiens de l'art et des archéologues qui s'avèrent les plus précis. Nous allons les prendre pour exemple et les confronter à nos résultats précédents : dans la partie II, nous avons démontré que le sol donne de la spécificité à la surface urbanisée et ceci se vérifiait d'autant plus dans la partie ancienne et dense de Paris.⁴⁵³

⁴⁵² Ici nous devons tout de même signaler les données fiscales qui sont les seules à recenser des caves, mais elles sont très incomplètes et ne relèvent d'aucune enquête topographique : seules les déclarations des particuliers les alimentent, très partiellement.

⁴⁵³ Nous signalons ici que deux projets de recherches en ce sens ont été soumis à en 2011 et 2012, car une exploration de terrain systématique nécessite des ressources en termes de compétences et de moyens humains. Il ne nous a donc pas été possible d'accumuler des ressources sur des emprises urbaines importantes.

Cette section vise à contribuer à la problématique initiale de notre recherche par la topographie : dans quelle mesure un récolement souterrain est-il possible ? Le raisonnement que nous avons suivi jusqu'à présent laisse un vide, qui n'est occupé par aucune discipline. En conséquence, une des surprises des recherches que nous avons menées est qu'il n'a existé jusqu'à présent aucune tentative d'unification des données sur cette géographie souterraine du bâti à Paris.

Il semble possible de contribuer aux reconnaissances architecturales et archéologiques en permettant un récolement de l'étage ou des étages souterrains du bâti au sol anthropique et aux nappes sur le bâti ancien. Cette interface est le lieu potentiel de la transversalité entre les disciplines que nous avons rencontrées jusqu'à présent. Paradoxalement, elles s'y sont toutes arrêtées. Nous allons commencer par préciser la question à travers trois zones choisies dans le centre parisien, et faire un état de l'art de la ressource et des interprétations que nous pouvons fournir, à travers le bâti antérieur à 1800.

Nous explorons par la suite le principal mouvement de récolement « urbain » qu'a connu l'étage souterrain. Il s'agit de la défense passive, qui s'étale de 1936 à 1973, période durant laquelle les « creux » de la ville sont recensés de la manière la plus exhaustive et le courant de l'urbanisme souterrain réalise son plan directeur pour Paris. Cette période est peu étudiée en histoire urbaine : étonnant lorsqu'on sait qu'*a minima* un parisien sur cinq était pourtant « accueilli » en sous-sol. Enfin, en réponse à des questions rencontrées par le projet architectural ou urbain en termes de ressources, nous ouvrons quelques pistes de recherche en conclusion.

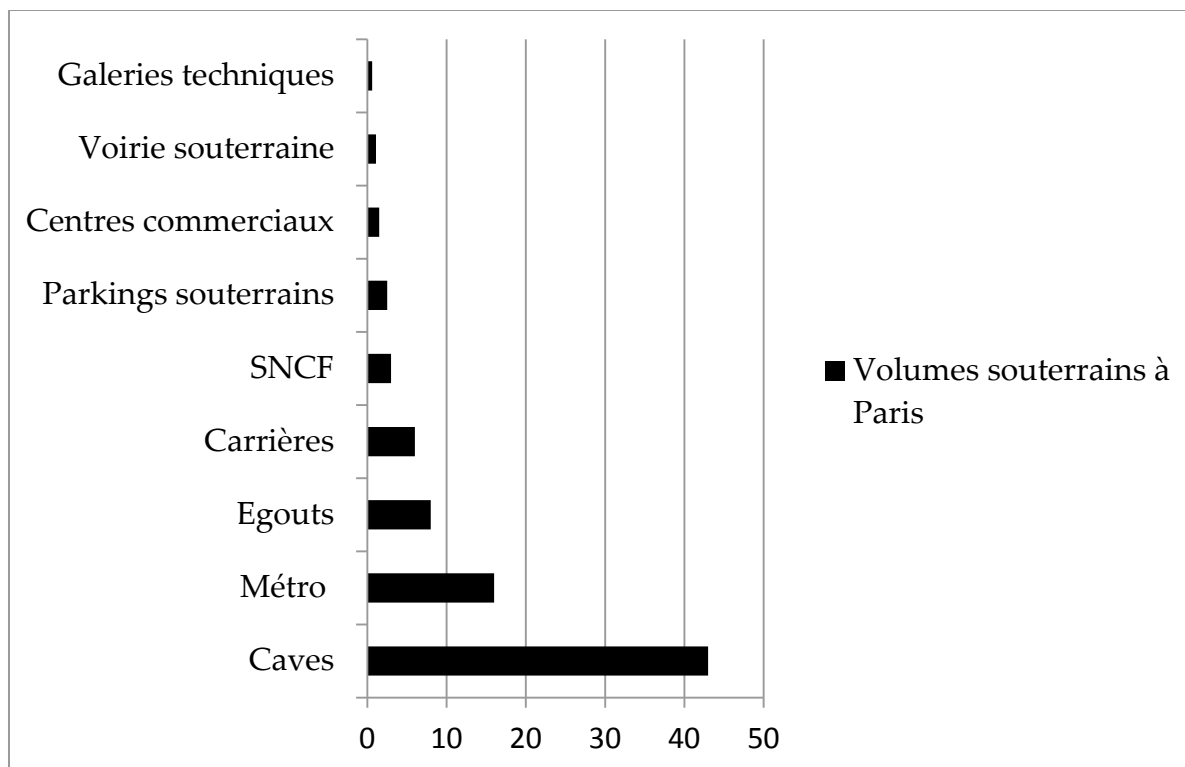


Figure 47 : répartition des volumes souterrains à Paris selon P. Duffaut dans les années 1980

Ce tableau est le seul qui ait été réalisé concernant les volumes généraux souterrains de Paris compris dans sa limite administrative. Il est dû à Pierre Duffaut en 1980 et paru dans la revue *Underground Space*.⁴⁵⁴ Il est repris dans *A la découverte des souterrains de Paris*⁴⁵⁵ de Saletta en 1990 et par Barles dans *Sol Urbain* en 1999.⁴⁵⁶ Barles présente alors différemment la section « caves », en les nommant « couche moyenne de 4 m sous l’emprise bâtie ». Utile précision quant à la méthode : en effet, c’est ainsi qu’a procédé l’auteur : le calcul est basé sur un *ratio* non corrélé à des données de terrain. Les autres données sont cartographiées et reconnues dans le détail par leurs administrateurs et donc quantifiables. Ce calcul reste intéressant, malgré le manque de documentation sur l’îlot souterrain qu’on ne parvient finalement à définir qu’en rapport à ce qui le surplombe (l’emprise bâtie). On constate une importante partie de la ville non-présente sur les cartes, ce qui est tout à fait remarquable au vu de l’enquête que nous avons menée jusqu’alors. La couche est bel et bien un trou noir de la

⁴⁵⁴ Pierre Duffaut, “Past and future of the use of underground space in France and Europe”, in *Underground Space* (Duffaut, 1980). Ces données n’ont pas pu être améliorées depuis pour les caves, faute de récolement topographique. Des expériences sont en cours dans le cadre des projets de recherches.

⁴⁵⁵ Patrick Saletta, *A la découverte des souterrains de Paris*, Sides, 1990 (Saletta, 1990)

⁴⁵⁶ Sabine Barles, « Urbanistique », in *Le Sol urbain*, 1999 (Barles, 1999a)

documentation urbaine, dans une ville où la valeur économique du mètre carré met chaque surface sous une grande pression foncière.

En l'absence de projet pluridisciplinaire qui permettrait de rentrer dans cette zone sur une grande surface, nous sommes restés dans une description de ce qui entoure l'îlot souterrain, en le reliant au sol et à la nappe phréatique, que les sections précédentes nous ont permis de maîtriser. Ainsi, nous proposons d'atteindre un « récolement » qui soit plus riche que le seul ratio appliqué à la surface de l'emprise bâtie, plus urbain. La cave représente bien le monde souterrain majoritaire et a par ailleurs l'avantage d'être démocratique.

Les caves sous rues : des anomalies chassées

La ville alignée dans son profil et dans son épaisseur est une idée plutôt récente. Nous avons vu que la procédure d'alignement date du début du XVII^e siècle à Paris, les premiers plans géométraux servant de support à la géométrie urbaine au milieu du XVIII^e siècle. Le nivellement le rejoint en 1852. Cependant, quelques anomalies ont persisté à ces alignements de chaussées. En 1900, quelques chevauchements verticaux sont rescapés, la Commission du Vieux Paris se renseigne auprès des services municipaux :

« M. le Président annonce à la commission que, conformément à un vœu émis par elle dans une précédente séance et ayant pour but d'informer la Commission des caves pouvant encore exister sous la voie publique, M. le directeur des Travaux a bien voulu transmettre le document ci-après, d'ordre purement administratif, susceptible de donner satisfaction au désir exprimé par la Commission :

État des sommes à recouvrer en 1900 pour tolérance de caves sous la voie publique.

DATE DE L'ARRÊTÉ de tolérance	NOM DU PROPRIÉTAIRE	DÉSIGNATION DE L'IMMEUBLE	DATE de l'EXPIRATION de la tolérance	MONTANT DE LA REDEVANCE
<i>1^{re} Tolérances à échéance fixe et pour lesquelles il existe un titre régulier de perception.</i>				
5 juin 1896.	V ^{os} Baraton et Préau.	Rue de la Lingerie, 11-13 et rue au Lard.	1 ^{er} mars 1903.	100 »
28 août 1897.	Héritiers Novion.	Rue aux Ours, 4.	31 déc. 1901.	76 »
10 nov. 1891.	Émile Robert.	Place de Passy.	1 ^{er} juil. 1905.	5 »
<i>2^e Tolérances maintenues par tacite reconduction.</i>				
			Redevance annuelle	Observations
16 nov. 1880.	Fournier.	Rue de la Cossonnerie, 12.	10 »	En cas de non-paiement des redevances ci-contre après avis sans frais, en avertir le bureau des Eaux, canaux et égouts, et n'exercer aucune poursuite.
12 mars 1889.	M ^{me} Croué.	R. Croix-des-Petits-Champs, 42.	230 »	
12 mars 1889.	M ^{me} Croué.	R. Croix-des-Petits-Champs, 44.	230 »	
1 ^{er} mars 1893.	Veuve Marion.	Rue Daunou, 4.	100 »	
2 août 1895.	Dubail.	R. S-Denis, 29 et r. des Lombards, 56.	120 »	
21 nov. 1893.	Paris.	Rue de Damiette, 3.	40 »	
7 juin 1895.	Brayerre.	Rue aux Ours, 2.	144 »	
»	M ^{me} Forestier et Estève.	Rue aux Ours, 40.	43 20	
»	Senet.	Rue aux Ours, 8.	109 20	
»	Veuve Millié.	Rue aux Ours, 14.	36 »	
»	M ^{me} de Rieupeyroux.	Rue aux Ours, 16.	74 60	
»	Lux et Binsin.	Rue aux Ours, 22.	40 80	
29 oct. 1895.	Desmasures.	Carrefour de l'Odéon, 13.	21 30	
13 oct. 1891.	Hérit. de M ^{me} Ternaux Compans.	Rue Montmartre, 160.	100 »	

Figure 48 : caves sous voie publique repérées à la CVP en 1900⁴⁵⁷

Règlements et sous-sol urbain

Pour les constructions nouvelles, la jurisprudence est notée par Monsarrat, dans *l'Activité en sous-sol* en 1936 :

« Notons à cette occasion qu'il est formellement interdit, en l'état actuel de la législation, de creuser de nouvelles caves sous les voies publiques ». ⁴⁵⁸

Sur la question de l'expropriation :

« Aucun travail ne pourra être exécuté sous des immeubles, bâtis ou non bâtis, appartenant à des particuliers ou dépendant du domaine privé d'une collectivité publique sans qu'une convention amiable ait été passée avec le propriétaire de ces immeubles, ou sans que ces immeubles ou au moins leur tréfonds ait été acquis par voie d'expropriation. Donc deux possibilités :

⁴⁵⁷ « Dressé par le Directeur administratif de la Voie publique et des Eaux et égouts, soussigné, et transmis à M. le directeur des Finances (4^e Bureau), conformément à la note du 4 avril 1898. Paris, le 20 avril 1900 » (Commission Municipale du Vieux Paris, 1900)

⁴⁵⁸ M. J.-D.-G. Monsarrat, *Voies urbaines et urbanisme*, n°344 ; « Régime juridique des travaux d'urbanisme souterrain », in *L'Activité au sous-sol*, GECUS, Ch. Massin, 1938 (Monsarrat, 1937), p°36

- accord : doit être sanctionné par un véritable contrat, qui peut être de plusieurs types : aliénation du fond ou du tréfonds, location renouvelable, bail emphytéotique, création de véritable servitude⁴⁵⁹
- ou non accord : il est possible de procéder à une expropriation du fonds ou même seulement du tréfonds lorsque l'ouvrage sera entrepris pour la réalisation d'une œuvre déclarée d'utilité publique sur la demande d'une personne morale publique ayant le droit d'expropriation ; dans le cas contraire, aucun travail ne pourra être effectué sous l'immeuble d'autrui⁴⁶⁰

En réponse à la question du lien des sous-sols avec la nouvelle loi sur les plans d'aménagements et d'extension des villes (14 mars 1919 et 19 juillet 1924), - plus connue sous le nom de loi Cornudet -, ou avec le décret de la loi du 25 juillet 1935 relatif à la création de projets régionaux d'urbanisme, Monsarrat estime qu'il n'y a aucune disposition générale le concernant. Il se propose donc d'en ajouter une pour les réseaux. On voit ici que l'urbanisme souterrain tente dès le départ de participer aux actes de naissance réglementaires de l'urbanisme.

39. Récolement vertical du bâti à Paris : topographie et archéologie

Nous partirons de l'analyse de Gaston Bachelard, dans la *Poétique de l'Espace*⁴⁶¹ dans laquelle il opère une psychanalyse de l'acte d'habiter résidant dans la maison « verticalisée ». Nous recherchons, par le récolement vertical, la part de réalité parisienne corrélée à cette lecture bachelardienne. Ainsi, commençons par citer Bachelard décrivant l'univers particulier de la cave par le contact qu'elle opère entre la maison et des éléments souterrains. Il se réfère à la description de la structure verticale de la maison venue de Carl-Gustav Jung :

« Nous avons à découvrir un bâtiment et à l'expliquer : son étage supérieur a été construit au XIX^e siècle, le rez-de-chaussée date du XVI^e siècle et l'examen plus minutieux de la construction montre qu'elle a été faite sur une tour du II^e siècle. Dans la cave, nous découvrons des fondations romaines, et sous la cave se trouve une grotte comblée sur le sol de laquelle on découvre dans la couche supérieure des outils de silex, et, dans les couches plus profondes, des restes de faune glaciaire. Telle serait à peu près la structure de notre âme ».⁴⁶²

⁴⁵⁹ *Code civil*, article 637

⁴⁶⁰ Etat, départements, communes, associations syndicales des propriétaires autorisés, concessionnaires de mines, de distribution d'énergie électrique et d'usines hydrauliques. Les établissements publics n'ont pas ce droit et en pratique administrative ils recourent à l'Etat, le département ou à la commune dont ils dépendent.

⁴⁶¹ Gaston Bachelard, « De la cave au grenier. Le sens de la hutte. », in *La poétique de l'espace*, Presses Universitaires de France, 2012 (Bachelard, 2012), p°35-50

⁴⁶² Karl Gustav Jung, Yves Le Lay (trad.), *Essais de psychologie analytique*, Stock 1931 (Jung, 1931), p°86

C'est un archétype que Jung propose, un idéal d'archéologue, *a priori* détaché de la réalité. Toutefois, nous avons pu démontrer que, dans le centre parisien, par la carte de l'épaisseur archéologique en fonction du nombre d'étages, nous avons bien une part de cette réalité inscrite dans la topographie urbaine : la profondeur physique est aussi temporelle. Au second sous-sol la cavité se trouve dans l'espace médiéval, très épais, au troisième chez les romains. C'est une caractéristique de la ville ancienne et toujours vivante. Nos cartographies rendent la chose visuelle et surtout généralisée.

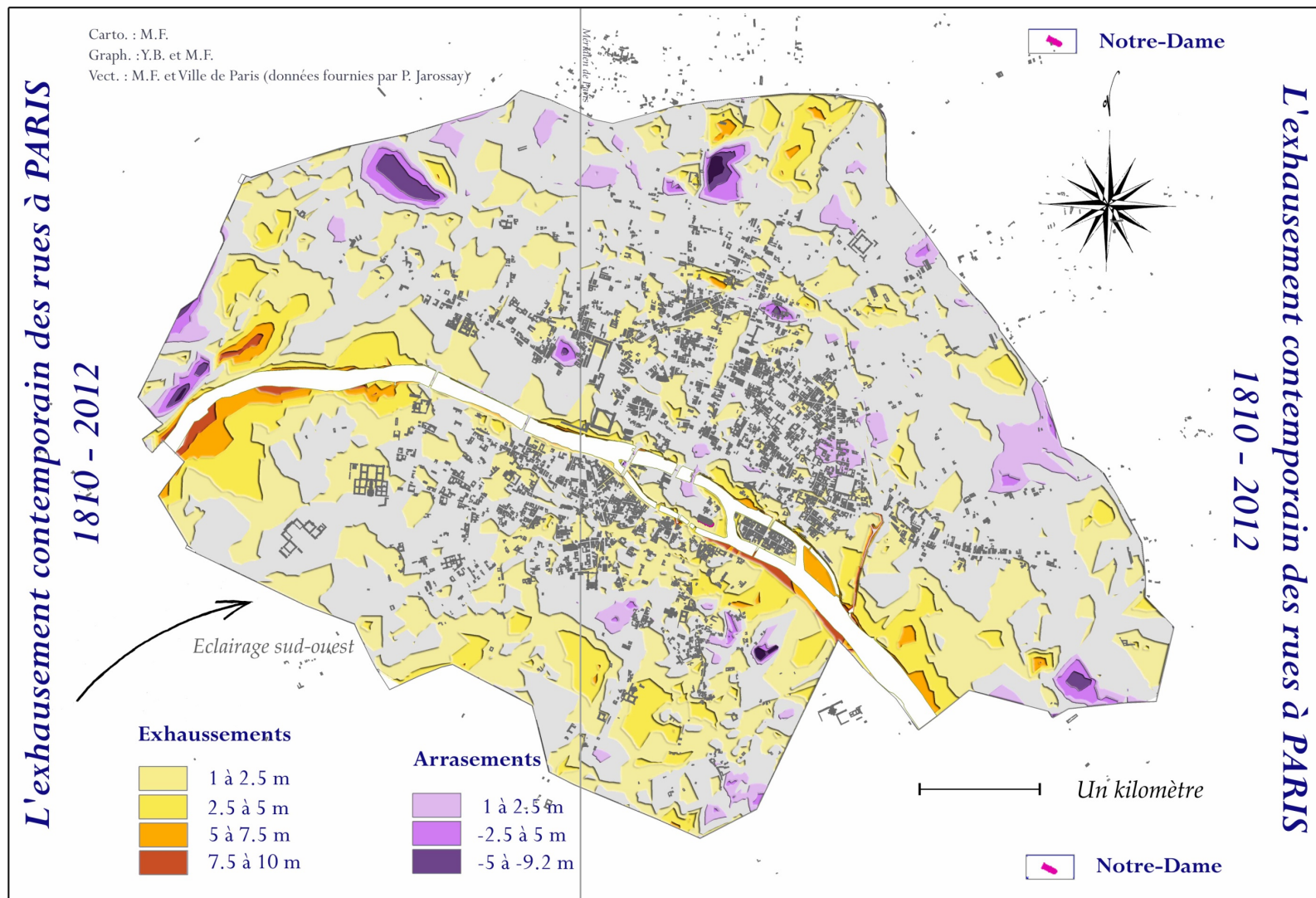
Nous pouvons confronter l'idée de Jung, expressive et cohérente, aux cartes de l'exhaussement urbain par étages que nous avons retenu comme cartographie dans la partie II. En effet, nous n'avons pas rencontré de sources autres que mono-localisées donnant « l'âge » entourant le niveau de sous-sol d'un lieu : le rehaussement urbain manquait de spatialité. L'archéologie l'exprime de façon ponctuelle par fouille ou chantier, comme nous l'avons plusieurs fois rencontré. Une expérience similaire se mène pour la profondeur de l'eau, dans sa présence ou non, Bachelard qualifie de « cave cosmique » celle plongée dans l'eau par Henri Bosco dans *L'Antiquaire* :

« Juste à mes pieds l'eau sortit des ténèbres.

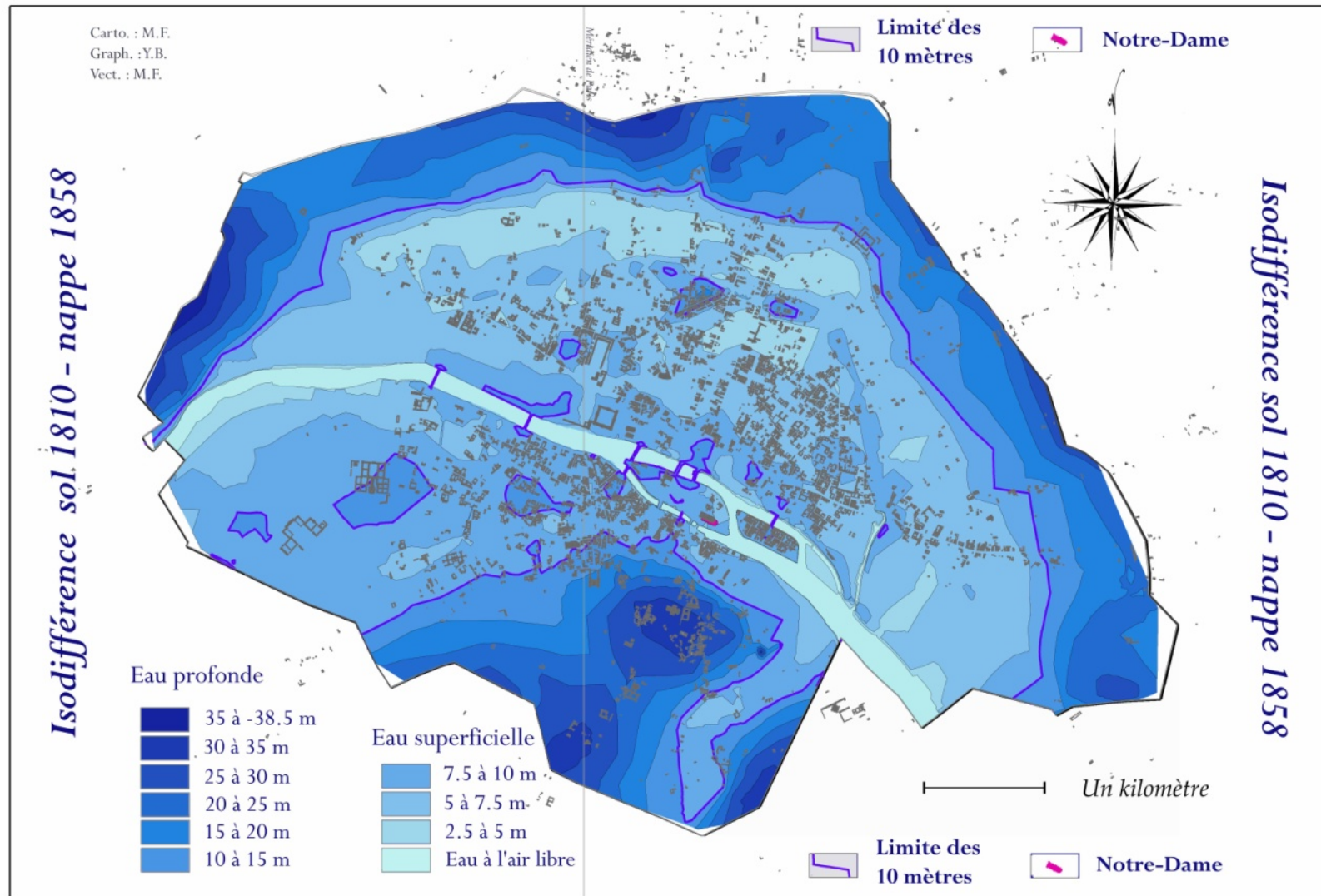
L'eau !... un bassin immense !... Et quelle eau !... Une eau noire, dormante, si parfaitement plane que nulle ride, nulle bulle d'air, n'en troublait la surface. Pas de source, pas d'origine. Elle était là depuis des millénaires, et y restait surprise par le roc, elle s'étendait d'une seule nappe insensible et était devenue, dans sa gangue de pierre, elle-même, cette pierre noire, immobile, captive du monde minéral. De ce monde oppressif elle avait subi la masse écrasante, l'entassement énorme. Sous ce poids, on eût dit qu'elle avait changé de nature, en s'infiltrant à travers l'épaisseur des dalles de calcaire qui en retenaient le secret. Elle était devenue ainsi l'élément fluide le plus dense de la montagne souterraine. Son opacité et sa consistance insolite en faisait comme une matière inconnue et chargée de phosphorescences dont n'affleuraient à la surface que de fugitives fulgurations. Signes des puissances obscures au repos dans les profondeurs, ces colorations électriques manifestaient la vie latente et la redoutable puissance de cet élément encore assoupi. J'en frissonnais. »⁴⁶³

Cartographies

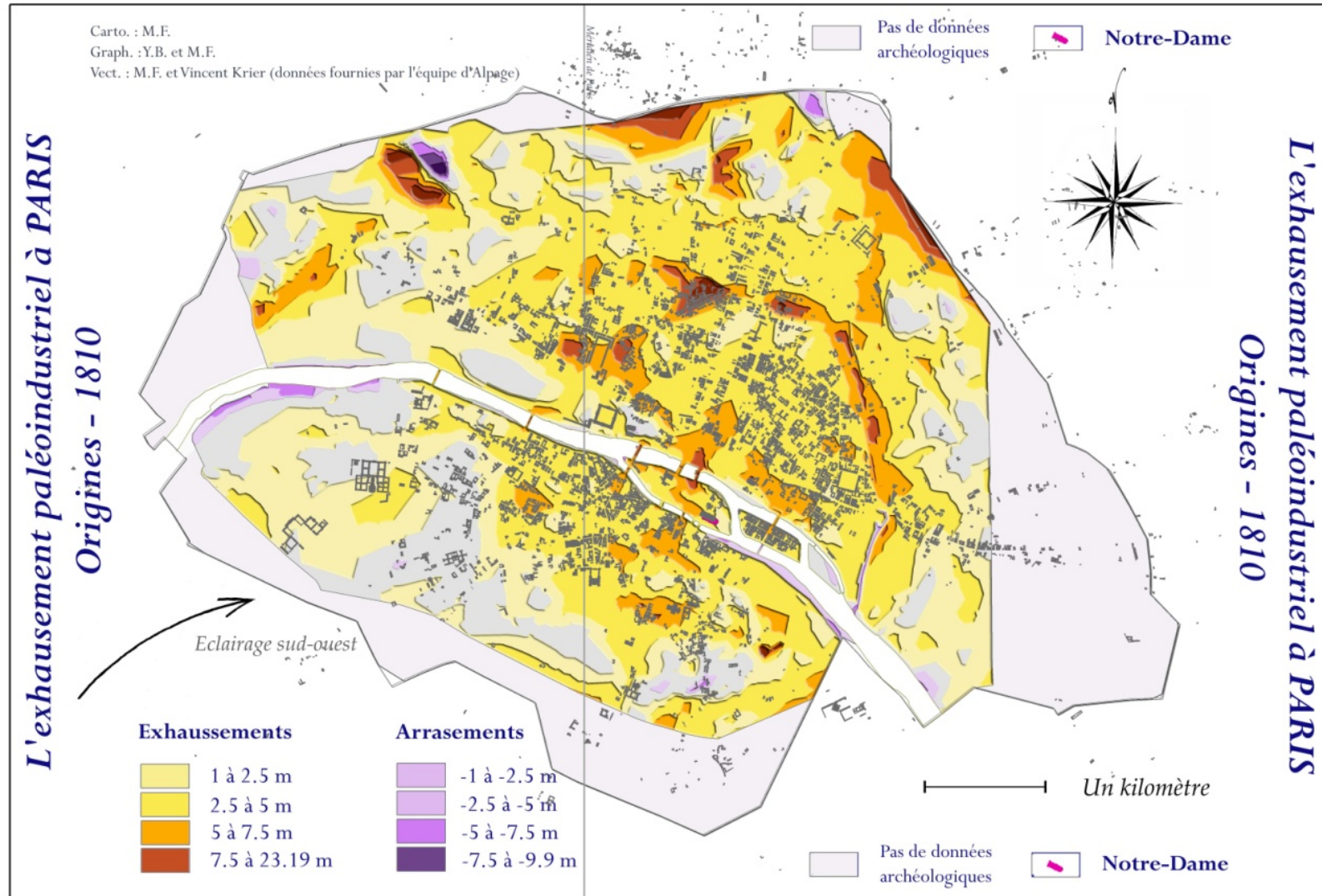
⁴⁶³ Henri Bosco, *L'antiquaire*, Gallimard, 1954 (Bosco, 1954), p°23



Carte géomatique 47 : superstructures antérieures à 1800 superposées aux modifications du sol de la période contemporaine



Carte géomatique 48 : superstructures antérieures à 1800 superposées à la profondeur de l'eau au début du XIX^e siècle



Carte géomatique 49 : superstructures antérieures à 1800 superposées à l'exhaussement des origines à 1805

Une analyse : une cave ancienne dans la dynamique de la terre et des eaux

Le célèbre triptyque utilisé pour décrire la morphologie urbaine au Moyen Age à Paris se divise entre la Ville, la Cité et l'Université. Il est particulièrement visible sur le plus ancien plan de Paris (Munster). D'une séparation fonctionnelle et symbolique, nous pouvons la transformer en une séparation morphologique par le biais des caves. Comme nous l'avons observé en partie III, les zones de Paris ne sont pas différentes que par la symbolique, mais aussi par le métabolisme dû au relief.

La Ville se déploie dans la zone marécageuse, que l'exhaussement urbain permet progressivement d'étendre tout en conservant la ressource qui est l'eau. La cave est enfoncée dans le substrat humain. Les eaux souterraines affleurent : c'était le cas sur la rive-droite jusqu'aux années 1860, mais ne l'est plus du fait du grand drainage (voir partie II). Un double niveau de caves dans le Marais, ou bien rue des Lombards possédait une nappe d'eau affleurante comme le montre la carte de 1858. Si elle est du Moyen Age, elle se rapproche de l'époque où sa construction a eu lieu dans un marécage, où les rues s'exhaussaient : des études archéologiques spécifiques pourraient rechercher qui de la cave ou de la rue exhaussée est apparue la première. Nous n'avons pas trouvé cette réponse.

La Cité gravite autour des vieux centres : Notre-Dame et le Palais, tout en conservant un quartier urbain dense jusqu'à la rénovation de Haussmann. La coupe de Vacquer mais aussi les variations de ce sol complètement artificiel montrent la richesse des strates accumulées. Le Palais est plus bas que le reste de l'île. Celle-ci possède un « bras surélevé » de terre qui relie le pont Notre-Dame au Pont au Change, et une zone portuaire aux alentours de la rue des Ursins, très basse et proche du fleuve : une part de son histoire se lit dans son relief.

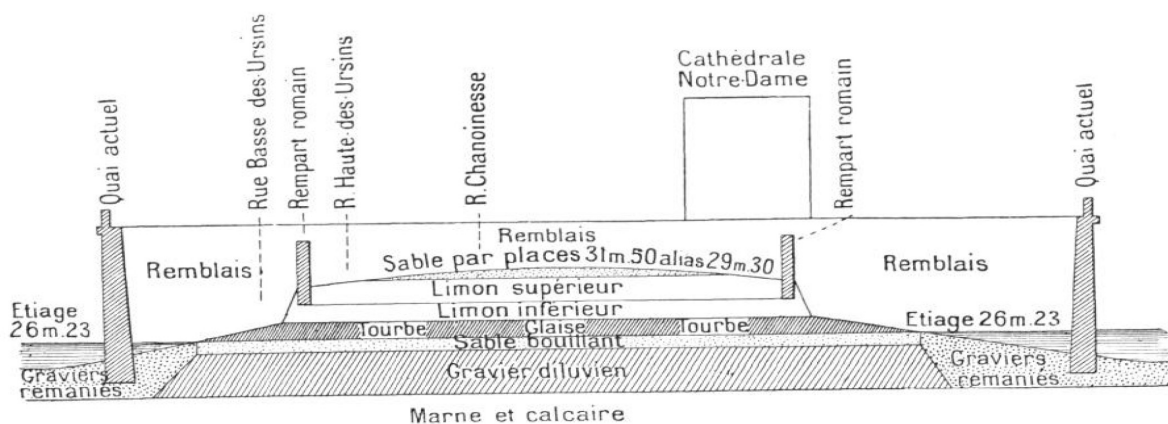


Figure 49 : coupe de l'île de la Cité par Vacquer

L'Université est loin de l'eau, trait morphologique inchangé depuis son choix par les romains via une urbanisation élevée et rendue possible par l'aqueduc. Sa densité est faible. Elle est minérale, blanche, sèche, à l'abri des débordements intérieurs et extérieurs. Ce trait de caractère urbain est dû à la topographie, avec des eaux souterraines à plus de vingt mètres que seuls quelques puits parviennent à atteindre. Dans un Moyen Age où seul certains monastères ont accès à une rare eau canalisée (aqueduc de Belleville et d'Arcueil) mais avec des débits très faibles, la zone ne se densifie pas davantage. La persistance des clos primitifs dure jusqu'aux travaux du Second Empire comme nous le rappelle Dupuy. La corrélation entre les premières transformations et l'arrivée de l'eau réticulée dans les années 1830-1850 semble essentielle. La cave profonde se trouve dans le socle passé un étage.

Récolements architecturaux et urbanistiques en sous-sol des caves urbaines

La principale archive pour l'architecture intérieure de l'îlot souterrain réside dans les explorations architecturales et archéologiques de la Commission du Vieux Paris, archivées depuis 1898. Nous faisons le choix d'étudier quelques exemples de caves, afin de les évaluer par rapport aux dynamiques du sol et des eaux les entourant. Le travail précédent permet d'imaginer la construction d'un système général de représentation :

- Les caves du lycée Saint-Louis sont au niveau de Lutèce⁴⁶⁴
- Les celliers de la rue des Lombards sont au niveau du marécage médiéval⁴⁶⁵
- Les parkings souterrains du XX^e siècle sont dans la zone asséchée artificiellement⁴⁶⁶

Avec la spatialisation que nous avons réalisée dans les premières parties, une lecture verticale et dans le temps de la ville devient possible, de façon systématique, entre les deux nappes fondamentales de la terre et des eaux :

- Les bâtiments anciens sont placés sur la carte du rehaussement urbain : beaucoup restent présents dans la zone rehaussée par les mécanismes médiévaux,

⁴⁶⁴ En 1900 on fouille sous les cuisines du Lycée Saint-Louis à la recherche des vestiges du théâtre gallo-romain. *Commission Municipale du Vieux Paris, Procès verbaux année 1900*. (Commission Municipale du Vieux Paris, 1900)

⁴⁶⁵ Bénédicte Perfumo, « Une maison du XIII^e siècle au n°11 de la rue du Renard (IV^e arrondissement) », in *Bulletin Monumental*, 2009, n°1 (Perfumo, 2009)

⁴⁶⁶ En 1979, un article de Philippe Diffre montre que de nombreux parkings souterrains sont inondés, rive droite, suite à une remontée de la nappe phréatique. Philippe Diffre, « Désordres dans les sous-sols des constructions récentes à Paris liés à la remontée des nappes peu profondes », in *Connaitre le sous-sol : un atout pour l'aménagement urbain*, BRGM, 1979 (Diffre, 1979)

- ceux qui sont compris dans celles des grands travaux posent des marques, des jalons des mouvements de sols : notamment le Collège des Bernardins dans la zone basse vers Saint-Michel et la tour Saint-Jacques encaissée dans la rue de Rivoli.

40. Pollutions souterraines : piste de recherche

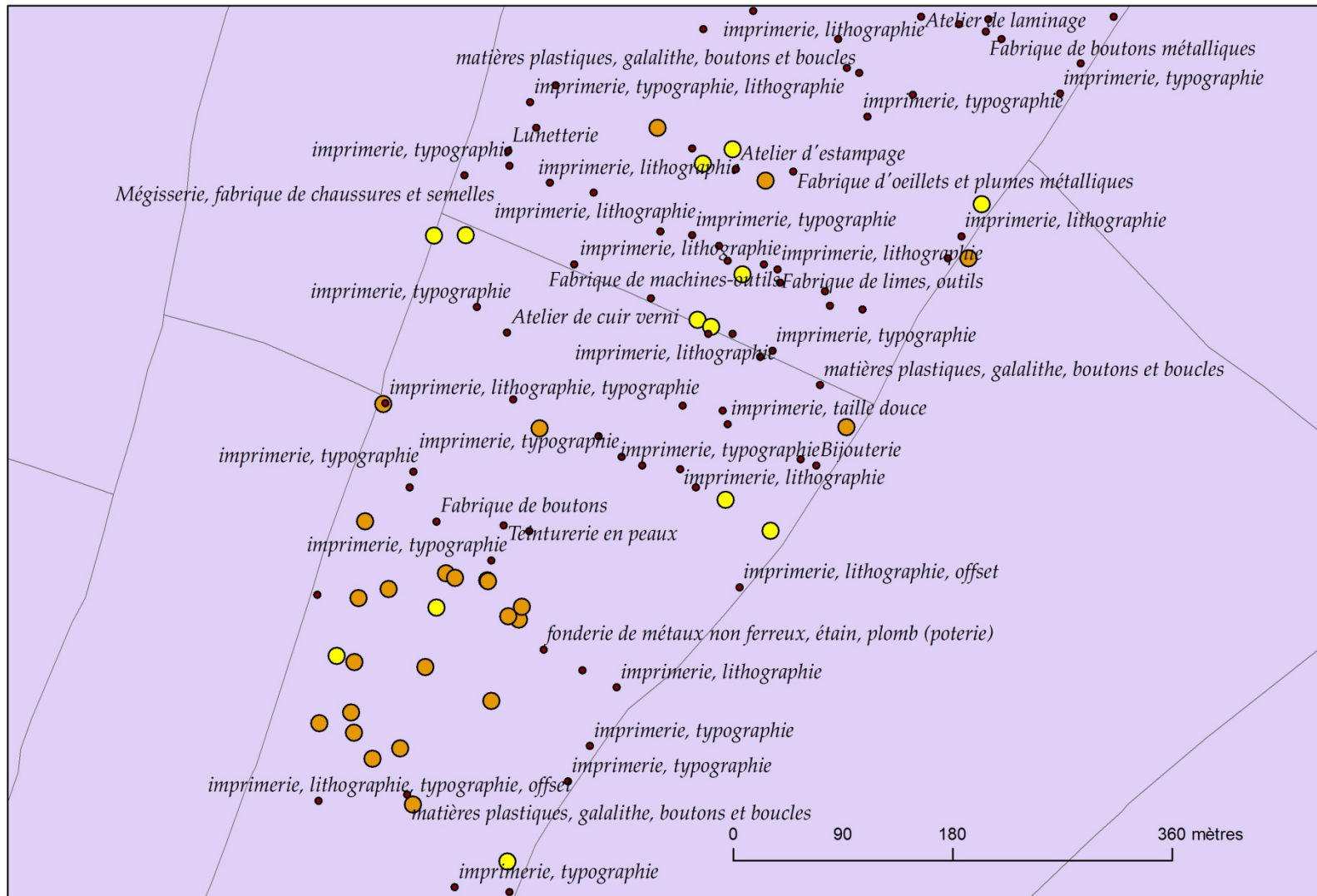
Nous avons rencontré plusieurs fois au cours de ce mémoire le mot « anthropocène ». Concept récent, il faut le matérialiser : la banque de données la plus propice le renseignant est la base Basias.

Cette base de données est à son tour reprise par exemple dans le projet de loi ALUR discutée à l'Assemblée Nationale fin 2013 et qui précise que « 300 000 sites potentiellement pollués » doivent être mis en valeur afin de « sensibiliser le public ». ⁴⁶⁷ Le BRGM ⁴⁶⁸ est l'institution chargée de cette mission mais dont les données initiales ne peuvent être produites que par des historiens qui géo-localisent leurs sources. Notons que ces données restent encore partiellement non libres (une section seulement des informations est mise en ligne).

Ce paragraphe fait également un bref état de l'art afin de restituer l'expérience accumulée. Nous avons pu retrouver dans la partie III une forte concentration de consommateurs de mercure dans le troisième arrondissement de Paris : chapeliers, doreurs sur métaux, fondeurs sont très présents dans plusieurs rues de l'arrondissement. Cette donnée est appréhendable par l'histoire. Nous réalisons l'expérience de comparer les résultats de notre étude avec un positionnement des données actuelles de la base BASIAS :

⁴⁶⁷ Service de presse du ministère de l'Égalité des territoires et du Logement, *Projet de loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové*, 2013 (Service de presse du ministère de l'Égalité des territoires et du Logement, 2013), p°24

⁴⁶⁸ Bureau de la Recherche Géologique et Minière, Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial créé en 1959.



Carte géomatique 50 : superposition des résultats de l'enquête sur les corps de métiers consommateurs de mercure entre 1802 et 1827 et des résultats de la base BASIAS

La sémiologie de la carte représente en rouge les points de la base actuelle. En jaune et orange les foyers, fondeurs, travailleurs sur métaux du premier XIX^e siècle que nous avons retrouvés dans notre enquête sur la topographie de l'hygiène à Paris dans le premier XIX^e siècle. Nous vérifions ici que la topographie d'un anthropocène parisien n'est pas achevée, y compris en la prenant à la fin du XVIII^e siècle. Sa constitution passe certainement par un travail de géohistoire.

41. Récolement agioté : caves logements

L'article L 43 du code de l'hygiène et de l'habitat rend la « cave-logement » illégale. Force est pourtant de constater qu'un « marché gris » existe. Aucune donnée officielle ne caractérise ce qui est contraire aux règlements sur l'habitat. Dans un contexte de coût du foncier et de prix à la location non contrôlés – sauf exception pour le micro logement –, ce phénomène est pourtant prévisible. La cave est moins chère. Pourtant, dans le contexte parisien, où la question se pose avec acuité, on remarque souvent une dénonciation de logements indécents. Qui se promène avec attention dans une rue parisienne en 2014 verra par les soupiraux de furtifs indices de vie quotidienne en sous-sol. Deux caricatures de Honoré Daumier (1808-1879) commencent par nous rappeler que la question n'est pas nouvelle :



Figure 50 : Daumier caricaturant le « souplex » en 1860⁴⁶⁹

Droite : « Eh ! bien, monsieur Gendrouillet, comment vous trouvez vous dans votre nouveau logement ?...

Mais pas trop mal... Sauf les rhumatismes et les champignons⁴⁷⁰

⁴⁶⁹ Taxile Delord, Edmond Texier, Arnould Fremy, Honoré Daumier (illustrations), *Mort aux locataires assez canailles pour ne pas payer leurs termes*, SEESAM, Paris, 1988 (Delord et al., 1988), p°40

Interdictions d'habiter : les dossiers récents

Cette étude est issue des sources que nous avons pu trouver et explorer, peu nombreuses. Nous nous rapprochons ici d'une enquête urbaine, ou d'une topographie contemporaine. Le sujet semblant représenter un tabou dans les études urbaines, nous en présentons la restitution. Deux enquêtes ont été menées dans les bases de données entretenues par des services de la Ville de Paris.

La première concerne les interdictions d'habiter.⁴⁷¹ Nous avons été surpris de trouver fort peu d'interdictions sur le sous-sol. Six cas depuis 1970 (le dernier recensé étant de 1999) dans les vingt arrondissements parisiens. Nous en retranscrivons un, dans le XIX^e arrondissement parisien, datant de 1970 :

« Rapport du 10 janvier 1970

« La famille [...] (5 personnes dont 3 enfants) occupe un logement de 56 m², composé de 3 pièces principales, d'une cuisine et d'une salle d'eau ; ce logement a été aménagé dans une cave par l'utilisation de cloisons légères en contreplaqué.

L'éclairage naturel, assuré par des fenêtres de 1m * 0m80 est très insuffisant et nécessite l'éclairage électrique toute la journée. Le chauffage, assuré par un radiateur électrique mobile est très insuffisant pour chauffer normalement le logement.

Cette situation étant de nature à nuire gravement à la santé des occupants, je propose de prescrire, en application de l'article L 43 du code de la Santé Publique ».

Un second, dans le IX^e arrondissement, en 1978 :

« La famille [...] composée de 3 personnes et bientôt 4 occupe au sous-sol du bâtiment cour, un logement composé de deux pièces et d'une cuisine dont plan joint.

Le sol de ce logement est en contrebas par rapport à celui de la cours de 1m70.

Les deux pièces le composant sont éclairées chacune par une petite fenêtre de 0m70*0m40 situées au ras du sol de la courette, ce qui est très insuffisant pour assurer un éclairage naturel convenable de plus le prospect est très faible.

La cuisine faisant également office de salle de bain car une baignoire y a été installée est en position centrale et se ventile sur le WC extérieur au logement qui est lui-même ventilé sur l'escalier.

Nous avons pu noter dans ce logement une forte humidité sur les murs due à la condensation.

⁴⁷⁰ Parution originale : *Le Charivari*, du 2 décembre 1856.

⁴⁷¹ Source : base de données « Gerco » de la direction du logement et de l'habitat de la Ville de Paris, consultée le 30 décembre 2013.

En fait nous pensons que ce logement a été fait dans d'anciennes caves et les deux petites fenêtres qui y ont été créées en étaient sans doute les soupiraux.

Cette situation étant de nature à nuire à la santé des occupants nous proposons de prescrire en application du Code de la Santé Publique »

Nous pouvons nous interroger, au vu de ce très faible nombre de cas recensés. Il semble que la procédure soit bien moins souvent appliquée que le nombre de cas réel, la majorité étant certainement tacitement acceptée dans le rapport locatif. Nous retranscrivons un autre cas, une petite annonce, parue en ligne en février 2013 :

« Chambre pour une fille exclusivement, [...] l'appartement est spacieux et coloré, il s'agit d'un souplex (rez-de-chaussée et cave aménagée, de 150 m². Le confort y est complet, tv, internet, lave linge/sèche linge, four, plaques vitro céramiques, et lave vaisselle. La chambre proposée est en sous-sol (sain, ma chambre est également en sous sol et je m'y sens très bien). [...] »

Il y a manifestement un grand différentiel entre nos deux exemples, une évolution urbaine ? Le règlement L 43 datant de 1970, il n'a pas été écrit dans le contexte actuel. Il est difficile d'opérer un suivi des petites annonces. Nous nous sommes donc rabattus sur les permis de construire, dont la base de données est tenue à jour par la Direction de l'Urbanisme de la Ville de Paris. L'objectif est de mettre en évidence un changement en cours dans le sous-sol parisien. La base de données concerne les changements d'affectation, à déclarer lors de travaux et de dépôt de permis de construire. Nous nous concentrons sur les changements d'affectation concernant des sous-sols.

Le travail sur les permis de construire déposés à Paris entre 2008 et 2011

Cette analyse est basée sur des requêtes effectuées dans la base de données regroupant les dépôts de permis de construire, par des mots clés optimisés. Les requêtes retenues sont :

« Cave + changement de destination »

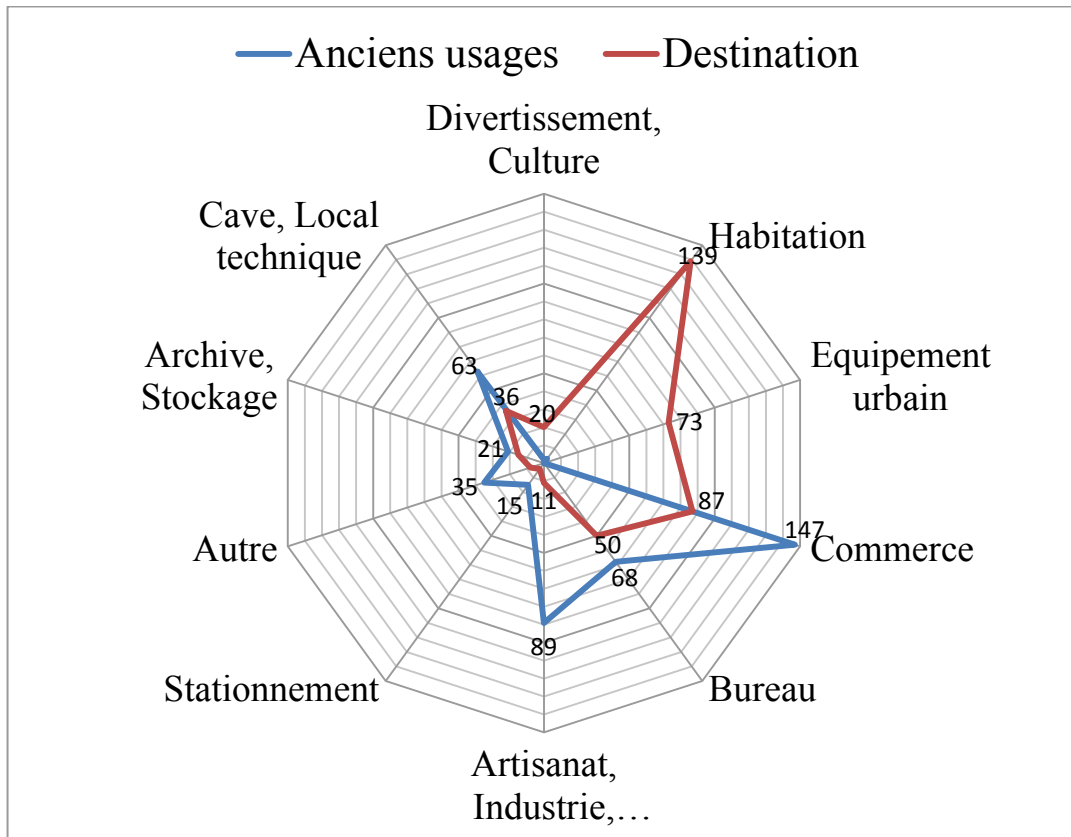
« Cave + transformation »

« Sous-sol + changement de destination »

« Sous-sol + transformation »

S'en suit un travail de « nettoyage » des résultats, pour ne conserver que les objets que l'on recherche : des projets acceptés de transformation spécifique des sous-sols, éliminant les projets d'ensemble qui touchent « nécessairement » des sous-sols (réfection de tout un

immeuble, ou encore création ex-nihilo). Nous obtenons 220 occurrences entre 2008 et 2011, réparties comme suit :



Analyse

Il semble y avoir une vraie dynamique récente d'évolution de l'aménagement des sous-sols à Paris. Le sous-sol est un lieu disponible où il est possible d'adapter, de construire, d'étendre, de moderniser par de nouveaux équipements, et manifestement également à des fins d'investissements locatifs. L'interrogation initiale trouve un début d'explication à Paris. La cave est lieu d'adaptation. Elle se « tertiarise », du fait de la pression foncière de surface.

Quels sont ces nouveaux usages ? On remarque en premier lieu l'importance de la fibre optique ces dernières années. Puis le logement, l'extension d'habitation : le souplex. Il est possible d'étendre un rez-de-chaussée, à la condition qu'il ne contienne pas de pièce à vivre (chambre, salon). Il ne constitue pas une entité indépendante, mais manifestement une féconde réserve de mètres carrés. Troisième usage en plein développement : les équipements, publics et privés : piscines, salles de sport, hammam, sauna, crèches, salles de cours, restaurants.

Le suivi est très difficile, l'habitation en cave étant interdite par l'article L 43 du Code de la Santé Publique :

« Toute personne qui aura mis à disposition, à titre gratuit ou onéreux, aux fins d'habitation, des caves, sous-sols, combles et pièces dépourvues d'ouverture sur l'extérieur et qui n'aura pas déféré dans le délai d'un mois à la mise en demeure du préfet de mettre fin à cette situation sera passible des peines édictées au dernier alinéa de l'article L. 45 [interdiction de louer ou prêter]. »⁴⁷²

Pourtant, à travers cette recherche « action »,⁴⁷³ nous pouvons proposer un état qui se rapproche le plus de la réalité actuelle : les aménagements de type tertiaires se multiplient, en extension de logements de rez-de-chaussée et expliquent en conséquence des petites annonces de type « souplex ».

Le début de l'année 2014 a vu l'adoption du projet de loi « ALUR ».⁴⁷⁴ Les caves font leur entrée dans un projet de loi sur le logement ; comme la plupart des points soulevés par la loi ALUR, qui ambitionne en préambule « remettre des règles un secteur soumis au laisser faire depuis 10 ans », les caves sont donc bien un sujet, et font l'objet de préoccupations. Un paragraphe a pu confirmer notre intuition initiale :

« Qu'ils soient présents dans des copropriétés (où il s'achètent souvent plusieurs lots) ou dans le parc individuel (achat de maisons individuelles divisées en appartements, mise en location de locaux impropres à l'habitation comme une cave, des combles, une cabane de jardin), les marchands de sommeil se spécialisent dans l'achat à bas prix de biens locatifs de mauvaise qualité, en leur nom propre ou sous couvert de prête-noms ou de sociétés-écrans auxquelles ils peuvent être associés. Ils louent ces logements dans des conditions indignes et dégradantes : sur-occupation organisée, division de pavillons, insalubrité compromettant la santé et même la sécurité des locataires, loyers élevés, voire exorbitants, en totale disproportion avec la qualité de l'habitat.

⁴⁷² <http://www.legifrance.gouv.fr/>, article L 43, consulté le 20-10-2014 à 17h00

⁴⁷³ (Crézé and Liu, 2006) propose cette définition de la recherche action : « La recherche-action est une démarche de recherche fondamentale dans les sciences de l'homme qui naît de la rencontre entre une volonté de changement et une intention de recherche. Elle poursuit un objectif durable qui consiste à réunir un projet de changement délibéré et, ce faisant, contribuer à l'avancement des connaissances dans les sciences de l'homme. Elle s'appuie sur un travail conjoint entre toutes les personnes concernées. Elle se développe au sein d'un cadre éthique négocié et accepté par tous »

⁴⁷⁴ Loi pour l'accès à un logement et un urbanisme rénové.

Le Gouvernement veut donner un coup d'arrêt à ces activités. Le projet de loi Alur propose des dispositions qui visent à empêcher les personnes condamnées pour hébergement contraire à la dignité humaine de pouvoir acquérir des biens immobiliers et de les mettre en location. »⁴⁷⁵

Ailleurs que dans ce paragraphe, nous pouvons observer, par quelques considérations sur les prix, et son corollaire, le parc locatif à fort taux de rentabilité, que Paris en son centre dense, attractif et « hors de prix » est en première ligne de ce type d'abus. La cave parisienne est donc bien devenue un sujet immobilier en 2014.

⁴⁷⁵ http://www.territoires.gouv.fr/IMG/pdf/131026_dp_alur_premiere_lecture.pdf ; « Interdire l'achat de biens immobiliers aux marchands de sommeil » ; en ligne le 16/12/2013 16h00

A part les domaines réticulé et géotechnique ayant colonisé progressivement la rue à partir des années 1830, quels mouvements ont poussé à y investir, du point de vue public ou de celui de l'architecture ?

Pour les stratèges de la fin du XVIII^e siècle, l'attaque des villes par mines, tranchées et galeries devient la seule forme de guerre possible – « Depuis l'invention des mines surchargées et de la suppression possible du bourrage, la guerre souterraine paraît être un nouveau moyen d'abrèger encore la prise des places, plutôt qu'un moyen de prolonger leur défense » soutient Lazare Carnot.⁴⁷⁶ Plusieurs ouvrages importants sont publiés durant le Premier Empire, preuve d'intenses recherches financées par le ministère de la Guerre : *Traité de fortification souterraine* de Mouzè,⁴⁷⁷ *Traité théorique et pratique des mines* de Gumpertz et Lebrun⁴⁷⁸ qui tentent de cerner la compressibilité des terres, *Mémoire sur la poussée des terres... d'après les expériences exécutées à Juliers* de Mayniel⁴⁷⁹ qui cherche les états limites de plasticité et de liquidité un siècle avant que le Suédois Atterberg en élabore les lois, « *Mémoire sur les surfaces d'équilibre des fluides imparfaits, tels que les sables, les terres, etc.* » de Pierre-Alexandre d'Allent (1772-1837) qui montre que « les surfaces d'équilibre des terres sont des enveloppes coniques ».⁴⁸⁰

La Restauration (1815-1830) ne réduit pas les recherches urbaines, bien au contraire, car la majorité des places fortes entretenues ou rénovées durant l'Empire sont maintenant situées hors et contre les frontières. *L'Analyse-modèle des prix des différentes natures d'ouvrages à exécuter dans les travaux dépendant du service du Génie* paraît en 1827, au moment où triple le budget des fortifications. Ce cahier de clauses techniques comprend plus de 350 articles dont certains, très théoriques, sont, en ce qui concerne le sol urbain - fondations, déblais et

⁴⁷⁶ Lazare Carnot, *De la défense des places fortes, ouvrage composé par ordre de Sa Majesté impériale et royale pour l'instruction des élèves du corps du Génie*, Courcier, 1811 (Carnot, 1810) p° 34

⁴⁷⁷ Major Mouzè, *Traité de fortification souterraine, suivi de quatre mémoires sur les mines*, Levraut, Schoell et C^{ie}, 1804 (Mouzè, 1804)

⁴⁷⁸ Gumpertz, H., Lebrun, M., *Traité pratique et théorique des mines*, Levraut, Schoell, 1805 (Gumpertz and Lebrun, 1805)

⁴⁷⁹ M. Mayniel, *Traité expérimental analytique et pratique de la poussée des terres et des murs de revêtement*, D. Colas, 1808 (Mayniel, 1808)

⁴⁸⁰ Pierre-Alexandre d'Allent, *Mémoire sur les surfaces d'équilibre des fluides imparfaits, tels que le sable, les terres*, in *Annales des Mines de l'année 1816, 1817* (D'Allent, 1817), p° 271

transports, consolidations des sols - abondamment commentés par plusieurs officiers pour en faciliter la compréhension.

Le *Mémoire sur la stabilité des revêtements et de leurs fondations*,⁴⁸¹ ouvrage de géométrie des sols commandé par le Comité des Fortifications à Poncelet, introduit, quant à lui, le concept de butée et met en valeur le frottement contre les parois. Le mémoire de Poncelet finit par mathématiser le mouvement des masses de terre. Mais cette abstraction toute esthétique est d'autant plus éloignée de la ville que les ingénieurs militaires en font un usage de moins en moins courant : les nouvelles fortifications que ne cessent de réclamer les officiers sont alors semi-revêtues et bien plus résistantes grâce à l'emploi de chaux hydrauliques et de pouzzolanes artificielles.⁴⁸² Pour permettre le déplacement des défenseurs, l'épaisseur du mur de revêtement est trouée de longues galeries de sorte que le problème de la poussée des terres se réduit à celui de la poussée des voûtes, équilibrée par une meilleure résistance des matériaux. Géométrie appliquée, la poussée des terres est une gymnastique intellectuelle destinée aux jeunes officiers de la deuxième moitié du XIX^e siècle, elle n'est que rarement appliquée et surtout pas en pied de guerre : en 1914, dès le début des hostilités, on adopte sur le front nord la technique de tranchée et ce sont des terrassiers de Liverpool qui viennent creuser les premières galeries.

Pendant la défense passive (1936-1973), les creux de Paris susceptibles de servir d'abris sont recensés. Les archives de cette époque sont riches pour mieux comprendre un premier usage assez systématique des souterrains. Le phénomène nous intéresse du point de vue du récolement souterrain qu'il fournit. Il s'essouffle après 1970, où la puissance publique se dessaisit de la question dans le contexte du dégel de la guerre froide. Nous allons observer ici un contexte important de la genèse de l'urbanisme souterrain, portée par des notions très concrètes durant la période 1930-1940 et qui intéresse notre sujet par plusieurs sources d'archives. C'est une dimension de l'histoire urbaine du XX^e siècle et la source d'archive qu'elle nous a légué par le biais du service de la Protection Civile dont nous suivons le fil.

⁴⁸¹ Jean-Victor Poncelet, *Mémoire sur la stabilité de revêtements et de leurs fondation*, Bachelier, 1840

⁴⁸² André Guillerme, *Bâtir la ville : révolutions industrielles dans les matériaux de construction : France-Grande-Bretagne (1760-1840)*, Champ Vallon, 1995 (Guillerme, 1995)

Architectes en sous-sols de 1922 à 1960

Les premières explorations en sous-sol urbain - hors voirie - remontent à deux ordonnances préfectorales de 1927. Elles répondent à des considérations de sécurité incendie et stipulent l'obligation de la reconnaissance souterraine des parcelles. La première, du 10 mars 1927 prescrit l'apposition dans les immeubles d'une plaque ou d'une affiche indiquant l'emplacement de l'avertisseur d'incendie le plus proche. La seconde, ordonnée le 11 juillet 1927, prescrit la création de plans de caves,⁴⁸³ dont voici l'article premier :

« Aux propriétaires d'immeubles, à Paris, d'apposer et de maintenir constamment, soit dans les couloirs d'entrée de chaque immeuble, soit à tout autre endroit où elles pourront être facilement vues, une plaque ou une affiche indiquant de façon apparente le plan du sous-sol dudit immeuble, afin de faciliter la reconnaissance du foyer d'incendie en cas de feu de cave. »

Le second article en prescrit l'affichage puis la bonne exécution par les fonctionnaires et agents de la Préfecture de Police. Cette mesure peut sembler assez anodine au premier regard. Elle revêt de l'importance si l'on considère que c'est la première visant à effectuer un repérage systématique des espaces souterrains dans les immeubles et surtout prescrivant aux propriétaires le recours à des architectes pour en réaliser les plans de principe. Malheureusement pour l'urbaniste, ces données n'ont jamais été centralisées⁴⁸⁴ et c'est dans chaque immeuble qu'il faut retrouver chaque plan. A Paris, ils ont souvent été remis à jour au fil des réfections mais les plus anciens sont toujours de 1927.

Les architectes dessinent pour la première fois de façon systématique les dessous des îlots. Le domaine comme lieu architectural, était jusqu'alors vierge. Les plus anciennes archives du fonds Utudjian conservé à l'IFA⁴⁸⁵ sont des plans de caves rue Chapon. Ils sont relevés par ce jeune architecte, qui a alors 22 ans et qui cofondera cinq ans plus tard le GECUS.⁴⁸⁶ On peut en déduire que son attrait pour l'urbanisme souterrain a commencé dans ce cadre.⁴⁸⁷ Il est, jusqu'en 1975, le chef de file des urbanistes souterrains. L'ordonnance sur les caves a donc eu

⁴⁸³ Préfecture de Police, Direction du Personnel, de la Comptabilité et du Matériel, Service du matériel pour Jean Chappe, Préfet de Police.

⁴⁸⁴ Confirmé par un entretien réalisé avec les architectes de la sécurité bâtementaire à la Préfecture de Police de Paris en 2013, par Mathieu Fernandez.

⁴⁸⁵ Archives de l'Institut Français d'Architecture, *Fond Utudjian : 413 IFA*

⁴⁸⁶ Groupe d'Etudes du Centre Urbain Souterrain

⁴⁸⁷ Il n'y a pas à l'heure actuelle d'étude biographique sur la carrière d'Utudjian, son fonds d'archives ayant été récemment constitué.

une certaine prospérité et représente sans doute la seule archive de terrain pour le récolement d'un parcellaire urbain souterrain.

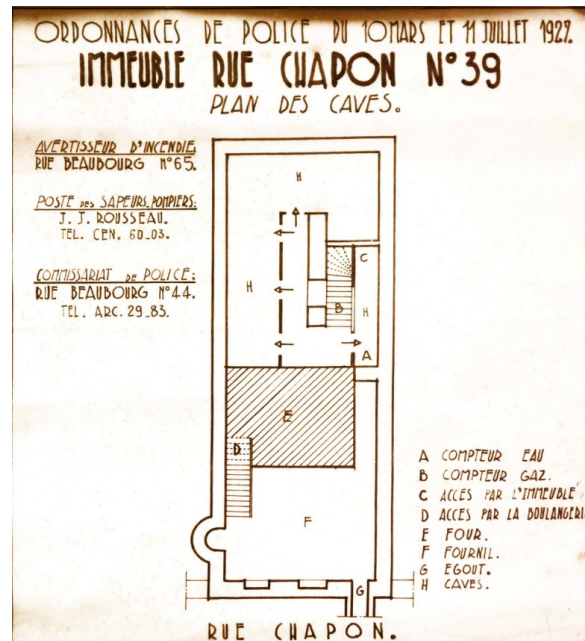


Figure 51 : plan de cave, Edouard Utudjian, 1927

42. La défense passive et l'urbanisme métropolitain de 1936 à 1973

Le Grand Paris, le plan Prost et le GECUS

Nous proposons ici d'analyser une facette du XX^e siècle méconnue, à la fois militaire et urbaine. Elle compte pourtant parmi les premières réflexions urbaines à l'échelle du grand Paris : il s'agit de la Défense Passive, organisée à l'échelle préfectorale - Département de la Seine -, qui englobe alors l'agglomération parisienne. Étonnamment, les projets et réalisations urbains des années 1930 et 1940 visant notamment à assurer sécurité et sauvegarde civiles, n'ont pas encore fait l'objet d'études en termes de récolements, constructions, géographie, comptabilité, ou ampleur des réalisations.

En urbanisme, la période est charnière, la discipline et les pratiques sont récentes. Les Plans d'Embellissement et d'Extension des Villes, ancêtres des Plans Locaux d'Urbanisme, fleurissent depuis 1919 – date de la promulgation de la loi Cornudet -, dans les 81 communes du Département de la Seine. Cet espace morcelé se voit accorder sa première loi en 1932,⁴⁸⁸ via justement un projet d'ensemble en recherche de rationalité et d'organisation

⁴⁸⁸ La loi du 14 mai 1932 prescrit le premier plan d'aménagement général de la région parisienne.

métropolitaine.⁴⁸⁹ C'est Henri Prost qui est chargé de ce premier plan d'urbanisme pour un grand Paris.

La menace pesant sur la ville dans son ensemble n'a jamais été aussi grande. En histoire urbaine, elle est marquante. Aux classiques armes de balistique ou de siège, poliorcétiques, succède le danger aérien immédiat - l'éloignement des frontières ne suffisant plus à une relative sécurité urbaine - : les armes de destruction deviennent massives et aéroportées, incendiaires et chimiques, bientôt nucléaires. Contrairement aux principales capitales européennes ou à d'autres villes françaises, Paris a été épargné de destructions massives au cours la seconde guerre mondiale, du fait de la rapide défaite française de 1940 puis d'une libération rapide également en 1944. De même, le dégel de la Guerre Froide dans les années 1970 épargne le monde de la catastrophe atomique qui le menaçait jusqu'alors.

Néanmoins, dans ce contexte que les autorités prennent en compte, le projet urbain est influencé : une partie de la nouvelle profession urbaniste se mobilise, les priorités changent. La branche récente qu'est l'urbanisme souterrain, au manifeste co-rédigé en 1933 par le secrétaire général du GECUS Edouard Utudjian, s'empare du sujet.

Le souterrain est alors une idée neuve, pleine d'avenir pour le jeune groupe et les édiles qui voient déjà se profiler la saturation de l'espace urbain observé par son plan. Tunnels à grande profondeur sous Paris, enfouissement des activités qui s'y prêtent ou premiers plans de parkings de stockage pour les automobiles témoignent d'un avenir congestionné déjà pris très au sérieux. L'architecture innove également en sous-sol : la chambre forte de la Banque de France (1922), les amphithéâtres du CNAM (1933) ou encore les laboratoires souterrains en carrières abandonnées marquent la première rétrospective de l'architecture souterraine parue en 1934, préparant ainsi la section souterraine - sous la colline de Chaillot - de l'exposition universelle de 1937. Dans *Le Monde Souterrain*, de nombreuses disciplines sont mobilisées autour de la ville souterraine : la mécanique des sols, l'hydrogéologie, la géologie, le droit, même la biologie et la psychologie sont convoquées autour des architectes. Dans le premier rapport d'activités du groupe en 1933, le secrétaire général Utudjian résume ainsi les constatations initiales :

- « L'inexistence d'une méthode rationnelle d'urbanisation générale, applicable à toutes les villes existantes et en particulier aux cités d'art et d'histoire sans restriction.

⁴⁸⁹ O. Ch. Zieseniss, « Les projets d'aménagement de la région parisienne », in *Annales de géographie*, n°277, (Zieseniss, 1940)

- La possibilité d'utilisation du sous-sol urbain pour la solution de certains problèmes d'organisation des villes [...] en particulier par la création d'un ou plusieurs centres souterrains. »

Projets des années 1930 : investissements publics

Aux ambitieux projets civils vont rapidement succéder d'urgents projets militaires : voies d'évacuation, *urbanistique* générale des sous-sols disponibles en vue de la protection des populations, définition de points névralgiques et de couloirs aériens par lesquels viendra la destruction. Non moins urbanistes, ces projets prennent manifestement la priorité sur les premiers : Jean-Louis Cohen estime par exemple que la construction de la ligne Maginot a largement aspiré les crédits qui eussent sinon été affectés aux autoroutes souterraines de Paris.⁴⁹⁰

L'urbanisme et la topographie progressent en sous-sol à Paris dans les années 1930. Aussi, nous proposons une enquête topographique souterraine qui puisse caractériser à la fois un moment de doctrine et de projets marquants pour les formes urbaines, et qui engendrèrent un patrimoine qui nous est parvenu sous une forme morcelée et éparse, y compris dans les études urbaines. Nous allons essayer de qualifier la méthode mise en place à l'époque puis d'en quantifier les réalisations. Nous terminerons par un aperçu de la poursuite de cette politique, qui connut un important renouveau durant la Guerre Froide, de 1953 à 1973.

Zoning d'un urbanisme militarisé

En 1936, les urbanistes souterrains s'emparent de la défense passive pour en faire un plan d'ensemble selon la technique en vogue à l'époque : le zoning, privilégié par Henri Prost en 1934. Le premier article du GECUS paraissant sur la défense passive est explicite. Au XIII^e Congrès des architectes de Rome de 1935, Jacques Guilbert estime que la question est parfaitement urbaniste :

« Ceci est affaire d'urbanisme que le GECUS étudie et qui exige l'établissement d'un plan à établir en fonction du plan Prost et du plan des voies souterraines qui s'y rapporte. [...] Partant du « Plan Prost », de notre très respecté président d'honneur, qui résout enfin et pour un long avenir le problème des accès et des sorties de Paris, M. Gaston Bardet (membre du Comité de direction du GECUS) a proposé un

⁴⁹⁰ Conférence donnée le 22 novembre 2012 à l'Ecole d'Architecture de Paris-Malaquais : « *Caves to tunnels : pages in the modernization of the Underground Space* »

réseau de voies souterraines dont les études et le tracé doivent retenir toute notre attention. Mais, à côté de la partie de la population urbaine qui doit être évacuée, il faut, par la construction d'abris, assurer la protection des citoyens obligatoirement astreints à rester à leur poste dans la ville et quoi qu'il arrive. »

Un plan des « zones de points vulnérables importants de Paris » est effectivement publié en 1936 dans la nouvelle revue d'architecture *Le Monde Souterrain*⁴⁹¹ et se base directement sur le Plan Prost de Paris et son agglomération. Il vise à jouer le rôle de plan directeur de la défense passive. A partir de celui-ci, basé sur des considérations globales et stratégiques, la construction d'abris et la définition de voies d'évacuations peut-être rationnellement définie.

⁴⁹¹ Le GECUS publie *L'activité au sous-sol* en 1937, sa première publication en parallèle avec le lancement de la revue *Le Monde Souterrain* en 1936 qui deviendra *Travaux en sous-sol* en 1968. Les signatures du premier numéro sont prestigieuses : Bardet, Prost, Poëte, Pontremoli, etc. : la première génération de l'urbanisme en France



Figure 52 : zones de points vulnérables importants de Paris



Figure 53 : voies d'évacuation de la Capitale

Spécificités parisiennes et stratégie urbaine

Le projet est conçu dès de départ comme métropolitain et intégrant les premiers sujets de prédilection de l'urbanisme (voies d'évacuation de la capitale, transports publics, « zoning » de la ville) ainsi que les projets souterrains du groupe. La doctrine du GECUS stipule :

« Etant donné que toute une catégorie d'édifices jusqu'alors réalisés en élévation peuvent être établis sans inconvénient en sous-sol, procéder au recensement de ceux-ci et leur imposer des emplacements souterrains, étant entendu que toutes les précautions seront prises pour que ces constructions puissent servir d'abri en cas de nécessité. »

Le cas parisien est envisagé dans la spécificité de son urbanisme :

« En raison de la densité très importante de la population à Paris et en raison du peu d'importance dans certains arrondissements des immeubles de Première et même de Deuxième catégories, il est impossible d'organiser la protection sur place pour toute la population. C'est le principe adopté en Allemagne où la densité de population est moins élevée et les espaces libres plus développés. En Russie, au contraire, le principe de la dispersion est adopté. En France **où les abris sont actuellement inexistant**s, il en faut d'urgence pour la population active. Il faut un plan de dispersion de première urgence, et d'évacuation (femmes, enfants, vieillards). En envisageant les 2 éventualités possibles :

1° La période de tension politique est suffisante pour permettre l'évacuation complète dans des conditions normales

2° Cette période est excessivement réduite et indéterminée, un jour ou quelques heures [...] »⁴⁹²

La stratégie générale repose donc sur une évacuation rapide de Paris, complétée par des abris pour la partie de la population devant rester sur place : la population « active » en temps de guerre. Si on prend l'exemple du XV^e arrondissement, le plus peuplé, dans le cas où l'évacuation pourrait être effectuée : sur 250 000 habitants, 220 000 seraient dispersés, laissant sur place une population active de 30 000 habitants à protéger dans les immeubles de 1^{ère} et de 2^{ème} catégorie, et les Abris Collectifs⁴⁹³ (au nombre d'environ 40 et disposant de centres de soins). Paris est divisé en zones : Zone de Grand Danger, Zone de danger moyen, Zone de danger accidentel. Les routes le sont également : nationale, départementale, de grande communication, dont on déduit les voies d'évacuation : les voies d'évacuations doivent être dimensionnées pour permettre le départ rapide tout en « évitant de passer par les

⁴⁹² GECUS, *L'activité au sous-sol*, 1936-1937 (GECUS, 1937)

⁴⁹³ AC : abris collectifs, dans les espaces libres (places, carrefours, squares, caves d'écoles etc.) pour populations actives : services publics, services médicaux et de secours, gardiennage, etc. dans l'obligation de rester sur place et pour les populations qui habiteraient dans les immeubles non classés dans les 2 premières catégories, et qui n'auraient pas été évacués.

zones de Grand Danger ». A ce titre on déplore d'avoir construit les principales pénétrantes près des aéroports. Il reste alors à planifier la construction des abris collectifs prenant place dans les parcs et jardins, caves, stations de métros, carrières, mais également rendre aptes à l'abri les zones d'immeubles de 1^{ère} et 2^{ème} catégorie : ceux dont les caves peuvent être aménagées en abris.

L'urbanisme souterrain de guerre : recensement des vides

Etonnamment, nous n'avons pas trouvé dans la bibliographie de recensements effectifs pour les constructions urbaines à des fins militaires de la seconde guerre mondiale et de la guerre froide. Seul un ouvrage les recense au Havre: *Le Havre 1939-1944 : les abris sanitaires civils et allemands : abris de la défense passive, hôpitaux souterrains, bunkers infirmeries.*⁴⁹⁴ L'auteur y dresse un inventaire systématique et aussi exhaustif que possible. Rien pour Paris. Seuls ceux dans les carrières ont fait l'objet de recherches. La défense passive en fait partie car plusieurs abris bien connus des « cataphiles » sont partie intégrante du patrimoine que constituent les 300 kilomètres de galeries réparties entre le sud et l'ouest de la ville de Paris.⁴⁹⁵

Au Havre, les recherches de Dubosq donnent, pour un recensement de 164 083 habitants en 1936 (auxquels il faut ajouter 26 658 avec les communes périphériques) :

- Environ 100 tranchées d'en moyenne 120 places : 12000 places
- Une liste incomplète de 20 caves
- 4 grottes
- 5 tunnels, estimés à environ 16 000 places
- 30 tranchées et caves « supplémentaires » : 4000 places

Soit un total d'environ 30 000 places, c'est-à-dire environ une place pour 6 habitants. Notons que l'enquête de Dubosq se fait difficilement, peu de sources étant rescapées. Elle est améliorée par une enquête orale de témoins des événements. Les allemands aménagent également quelques abris pour environ 6000 places.

⁴⁹⁴ Jean-Paul Dubosq, *Le Havre 1939-1944 : les abris sanitaires civils et allemands : abris de la défense passive, hôpitaux souterrains, bunkers infirmeries*, Bertout, 1992 (Dubosq, 1992)

⁴⁹⁵ Patrick Saletta, *A la découverte des souterrains de Paris*, Sides, 1990 (Saletta, 1990)

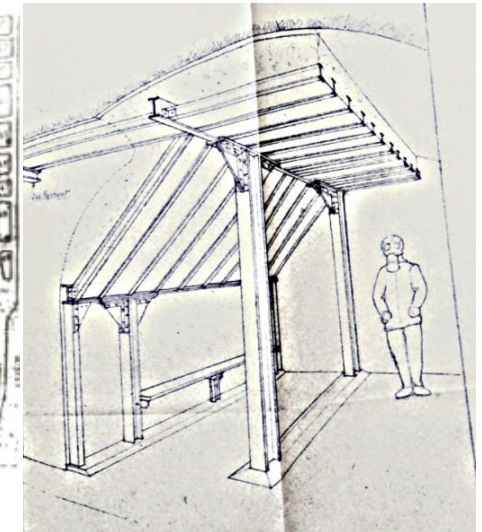
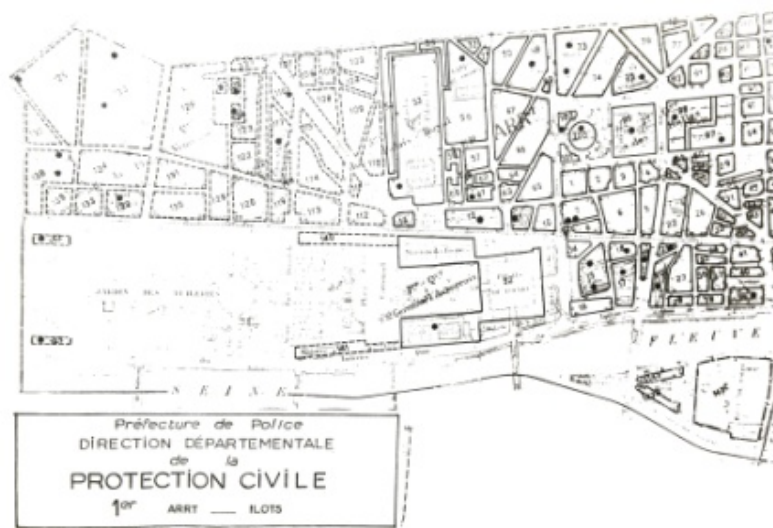
A Paris

Le même type de politique de défense urbaine fut mené à l'échelle nationale par les préfetures. A travers les archives de la Préfecture de Police, nous pouvons réaliser une estimation globale des réalisations. Une source est restée intacte : des recherches effectuées en 1953 quand, dans un contexte de défiance face à la menace soviétique au début de la guerre froide, un état des lieux des réalisations achevées précédemment est commandé par le ministre de l'Intérieur au préfet de Police. Devant la pénurie de ce type d'informations, Maurice Papon, alors préfet, a recours aux renseignements du corps des architectes de la Préfecture de la Seine qui a réalisé les travaux d'étaisements de la période 1936-1945. Ces derniers sont les seuls en mesure de quantifier précisément le nombre d'immeubles étayés dans Paris. Par ce biais, nous pouvons reconstituer l'état de l'urbanisme de défense passive parisienne.

Urbanistique souterraine déployée en vue de la défense passive

La typologie des ouvrages aménagés se répartit entre :

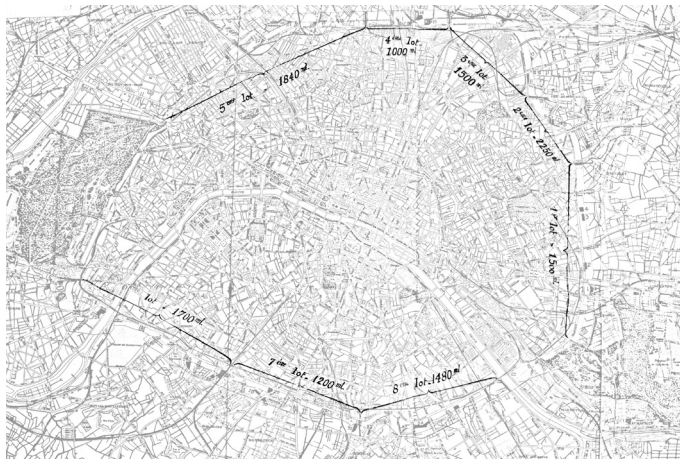
- Métro : les stations refuges
- Abris en îlot : caves et sous-sols
- Tranchées : parcs, jardins, espaces libres
- Carrières



Intercommunication d'immeuble par les caves, en cas d'effondrement

Abris collectifs d'îlots

Cave étagée



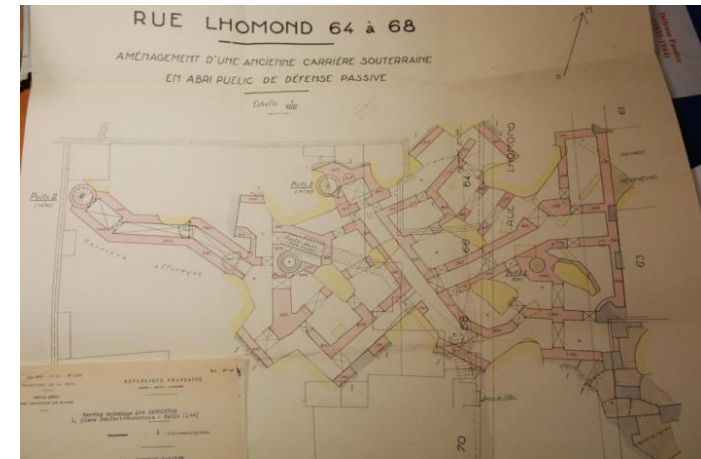
Tranchées dans la « Zone »

MAPPE DÉTAILLÉE À LA PORTÉE DE LA ZONE ROUGE

(Les surfaces hachurées, sur la ligne 6 et 7, ont été créées à la suite de la loi du 28 septembre 1951 et ont été créées à la suite de la loi du 1er février 1952 en matière de danger et la possibilité de leur de la présence d'un tunnel d'abri pour le 1er et le 2e arrondissement pour le moment.)

Agnes	Station refuge	Départ	Station construite	Date de mise en service
1	Port de Bercy	1.500	Belleville	20 novembre 1939
2	Place Lantier	2.800	F. République, Sébastien-Leprieux	4 septembre 1939
	Stalle	5.800	Ternes, Vieux-Montparnasse	" "
3	Porte des Lilas	4.000		14 septembre 1939
	Carrefour St. Mandé	4.000		2 "
	St-Jacques	1.000		14 "
	Colonne	1.500	Martin-Madalun	14 "
4	Carrefour	1.200		20 octobre 1939
	Carrefour	1.500		21 novembre 1939
5	Colonne	2.500	Les Halles, St-Martin	14 septembre 1939
	St-Martin	2.200	St-Martin, St-Germain des Prés	14 "
6	Eglise de Dunkin	2.800	St-Martin	6 octobre 1942
	Care de Dunkin	4.500	Acherailles	9 Mars 1942
7	Carrefour St-Jacques	3.250	St-Jacques	2 septembre 1939
	Port de la Villette	4.100	Port de la Villette	14 septembre 1939
8	Place de la République	3.200	Beaube	2 "
	Place de la République	4.200	Beaube	2 "
9	Place de la République	3.500		2 "
	Place de la République	1.500		20 novembre 1939
10	Place de la République	1.500		2 "
	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
11	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
12	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
13	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
14	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
15	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
16	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
17	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
18	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "
	Place de la République	2.500	Place de la République	14 "

61 Stations de métro refuges



Carrière aménagée en abris

Figure 54 : archives décrivant les typologies mises en évidence

Caves privées et publiques

Un atlas est disponible sur la base des îlots, nous avons compté manuellement ces abris, par arrondissements et nombre d'abris :⁴⁹⁶

Arrondissement	Nombre d'abris d'îlots par arrondissement
1	42
2	29
3	82
4	89
5	128
6	28
7	16+37= 53
8	14+15= 29
9	30
10	88
11	75+44= 119
12	26(e)+28(o)+6(s)= 60
13	72(o)+40(n)+41(s)= 153
14	15(e)+29(n)+37(o)= 81
15	31(no)+40(ne)+10(se)+30(so)= 111
16	11(s)+11(c)+4(n)= 26
17	3(s)+11(c)+22(n)= 36
18	22(o)+27(c)+12(e)= 61
19	18(n)+17(c)+36(s)+9(e)= 80
20	29(s)+37(n)+36(o)= 102
Total	1185+242= 1427 abris

⁴⁹⁶ APP O^A49, Atlas de la Protection Civile, abris par arrondissements, vers 1939.

Des recherches de terrains montrent que nombre d'entre eux existent encore, dans les sous-sols des bâtiments publics et privés. Nous les recoupons par une autre source.

En novembre 1952, le chef du bureau de la protection civile écrit au chef du service départemental.⁴⁹⁷ Ce dernier estime à 1054 pour Paris et à 347 pour la banlieue le nombre d'immeubles dont ses services ont étayé les caves en fer. Grosmeche, l'architecte qui a supervisé l'étalement de toutes ces caves estime que son service a étayé 2000 immeubles : les travaux ont coûté 200 millions de francs. Entre les étalements en bois et en fer, nous pouvons retenir une fourchette large entre 1427 et 2000 immeubles.⁴⁹⁸

Pour estimer, à partir de cette liste que nous possédons grâce à la Préfecture de Police, nous voudrions déduire la population pouvant être abritée. Tous les devis et dossiers de travaux n'ont pas été conservés. Mais ceux du VII^e arrondissement l'ont été exhaustivement. Nous partons donc du principe que les ratios du VII^e pourront être étendus aux autres arrondissements.

VII^e arrondissement :

Adresses	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Date d'achèvement
5 Albert de l'apparent	77	157	n.d.
6 Amélie	43	93	n.d.
12 Babylone	77.59	178.5	10 fèv 39
108 Bac	223	491	n.d.
24 Barbet de Jouy	77	177	n.d.
31 Beaune	74.9	187	10-mars-39
10 Bertrand	66.3	165	1939
30 Bosquet	69	158	n.d.
40 Bosquet	50	129	1939
3 Bourgogne	74	190	23-janv-39
70 Bosquet	86.4	157.5	30-déc-38
2 Buenos Aires	72	194	n.d.
14 Charles Floquet	75	157	n.d.
16 Charles Floquet	37*2	85.1*2	05-janv-39

⁴⁹⁷ APP, O^A6

⁴⁹⁸ Il nous en apprend plus sur la technique architecturale appliquée : on n'étaye que si les deux murs du couloir d'accès sont porteurs. Ce qui n'est pas le cas pour bon nombre de caves parisiennes.

46 Charles Floquet	74	174	
5 Daniel Lesueur	76	159	21-févr-39
15 Elysée Reclus	80	170	n.d.
4-6 Emile Acollas	110	297	29/12/1938
61 Invalides	70	165	09/02/1939
13-15 Bourdonnais	80	179	21/01/1939
18 Bourdonnais	52	199	27/01/1939
31 Bourdonnais	75	165	n.d.
74 Bourdonnais	75	190	n.d.
24 Tour Maubourg	65	200	04/02/1939
41 bis Tour Maubourg	77	167.7	16/01/1939
1 bis Lowendal	76.86	188.3	25/01/1939
21 Monsieur	45+31	108+73	03/03/1939
10 Oudinot	16.3+44	35.8+96.8	nd
55 Quai d'Orsay	64.5	164.47	02/02/1939
9 Paul Louis Courier	36.10+64=100.10	83+147=230.5	31/03/1939
250 et 250 bis Saint Germain	97+78	329+265	31/01/1939
20 Rapp	79.8	223	20/02/1939
39 Raspail	73.06	175.7	n.d.
37 Rousselet	59	125	04/03/39
Dossier "plans d'immeubles étayés"			
280 Saint Germain	73	206	10/01/1939
83 Saint Dominique	60	190	n.d.
85 Saint Dominique	120	240	n.d.
114 Saint Dominique	53.9	137.5	10/06/1939
40 Saxe	61.27	145.32	02/02/1939
53 Ségur	68	170	16/01/1939
16 Sèvres	73.35	183	n.d.
74 Sèvres	62	135.65	n.d.
78 Sèvres	104	280	déc-38
7 Solferino	45+73.5	260	13/03/1939
15 Tourville	60+72	162+198	n.d.
80 Université	76		n.d.
195 Université	89+97	200+218	n.d.
63 Varenne	118	289	n.d.
8 Villars	54.2	119	12/01/1939

6 Villersexel	46+27	111+63	21/01/1939
8 Villersexel	39+34	85+75	27/01/1939

Ce qui donne, en moyenne :

	Surface (m2)	Nombre de places correspondant
Moyenne surface	83	200
Total surface VIIe ardt	4244	10235
Estimation Paris	120 000 (pour 1427)	290 000 places
	166 000 (2000)	400 000 places

Carrières

Pour les carrières, nous nous basons sur le recensement réalisé en 1959 par l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de la Seine :⁴⁹⁹

Arrondissement	Adresse de la carrière	Surface (m ²)
V	64-65 rue Lhomond	1500
V	4 rue des Feuillantines	500
V	277 bis rue Saint Jacques (Val de Grace)	4000
V	1 rue Pierre Curie	500
V	77-79 rue Claude Bernard	600
VI	12 rue de Tournon	200
VI	Ecole de Pharmacie	200
VI	Lycée Montaigne	300
VI	PTT (18 bd de Vaugirard)	200
XIII	66 bd de l'Hôpital	600
XIV	1-2 Place Denfert Rochereau	800
XIV	5 rue Froideveau	300

⁴⁹⁹ APP, O^A5, lettre du 24 mars 1959 de l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du département de la Seine au Préfet de Police.

XIV	47 fbg Saint Jacques (Hôpital Cochin)	300
XIV	1 rue Cabanis (Hôpital Saint Anne)	500
XV	58 bd Lefebvre (Laboratoire des Ponts et Chaussées)	500
XVI	52 rue Raynouard	400
Total		11 400 m2

Figure 55 : carrières aménagées en abris

Donc, en appliquant le ratio de 0.6 m2 par personne couramment utilisé, on obtient ainsi 20 000 places en carrières. Les carrières sont assez limitées et peu extensibles.

Tranchées urbaines

Des tranchées sont construites dans la « zone » :

1er lot	1500
2eme lot	2250
3eme lot	1500
4eme lot	1000
5eme lot	1840
6eme lot	1700
7eme lot	1200
8eme lot	1480
Total	12 470 mètres linéaires

Figure 56 : les «lots» de tranchées dans la zone parisienne⁵⁰⁰

On peut abriter environ quatre personnes par mètre linéaire de tranchée.⁵⁰¹ Au total, ce sont 50000 personnes qui peuvent s'abriter dans la « zone ». D'autres tranchées sont construites dans les parcs et jardins de la ville. Les services des parcs et jardins dans lesquels on a construit des tranchées renseignent l'enquête en 1957. Des règlements restés en vigueur

⁵⁰⁰ APP, O^A5, dossier « Tranchées Paris Banlieue », documents réalisés aux alentours de 1939-1941.

⁵⁰¹ Ratio utilisé dans une autre liasse pour calculer le nombre de personne abritables dans les tranchées de banlieue.

empêchant la destruction des abris sans autorisation, nous estimerons que les chiffres de l'enquête reflètent ceux de 1939. En 1957 sont répertoriés 918 m sous cours des équipements importants, type dépôt ou équipement sportif. En 1958 les parcs et jardins déclarent comme abris de type « naturel » ou « maçonné » (anciens) :

Vincennes	« quatre tranchées abri de type MONOBLOC [...] leur superficie est de 146 m2 [...] il est à noter qu'elles sont actuellement occupées par des vagabonds et meublées d'objets disparates »
Boulogne	Abri « naturel » de type XI [...] sa superficie est de 56 m2, dont 33 m2 pour la rotonde et 23 pour les couloirs d'accès

Et dans les autres parcs et jardins dans Paris pour les abris de type moderne, en « monolithe » ou « éléments préfabriqués de béton » :

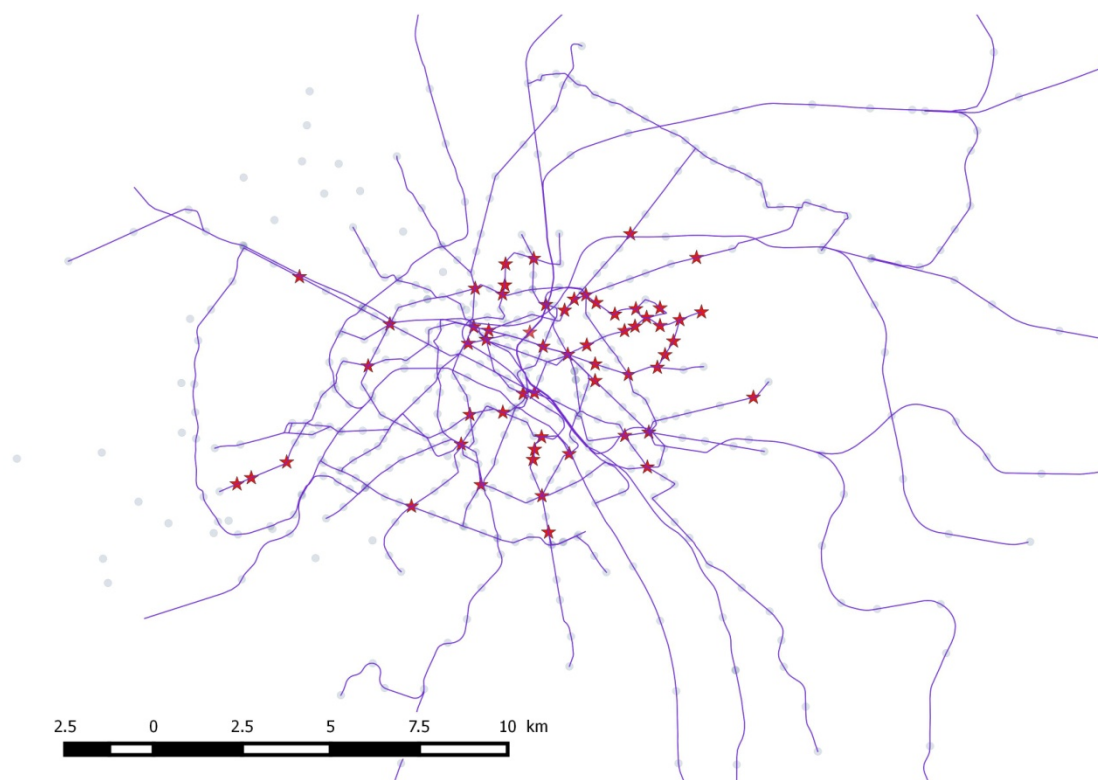
- Type X, recouvertes par une dalle de plus de 30 cm : 5209 mètres intra-muros,
- 4000 mètres dans les Bois de Boulogne et Vincennes.

Soit au total, pour ces deux services 10127 mètres linéaires, en appliquant notre ratio : environ 40 000 places.

Métro et projets de tunnels

61 stations de métros sont prévues pour l'abri, dont un document reproduit la liste,⁵⁰² elles peuvent contenir 216 000 personnes, avec une capacité moyenne de 3 600 personnes. Leur cartographie donne le résultat suivant :

⁵⁰² APP, O^A6



Carte géomatique 51 : les stations de métro « refuges », Paris/Banlieue⁵⁰³

43. Bilan des récolements souterrains dus aux menaces militaires : 1936-1945

Bilan statistique (comptage personnel) :

Type	Capacité
Tranchées, dans les grandes cours, la zone, ou les parcs et jardins	90 000
Métro, dans les stations prévues	216 000
Caves et sous-sols aménagés privés	290 000 (fourchette basse)
Caves et sous-sols aménagés type Ecoles (public)	25000
Carrières aménagées	20 000
Total	641 000 personnes

Figure 57 : l'estimation du nombre de places aménagées à Paris

⁵⁰³ La grande majorité est dans Paris. Seules les stations recouvertes d'une épaisseur suffisante sont considérées comme sûres.

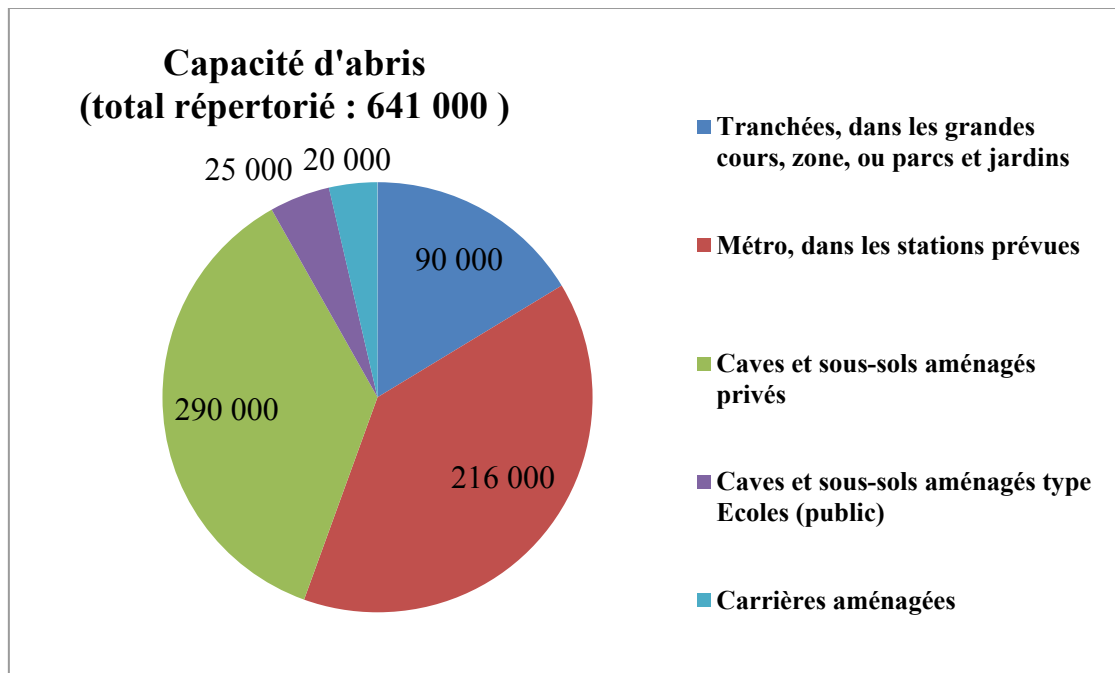


Figure 58 : répartition des 641 000 places estimées

Le recensement de 1936 donne pour Paris : 2 829 746 habitants. Cette urbanistique souterraine permet d'abriter 1/5^e de la population de Paris. Nous retrouvons davantage que le projet du GECUS dans ce recensement, qui est basé sur les archives disponibles à la Préfecture de Police.

44. Rebond de la guerre froide

La défense passive à l'ère atomique

C'est en 1953 qu'a été relancée la politique de défense passive, qui a alors commencé par l'état des lieux des abris qui avaient été construits avant et pendant la seconde guerre mondiale. Les préfets de la Seine et de Police retrouvent ces listes de ces abris avec les plus grandes difficultés comme notre source précédente a pu le montrer. Le rebond d'urbanistique souterraine sous la guerre froide a lieu surtout durant les années 1950. Par la suite, dans les années 1960, la politique de dissuasion a fait réduire au strict minimum les dépenses de défense passive. Le mouvement des années 1950 visait à organiser une possible défense face à l'arme atomique. Par ailleurs, le danger de l'accident d'installation nucléaire civile était conçu comme possible aux débuts de la politique atomique française.

Les fonctionnaires de la Préfecture de Police calculent les coûts. Avec une inflation de facteur 25 entre 1940 et 1952, on déduit qu'il faudrait 2 millions par immeuble pour de nouveaux étaitements. En 1959, on projette dix nouveaux aménagements de carrières, de 100 à 1000 m² chacun. En période de risque atomique, les vingt mètres de profondeurs des carrières semblent très intéressants. On estime le prix, qui serait de 5 à 6 milliards de francs pour abriter 75 000 personnes (soit 66 000 francs par personne) dans de nouvelles carrières aménagées, le maximum de leurs capacités serait alors atteint. Les abris de type bétonné « comme celui construit aux Lilas en 1957 » coûtent, eux, 300 000 francs par personne. Les carrières sont très économiques.

Les écoles

On réaménage les sous-sols des bâtiments publics, via des entrepreneurs spécialisés. Dans un rapport de 1956, une lettre dactylographiée d'E.G. Leau, spécialisé en machines d'épurations d'air s'adresse à la Préfecture de Police en insistant sur les dangers d'un nuage radioactif sur Paris :

« [Il] put se produire sans qu'il y ait la guerre, mais simplement au cours d'un accident dans une usine atomique ou d'une explosion dans un pays lointain, dont les courants aériens dirigerait les poussières radioactives sur notre pays. Pour parer à ce danger. Il est possible de faire vivre les occupants d'un logement ou un pavillon à l'abri des gaz, des poussières radioactives, donc toutes les poussières et gaz quelle que soit leur origine. Par le procédé d'extraction d'air du sol. Il est possible dans certaines conditions d'extraire de l'air du sol à la température moyenne de l'année (dans la métropole) 12 à 14 °C quelle que soit la température extérieure, -20 ou +35°C. L'air à cette température peut être utilisé :

1°) pour mettre en légère surpression un local isolant les occupants de l'air extérieur, donc de tous les gaz et poussières radioactif et autres. 2°) l'été pour le rafraichissement des locaux

3°) l'hiver pour le chauffage, avec un léger appoint thermique

Les réalisations sont possibles :

1°) dans un terrain non phréatique

2°) dans un sol perméable à l'air

Les travaux consistent à établir un puits de 8 à 10 m de profondeur et une galerie dont l'importance est variable selon le débit d'air et la porosité du sol. Il est également possible d'utiliser un puits déjà existant.

Un semblable procédé a été installé en usine :

« Aux usines Fluorescence et luminescence de Charenton (Directeur Monsieur Glountz), il s'agissait en 1948 de climatiser un atelier afin que la température ne dépasse pas 25 °C quel que soit la température et les calories produites par la fabrication. [...] Nous avons fait pratiquer un puits et avons fourni un ventilateur d'extraction pour un prix de 65 000 francs puissance 6 CV. Pendant toute cette période, le débit et la pression sont restés stables. L'analyse de l'air saisie périodiquement prouve que sa composition n'a pas varié : l'air était toujours très pur. »

L'abri antiatomique des Halles

Les derniers abris sont construits au début des années 1970. Ils sont d'ampleur antiatomique, nous présentons l'exemple de l'abri construit à l'occasion de la reconstruction des Halles, qui était destiné à la coordination de la sécurité civile en cas de désastre nucléaire à Paris. Un objet relativement secondaire car discret faisait partie des Halles Baltard : un important ouvrage de la Défense Passive qui trouvait place dans les fondations (de 1300 m² selon APP O^A5). La destruction des anciennes Halles a mené à la reconstruction de l'abri dans le grand complexe souterrain qui a été retenu pour lui succéder. Il représente certainement la dernière génération de ces ouvrages de défense urbaine, suivi du dégel.

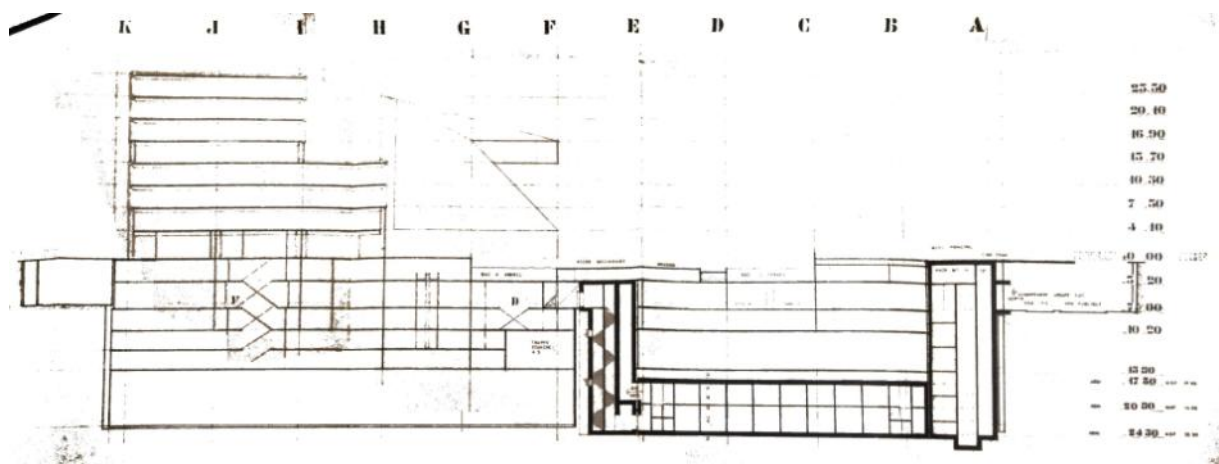


Figure 59 : abri antiatomique des Halles, 1973, coupe

L'abri remplace un abri précédent datant de la première période 1936-1945. Ce dernier était situé dans les caves des Halles Baltard et pouvait abriter 1500 personnes. Les règlements des années 1950-1960, encore en vigueur en 1973, prévoient des financements pour la création d'abris dans les constructions publiques.

Les contraintes techniques détaillées doivent permettre la survie durant deux semaines en milieu isolé de 211 personnes,⁵⁰⁴ coordonnant la sécurité civile parisienne. La partie ouest de l'emprise du complexe est destinée à la construction du Comité Français du Commerce International. Un abri antiatomique est prévu pour être enfoui un niveau en dessous des déjà deux niveaux du centre. Le rapport d'avant-projet tente de parer aux circonstances du scénario apocalyptique « d'une arme de un mégatonne qui exploserait en surface à 1400 mètres ou plus de son emplacement ».⁵⁰⁵ On en déduit les contraintes techniques qui en découlent, pour ce qui est un véritable bunker.

La protection contre les rayonnements sera assurée : d'une part, grâce à la masse des parois de l'abri augmentée de celle des matériaux constituant les constructions environnantes, et d'autre part, par la création de conditions qui permettront aux occupants de l'abri de bénéficier d'une vie totalement autonome pendant les 15 jours qui suivent.

On dimensionne par rapport au souffle prévu, mais également pour résister à l'impulsion électromagnétique en calculant la cage de Faraday correspondante, et ce d'après les prescriptions d'un document américain (TR 61 B July 72). Les rayonnements sont contrôlés par l'épaisseur des parois, et l'autonomie est assurée pour 15 jours (d'où les efforts déployés pour l'énergie, l'eau, la nourriture, le sanitaire, et même une « décoration d'ambiance pour lutter contre la claustrophobie »). L'apport en énergie est prévu par du fuel pour 15 jours (30 000 litres), l'air à hauteur de 20 m³/h par personne, plus 100 litres d'eau de puits par jour par personne. On demandera à celui-ci « un débit de 40 m³ /h. Ce puits est foré dans les sables cuisiens, sous le banc calcaire sur lequel reposera l'abri. » Des fiches techniques définissent les conditions générales dans lesquelles sera assurée la protection contre les effets de l'onde induite, les effets sismiques et les effets thermiques du rayonnement ou d'éventuels embrasements de l'environnement.⁵⁰⁶

Constructions atomiques à Paris

Si la France n'est pas sortie de l'atome, il en a quitté les villes. Il y aura laissé un type d'architecture dont une large part réside en sous-sols. A l'abri des Halles, il faut ajouter au

⁵⁰⁴ APP, O^A5, rapport abri des Halles, p^o5

⁵⁰⁵ APP, O^A5, rapport « Abri des Halles », p^o5

⁵⁰⁶ Id., p^o11

moins celui de l'Élysée⁵⁰⁷ visité par la télévision sous le septennat de Valéry Giscard d'Estaing, ou encore celui de Radio France qui a fait l'objet de plusieurs reportages. La France abandonne cette politique de construction dans les années 1960 afin de donner de la cohérence à sa politique de dissuasion. Pendant ce temps-là, les Suisses deviennent les champions de l'abri antiatomique. Les Suisses ont plus d'une place par habitant, et 80 000 lits en sous-sol. Nous estimons en France que nous n'avons pas de menace.

On a bien parlé d'ambiance nucléaire possible pour Paris jusque dans les années 1950. En climat de paix, mais spéculatif, les cavités souterraines et le milieu qui les entoure ont-ils cessé d'évoluer ? Ne recèlent-ils pas plusieurs contributions à des problématiques d'urbanisme très actuelles ? Nous abordons cette question par la suite à l'aide de plusieurs sources que nous avons explorées.

⁵⁰⁷ Fabienne Casta-Rosaz, Véronique Rampazzo, Patrick Lessieur, *L'Élysée*, Le Cherche midi, 2010 (Casta-Rosaz, Rampazzo, and Lesieur, 2010), p 12

Conclusion Activités en sous-sol en 2014

Les résultats de notre enquête parisienne dans l'espace chthonien ont une fin. La topographie historique appartient aux sciences humaines qui œuvrent dans la longue durée. Elle mesure l'épaisseur de ville entre les cavités forées dans le substratum actuel et la surface. Ce derme fait de remblais, de déblais, de dépôts de voirie, de galeries, de parkings, de caves, de tuyaux, de câbles, dont le profil est plutôt monotone et continu, sans rupture, de faible déclivité - pente de 2% pour éviter ravinement et stagnation des eaux pluviales, pour réduire la dépense énergétique des divers fluides et transports internes - est une concrétion qui conditionne la stabilité urbaine.

Cette masse hétérogène bouge,⁵⁰⁸ gonfle avec la percolation, glisse, forme bourrelet,⁵⁰⁹ renverse, stocke des énergies : elle n'est ni statique, ni amorphe, ni massive. Elle est imperceptiblement dynamique, élastique, thermique. Elle est dans l'ordre du temps long mais aussi du temps lent que la physique - la mécanique théorique - ne prend jamais en considération ; ce temps lent qui fait paysage, ambiance, qui ruine. Vitesse de percolation dans les argiles, tassement du plafond des carrières, etc. Le sous-sol urbain peut être séparé entre deux volumes structurants qui tiennent lieu de morphologie urbaine générale :⁵¹⁰

- Le sous-sol des surfaces publiques et notamment des rues. Vers 1830, il est choisi pour supporter la première réticulation souterraine parisienne : le réseau des eaux de l'Ourcq, aujourd'hui le réseau de l'eau non potable. Depuis, la plupart des réseaux urbains y sont déployés, comprenant les égouts, le chauffage urbain, le métropolitain ou encore la fibre optique. Le récolement de ces réseaux est entrepris par un service municipal ad-hoc depuis le début des années 1980. Non achevé et en permanence remis à jour, il peut être reconstitué sur des zones ponctuelles par un travail sur les archives de la voirie.

⁵⁰⁸ Les murs du réfectoire de l'Abbaye Saint-Martin, actuelle Bibliothèque du Cnam, datés du milieu du XIII^e siècle, ont récemment pris un pendage extérieur de 30 à 40 cm, sans que le sous-sol soit perturbé par une intervention. Il est fort probable que ce flambage soit dû à des pompes d'étanchéité des amphithéâtres souterrains qui ont créés ainsi un tassement différentiel.

⁵⁰⁹ L'asphalte aux arrêts de bus forme des ornières dangereuses, dues à la charge des roues par temps chauds qui rend la couche plastique.

⁵¹⁰ *Code civil*, art. 552 : « La propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous. Le propriétaire peut faire au-dessus toutes les plantations et constructions qu'il juge à propos, sauf les exceptions établies au titre Des servitudes ou services fonciers. Il peut faire au-dessous toutes les constructions et fouilles qu'il jugera à propos, et tirer de ces fouilles tous les produits qu'elles peuvent fournir, sauf les modifications résultant des lois et règlements relatifs aux mines, et des lois et règlements de police ».

- L'îlot souterrain : il n'a jamais fait l'objet d'un récolement systématique. Quant aux reconnaissances ponctuelles, de type plans d'évacuation, elles ne sont pas centralisées. Pierre Duffaut ingénieur, estime pourtant en 1980 qu'elles représentent 45 millions de m³ à Paris, davantage que tous les autres volumes souterrains réunis.

Nous avons dissocié cette dernière partie des précédentes car elle possède moins de recul historique, n'est ni exhaustive ni complète, ayant pour objectif de restituer la dimension « recherche action » de ce travail, ainsi qu'une application pratique poursuivant la première section analytique et modélisatrice de la thèse. Cette temporalité ouvre aux continuités. Couvrant nécessairement le présent et le futur, la lecture spatiale intégrant un relief urbain et ses dessous, que nous avons développée précédemment, est utile pour des études concernant :

- la prospective architecturale énergétique tenant compte des prévisions du Club de Rome⁵¹¹ : le projet « Ignis Mutat Res ». La compréhension d'un temps long et d'une topographie urbaine fine permet une rétrospective et une prospective,⁵¹²
- la recherche d'un « anthropocène », par exemple au sens de l'archéologie des traces de pollutions issues des activités humaines industrielles, utiles aux administrations actuelles dans l'instruction des permis de construire et du coût des projets,
- la gestion foncière et les développements de la ville en sous-sol de ces dernières années, est actuelle au vu de la pression foncière importante que connaît Paris.

⁵¹¹ D. Meadows, J. Randers, W. W. Behrens, *The limits to growth*, N. Y. : Universe Books, 1972 (Meadows et al., 1972)

⁵¹² Une étude réalisée dans ce cadre est présentée en annexe 2.

Conclusion générale

Comment donner une forme urbaine au sous-sol et plus généralement une forme épaisse à la ville ? Des cartographies sont-elles possibles ? Renouvelle-t-on ainsi la représentation urbaine ? Le récolement souterrain ? Où trouver une information peu diffusée ?

La recherche concernait bien en premier lieu ces objectifs. Nous avons trouvé des réponses en nous tournant vers le questionnement de la connaissance de l'espace urbain dans la longue durée. Comme nous le rappellent plusieurs projets récents, comme le *PCR Cartographie de l'espace parisien*⁵¹³ tourné vers l'archéologie, ou bien la base de données du Bureau de Recherches Géologiques et Minières recensant des informations sur les anciennes activités polluantes, des limites à la représentation sont atteintes lorsque les sources sont étalées dans l'espace et dans le temps. C'est un travail d'historien, au sens que peut décrire Emmanuel Leroy Ladurie dans *l'Histoire du climat depuis l'an mil*,⁵¹⁴ que de les appréhender, de les sélectionner, de les organiser, de les discuter. C'est une ressource pour l'urbaniste au sens de nouveaux concepts comme « l'anthropocène » ou plus généralement de la « ville durable », appréhendant une temporalité longue.

Plusieurs trésors cachés dorment dans les archives parisiennes, thésaurisés mais dispersés deux siècles durant par les principales disciplines exploratrices du terrain urbain. Nous avons d'abord identifié les pionniers de cette exploration, que l'apparente « immédiateté » des bases de données fait oublier de même que leurs méthodes et objectifs. La plupart de ces sources méritent *a minima* d'être « historiographiées » pour en reconnaître la valeur, certaines d'entre elles méritant une reconstitution pour visualiser des dynamiques, puis des informations bel et bien contemporaines. L'espace tridimensionnel est appréhendé comme tel par les topographes depuis le début du XIX^e siècle à Paris, en avance sur les échelles territoriales plus vastes. Nous nous proposons d'y récoiler les logiques spatiales de disciplines diverses. Nous apportons une cartographie parisienne revisitée dans son relief et son évolution, figurant par exemple le phénomène de rehaussement ou bien la nappe phréatique, richesse souterraine. L'archéologie est concentrée sur des chantiers de fouilles et des phénomènes précis souvent antérieurs aux temps modernes. Elle tend moins à la représentation urbaine d'ensemble. Son fondateur à Paris, Théodore Vacquer, qui dessine pourtant la structure de la ville romaine sur

⁵¹³ Claire Besson et al., *PCR Cartographie de l'espace parisien*, rapport final d'activité, 2008 (Besson et al, 2008)

⁵¹⁴ *Histoire du climat depuis l'an mil* (Leroy-Ladurie, 1967)

un vaste plan et la « libération » des données qu'il a accumulées durant cinquante années, ont influencé les historiens des villes du début du XX^e siècle. La géologie se détache de l'urbain même si la première carte géologique, du bassin parisien de Cuvier et Brongniart préfigure morphologiquement les développements futurs de l'agglomération bien avant toute ambition prospectiviste..

Nous avons découpé le sous-sol à partir d'une structure générale : depuis le centre de la Terre jusqu'au grenier la ville est d'abord structurée par des notions de propriétés. La rue est publique, domaine de concessions suivies de manière systématique depuis les années 1980. L'espace parcellaire est bien moins connu dans son épaisseur, ne faisant l'objet d'aucun enjeu d'ensemble. Dans la verticalité, c'est un découpage environnemental qui nous a semblé le plus pertinent. Nous avons vu que depuis les *Météores* d'Aristote, la position de la terre est étudiée par rapport aux eaux. L'archéologie nous prévient de l'évolutivité de ces structures, elle peut également être prise en compte.

Nous avons tenté de restaurer cette discipline de la grande ville, née chez les ingénieurs français du premier XIX^e siècle, qu'est la topographie. Le SIG, multicouche d'informations, est un dépôt semblable à cette épaisseur, cette croûte anthropique qui recouvre les fondations. On peut aller plus en arrière encore en s'appuyant sur des caractéristiques archéologiques - niveau, contenu type, terres noires - et géo-mécaniques locales - compacités, vides, sur-consolidation, déconsolidation, glissement. Mais plus le temps est long, plus l'écho des données est faible : une sorte de bruitage lourd, d'onde atemporelle, d'obscurité aveugle les couches les plus profondes de la topographie.

Dès lors se pose la question difficile de l'organisation de ce découpage dans le temps. Nous nous sommes alors tournés vers une méthode d'appréhension « géohistorique ». Cette démarche a été rendue possible par les *Systèmes d'Information Géographique*, dont le développement est récent justement dans ces perspectives historiques ou environnementales. Cette analyse spatiale a donné deux réponses distinctes.

Récolement urbain : une ville épaisse

Nous avons voulu observer la ville comme un objet évolutif dans trois types de temporalités. Pour concevoir un temps long, nous avons sélectionnés deux couches, ou nappes, propices à observer des évolutions dont l'urbanisme néglige actuellement la représentation : le relief et l'eau souterraine.

Pour le relief, nous avons retenu et rapproché de notre problématique quatre couches principales, au format « SHP »⁵¹⁵ représentant des états diachroniques du relief parisien. La première couche résume le niveau du sol initial interpolant les données accumulées par l'archéologie. La seconde se base sur le premier relevé topographique tridimensionnel par l'ingénieur Pierre-Simon Girard. Cette couche est nouvelle, se basant sur une saisie manuelle d'environ 10 000 points renseignés dans le plan et l'altitude. La troisième, à partir de données brutes issues des données des services de voirie de la Ville de Paris en 2014. La dernière couche est issue des données de l'Institut Géographique National : elle rend compte de l'état actuel le plus couramment employé. La topographie évolutive semble être un support utile à l'archéologie. Nous avons vérifié les résultats de nos cartographies par la concordance avec plusieurs conclusions apportées par des bilans de fouilles récents. S'il ne remplace pas le travail archéologique de terrain, ce procédé le corrèle et l'unifie.

Un travail similaire est mené pour la nappe phréatique (première couche géologique saturée en eau rencontrée, la « nappe du puits »), qui structure durablement le sous-sol urbain, elle a été représentée en 1858 et en 1965. Nous avons ramené vers la notion d'espace urbain des notions maîtrisées par la seule hydrogéologie : notamment la nappe phréatique, continuation du fleuve, est une grande absente des représentations urbaines. L'hydrogéologie se représente rarement par la profondeur de l'eau par rapport au sol. C'est pourtant l'immense majorité de l'histoire de Paris qui dépend de cette profondeur avec les 30 000 puits existant encore en 1870. Nous en avons cartographié l'impact morphologique.

A ce premier cadre que nous nommons « temps long », nous ajoutons des flux, qui contribuent largement à l'appréhension morphologique de la ville contemporaine au-delà de leur dimension fonctionnelle plus couramment étudiée. Concentré sur leur genèse, nous avons procédé à plusieurs enquêtes spatiales sur la transition menant de la ville préindustrielle à la ville réticulée grâce aux cartes et données des premiers ingénieurs et hygiénistes urbains de la première moitié du XIX^e siècle. Ces cartes et données confirment un effort topographique sans précédent en faveur d'une meilleure connaissance du milieu : nous y trouvons en premier lieu une source riche de descriptions archéologiques et morphogénétiques de la ville contemporaine. En deuxième lieu c'est la constitution même du projet urbain que nous observons se construire et pénétrer en terrain vierge.

⁵¹⁵ Pour « *shape* », « forme » en anglais, nom du format des couches de formes dans les *Systèmes d'Information Géographique*.

Nous avons étudié enfin les mouvements d'urbanisation souterraine, davantage développés dans la bibliographie spécialisée. Après les premières reconnaissances de caves des années 1920, l'âge d'or de l'urbanisme souterrain se situe dans les années 1930-1940. D'ambitieux renouveau architectural, il devient rapidement une urgente réponse militaire. Plutôt que l'*urbanisme souterrain*, doctrine restée proche des infrastructures de transport et d'une architecture de l'évidement, nous avons abordé l'urbanistique du sous-sol selon une exploration plus générale. Le mouvement de reconnaissance systématique suivi de l'optimisation des cavités souterraines mis en place lors de la défense passive nous donne encore aujourd'hui les sources les plus récentes pour une topographie du bâti souterrain, hors réseaux du domaine public. Pour approfondir il faudra nécessairement rentrer dans l'immeuble pour observer les plans d'évacuation dont certains ont pu être dessinés par Edouard Utudjian, co-fondateur du GECUS⁵¹⁶ en 1933. A la fin de la Guerre Froide les derniers abris construits sont antiatomiques. Pour accumuler les données reconnaissant cet espace, il nous semble nécessaire de saisir une épaisseur historique de presque un siècle : les coupes géologiques et archéologiques du métro sont encore des références et les plus anciens plans de caves sont de 1927.

La démarche nous a semblé nécessaire pour une appréhension générale des reconnaissances urbaines. Dans cette perspective, l'outil SIG nous a semblé idéal pour porter cette démarche et la logique d'investigation : les historiens les utilisent encore peu et les urbanistes dépassent peu les bases de données constituées. La nappe phréatique est bien restée le même objet, le sol également, tout comme les traces polluantes des activités industrielles que les administrations recherchent aujourd'hui. Le coût délirant du foncier fait actuellement tomber le logement dans les cavités souterraines. L'anthropocène, ère récente, évoque la géologie par son appellation même : nous avons donc placé le bâti contenant des caves anciennes dans l'évolution longue des sols. L'historiographie des connaissances semble utile pour le projet contemporain. Elle lui permet de se renouveler.

Nous postulons donc que l'urbanisme, conçu comme science de l'organisation de l'espace, ne peut se satisfaire des connaissances morcelées de ce même espace, et ne doit pas les considérer comme complètes. La recherche a porté ici sur celui du Paris des Fermiers Généraux dont nous avons trouvé des sources primitives dans l'histoire des sciences et donc précieuses. Cependant, les conclusions qualitatives doivent pouvoir s'exporter à d'autres

⁵¹⁶ Groupe d'Etudes des Centres Urbains Souterrains.

espaces. L'exercice, à la fois historien, futurologue et rétrospectiviste,⁵¹⁷ raccroche le temps long au développement durable. Il cherche à saisir la cité dans ses permanences physiques, ses lenteurs et sa vitalité. Ainsi, sans risque d'anachronisme, il semble possible de récolter la problématique ponctuelle du projet au temps long de la ville, étendu ici aux deux derniers siècles où les sources s'intègrent très bien au modèle, au SIG. Cette recherche a tenté de concevoir non seulement des outils urbanistes comme les cartes et reliefs prêt à l'emploi en images 3D, mais encore à renouer avec une discipline riche : la topographie urbaine.

Récolement historique : la dimension spatiale des sources

Dans la perspective bidisciplinaire de la thèse, le modèle évolutif sert également une lecture de l'histoire urbaine. C'est en ce sens que nous avons titré ce travail selon une période courant de 1800 à 2000. Les éléments souterrains recherchés et discutés sont plus anciens mais leur représentation appartient bien à cette période large. Les topographes que nous avons identifiés ont dessiné à la fois les bases de la connaissance urbaine actuelle amenant la mise en place d'instruments propices à la transformation de l'espace. Les reconnaissances topographiques s'échelonnent par phases depuis les premières vues d'oiseau de la Renaissance. Dans ce domaine, l'âge d'or à Paris semble se situer au début du XIX^e siècle où la juxtaposition des travaux de Verniquet, Girard, Cuvier, Brongniart puis de Vasserot donne une image de la ville qui nous est contemporaine. Les sources historiques et actuelles concernant la topographie pourraient être davantage exploitées : leurs différences parlent, leur histoire est humaine et non linéaire. Nous avons donc interrogé la représentation de l'espace. La technique consistant en un recoupement par l'espace de sources d'archives, nous a semblée propice à alimenter la compréhension de plusieurs faits historiques. Nous pouvons l'assimiler à une *anthropologie de l'espace* selon les termes de Françoise Choay.⁵¹⁸

D'abord des marqueurs longs et relativement intemporels apparaissent dans l'espace urbain. Ils donnent un outil propice à lier, recouper des archives qui, prises isolément, paraissent éloignées. La spatialisation de sources permet de mieux saisir une maîtrise de l'espace : la question l'approvisionnement en eau, la contamination des premiers effets industriels ou bien les premiers effets globaux de la maîtrise de l'espace urbain. La superposition des enquêtes d'époque, des premiers réseaux sur l'espace, donne de l'unité et se relie à nos couches

⁵¹⁷ Jacques Le Goff, *L'historien entre l'ethnologue et le futurologue*, Paris, La Haye, 1972 (Le Goff, 1972)

⁵¹⁸ Françoise Choay, *Pour une anthropologie de l'espace*, Seuil, 2006 (Choay, 2006)

actuelles. La maîtrise de ce « territoire historique » permet une émancipation de certains discours dominants décrivant l'espace, en les ramenant à la topographie sur laquelle ils s'appuient. On peut tout à la fois mieux les comprendre, les suivre et les corrélérer ou non à une réalité du terrain.

Ensuite, la diffusion, la percolation des travaux de Pierre-Simon Girard au fil du XIX^e siècle semble atteindre un nombre important de champs producteurs de savoirs. L'observation en soi de cette diffusion renvoie à une archéologie naissante, des ingénieurs précurseurs, une géologie cartographe du territoire, une architecture asservie au nivellement des rues, un urbanisme de plans qui rentre en ville au moment où il en maîtrise le relief. La littérature également semble se stratifier. Dans ce cadre, la science urbaine apparaît bien comme une affaire humaine, observée, topographiée, dessinée : des enquêtes minutieuses s'y déroulent d'abord et des outils de contrôle se forment sur cette maîtrise. Les carrières des acteurs et les idées en construction se suivent dans l'espace urbain le plus concret : l'histoire des savoirs urbains n'est pas linéaire. Les accélérations, les oublis, les résurgences, les antériorités enterrées apparaissent et se remarquent au travers de l'espace « disponible ». La centralisation topographique subite produite au début de l'administration du Second Empire le montre, les carnets de Théodore Vacquer tout autant, en ne s'ouvrant qu'en 1896 du fait de la forte personnalité de leur auteur. Nous pouvons également citer la collégialité régnant entre Cuvier, Brongniart et Girard, ou celle, méthodologique, entre les premiers ingénieurs et premiers archéologues urbains échangeant savoirs et techniques. La mise en place du SIG historique permet de visualiser ces états, la permissivité disciplinaire ainsi permise respecte et accepte celle qui a pu avoir lieu à une époque antérieure, de manière parfois explicative pour l'histoire urbaine.

Les démarches du XIX^e siècle sont orientées par les spécialités et les objectifs de leurs producteurs : difficiles à interpréter et parfois contradictoires, le meilleur exemple étant les *Mémoires* d'Hausmann. La lecture spatiale permet d'observer la structuration d'une modernité pénétrant le territoire urbain de manière indépendante d'une historiographie complexe, comme celle du Second Empire le prouve avec son projet pour Paris. Le plan de Paris est alors central comme centralisation du savoir urbain accumulé depuis la Renaissance par une volonté administratrice, en un objet intégré et planificateur. Plusieurs éléments de transformation s'expliquent à la lumière de cette maîtrise topographique de l'espace. Pourtant,

dans ses *Mémoires*, Haussmann ne cite ni Girard ni Emmery.⁵¹⁹ Seule la préface de la réédition⁵²⁰ rappelle le nom de ces personnages clefs, essentiels pour comprendre les innovations techniques, méthodologiques et cartographiques réticulant et mettant Paris en relief. L'évolution des formes de surface donne une lecture de fond : Paris maîtrise puis s'émancipe de son relief avant que le projet urbain ne l'intègre systématiquement et que la transformation du Second Empire ne le rabote. Nous avons pu remarquer une forte corrélation entre les transformations de la ville et les « possibilités ouvertes » par sa représentation, souvent « oubliées », si l'on suit Michel de Certeau. Le premier XIX^e siècle a construit l'outil permettant de transformer la ville « depuis un bureau ». Sa constitution s'est échelonnée entre les premières cartographies géométriques du XVIII^e siècle, dont le chef d'œuvre est d'Edme Verniquet et l'apparition de la carte transformatrice qui semble naître à partir de données sur l'épaisseur.

Enfin le point de vue historiographique peut également nous mener à une notion d'anthropocène qui, selon ses dernières définitions est bien marqué par une corrélation historique entre l'espace archivé et le début de transformations globales : à la fin du XVIII^e siècle. L'idée semble autant perceptible en ville que dans les bulles d'air de la glace antarctique. Cette genèse est donc également celle d'archives : le début du XIX^e siècle. Elle prend sa source avec des hommes parcourant, mesurant, archivant la ville « prenant conscience d'elle-même » pour reprendre l'expression d'Elisée Reclus. On peut y trouver au moins deux conséquences intéressantes : ce commencement éloigné donne un point de référence pour étudier des évolutions longues (nos exemples du sol, des eaux, de l'archéologie industrielle), mais aussi un état antérieur extrêmement bien décrit dans des circonstances qu'il ne serait plus possible d'observer aujourd'hui, telles que l'éventrement par les réseaux d'égouts d'un terrain archéologiquement vierge, un état non réticulé disparu, une ville non nivelée ayant conservé des spécificités dans des ouvrages à fort sens morphologique, ou bien tout simplement dans les nuances d'ondulations du sol médiéval. On peut dès lors s'en servir pour reconnaître un état préindustriel, point de départ de l'ère « anthropocène », autant que comme un cadre d'observation de la transformation de la « capitale du XIX^e siècle ».

⁵¹⁹ *Mémoires* (Haussmann, 2000), p°956-963

⁵²⁰ Bernard Landau, Vincent Sainte Marie Gauthier, « Actualité de l'œuvre haussmannienne », (préface), in Eugène Haussmann, *Mémoires* (Landau & Sainte Marie Gauthier, 2000), p°42

Données libres et collaboratives

Pour conclure, les notions d'échanges de l'information nous ont permis d'appréhender une dualité entre d'une part la ville et ses bases de données d'apparence « statique », d'autre part l'appréhension d'un espace évolutif.

Si la question de la propriété intellectuelle est importante, d'où le mouvement actuel du logiciel et des données libres, celle de l'efficacité est indiscutable au vu des possibilités ouvertes par le travail cumulé. Aujourd'hui, il semble concevable de réaliser en quelques années le cadastre souterrain qu'Edouard Utudjian appelait de ses vœux dès 1933 et qui ne fut jamais réalisé au vu de l'ampleur de la tâche et non compensé par des retombées directes. Hier comme aujourd'hui les données « de base » comptent beaucoup dans les possibilités d'appréhension de l'espace. Après les difficultés rencontrées lors du recueil de données, nous ne pouvons que militer pour la libération de davantage de données urbaines. Si l'ancienne donnée, qui ne pouvait alors être conçue et interprétée que par des spécialistes, se diffuse, on peut imaginer en suivant la pensée de Michel Serres qu'une des deux mains du spécialiste se libère pour concevoir de nouvelles agrégations. Nos couches SIG du support urbain n'ont pu être mises en place que grâce au travail accumulé de plusieurs équipes de recherche et de plusieurs services administratifs. L'émergence de processus collaboratifs, de la directive INSPIRE⁵²¹ de 2007 assurant la convergence des données géographiques ainsi que des *open data* urbaines laissent augurer d'intéressantes possibilités de recherches et d'échanges, entre disciplines et entre espaces d'études.

⁵²¹ Présentée en annexe 2.

Bibliographie

- Manuscrits et archives

Bibliothèque Historique de la Ville de Paris

Fonds Théodore Vacquer :

- Ms 225 : Relief de Paris. Ms 227 : Topographie de Paris. Ms 228 : Hydrographie de Paris. Reliefs du sol, Bièvre, ru de Ménilmontant [topographie du sol naturel de Paris]. Nombreux relevés du sol actuel de Paris ; notes sur la nature des terrains parisiens (sous-dossiers *rive gauche* et *rive droite*). La Bièvre, son ancien cours, le terrain de ses abords (sous-dossier *Bièvre et abords*). L'ensemble de ces études a permis à Vacquer de dessiner plusieurs ébauches détaillées d'une carte d'ensemble du sol naturel à Paris insérée dans le *Rapport présenté par M. G. Villain au nom de la deuxième commission (du Conseil Municipal) sur une demande de crédits supplémentaires pour la mairie du X^e arrondissement*. Paris, 1896. – Voir encore P. Dupuy, *Le sol et la Croissance de Paris*, dans *Annales de Géographie*, 1900, p°340 ; se reporter au dossier 85. 242 pièces dont 229 manuscrits, 13 imprimés.
- Ms 230 : Fouilles de la Rive Gauche. Plusieurs sous-dossiers contiennent presque exclusivement des notes sur la topographie et les édifices de la ville antique de la rive gauche. [...] 9^e sous-dossier (Rue Saint-Jean de Beauvais). Quelques notes sur l'édifice antique du Collège de France. 241 pièces dont 199 manuscrits, 42 imprimés.
- Ms 231 : Saint-Jean de Latran, tour Bichat, Saint-Benoît. Nombreux croquis cotés, relevés sur place, et notes relatives aux travaux de démolition de l'ancienne commanderie de Saint Jean de Latran (1854-1855, percement de la rue des Ecoles). Etudes particulières de la tour Bichat. Rapport du 26 mai 1854 au Préfet de la Seine (p°37). Parmi les trois imprimés, il y a deux articles de Vacquer sur la démolition de Saint Jean de Latran et de Saint Benoît. Très peu de choses sur Saint Benoît, à part un estampage de l'inscription funéraire de Roger du Champ (de Agro), diacre (1410), reproduite dans les *Inscriptions de la France* de Guilhermy, t.I, p°104, et t.V, p. 330-331. 62 pièces dont 59 manuscrits et 3 imprimés.
- Ms 239 : Saint-Jacques la Boucherie (fouilles). Notes, avec croquis cotés, prises sur place au cours des fouilles dont Vacquer fut officiellement chargé en 1852-1853.

Rapport sur les fondations de la tour Saint Jacques (13). Journal des fouilles (21-22). Procès-verbaux quotidiens du 28 septembre au 16 octobre 1852 (62).

Monnaies et médailles trouvées dans les fouilles (74-81). Il reste sur ces fouilles, à la fin du dossier, un long rapport, la grande œuvre de Vacquer. A côté des vestiges d'époque médiévale, Vacquer a découvert, dans toute cette région, des traces nombreuses de peuplement antique qu'il a spécialement étudiées (voie romaine, poteries et monnaies de même époque). *151 pièces dont 147 manuscrits, 4 imprimés.*

Manuscrit introductif au Plan de Nivellement de la Ville de Paris, P.S. Girard, 1805

Version aquarellée d'un plan H.-C. Emmerly de Sept-Fontaines supposé de Théodore Vacquer, 1840 (fond de plan), côte : G153 b.

Archives de la Préfecture de Police

Série OA (défense passive) :

- O^A5 : (1941-1980)

Abris, reconnaissance de l'occupation des sols de la commune de Drancy: rapport, plan, correspondance (1975-1980)

Abris, reconstruction de l'abri des Halles : descriptif technique, plans, correspondance (1958-1973)

Abris : plans de tranchées (1945-1959)

- O^A6 : (1945-1970)

Abris, visites d'abris : dossiers de principe, plans, correspondance ; projet d'abris : plans, correspondance ; construction : correspondance ; démolition d'abris : plans, correspondance (1953-1970)

Abris, recensement : dossiers de principes, correspondance (1945-1959)

- O^A19 : (1938-1946)

Matériel, travaux d'intercommunication : documents comptables, rapports, plans, correspondance

Paris 1^{er} de A à V, Paris 9^e de A à V

- O^A22 : (1937-1973)

Matériel, travaux d'étalement : plans, documents comptables, rapport, correspondance

Paris 2^e de BAC à VOL, Paris 3^e de COR à VOL, Paris 4^e de BRE à SEV

- O^A23 : (1937-1973)

Matériel, travaux d'étalement : plans, documents comptables, rapport, correspondance

Paris 7^e de RAP à VIL, dossiers immeubles non visités de Paris 7^e de ALB à BIL

- O^A49 : (sans date)

Ilots de Paris, emplacement : ouvrage

Série DA (divers) :

- DA 267 : « Renseignements sur les moyens de secours que présentait chaque quartier de Paris en 1834 », Sapeurs-Pompiers de Paris, Service des incendies
- DA 282 : « rapport signé Haussmann, Merruau, Michal et Belgrand, à destination de la préfecture de Police, autour des moyens de lutter contre l'incendie au moment de l'annexion des communes périphériques de 1860 »

Série W (procès-verbaux du conseil de salubrité) :

- 220 W, Enquêtes *Comodo et Incomodo*, années 1806-1807-1808-1809-1810-1811-1812-1813-1814-1815-1816-1817-1818-1819-1820-1821-1823-1824-1825-1826-1827-1828

Série AA (procès-verbaux des commissariats de Police) :

- AA200 : Procès-verbaux du commissariat de police, Section Panthéon, 1790-1793
- AA201 : Id., ans I, II, III
- AA202 : Id., ans IV, V, VI, VII
- AA203 : Id., ans VIII, IX, X, XI
- AA204 : Id., ans XII, XIII, XIV, 1806, 1807, 1808, 1809, 1810, 1811

Archives de l'Institut Français de l'Architecture (IFA)

Fond Utudjian :⁵²²

- 413 IFA 10
- 413 IFA 13
- 413 IFA 50
- 413 IFA 51

⁵²² Franck Delorme, David Peyceré, Riad Lallali (repérage effectué par), *413 IFA*, Cité de l'Architecture et du patrimoine, Centre d'archives d'architecture du XX^e siècle, 2009

- Imprimés

A. de Royou. *Traité pratique de la voirie à Paris*. Paris : Felix Maleste, 1879.

Alain Rey (dir.). *Dictionnaire historique de la langue française*. Paris : Dictionnaires Le Robert, 1998.

Alighieri D. *Oeuvres complètes*. Paris : Gallimard, 1965.

Alphand A., Poubelle E.-R. *Les travaux de Paris : 1789-1889*. Paris : Imprimerie Nationale, 1889.

Aristote, Thillet P. (trad. . *Météorologiques*. Paris : Gallimard, 2008.

Bachelard G. *La poétique de l'espace*. Paris : Presses Universitaires de France, 2012.

Backouche I. *La trace du fleuve - La Seine et Paris (1750-1850)*. Paris : Editions de l'EHESS, 2000.

Barles S., Galinié H., Guillaume A. "Evolution spatiale des sols urbains." In : *Le Sol urbain*. Paris : Economica, 1999. p. 261–275.

Barles S. "Urbanistique." In : *Le Sol urbain*. Paris : Economica, 1999a. p. 45–66.

Barles S. *La ville délétère. Médecins et ingénieurs dans l'espace urbain aux XVIIIe-XIXe siècles*. Seyssel : Champ Vallon, 1999b.

Baudet J. *Nouvel abrégé d'histoire des mathématiques*. Paris : Vuibert, 2002.

Béguin M., Pumain D. *La représentation des données géographiques*. Paris : Armand Colin, 2009.

Belgrand E. *Les Travaux souterrains de Paris. Tome I: études préliminaires. La Seine, régime de la pluie, des sources, des eaux courantes. Applications à l'agriculture*. Paris : Dunod, 1873.

Belgrand E. "Notes sur les crues de la Seine et de ses affluents." *Comptes rendus des séances de l'académie des sciences, séances du 9 et du 16 décembre 1872*. 1872. Vol. LXXV, p. 12.

Belgrand E. *Les Travaux souterrains de Paris. Tome III/IV: les eaux. Première partie : les eaux anciennes*. Paris : Dunod, 1877.

Berdoulay V., Claval P. *Aux débuts de l'urbanisme français*. Paris : L'Harmattan, 2001.

Berthaud C. *Les ingénieurs géographes militaires, Tome 2*. Paris : Imprimerie du Service Géographique, 1902.

Besson et al C. "PCR Cartographie de l'espace parisien." 2008. p. 1–107.

- Bigourdan G. *Le Système métrique des poids et mesures*. Paris : Gauthier-Villars, 1901.
- Bonamy P.-N. “Mémoire sur l’inondation de la Seine à Paris au mois de décembre 1740, comparée aux inondations précédentes ; avec des remarques sur l’élévation du sol de cette ville.” *Mémoires de littérature, tirés des registres de l’Académie royale des inscriptions et belles-lettres*. 1751. Vol. XVII, p. 675–708.
- Bonnardot A. *Etudes archéologiques sur les anciens plans de Paris*. Paris : La librairie ancienne de Deflorenne, 1851.
- Boquet D., Chatzis K., Sander A. “L’universalisation de la distribution de l’eau de Paris, 1830-1930.” *Flux* [En ligne]. 2009. Vol. 2-3, p. 5. Disponible sur : < http://www.cairn.info/zen.php?ID_ARTICLE=FLUX_076_0137 >
- Bosco H. *L’antiquaire*. Paris : Gallimard, 1954.
- Le Boudec B., Pinon P. *Les plans de Paris*. Paris : Atelier Parisien d’Urbanisme Le passage, 2004.
- Bourbaki N. *Eléments d’histoire des mathématiques*. Paris : Masson, 1984.
- Bourdeix P. “Art urbain : le tracé des villes.” *Revue générale des routes et de la circulation routière*. 1931. p. 27.
- Boutier J. *Les plans de Paris : des origines (1493) à la fin du XVIIIe siècle*. Paris : Bibliothèque Nationale de France, 2002.
- Braudel F. *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l’époque de Philippe II. La part du milieu (Tome I)*. 9e ed. Paris : Armand Colin, 1997.
- Brault Y., Essevaz-Roulet B. “La rue de Rennes, un siècle d’hésitations.” *Bulletin de la Société de l’histoire de Paris et de l’Ile-de-France*. 2008. Vol. 134-135, p. 179–285.
- Brenot J., Caillot I., Messenger E., Nicosia C., Emery-barbier A. “Le site du Carreau du Temple (Paris) entre ‘ marais ’ et ‘ marécages ’ : indices géoarchéologiques et paléoenvironnementaux.” *Revue archéologique du Centre de la France*. 2013. n°52, p. 345–365.
- Bret P. “Le moment révolutionnaire : du terrain à la commission topographique de 1802.” In : *Les usages des cartes. XVIIe-XIXe siècle : pour une approche pragmatique des productions cartographiques*. Strasbourg : Presses Universitaires de Strasbourg, 2005. p. 81–97.
- Bretez L. *Plan dressé par Louis Bretez, par ordre de Turgot*. Paris : Gravé par Claude Lucas, 1739.
- Brezinski C. *Les images de la terre, cosmographie, géodésie, topographie, cartographie à travers les siècles*. Paris : L’Harmattan, 2010.
- BRGM. *Inventaire historique de sites industriels du département de Paris (75) en 2008*. Paris : [s.n.], 2008.

Broc N. “Un géographe dans son siècle : Philippe Buache (1700-1773).” In : *Dix-huitième siècle*. Paris : Garnier, 1969. p. 223–235.

Bruneseau E. *État des égouts par l'ingénieur E. Bruneseau*. Paris : [s.n.], 1805.

Buache P. “Exposé d'un plan hydrographique de la Ville de Paris.” In : *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*. Paris : Imprimerie Royale, 1742. p. 371–378.

Buache P. “Observations sur l'étendue et la hauteur de l'inondation du mois de décembre 1740.” In : *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*. Paris : Imprimerie Royale, 1741. p. 335–337.

Buffon G.-L. L. “Histoire et théorie de la Terre, avec les Preuves qui l'accompagnent.” In : *Histoire naturelle, générale et particulière, avec la description du Cabinet du Roy*. Paris : Imprimerie Royale, 1749.

Cagnoli A. *Traité de trigonométrie rectiligne et sphérique, contenant des méthodes et des formules nouvelles, avec des applications à la plupart des problèmes de l'astronomie*. Paris : Didot l'ainé, 1786.

Calabi D. *Marcel Poëte et le Paris des années Vingt*. Paris : L'Harmattan, 1998.

Canetti C. *La troisième dimension d'Hausmann, le réseau viaire à l'épreuve du relief*. [s.l.] : Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris La Villette, 2010.

Du Carla. *Expression des nivellemens ou méthode nouvelle pour marquer rigoureusement sur les cartes terrestres et marines les hauteurs et les configurations du terrain [...]*. Paris : [s.n.], 1782.

Carnot L. *De la défense des places fortes, ouvrage composé par ordre de Sa Majesté impériale et royale pour l'instruction des élèves du corps du Génie*. Paris : Courcier, 1810.

Des Cars J., Pinon P. *Paris-Hausmann*. Paris : Picard Pavillon de l'Arsenal, 1991.

Casselle P. “Sur le Rapport à Napoléon III de la Commission des embellissements.” *Cahiers de la Rotonde*. 2000. Vol. 23,.

Casta-Rosaz F., Rampazzo V., Lesieur P. *L'Élysée : la vie et les métiers de la première maison de France*. Paris : Le Cherche midi, 2010.

Centre for Advanced Analysis. *Advanced Spatial Analysis*. Redlands : ESRI Press Longley, Paul Batty, Michael, 2003.

Cerdà I., Boulet J. (trad. . *La théorie générale de l'urbanisation*. Paris : Seuil, 1979.

De Certeau M. *L'invention du quotidien*. Paris : Union générale d'éditions, 1980.

Chadych D., Leborgne D. *Atlas de Paris. Evolution d'un paysage urbain*. Paris : Parigramme, 2007.

Champion M. *Les inondations en France depuis le VI^e siècle jusqu'à nos jours. Tome I.* Paris : Dunod, 1858.

Châtelet A.-M. "La conception Haussmannienne du rôle des ingénieurs et architectes municipaux." In : *Paris Haussmann.* Paris : Pavillon de l' Arsenal Picard, 1991. p. 258.

Chatzis K. "Eaux de Paris, eaux de Londres. Quand les ingénieurs de la capitale française regardent outre-Manche, 1820-1880." *Documents pour l' histoire des techniques.* 2010. Vol. 19,.

Chevallier F. *La naissance du Paris moderne : l'essor des politiques d'hygiène (1788-1855).* [s.l.] : Rennes 2, 2012.

Choay F. *Pour une anthropologie de l'espace.* Paris : Seuil, 2006.

Clark K. *La divine comédie.* Londres : Thames and Hudson, 1976.

Commission Municipale du Vieux Paris. "Commission Municipale du Vieux Paris, Procès verbaux année 1900." 1900.

Commission nommée par MM. les préfets de la Seine et de Police. *Rapport sur la marche et les effets du choléra-morbus dans Paris et les communes rurales du département de la Seine.* Paris : Imprimerie Royale, 1832.

Crézé F., Liu M. *La Recherche-action Et Les Transformations Sociales.* Paris : L'Harmattan, 2006.

Crutzen P., Stoemer E. F. "The Anthropocène." *IGBP Newsletter.* 2000. Vol. 41, p. 17–18.

Cuvier F. (dir. ., Jardin du Roi. "Article 'Nitrate.'" In : *Dictionnaire des sciences naturelles,* T.35. Paris : Le Normant, 1825.

Cuvier G., Brongniart A. *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris.* Paris : Baudouin, 1811.

D'Allent P.-A. "Mémoire sur les surfaces d'équilibre des fluides imparfaits, tels que le sable, les terres, etc." *Annales des Mines.* 1817. Vol. 1, p. 267–300.

Van Damme S. *Métropoles de papier.* Paris : Les Belles Lettres, 2012.

Daubrée A. *Les Eaux souterraines à l'époque actuelle.* Paris : Dunod, 1887.

Daumas M. *Histoire générale des techniques (5 vol.).* Paris : PUF, 1978.

Delagrive J. *Manuel de trigonométrie pratique.* Paris : H.-L. Guérin, 1752.

Delesse A., Baulieu, Yvert. *Rapport des experts soussignés nommés par arrêté du conseil de préfecture du département de la Seine En date du 21 janvier 1857 pour l'éclairer dans la contestation pendante entre la ville de Paris, l'administration du Canal Saint Martin et soixante et un.* Paris , 1857.

Delesse A. *Carte hydrologique de la ville de Paris : 1858, publiée d'après les ordres de Mr le baron G. E. Haussmann, préfet de la Seine et exécutée par Mr Delesse ; Dessiné par Al. Babinski.* 1858.

Delisle G. "Examen et comparaison de la grandeur de Paris et Londres, et de quelques autres villes du monde, anciennes et modernes." In : *Histoire de l'Académie royale des sciences. Année 1725.* Paris : Imprimerie Royale, 1728.

Delord T., Texier E., Fremy A., Daumier H. *Mort aux locataires assez canailles pour ne pas payer leurs termes.* Paris : SEESAM, 1988.

Demangeon A. "Notes et correspondances : 'La Terre et l'évolution humaine. Introduction géographique à l'histoire, de Lucien Febvre avec le concours de Lionel Bataillon.'" *Annales de Géographie.* 1923. Vol. 32, n°176, p. 165–170.

Denègre J., Salgé F. *Les systèmes d'informations géographique.* 2e ed. Paris : Presses Universitaires de France, 2010.

Deparcieux A. "Mémoire sur les inondations de la Seine à Paris." In : *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences.* Paris : Imprimerie Royale, 1764. p. 457–486.

Descartes R. *Oeuvres philosophiques.* Paris : Garnier, 1967.

Desmarais G. *La morphogénèse de Paris.* Paris : L'Harmattan, 1998.

Diffre P., Rambert B. *Etat de la documentation sur les ouvrages souterrains implantés sur la feuille topographique. Paris. Et synthèse hydrogéologique provisoire.* Paris : [s.n.], 1966.

Diffre P. *Hydrogéologie de Paris et de sa banlieue.* [s.l.] : Université de Paris, Faculté des sciences, 1969.

Diffre P. "Désordres dans les sous-sols des constructions récentes à Paris liés à la remontée des nappes peu profondes." In : *Connaitre le sous-sol : un atout pour l'aménagement urbain.* Orléans : BRGM, 1979. p. 117.

Dollot A. "Profil géologique du métropolitain, ligne n°7." *Bulletin de la Société Géologique de France.* 1919. Vol. XIX, p. 136.

Doyen G. *Géométrie de l'arpenteur, ou Pratique de la geometrie.* Paris : [s.n.], 1769.

DRIEE. *Schéma directeur de la prévision des crues du bassin Seine Normandie.* Paris : [s.n.], 2012.

Dubosq J.-P. *Le Havre 1939-1944 : les abris sanitaires civils et allemands : abris de la défense passive, hôpitaux souterrains, bunkers infirmeries.* Luneray : Bertout, 1992.

Duby G. (dir. ., Roncayolo M., Choay F. *Histoire de la France urbaine. Tome IV : La ville de l'âge industriel.* Paris : Seuil, 1983.

Duby G. *Guerriers et paysans. VIIe-XIIe siècle premier essor de l'économie européenne*. Paris : Gallimard, 1973.

Duffaut P. "Past and future of the use of underground space in France and Europe." *Underground Space*. 1980. Vol. 5, p. 86–91.

Dumézil G. *Mythe et épopée. Histoires romaines*. Paris : Gallimard, 1973.

Dupuy P. "Le sol et la croissance de Paris." *Annales de Géographie*. 1900. Vol. 9, n°46, p. 340–358.

Durand E. *Monographie de Peyremale, suivi de Biographie d'Antoine Deparcieux*. Alais : Brabo, J., 1904.

Eco U. *Le Cimetière de Prague*. Paris : Grasset, 2010.

Egault P. *Mémoire sur les inondations de Paris*. Paris : Firmin Didot, 1814.

Emmery de Sept Fontaines H. C. *Puits artésiens de Paris*. Paris : Carilian-Goeury, 1836.

Emmery de Sept Fontaines H. C. *Statistique des eaux de la Ville de Paris (année 1839)*. Paris : Carilian-Goeury Dalmont, 1840.

EPTB. *Programme d'actions et de prévention des inondations de la Seine et de la Marne Franciliennes (PAPI). Synthèse*. [En ligne]. Paris : [s.n.], 2014. Disponible sur : < http://seinegrandslacs.fr/docs/Vuln%C3%A9rabilit%C3%A9/PAPI/Dossier_Synth%C3%A8se_PAPI.pdf >

Ernout A., Meillet A. *Dictionnaire d'étymologie latine*. 4e ed. Paris : Klincksieck, 1985.

Ferry J. *Les compte fantastiques d'Hausmann*. Neuilly sur Seine : G. Durier, 1979.

Foucault M. *Archéologie du savoir*. Paris : Gallimard, 1969.

Fournier P. "La ville au milieu des marais aux XVIIe et XVIIIe siècles." *Histoire urbaine* [En ligne]. 2007. Vol. 18, n°1, p. 23. Disponible sur : < <http://dx.doi.org/10.3917/rhu.018.0023> >

Gabaude F. "Un transfert comme les autres? La 'cartographie' en littérature et sciences humaines." *Revue de l'IFHA*. 2011. Vol. 3, p. 38–42.

Galinié H. "L'appréhension archéologique du sol urbain." In : Economica (ed.). *Le Sol urbain*. Paris , 1999. p. 7–22.

GECUS. *L'activité au sous-sol*. Paris : Ch. Massin et Cie, 1937.

Genieys R. *Essai sur les moyens de conduire, d'élever et de distribuer les eaux*. Paris : Carilian-Goeury, 1829.

Géomètres du Service Municipal de la Ville de Paris. *Plan Général de la Ville de Paris et de ses environs, dressé au 1/3000e, d'après les ordres de M. le baron G. E. Haussmann, préfet de la Seine*. Paris : Préfecture de la Seine, 1866.

Geremek B., Kornecki (trad.) R. "Paris la plus grande ville de l'occident médiéval." *Acta Poloniae Historica*. 1968. Vol. 18, p. 18–37.

Girard P.-S., Verniquet E. *Plan de nivellement général de la ville de Paris rapporté sur l'Atlas du plan général de la ville de Paris de Verniquet*. Paris, 1810.

Girard P.-S. *Mémoires sur le Canal de l'Ourcq et la distribution de ses eaux : sur le dessèchement et l'assainissement de Paris, et les divers canaux navigables qui ont été mis à exécution ou projetés dans le bassin de la Seine*. Paris : Carilian-Goëury, 1843.

Girard P.-S. *Recherche sur les eaux publiques de la ville de Paris les distributions successives qui en ont été faites, et les divers projets qui ont été proposés pour en augmenter le volume*. Paris : Imprimerie Impériale, 1812.

Girard P.-S. *Mémoire sur les inondations souterraines auxquelles sont exposés périodiquement plusieurs quartiers de Paris*. Paris : [s.n.], 1818a.

Girard P.-S. *Mémoire sur les inondations souterraines auxquelles sont exposés périodiquement plusieurs quartiers de Paris, lu à l'Académie des Sciences le 15 Juin 1818*. Paris : Firmin Didot, 1818b.

Le Goff J. *La naissance du Purgatoire*. Paris : Gallimard, 1981.

Le Goff J. *L'historien entre l'ethnologue et le futurologue*. Paris : La Haye, 1972.

Graber F. "Le nivellement, une mesure pour l'action autour de 1800." *Histoire et mesure*. 2006. Vol. XXI-2, p. 29–54.

Graber F. *Paris a besoin d'eau*. Paris : CNRS Editions, 2009.

Gregory I. *Historical GIS: technologies, methodologies and scholarship*. Cambridge ; New York : Cambridge University Press, 2007.

Guillaume A., Jigaudon G. "Histoire Industrielle." In : *Le Sol urbain*. Paris : Economica, 1999. p. 23–44.

Guillaume A. *Bâtir la ville : révolutions industrielles dans les matériaux de construction : France-Grande-Bretagne (1760-1840)*. Seyssel : Champ Vallon, 1995.

Guillaume A. *Genèse du concept de réseau : territoire et génie en Europe de l'Ouest, 1760-1815*. Noisy-le-Grand , 1988.

Guillaume A. *1770 - 1830 : La Naissance de l'Industrie à Paris. Entre sueurs et vapeurs*. Seyssel : Champ Vallon, 2008.

- Gumpertz H., Lebrun M. *Traité pratique et théorique des mines*. Paris : Levraut, Schœll, 1805.
- Hausmann G. E. *Mémoires, T.3. Grands travaux de Paris*. Paris : Victor-Havard, 1893.
- Hausmann G. E. *Mémoires*. 2e ed. Paris : Seuil, 2000.
- Hugo V. *Les Misérables*. Paris : Le Livre de Poche, 1985.
- Jankovic N., Reclus E. *Projet de globe terrestre au 100.000e*. Paris : B2, 2011.
- Jigaudon G. *Evolution de la géographie industrielle de Paris et sa proche banlieue au XIXe siècle (Vol. 3, Atlas)*. Paris : Centre de documentation d'histoire des techniques, 1976.
- Jones C. "Theodore Vacquer and the Archeology of Modernity in Haussmann's Paris." *Transactions of the Royal Historical Society (Sixth Series)*. 2007. Vol. 17, p. 157–183.
- Jones N. "Human influence comes of age." *Nature*. 2011. Vol. 473, p. 133.
- Jung K. G. *Essais de psychologie analytique*. Paris : Stock, 1931.
- Kirsheri A. *Mundus Subterraneus*. Amsterdam : Amstelodam, 1664.
- Knidler C. *Le souterrain parisien dans la littérature*. Paris , 2012.
- Knowles A. K. *Past time, past place : GIS for history*. Redlands : ESRI, 2002.
- De La Mare N. *Traité de la Police*. Paris : Jean et Pierre Cot, 1705.
- Lachaise C. *Topographie médicale de Paris*. Paris : J.-B. Baillière, 1822.
- Laisney F., Malverti X. "Haussmann et le quartier de l'Université." In : *Paris-Haussmann*. Paris : Pavillon de l'Arsenal Picard, 1991. p. 267–274.
- Lambert E. "L'étude d'une ville par ses caves." *L'information géographique*. 1947. Vol. 11, p. 21–22.
- Lamé A. *Modélisation hydrogéologique des aquifères de Paris et impacts des aménagements du sous-sol sur les écoulements souterrains.*: École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2013.
- Landau B. "La fabrication des rues de Paris au XIXe siècle un territoire d'innovation technique et politique." *Annales de la recherche urbaine*. 1993. Vol. 57-58, p. 23–45.
- Laplace P.-S. "De la mesure des hauteurs par le baromètre." In : *Oeuvres complètes publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. les secrétaires perpétuels, vol. IV, 1880*. Paris : [s.n.], 1880.
- Lavedan P., Hugueney J., Henrat P. *L'urbanisme à l'époque moderne. XVIe XVIIIe siècle*. Genève : Droz, 1982.

- Lazare F. *Dictionnaire administratif et historique des rues de Paris et de ses monuments*. Paris : F. Lazare, 1844.
- Lemoine B. “Le Paris des ingénieurs.” In : *Paris d’ingénieurs*. Paris : Editions du pavillon de l’Arsenal/Picard, 1995. p. 183.
- Lemoine H. *Les égouts de Paris du XIVe siècle à 1825*. Paris : Revue de la Chambre syndicale de Maçonnerie Ciments et Béton armé de la Ville de Paris, 1930.
- Lenoble R. “La géologie au milieu du XVIIe siècle.” *Les Conférences du Palais de la Découverte*. 1954. Vol. Série D, n°n°27,.
- Leroy-Ladurie E. *Le territoire de l’historien*. Paris : Gallimard, 1973.
- Leroy-Ladurie E. *Histoire du climat depuis l’an mil*. Paris : Flammarion, 1967.
- Lombard-Jourdan A. *Aux origines de Paris. La genèse de la rive droite jusqu’en 1223*. Paris : CNRS, 1985.
- Lucotte J. . “Maçonnerie.” In : *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Lausanne : Sociétés Typographiques, 1780.
- Maitron J., Dufraisse R., Dureau G., Gossez R., Vidalenc J., Dautry J. *Dictionnaire du mouvement social et ouvrier en France*. Paris : Les Editions Ouvrières, 1971.
- Mayniel M. *Traité expérimental analytique et pratique de la poussée des terres et des murs de revêtement*. Paris : D. Colas, 1808.
- Meadows D. H., Meadows D., Randers J., Behrens W. W. *The limits to growth*. New York : N. Y. : Universe Books, 1972.
- Merlin P., Choay F. *Dictionnaire de l’urbanisme et de l’aménagement*. 2e ed. Paris : PUF, 2009.
- Merruau C. *Souvenirs de l’Hôtel de Ville de Paris*. Paris : Plon, 1875.
- Mirlou L. *Transmission des formes et morphologie urbaine : l’exemple des réseaux de l’eau parisiens, Vol. 1.* : Paris I, Panthéon Sorbonne, 2011a.
- Mirlou L. *Transmission des formes et morphologie urbaine : l’exemple des réseaux de l’eau parisiens, Vol. 3.* : Paris I, Panthéon Sorbonne, 2011b.
- Mirlou L. *Transmission des formes et morphologie urbaine : l’exemple des réseaux de l’eau parisiens, Vol. 2.* : Paris I, Panthéon Sorbonne, 2011c.
- Monsarrat M. J.-D.-G. “Régime juridique des travaux d’urbanisme souterrain.” In : *L’Activité au sous-sol*. Paris : Ch. Massin, 1937. p. 36.
- Montel N. *Le chantier du canal de Suez (1859-1869). Une histoire des pratiques techniques*. Paris : Presses de l’École nationale des ponts et Chaussées, 1989.

Morizet A. *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Haussmann et ses prédécesseurs*. Paris : Hachette, 1932.

Morizet A. *Du Vieux Paris au Paris Moderne, Haussmann et ses prédécesseurs*. 2e ed. Paris : Infolio, 2014.

Mouzé. *Traité de fortification souterraine, suivi de quatre mémoires sur les mines*. Paris : Levrault, Schoell et Cie, 1804.

Noizet H., Bove B., Costa L. *Paris : de parcelles en pixels*. Saint-Denis, Paris : Presses Universitaires de Vincennes Comité d'histoire de la Ville de Paris, 2013.

Noizet H. "Les relations entre la ville et le fleuve à Paris de l'Antiquité gallo-romaine au Moyen Âge central." *Les Nouvelles de l'archéologie*. 2011. Vol. 125, p. 32–40.

De Pachtere F. G., Sellier C. "Théodore Vacquer, sa vie, son oeuvre : le fond Vacquer à la bibliothèque de la ville de Paris." In : *Bulletin de la bibliothèque et des travaux historiques, sous la direction de Marcel Poëte*. Paris : Imprimerie Nationale, 1909. p. 137.

Palissy B. *Discours admirables de la nature des Eaux et des Fontaines ... des métaux, des Sels et Salines, des Pierres etc.* Paris : Martin le Jeune, à l'enseigne du Serpent, devant le college de Cambrai, 1580.

Panerai P. *Analyse urbaine*. Marseille : Parenthèses, 1999.

De Pas Feuquières A. *Mémoires*. Londres : Jules de Pas Feuquières, 1740.

Payen J.-J. *Technologie de l'énergie vapeur en France dans la première moitié du XIXe siècle : la machine à vapeur fixe*. Paris : CTHS, 1985.

Peraldo E. *Conférence "Littérature et géographie : l'écriture de l'espace à travers les âges", mars 2015, appel à communication*. Lyon : [s.n.], 2014.

Perfumo B. "Une maison du XIIIe siècle au n°11 de la rue du Renard (4e arrondissement)." *Bulletin Monumental*. 2009. Vol. 1, p. p.64–69. 10 ill.

Perrault P. *De l'Origine des Fontaines*. Paris : J. & L. d'Houry, 1674.

Pickles J., Longley P. A. "Arguments, Debates, and Dialogues: the GIS-social Theory Debate and the Concern for Alternatives." In : *Geographical Information Systems: Principals, Techniques, Management and Applications*. New-York : Wiley, 1999. p. 49–60.

Pinon P., Le Boudec B. *Les plans de Paris, histoire d'une capitale*. Paris : [s.n.], 2004.

Pinon P. "Caylus et les ingénieurs des Ponts et Chaussées." In : *in I. Aghion (dir.), Caylus, mécène du roi. Collectionner les antiquités au XVIIIe siècle*. Paris : INHA, 2002. p. 100–121.

Pinon P. "Paris en relief." In : *Paris d'ingénieurs*. Paris : Editions du pavillon de l'Arsenal/Picard, 1995. p. 183.

- Poëte M. *Formation et évolution de Paris*. Paris : Société d'Édition et de Publications, 1910.
- Pronteau J. *Edme Verniquet 1727-1804*. Paris : Commission des travaux historiques, 1986.
- Pruvost P. "Sciences géologiques." In : *Troisième centenaire de l'Académie des Sciences*. Paris : Gautier Villars, 1967.
- Ramazzini B. *Des maladies du travail (De morbis artificum diatriba)*. (or.1700) ed. Paris : Baillères, 1822.
- Ramond Gontaud G. "Auguste Dollo (1841-1924)." *Bulletin de la société préhistorique de France*. 1927. Vol. 24, n°11, p. 417–419.
- Ramond Gontaud G. "Auguste Dollo - Notice biographique et bibliographique avec un portrait (1841-1924)." *Bulletin de la Société Géologique de France, 4e série*. 1926. Vol. 26, p. 307–320.
- Reclus E. "Projet de Globe terrestre au 100 000e." *Société Nouvelle*. 1895. p. 3–16.
- Rey A. *Dictionnaire historique de la langue française*. 3rd ed. Paris : Dictionnaires Le Robert, 2000.
- Saletta P. *A la découverte des souterrains de Paris*. Paris : Sides, 1990.
- Sauval H. *Histoire et recherches des antiquités de la ville de Paris, t.1*. Paris : Charles Moette, Jacques Chardon, 1724.
- Service de presse du ministère de l'Égalité des territoires et du Logement. *Projet de loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové*. Paris, 2013.
- Smith N. "History and philosophy of Geography : Real Wars, Theory Wars." *Progress in Human Geography*. 1992. Vol. 16, p. 257–271.
- Soja E. *Postmodern geographies : the reassertion of space in critical social theory*. Londres, New-York : Verso, 1989.
- Steenen N., (Stenon). *De Solido intra Solidum naturaliter contento, dissertationis Prodromus*. Florence : Stella, 1669.
- Tamborino R. "Le Plan d'Hausmann en 1864." *Genèses*. 1994. Vol. 15, p. 130–141.
- Tazzioli R. *Riemann : Le Géomètre de la nature*. Paris : Belin, 2010.
- Topalov C., Coudroy de Lille L., Depaule J.-C., Marin B. *L'aventure des mots de la ville à travers le temps, les langues, les sociétés*. Paris : Robert Laffont, 2010.
- Vasserot P. *Rue de Rivoli, percement Roule Arbre Sec*. 1850.
- Viennot (dir.) P. *Hydrogéologie du bassin de la Seine*. Paris, 2009. ISBN : 9782918251019.

Villain G. “Plan du sol naturel de Paris dressé par M. Th. Vacquer.” *Comptes-rendus des séances de l'Académie des inscriptions et Belles-Lettres* [En ligne]. 1896a. Vol. 40, n°1, p. 79–80. Disponible sur : < <http://dx.doi.org/10.3406/crai.1896.70717> >

Villain G. *Rapport au nom de la 2e commission sur la mairie du Xe arrondissement*. Paris : Imprimerie Municipale, 1896b.

Ville de Paris. *Plan Local d'Urbanisme de Paris. Etat initial environnement*. Paris, 2009.

Warmoes I. *Le musée des plans-reliefs*. Paris : Editions du patrimoine, 1997.

Zieseniss O. C. “Les projets d'aménagement de la région parisienne.” *Annales de Géographie*. 1940. Vol. 277.

- Bases géomatiques⁵²³

De nombreuses couches ont été empruntées pour réaliser les cartographies. Nous avons essayé de citer la provenance de toutes les informations dans chaque restitution cartographiques. Les bases auxquelles nous avons pu emprunter ces données sont :

Alpage : travail collaboratif de recherche réalisé entre 2008 et 2011.

Atelier Parisien d'URbanisme : BD APUR 2010.

Bureau de la Recherche Géologique et Minière : base BASIAS.

Direction de la Voirie et Déplacements de la Ville de Paris : extraction du nivellement du carrefour des rues.

Institut Géographique National : BDALTI.

Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie : Base CORINE : 2006.

⁵²³ Des fiches récapitulatives de plusieurs couches spécifiquement créées au cours de la thèse sont présentées dans l'annexe 2.

Index des noms

- Alphand, 254, 290, 301
Aristote, 379
Audin-Rouvière, 233
Bachelard, 336
Backouche, 145, 165
Bacler d'Albe, 48
Barles, 53, 54, 82, 84, 142, 155, 158, 165, 229, 233, 277, 333
Baulieu, 190
Belgrand, 19, 127, 136, 137, 144, 176, 177, 178, 195, 222, 227, 230, 277, 289, 290
Bélidor, 126
Berger, 16, 294, 303, 320
Berthaud, 46, 48
Berthier, 47
Berty, 130
Bloch, 17, 18
Bonamy, 180, 186
Bonaventure Orfila, 233
Bonnardot, 31, 36, 59, 62
Bosco, 337
Botticelli, 118
Bourbaki, 108
Bourladouë, 80
Braudel, 18
Brault, 153
Bretez, 35
Brongniart, 15, 53, 111, 112, 115, 379, 382, 383
Bruneseau, 63, 275, 277, 279, 288
Buache, 15, 122, 123, 136, 158, 194, 195, 209, 221
Buffon, 58, 111, 119
Cagnoli, 45
Calabi, 17
Canetti, 150, 156, 158, 298, 324
Casselle, 40, 302, 307, 310
Cassini, 189
Cerda, 13
Chadysh, 197
Champion, 177
Charles V, 142, 143
Châtelet, 303
Chevalier, 233
Choay, 28, 382
Crutzen, 23
Cuvier, 15, 53, 111, 115, 139, 379, 382
D'Alembert, 126
Dante, 116, 117, 118, 224
Daumas, 231
Daumier, 42, 345
de Certeau, 32, 108, 384
de la Mare, 176
Deharme, 35
Delagrive, 34, 36, 41, 70
Delahaye, 48
Delesse, 11, 16, 60, 61, 79, 85, 164, 190, 308
Demangeon, 27, 78
Denègre, 231
Deparcieux, 122, 124, 126, 127, 146, 175
Descartes, 120
Deschamps, 38, 70, 302
Desmarais, 174, 218
Diffre, 164, 165, 166
Dollot, 11, 15, 137, 139
Doyen, 45
Du Carla, 54, 58, 62
Du Caylus, 138
Dubosq, 361
Duby, 187
Duffaut, 333
Dumézil, 171
Dupuy, 128, 144, 187, 188, 225, 228, 251, 253, 272, 273, 342
Durand, 126
Egault, 127, 144, 145, 162, 177, 179, 195
Emmery, 129, 131, 132, 174, 228, 252, 254, 256, 264, 265, 273, 288, 293, 384
Essevaz-Roulet, 153
Euclide, 13, 108
Febvre, 17, 18, 27
Gallieni, 22
Gauss, 108
Genieys, 267, 268, 271
Girard, 11, 53, 56, 58, 59, 61, 68, 71, 79, 80, 81, 83, 86, 91, 92, 105, 111, 127, 139, 140, 143, 145, 147, 160, 175, 178, 179, 189, 190, 195, 196, 198, 202, 216, 220, 223, 250, 278, 279, 289, 290, 291, 298, 380, 382, 383, 384
Giscard d'Estaing, 375

Gontaud, 137
 Graber, 54, 56, 57, 165
 Gregory, 77
 Grosmeche, 365
 Guillaume de Prusse, 305, 313
 Guillerme, 22, 44, 59, 165, 243, 252, 268
 Hallé, 233
 Haussmann, 16, 38, 40, 41, 52, 60, 61, 85,
 139, 175, 254, 295, 296, 298, 302, 307,
 313, 319, 320, 324, 325, 341, 383, 384
 Hénart, 17
 Hugo, 63, 275, 276
 Hutchinson, 201
 Jacoubet, 37, 38, 41, 70, 321
 Jigaudon, 22
 Jung, 336, 337
 Kircher, 119, 120, 121
 Knidler, 274
 Krier, 105, 140
 Lachaise, 94, 187, 233, 234, 235, 245, 246,
 247, 250
 Lamé, 160, 164, 197
 Laplace, 53
 Lavedan, 17
 Lazare, 217
 le Boudec, 36
 Le Boudec, 60
 le Goff, 116
 Leau, 372
 Leborgne, 197
 Lemoine, 145
 Lenoble, 119, 120
 Leparmentier, 164
 Lestel, 58
 Lobatchevski, 108
 Lombard-Jourdan, 216
 Lucotte, 35
 Mary, 135
 Menuret de Chambaud, 234
 Merruau, 311
 Mirlou, 186, 277, 279, 288
 Monsarrat, 335
 Montigny, 126
 Morizet, 227, 305, 312, 321
 Napoléon, 47
 Napoléon III, 299, 305, 311, 314, 315, 324
 Palissy, 119, 121
 Panerai, 93, 195
 Papon, 362
 Parent-Duchâtelet, 233
 Pascal, 53
 Perrault, 119, 121
 Perronnet, 189
 Persigny, 38, 40, 295
 Philippe Auguste, 143
 Picard, 63
 Pinon, 60, 138, 312, 313
 Plutarque, 171
 Poëte, 17, 138
 Poncelet, 13
 Prost, 17, 356
 Ramazzini, 244
 Reclus, 12, 13, 275, 276
 Rey, 14
 Riemann, 108
 Rouet, 72
 Saletta, 333
 Salgé, 231
 Samson, 46, 48
 Sellier, 17
 Serres, 385
 Siméon, 40, 295, 296, 320
 Solages et Bossut, 56
 Stenon, 121
 Tamborino, 300, 310
 Tazzioli, 108
 Thalès, 13
 Théviotte, 48
 Tite Live, 171
 Turgot, 35
 Utudjian, 16, 355, 381, 385
 Vacquer, 11, 58, 129, 130, 131, 135, 137,
 138, 139, 144, 151, 172, 195, 220, 378,
 383
 Van Damme, 138, 142
 Vasserot, 37, 295, 382
 Vaucanson, 126
 Verniquet, 35, 37, 41, 59, 68, 70, 71, 72,
 92, 382, 384
 Villain, 144
 Villermé, 233
 Yvert, 190
 Zonaras, 171

Tables des illustrations

- Table des figures

Figure 1 : représentations de villes par les techniques de la Renaissance, du XV ^e au XVIII ^e siècle (Annexe, p°3)	33
Figure 2 : la triangulation de Deschamps, 1856 : points de contrôle	40
Figure 3 : extraits des plans de référence (1/4000 ^e en A4) (Ile de la Cité) (Annexe, p°5).....	43
Figure 4 : le corps des Ingénieurs Géographes Militaires	47
Figure 5 : carte de Madrid, 1808 : relief représenté par ombrages et hachures	49
Figure 6 : les lignes de niveau conçues par Du Carla	55
Figure 7 : cartouche de présentation de la commande du travail de Delesse.....	60
Figure 8 : sémiologie des apports de Girard sur Verniquet.....	66
Figure 9 : résumé de la triangulation de Verniquet.....	68
Figure 10 : plan masse de l'Observatoire, dessiné par Verniquet et position exacte du point de contrôle utilisé.....	69
Figure 11 : l'information géographique : exemples d'éléments réels associés à leur représentation géomatique.....	76
Figure 12 : extrait d'une base de données associée à des objets : exemple des 48 quartiers de Paris.....	76
Figure 13 : polygones d'extraction des données (Annexe, p°17)	106
Figure 14 : illustration des cercles de l'enfer décrits dans le récit de Dante par Botticelli....	119
Figure 15 : centre de la Terre et hypothèse sur un cycle des eaux basé sur des siphons souterrains, Kirsher 1664	121
Figure 16 : deux canaux souterrains de Kircher : sous les marais de Mexico et sous le Canal de Suez	122
Figure 17 : tranche cartographiée par Buache entre la porte Saint-Martin et l'Observatoire (rue Saint-Jacques et rue Saint-Martin)	124

Figure 18 : plan de Robert de Vaugondy, 1760. Le réservoir du pont au choux, utilisé par Deparcieux est visible : « Réservoir de l’Egout »	127
Figure 19 : simplification des opérations de mesures de Deparcieux	128
Figure 20 : représentation du sol primitif de Paris (paléorelief), paru dans (Dupuy, 1900) ..	129
Figure 21 : coupe de Vacquer 50 boulevard Saint-Germain (Bernardins).....	131
Figure 22 : coupe de l’île de la Cité, produite par Vacquer, éditée par Dupuy (1900)	131
Figure 23 : comparaison des écritures entre des manuscrits avérés de Vacquer et la carte que nous supposons être de Vacquer	134
Figure 24 : (B-B’) La rue de Rennes, 1868, avant/après son percement	154
Figure 25 : l’exhaussement de la rue Saint-Jacques à Paris, par Barles.....	156
Figure 26 : (C-C’) Le creusement du boulevard Saint-Martin, projet Perotin.....	157
Figure 27 : (D-D’) L’avenue de l’Opéra, 1877 (déblais et raccordements aux voies adjacentes à effectuer).....	157
Figure 28 : les extremums des couches de dynamique topographique du sol.....	161
Figure 29 : élévations de l’inondation de 1740 sur celles de 1751 et de 1764 en différents endroits de Paris	179
Figure 30 : les mesures de Deparcieux résumées par Egault	180
Figure 31 : rapport Bonnamy, conversion des données de Deparcieux	181
Figure 32 : les marques de la maison du 18 Port au Blé	182
Figure 33 : bilan historique sur plusieurs inondations de plus de 7m, au pont d’Austerlitz, avec les noms d’auteurs et les changements de mesures.....	185
Figure 34 : les lignes des bassins versants de Buache (1741). Vectorisation par Laurent Mirlou	196
Figure 35 : caractéristiques des principaux modèles d’interpolation automatiques disponibles	200
Figure 36 : causes de la salubrité et de l’insalubrité, par quartier	238
Figure 37 : le tableau de synthèse, ou notation des 48 quartiers en 1822	239
Figure 38 : statistique des quartiers, par classes.....	240

Figure 39 : les bouches à clés à eau en 1850 par H. C. Emmery marquent dans chaque rue le déploiement des eaux de l'Ourcq	253
Figure 40 : tableau des enquêtes des commissaires de 1834 détaillant l'approvisionnement des immeubles parisiens en eau couante	258
Figure 41 : consommations domestiques, par jour.....	265
Figure 42 : consommation des machines à vapeur, par minute	265
Figure 43 : débit des équipements hors réseau de l'Ourcq début XIX ^e siècle	267
Figure 44 : carte du ruissellement des eaux en 1805 d'après la modélisation géomatique....	286
Figure 45 : plan d'expropriation pour le percement de la rue de Rivoli, 1850 : utilisation du plan de Philibert Vasserot	296
Figure 46 : tableau comparatif, ouvertures de voies	316
Figure 47 : répartition des volumes souterrains à Paris selon P. Duffaut dans les années 1980	333
Figure 48 : caves sous voie publique repérées à la CVP en 1900	335
Figure 49 : coupe de l'île de la Cité par Vacquer.....	341
Figure 50 : Daumier caricaturant le « souplex » en 1860	345
Figure 51 : plan de cave, Edouard Utudjian, 1927.....	354
Figure 52 : zones de points vulnérables importants de Paris	358
Figure 53 : voies d'évacuation de la Capitale	359
Figure 54 : archives décrivant les typologies mises en évidence.....	363
Figure 55 : carrières aménagées en abris	368
Figure 56 : les «lots» de tranchées dans la zone parisienne	368
Figure 57 : l'estimation du nombre de places aménagées à Paris	370
Figure 58 : répartition des 641 000 places estimées.....	371
Figure 59 : abri antiatomique des Halles, 1973, coupe	373

- Table des cartes historiques

Carte historique 1 : assemblage des 272 carrés de Verniquet renseignés dans leur relief par Girard (Annexe, p°7).....	74
Carte historique 2 : Cuvier et Brongniart, 300 000° (format A4) et emprise de Paris en 1810 au centre.	112
Carte historique 3 : carte de travail de la synthèse archéologique antique de Paris, supposée de Vacquer (Annexe, p°21).....	133
Carte historique 4 : une coupe d’Auguste Dollot (Ligne 7 du métropolitain, emplacement de l’ancienne Butte des Moulins) (Annexe, p°22).....	138
Carte historique 5 : cartographie des remblais, selon IGC.....	160
Carte historique 6 : données de l’IGC autour des anciens cours d’eau du terrain parisien....	197
Carte historique 7 : 1848, Emmerly, carte fournie par Gallica (Arcueil, Grenelle et Chaillot dessinés)	259
Carte historique 8 : Emmerly réseau d’eau de l’Ourcq, 1839, la première réticulation de l’espace urbain, BHVP, reconstitution personnelle	260
Carte historique 9 : les quatre égouts répertoriés par le commissaire. En fond : Atlas Verniquet/Girard recomposé	284
Carte historique 10 : carte des premiers égouts réticulés de Paris en 1839, par H.-C. Emmerly	285
Carte historique 11 : le plan Alphand de 1889, couramment utilisé comme archive sur les transformations.....	304
Carte historique 12 : plan dit « de Berlin » : (photos A. Morizet) (env. 1855-1858)	305
Carte historique 13 : plan de la commission Siméon (décembre 1853).....	306
Carte historique 14 : première production du Service du Plan, Achille Delesse, 1858	309
Carte historique 15 : zoom sur Delesse (1858), rue de Turbigo (en projet), place de la République (en projet), boulevard de Sébastopol (achevé).....	309
Carte historique 16 : plan de 1864 (Commission des Travaux de l’Etat), retrouvé par R. Tamborino	310

- Table des cartes géomatiques

Carte géomatique 1 : zone d'étude. L'enceinte des Fermiers Généraux dans l'agglomération de 2012. (Annexe, p°2)	26
Carte géomatique 2 : le canevas d'Edme Verniquet centré sur l'Observatoire de Paris (Annexe, p°6)	73
Carte géomatique 3 : les 9640 points saisis renseignant le relief (Annexe, p°8)	87
Carte géomatique 4 : extraction de la donnée vectorielle, lignes de niveau brisées relient les points de même valeur entière (Annexe, p°9)	88
Carte géomatique 5 : les 21838 mailles issues de la triangulation surfacique qui représentent surfaciquement le sol (Annexe, p°10)	89
Carte géomatique 6 : triangulation d'interpolation surfacique (TIN) des 9640 points cotés par Pierre-Simon Girard (Annexe, p°11)	90
Carte géomatique 7 : TIN des données issues de la topographie des carrefours des rues (transformées en NGF et accentuées par un facteur 10), dans l'emprise de Paris	96
Carte géomatique 8 : TIN issu des données interpolées (aériennes ou lignes de niveau) (en côte NGF et accentuées par un facteur 10), de résolution d'origine 25*25m, dans l'emprise de Paris	96
Carte géomatique 9 : raster de la différence entre les TIN « aérien » et « topographique » (Annexe, p°12)	99
Carte géomatique 10 : représentation TIN de la surface originelle de Paris avec les données archéologiques (Annexe, p°13)	101
Carte géomatique 11 : représentation TIN de la surface de Paris en 1805 avec les données de P.S. Girard (Annexe, p°14)	102
Carte géomatique 12 : représentation de la surface de Paris actuelle avec les données aériennes IGN (2012) (Annexe, p°15)	103
Carte géomatique 13 : représentation TIN de la surface de Paris actuelle avec les données topographiques (2012) (Annexe, p°16)	104
Carte géomatique 14 : synthèse topologique chrono-spatiale autour du sol (Annexe, p°18)	107

Carte géomatique 15 : lecture plate de l'occupation des sols (d'après CORINE, 2006) (emprise des Fermiers Généraux au centre) (Annexe, p°19)	113
Carte géomatique 16 : l'emprise de l'agglomération actuelle, superposée à la carte de Cuvier et Brongniart (1810) (Annexe, p°20)	114
Carte géomatique 17 : exhaussement urbain produit par Paris entre ses origines et 1810 (Annexe, p°23)	141
Carte géomatique 18 : variations du sol depuis 1800 selon les données de la voirie (Annexe, p°24).....	148
Carte géomatique 19 : mouvement du sol depuis 1800 selon les données aériennes (Annexe, p°25).....	149
Carte géomatique 20 : exhaussement des origines à nos jours (Annexe, p°26).....	159
Carte géomatique 21 : hypothèse de la profondeur de l'eau originelle (Annexe, p°27)	168
Carte géomatique 22 : profondeur de l'eau durant l'été 1858 (Annexe, p°28).....	169
Carte géomatique 23 : la profondeur des eaux selon la moyenne 1960- 1965 (Annexe, p°29)	170
Carte géomatique 24 : ajout des données de Théodore Vacquer, issues des fouilles 1845-1870	172
Carte géomatique 25 : le drainage de la rive droite entre 1862 et 1965 et les principaux égouts collecteurs/drains (Annexe, p°49).....	192
Carte géomatique 26 : ruissellement de l'eau en 1805 et vecteurs des rues préindustrielles (1810-1836).....	211
Carte géomatique 27 : accumulations théoriques actuelles.....	212
Carte géomatique 28 : les rides hydrologiques de Paris en 1800.....	224
Carte géomatique 29 : les causes de l'insalubrité	241
Carte géomatique 30 : les causes de la salubrité	242
Carte géomatique 31 : trois quartiers concernés par la suite de l'enquête, dans le contexte de la densité de population à Paris en 1836 (voir annexe A3).....	246
Carte géomatique 32 : installations de fondeurs et doreurs dans le quartier de Sainte-Avoie	247

Carte géomatique 33 : les puits corrompus du quartier des Arts et Métiers (Saint-Martin des Champs), en 1834 (points rouges).....	249
Carte géomatique 34 : morphologie préindustrielle de l'eau : puits et profondeur des eaux (donc du puits) en 1858, géolocalisation des puits par Laurent Mirlou.....	261
Carte géomatique 35 : transformation du XIX ^e siècle : profondeur des eaux en 1858 et réseau de l'Ourcq dans son état de déploiement de 1855 (G. Jigaudon, d'après Alphand)	262
Carte géomatique 36 : la synthèse spatiale des forces structurantes de l'eau à Paris, en 1834. Les immeubles connectés à l'eau courante en 1834	263
Carte géomatique 37 : puits et pompes dans le quartier des Arcis : équirépartis.....	270
Carte géomatique 38 : le quartier Panthéon : pompes en 1834 et profondeur de l'eau.....	270
Carte géomatique 39 : bouches d'égout et profondeur des eaux en 1805	280
Carte géomatique 40 : bouches d'égout et rehaussement urbain en 1805	280
Carte géomatique 41 : bouches d'égout de 1805 et tracé des enceintes anciennes.....	281
Carte géomatique 42 : bouches d'égout et ruissellement en 1805	281
Carte géomatique 43 : résultat du modèle automatique de ruissellement réalisé sur le modèle de terrain issu de la vectorisation des mesures de P.S. Girard	284
Carte géomatique 44 : zoom des ruisseaux modélisés rive gauche, projetées sur un plan Jacoubet, égouts et bouches d'égout autour de Saint Germain des Prés en 1800	287
Carte géomatique 45 : le relief dans lequel prend place la voirie haussmannienne (couleur = force de la pente).....	317
Carte géomatique 46 : superposition relief/projets ; Visualisation de l'évolution du projet impérial.....	318
Carte géomatique 47 : superstructures antérieures à 1800 superposées aux modifications du sol de la période contemporaine.....	338
Carte géomatique 48 : superstructures antérieures à 1800 superposées à la profondeur de l'eau au début du XIX ^e siècle.....	339
Carte géomatique 49 : superstructures antérieures à 1800 superposées à l'exhaussement des origines à 1805	340

Carte géomatique 50 : superposition des résultats de l'enquête sur les corps de métiers consommateurs de mercure entre 1802 et 1827 et des résultats de la base BASIAS	344
Carte géomatique 51 : les stations de métro « refuges », Paris/Banlieue.....	370

Approche topographique historique du sous-sol parisien

La ville épaisse : genèse et évolutions morphologiques

Thèse de doctorat, soutenue publiquement le 12 décembre 2014 par Mathieu Fernandez, sous la direction du professeur André Guillerme, au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Résumé de la thèse

Le sous-sol de Paris est reconnu et topographié depuis environ deux siècles par plusieurs disciplines.

Dans cette thèse, nous avons retenu et analysé depuis leur genèses, souvent intimement liées sur le territoire urbain, ces disciplines de l'épaisseur : la géologie, l'hydrogéologie, l'archéologie, la topographie, puis ce que nous nommons actuellement le génie urbain. L'urbanisme, accepté comme « science de l'organisation spatiale des villes », possède peu de méthodes d'appréhension à même de synthétiser dans le temps et l'espace la diversité de ces approches. La méthode proposée par la thèse rend représentables et quantifiables plusieurs évolutions longues issues des « mesures de ville » étalées dans le temps, à travers un *Système d'Information Géographique* construit dans une perspective diachronique. Il concerne ici spécifiquement la verticalité. Plusieurs cartographies originales concernant le mouvement du sol et de la nappe phréatique en sont issues.

Sur la base de ce support, intégrant la topographie historique, environnementale et tridimensionnelle de plusieurs disciplines urbaines, nous développons deux pistes d'analyse.

La première est la compréhension de la construction du projet urbain au XIX^e siècle jusqu'aux « grands travaux » à la lumière de la mesure de l'espace et des représentations disponibles. Une chronologie spécifique est proposée.

La seconde est une proposition pour un récolement urbaniste souterrain appréhendant le temps long et l'épaisseur de la ville. Elle peut contribuer aux bases de données urbaines, actuellement en majorité construites sur un espace conçu comme parcellaire.

Le modèle vise donc à fournir une contribution et de nouvelles pistes de recherches à la fois pour la morphologie préindustrielle de Paris, pour l'archéologie industrielle et plus généralement pour l'approche urbaniste de la couche, désormais connue dans un cadre géologique et environnemental, mais encore non définie du point de vue stratigraphique, sous le nom d'*anthropocène*.

Mots clés : temps long, morphologie urbaine, relief, sous-sol, nappe, SIG, diachronie, urbanisme

A topographic and historical approach of the Parisian underground

Urban thickness: creation and morphological evolutions

Thesis written by Mathieu Fernandez, under the direction of Professor André Guillerme at the “Conservatoire National des Arts et Métiers”, and defended on December 12th 2014.

Thesis abstract

For more than two centuries now, researchers from different backgrounds and disciplines have started studying and making topographical surveys of the Parisian underground.

These different ways of studying urban thickness all inform this thesis. They are all analyzed from their very origins, which are often closely linked in an urban context. These methods include: geology, hydrology, archeology, topography, and what is currently called urban engineering. Urbanism, although it is often described as “the science of spatial organization in cities”, can seldom yield as much temporal and spatial information as these various approaches can when put together. This thesis proposes to present and quantify several long-term evolutions, traced through a series of “urban measurements” performed over time by a *Geographical Information System*, which was designed for the purposes of a diachronic study. The system here specifically targets urban verticality. It has resulted in the creation of many original maps of ground and ground-water movement.

Based on these maps, which include historical, environmental and tridimensional topography, two analyses are then conducted.

The first deals with understanding the construction of an urban project in the 19th century - up until the “grands travaux” - by looking at space measurement and available representations. A specific chronology is then proposed.

The second analysis offers to compile information concerning the thickness of the urban underground and its evolution through time. This could then dispense information to urban databases, many of which are currently based on an urban space fragmented by plots.

The model thus built serves to contribute and to give new research perspectives, to the study of Parisian preindustrial morphology, and industrial archeology, and more generally the urban approach of the layer - known in geological and environmental contexts, but which has yet to be defined from a stratigraphic point of view - under the name *anthropocene*.

Key-words: long duration, urban morphology, relief, underground, ground-water, GIS, diachronic, urban planning