



HAL
open science

Participation du réseau d'éclairage public aux processus de mutations urbaines : Étude des trajectoires historiques du réseau d'éclairage public sur le territoire parisien et réflexions sur son intégration contemporaine à la politique de construction de la “ Ville Intelligente ”

Victor Bayard

► **To cite this version:**

Victor Bayard. Participation du réseau d'éclairage public aux processus de mutations urbaines : Étude des trajectoires historiques du réseau d'éclairage public sur le territoire parisien et réflexions sur son intégration contemporaine à la politique de construction de la “ Ville Intelligente ”. Géographie. Université Paris-Est, 2022. Français. NNT : 2022PESC2005 . tel-03685651

HAL Id: tel-03685651

<https://theses.hal.science/tel-03685651v1>

Submitted on 2 Jun 2022

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.



ÉCOLE DOCTORALE — UNIVERSITÉ PARIS-EST
Ville, Transports et Territoires



UNIVERSITÉ PARIS-EST

École doctorale : Ville, Transports et Territoires

Thèse de doctorat

Discipline : Génie Urbain

Présentée et soutenue par

Victor BAYARD

Participation du réseau d'éclairage public aux processus de mutations urbaines

Étude des trajectoires historiques du réseau d'éclairage public sur le territoire parisien et réflexions sur son intégration contemporaine à la politique de construction de la « Ville Intelligente »

Thèse dirigée par : Youssef Diab

Soutenue le : 7 janvier 2021

Jury : PASSALACQUA Arnaud, professeur des Universités, Université Paris-Est Créteil (président)
EVENO Emmanuel, professeur des Universités, Université Toulouse Jean Jaurès (rapporteur)
TELLER Jacques, professeur, Université de Liège (rapporteur)
HERNÁNDEZ Edna, maîtresse de conférences, Université de Bretagne Occidentale (examinatrice)
DIAB Youssef, professeur des Universités, Université Gustave Eiffel (directeur)
ACUN Zeynel, membre invité (encadrant industriel)

RESUME

Thèse en convention Cifre, entre l'EIVP (École des Ingénieurs de la Ville de Paris), rattachée académiquement au Lab'Urba (Université Gustave Eiffel) et l'entreprise Evesa (opérateur délégataire du réseau d'éclairage public entre 2011 et 2021).

Le réseau d'éclairage public semble au cœur de nombreuses attentions ces dernières années. Autrefois considéré comme une infrastructure tierce (en comparaison des réseaux de transport ou d'assainissement par exemple), on attend aujourd'hui de lui qu'il règle des problématiques de consommation d'énergie et fasse entrer la ville dans « l'ère numérique ». Mais alors qu'en est-il ? En quoi est-ce que ce réseau technique a-t-il accompagné les mutations urbaines, les transformations sociales, les décisions politiques et les progrès technologiques ? Surtout, de quelles évolutions son utilisation actuelle est-elle le visage ?

C'est à ces questions que cette thèse essaie de fournir des éléments de réponse, en adoptant plusieurs axes d'analyse (donc plusieurs disciplines scientifiques) et en concentrant le travail sur un objet précis afin de valider les hypothèses théoriques. L'objet en question est le réseau d'éclairage public parisien, circonscrit territorialement et dont les sources techniques et historiques précises nous sont accessibles.

La première partie est urbanistique et technique et permet de définir ce qu'est un « réseau d'éclairage public » et d'inscrire cet objet dans la bibliographie géographique et urbaine. La seconde partie est axée « histoire des techniques » et retrace les évolutions du réseau d'éclairage public sur le territoire parisien, ceci du Moyen Âge à l'époque contemporaine. L'occasion d'un état des lieux quantitatif, technique, social et même politique sur cette infrastructure urbaine. La troisième partie est une étude sociologique auprès des acteurs actuels influençant la gestion du réseau. Des entretiens qualitatifs ont ainsi été menés auprès de cadres de groupes du BTP, de membres de collectivités et de gestionnaires afin de savoir en quoi des termes comme « révolution numérique » ou « Ville Intelligente » sont à relier avec le réseau d'éclairage et ses évolutions. La quatrième partie sera une réflexion de type « recherche-action » sur notre participation à des ateliers de co-construction de la « ville de demain » organisés par la Mairie de Paris. Cette dernière partie sera aussi l'occasion d'une prise de position sur le rôle que peut jouer le réseau d'éclairage (témoin, vecteur de construction ou catalyseur) dans les nouveaux enjeux (technologiques et environnementaux) auxquels sont confrontées les villes.

MOTS-CLEFS

Réseau d'éclairage public ; Infrastructure technique ; Ville de Paris ; Ville Intelligente ; Génie Urbain ; Histoire urbaine ; Sociologie urbaine

Participation of the public lighting network in the process of urban mutations.

Study of the historical trajectories of the public lighting network and thinking on its contemporary integration into the construction policy of the “Smart City”.

ABSTRACT

The streetlight network seems to be the center of attention these past few years. Formerly considered as third party infrastructure (compared to transport or sewerage network), it is now considered as a potential solution toward the problematic of energy consumption and even a mean to bring the city into the “numeric era”. However, what is the reality of these assumptions? In which ways this technical network has accompanied the urban mutations, the social transformations, the political decisions and the technological progress. Mainly, what developments is its current use the face?

We will answer these questions following several analysis axes (therefore several scientific disciplines) and concentrating on a precise object in order to validate our theoretical hypothesis. This object is the Parisian streetlight network, territorially circumscribed and with accessible technical and historical data.

The first part of this thesis is an urbanistic and technical one, which allow defining what a (public) “streetlight network” is and classifying this object into the geographical and urbanistic bibliography. The second part focus on the “technical history” of the network and describe its evolutions on the Parisian territory, for the middle Ages to the contemporary period. This part will dedicate to produce and quantitative, technical, social and even political inventory on this urban infrastructure. The third part is a sociological study on the actual stakeholders that influence the network management. Qualitative interviews have been made with manager from the construction companies and member of public structures in order to know how terms like “numerical revolution” or “Smart City” are linked to the streetlight network and its evolutions. The fourth part is an analysis of our own participation in workshops about the “construction of the tomorrow city” organised by the City of Paris. This last part will serve as a position statement on the role that can assume the streetlight network (witness, construction vector or catalyst) in the new technological and environmental stakes that take place in the cities.

KEYWORDS

Streetlight network; Technical infrastructure; City of Paris; Smart City; Urbanism; Urban history; Urban sociology

REMERCIEMENTS

Les remerciements ont ceci de compliqué qu'ils ne peuvent être trop exhaustifs car ils en deviendraient convenus, ni trop courts car synonyme d'ingratitude. Acceptons-les donc dans leur imperfection.

Merci à Youssef qui a encadré cette thèse, pour sa confiance, sa sympathie et son accompagnement dans le milieu scientifique. Surtout pour m'avoir soutenu lorsque la thèse changeait radicalement de direction vers un inconnu pour nous deux, cette confiance a toujours été précieuse.

Mes remerciements vont aussi à Zeynel qui m'a encadré à Evesa, pour son soutien, sa créativité et sa rigueur. Merci d'avoir aussi relu mes parties (ce qui n'était pas une mince affaire) qui seraient moins ordonnées sans son aide méticuleuse.

Des remerciements s'imposent en direction des équipes d'Evesa pour m'avoir proposé cette thèse, accueilli et surtout pour m'avoir donné autant de libertés dans la manière de mener mes recherches.

Également un merci à Katia et Gilles du master MISE pour m'avoir orienté vers ces quatre années de travail scientifique. Surtout merci à Marie, Anas, Laxmi et tous les collègues de l'EIVP pour l'accueil et l'ambiance de travail parfaitement équilibrée (ni trop sérieuse, ni trop dissipée). Bien sûr merci à Thomas d'avoir été un si chaleureux collègue de travail et ami à Evesa.

Un immense merci à Anne Jarrigeon et Jean-François Lucas sans qui une partie de la thèse n'aurait pu s'orienter vers la sociologie. Des remerciements sont aussi à diriger vers les personnes s'étant prêtées au jeu de l'entretien sociologique.

Un très grand merci à Michel, archiviste à MEGE pour les documents précieux qu'il me confia en toute confiance, mes recherches historiques lui en sont grandement redevables.

Bravo et merci à Marie-Jeanne de m'avoir supporté pendant le premier confinement, lorsque ma rédaction débutait. Bien sûr merci à mes parents et mes sœurs pour avoir participé à ma formation (notamment dans l'art de débattre) et aussi pour m'avoir supporté si longtemps.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	11
PARTIE 1 – ÉCLAIRER ET FAIRE RESEAU	14
INTRODUCTION DE LA PARTIE 1	14
CHAPITRE 1.1 – NUIT, LUMIERE ET MONDES URBAINS	14
<i>Sous-chapitre 1.1.1 - La Nuit</i>	14
Incise étymologique	14
La Nuit des philosophes et des artistes	15
Géographie de l'espace nocturne	15
Explication, généralisation et prise de hauteur	18
<i>Sous-chapitre 1.1.2 – L'artifice Lumière</i>	18
Précurseurs, l'éclairage public comme objet d'étude urbain	18
Développement, l'éclairage public comme une politique publique	20
Opérationnel, l'éclairage comme un service	26
<i>Sous-chapitre 1.1.3 - Les réseaux</i>	28
L'analyse systémique en prérequis	28
Incise étymologique	30
Une thématique historique	32
Des controverses structurantes	33
Justification des théories non mobilisées	42
Une multitude de définitions et un regard critique	45
CHAPITRE 1.2 - MATERIALITE DU PHOTON	47
<i>Sous-chapitre 1.2.1 - La lumière, phénomène physique</i>	47
Incises étymologiques	47
Entre Onde et particule, fonction de l'usager humain	48
L'impact du « système humain » sur la caractérisation	51
<i>Sous-chapitre 1.2.2 - L'éclairage, un besoin ?</i>	54
La lumière comme besoin physiologique	54
L'artefact lumière comme besoin d'une autre nature	55
L'éclairage comme un service	56
CHAPITRE 1.3 - PRODUIRE DE LA LUMIERE, NATURE ET ARTEFACT	58
<i>Sous-chapitre 1.3.1 - Comment la lumière peut-elle être produite ?</i>	58
<i>Sous-chapitre 1.3.2 - Comment la lumière est-elle produite, au sens de « produite par les humains »</i>	59
Une « histoire technique général » en milieu urbain	59
Inventaire des techniques contemporaines	74
CHAPITRE 1.4 - DU PONCTUEL A LA RETISTIQUE	80
<i>Sous-Chapitre 1.4.1 – Classification</i>	80
Une technique rétistique	80
Modélisation de l'évolution technico-urbaine de l'éclairage public	85
<i>Sous-chapitre 1.4.2 - Ce que l'on appelle « réseau technique urbain »</i>	88
<i>Sous-chapitre 1.4.3 – L'objet « réseau d'éclairage public »</i>	92
Un objet d'étude circonscriptible	92
Conséquences et environnement	93
De la nécessité d'une analyse spécifique	96
SYNTHESE DE LA PREMIERE PARTIE	97
PARTIE 2 – LE RESEAU DE LUMIERE ET LE TERRITOIRE, UNE HISTOIRE SOCIOTECHNIQUE	98
INTRODUCTION DE LA PARTIE 2	98
CHAPITRE 2.1 – HISTOIRE, TECHNIQUES ET METHODES	98
<i>Sous-chapitre 2.1.1 – Histoire des techniques</i>	98

<i>Sous-chapitre 2.1.2 - Paris urbain</i>	102
<i>Sous-chapitre 2.1.3 - Histoire de l'éclairage public</i>	103
<i>Sous-chapitre 2.1.4 – Eclairage et environnement, sur la trame noire</i>	106
<i>Sous-chapitre 2.1.5 - Point méthodologique préalable</i>	108
CHAPITRE 2.2 - PARIS, TERRITOIRE ET HISTOIRE	108
<i>Sous-Chapitre 2.2.1 – Le « Territoire » du Paris ancestral</i>	108
<i>Sous-chapitre 2.2.2 – Paris moderne. La ville comme un organisme, en pleine mutation</i>	109
Contexte politique	109
Chronologie générale des « Grands Travaux »	111
<i>Sous-Chapitre 2.2.3 – Paris contemporain. Confirmation des tendances lourdes de développement.</i>	116
Le Paris du XXème siècle et l'époque contemporaine	116
Le Paris contemporain. La voirie comme premier organe de la rêtistique parisienne	120
CHAPITRE 2.3 - CHRONOLOGIE COMPAREE DES RESEAUX TECHNIQUES PARISIENS. FOCUS SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC.	121
<i>Sous-chapitre 2.3.1 - Les réseaux techniques parisiens, histoire et présent</i>	122
<i>Sous-chapitre 2.3.2 - Le réseau d'éclairage public, histoire et chronologie</i>	124
Proto-Eclairage public, les prémices de la lumière urbaine (VIème siècle – milieu du XVIIème siècle)	124
Le premier proto-réseau, La création d'une politique de l'éclairage à l'âge solide (1666 – 1730)	131
Le second proto-réseau, développement et circonscription d'un système d'éclairage public aux âges liquide et gazeux (1744-1852)	138
Les réseaux d'éclairage parisiens (1855 – 1913)	147
Le réseau unifié d'éclairage public (de 1914 à 1946)	164
Le réseau public (à partir de 1946)	172
CHAPITRE 2.4 – LE PRESENT DU RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC, HERITAGES ET EVOLUTIONS	185
<i>Sous-chapitre 2.4.1 - Évolution récente, une révolution ?</i>	185
Un nouveau marché et des économies d'énergie	185
Une pluralité technologique	187
Les nœuds du réseau	191
La télégestion du réseau	193
<i>Sous-chapitre 2.4.2 – Les conséquences environnementales de l'éclairage</i>	196
Acquisition de données environnementales	196
Mesurer et analyser la pollution lumineuse	198
<i>Sous-chapitre 2.4.3 – La technique et le politique</i>	204
Du sociétal au politique	204
Perspectives sociologiques, vers la « Ville Intelligente »	206
SYNTHESE DE LA DEUXIEME PARTIE	209
PARTIE 3 – LA « VILLE INTELLIGENTE » EXPLIQUEE PAR SES ACTEURS	210
INTRODUCTION DE LA PARTIE 3	210
CHAPITRE 3.1 – TECHNOLOGIE, VILLE ET INTELLIGENCES	211
<i>Sous-chapitre 3.1.1 - Technique & Société</i>	211
<i>Sous-chapitre 3.1.2 – Épistémologie de la Ville Intelligente</i>	215
Incise étymologique	215
Ville Intelligente, la version française	217
<i>Smart City</i> , la version anglo-saxonne	228
CHAPITRE 3.2 – LA « VILLE INTELLIGENTE » VUE PAR SES ACTEURS. UNE APPROCHE PAR LA SOCIOLOGIE DES REPRESENTATIONS SUITE A ENTRETIENS.	240
<i>Sous-chapitre 3.2.1 – Bibliographie et méthodologie</i>	240
L'entretien	240
L'entretien compréhensif	242
Outils et finalité	243
<i>Sous-chapitre 3.2.2 – Choix des entretiens et déroulement</i>	245
Contexte et limites	245
Corpus des entretiens	246
<i>Sous-chapitre 3.2.3 – Contenu du discours et analyse</i>	258

La ville intelligente existe (et je l'ai rencontrée) _____	258
Inventaire critique de la ville numérique, intelligente, <i>smart</i> _____	259
Incise du réseau d'éclairage public dans le discours _____	261
Représentations, récit et fables _____	264
SYNTHESE DE LA TROISIEME PARTIE _____	269
PARTIE 4 – L'ECLAIRAGE PUBLIC PARISIEN, UN VECTEUR DE CONSTRUCTION DE LA VILLE INTELLIGENTE ? UNE REFLEXION PAR LES NOUVEAUX USAGES. _____	270
INTRODUCTION DE LA PARTIE 4 _____	270
CHAPITRE 4.1 – ACTIONS DU RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC ET DE LA VILLE INTELLIGENTE A PARIS _____	271
<i>Sous-chapitre 4.1.1 – Analyses opérationnelles sur l'infrastructure du réseau</i> _____	271
La télégestion _____	271
La détection de présence _____	273
Les Capteurs, étude de cas des bords de Seine _____	274
Le support physique _____	276
La distribution d'électricité _____	278
L'Extinction ou l'intelligence par l'absence _____	279
Tableau récapitulatif des réalisations infrastructurelles _____	282
<i>Sous-chapitre 4.1.2 – Analyses opérationnelles sur la gestion de la donnée en lien avec le réseau</i> _____	283
Présentation du terrain <i>DataCity</i> _____	283
Recherche-action sur la donnée et la Ville Intelligente _____	287
CHAPITRE 4.2 – PRISE DE POSITION ET DISCUSSION _____	294
SYNTHESE DE LA QUATRIEME PARTIE _____	298
CONCLUSION _____	299
TABLE DES ILLUSTRATIONS _____	303
LISTE DES TABLEAUX _____	307
BIBLIOGRAPHIE _____	308
ANNEXES _____	327

GLOSSAIRE

Terme	Définition
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. EPIC (Établissement Public à caractère Industriel et Commercial). Suscite, anime, coordonne, facilite ou réalise des opérations de protection de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.
Aérosols	Ensemble de fines particules en suspension dans un milieu gazeux, en l'occurrence dans l'atmosphère.
Arc (électrique)	Phénomène visible de « ionisation » d'un milieu isolant (ici l'air). L'air, s'ionisant, permet de laisser passer un courant électrique, le meilleur exemple étant la foudre.
Artère (électrique)	Nom vernaculaire désignant une liaison électrique entre deux postes-sources, à l'origine inventée uniquement pour le courant triphasé.
ATMO	« Assistance Technique à Maitrise d'Ouvrage », activité de prestation permettant au maître d'œuvre de déléguer une partie de ses études à un tiers prestataire.
Basse tension (B.T.)	Tension inférieure à 1 kV.
Bec (de gaz)	Partie de la lampe à gaz où a lieu la réaction de combustion du gaz produisant de la lumière.
Biphasé	Réseau de courant alternatif possédant deux conducteurs et un « neutre » relié à la terre.
Candéla	Une des sept unités de base du Système International qui mesure l'intensité lumineuse d'une source donnée, perçue par l'œil humain.
Carcel	Ancienne unité de mesure de la lumière, il s'agit de la quantité de lumière fournie par la lampe Carcel, étalon brûlant à l'heure 42 grammes d'huile de colza épurée.
Centre de répartition	Nom vernaculaire parisien d'un ouvrage électrique servant à répartir la M.T. provenant d'un ou plusieurs postes-sources vers différents canaux.
Cifre	Convention industrielle de formation par la recherche, dispositif juridique et contractuelle permettant à des opérateurs économiques de financer une thèse. Le doctorant est employé de l'entreprise en question et concentre ses activités sur la recherche scientifique. Ce type de contrat permet à un opérateur de percevoir des subventions en échange de la finance de la recherche scientifique. La bonne tenue des engagements est encadrée par l'Association Nationale de la Recherche et de la Technologie.
Corpuscule	Désignation de corps minuscules, d'une grande ténuité, en physique.
Courant électrique	Mouvement d'ensembles de charges électriques, ici il sera question d'électrons dans un matériau (le plus souvent conducteur).
CPDE	« Compagnie Parisienne de Distributions d'Électricité ». Première compagnie privée assurant la distribution d'électricité et l'éclairage public de manière monopolistique en tant que prestataire de la Ville de Paris.
Décharge (électrique)	Passage d'un courant électrique (au sein d'un gaz), produisant du plasma.
Dérivation	Circuit électrique dans lequel au moins deux branches sont connectées par des nœuds communs.
Diode	Élément électrique ne laissant passer l'électricité que dans un sens, on parle alors de « dipôle non linéaire ».
Diphasé	Réseau de courant alternatif possédant deux conducteurs avec des courants déphasés de 90°, ou alors « en quadrature » de sorte que les courants ne s'annulent jamais.
Dynamo	Abréviation de « machine dynamoélectrique », machine qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Fournit un courant continu.
Électrodes	Conducteur électrique captant ou libérant des électrons.
Électroluminescence	Phénomène à la fois optique et électrique (optoélectronique) durant lequel un matériau produit de la lumière en réponse à un courant électrique.
Électrolyse	Réaction chimique obtenue par activation électrique. Peut être vue comme la conversion d'énergie électrique en énergie chimique.

Électron	Particule élémentaire, composant de base de l'atome (avec les protons et neutrons) porteur d'une charge de signe négatif. Il est à l'origine de nombreuses réactions physiques (ou chimiques) et est l'élément chargé dont la masse est la plus faible.
Falot	Vieux mot désignant une lanterne faite (entre autres) de toile et dans laquelle brûle souvent un combustible à base de bois.
Filament	File très mince dont le passage d'un courant provoque la chauffe et de la lumière par incandescence.
Flux (lumineux)	Flux énergétique désignant la puissance lumineuse d'une source telle que perçue par l'œil humain.
Haute Tension (H.T.)	Tension allant de 33 kV à 90 kV, en général à partir de 45 KV et jusqu'à 90 KV.
Incandescence	Émission de lumière dite « chaude » consécutive à la montée en température d'un corps chauffé.
Intensité (électrique)	Mesure décrivant le débit de charge électrique au travers d'une surface donnée, souvent la section d'un fil. Aussi appelé « ampérage » en référence à son unité de mesure ou plus simplement « courant électrique ». Son unité est l'Ampère (A).
Isolant (électrique)	Se dit d'un matériau ne transmettant pas un courant électrique ou bien très peu.
KWh	Kilowattheure, unité d'énergie (ici électrique) mesurant la puissance (en Kilowatts) multipliée par le temps (en heure) durant laquelle elle est utilisée.
Lumen	Unité de mesure du flux lumineux. Un Lumen correspond au flux lumineux émis dans un angle solide de 1 stéradian, par une source ponctuelle située au sommet de l'angle solide et ayant une intensité lumineuse de 1 candéla.
Luminaire	Partie d'un lampadaire servant à produire et orienter le flux lumineux, en général au bout d'un mat ou à l'extrémité d'une console.
Luminescence	Émission de lumière dite « froide » par un corps « non incandescent ».
Mèche	Morceau de ficelle ou de corde que l'on place dans un récipient contenant du carburant liquide et dont on allume l'extrémité. La mèche tire une quantité constante de combustible par capillarité, alimentant la flamme de manière continue.
Monophasé	Réseau de courant alternatif possédant deux conducteurs ou un conducteur et un « neutre » relié à la terre.
Moyenne tension (M.T.)	Tension allant de 1 kV à 33 kV.
Onde (électromagnétique)	Oscillations périodiques de champs électriques et magnétiques.
Parallèle	Voir « Dérivation ».
Photon	<i>Quantum</i> d'énergie associé aux ondes électromagnétiques. Lorsque deux particules chargées interagissent, cela se traduit par un échange de photon. Une partie des photons sont perceptibles par l'œil humain et constituent ce que l'on nomme la « lumière ».
Plasma	État de la matière advenant à des températures en général élevées, il est désordonné et constitué de charges électriques libres dans un champ de force.
Poste-Source	Ouvrage assurant la transformation de la tension T.H.T. ou H.T. en M.T. et qui peut être analysé comme la fin du transport territorial et le début de la distribution urbaine. On le désigne par la succession du courant arrivant et du courant sortant séparés par une barre oblique, par exemple un poste transformant un courant Moyenne Tension en courant Basse Tension sera désigné : « M.T./B.T. ».
Puissance (électrique)	Produit de l'intensité et de la tension, reflète la vitesse à laquelle le circuit fonctionne. Son unité est le Watt (W).
Puissance de pointe	Mesure de puissance la plus élevée enregistrée, en général en considérant l'année en cours.
Réseau maillé	Réseau électrique (en général de B.T.) interconnecté et alimenté par plusieurs postes de tel sorte que la perte de quelques câbles ou postes n'entraîne pas de coupure immédiate.

Réseau radial	Réseau électrique (en général de B.T.) dont les câbles sont disposés en antenne à partir des postes et qui ne permet pas de « secours » d'un poste à l'autre.
SDAE	« Schéma Directeur des Armoires Électriques », document régissant les normes et doctrines en termes d'installations électriques pour la ville de Paris.
Semi-conducteur	Matériau ayant les caractéristiques d'un isolant mais pour lequel la probabilité qu'un électron contribue à un courant électrique n'est pas négligeable.
Sous-station	Nom vernaculaire parisien désignant à l'origine un ouvrage électrique (transformateur) transformant un courant diphasé 12 kV en monophasé 3 kV. Désigne par extension un transformateur allant de M.T. à M.T. ou de M.T. à B.T.
Tension	Mesure de la circulation du champ électrique le long d'un circuit et dont l'unité est le Volt (V).
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication. Appellation servant à désigner le domaine regroupant l'informatique, l'audiovisuel, le multimédia, l'internet et l'ensemble des télécommunications associées.
Transformateur	Machine électrique capable de modifier (« transformer ») les valeurs de tension et d'intensité d'un courant électrique tout en conservant certaines caractéristiques.
Très Haute Tension (T.H.T)	Tension supérieure à 90 kV, en général à partir de 150 kV et jusqu'à 380 kV.
Triphasé	Réseau de courant alternatif possédant trois conducteurs et un « neutre » relié à la terre.

INTRODUCTION

Que s'est-il passé dans le monde des réseaux urbains ? Le réseau d'éclairage public, infrastructure tellement présente dans l'espace public que l'on a tendance à l'oublier [1], est maintenant mis sur le « devant de la scène ». Les municipalités, les opérateurs économiques et les usagers semblent maintenant attendre de lui une participation à « l'effort écologique » en faisant baisser la consommation d'électricité, un déploiement de nouveaux services urbains et un renouveau de l'économie de l'espace public par la rentabilisation de ces services et la production de données. Qui aurait pensé, il y a un demi-siècle, qu'une infrastructure autrefois prévue pour une et une seule tâche, celle d'éclairer la nuit, susciterait aujourd'hui tant d'attentes ? Surtout, d'où viennent ces attentes, quelles sont leurs origines et que disent-elles des évolutions urbaines en cours ?

Ces questions ne peuvent trouver de réponses précises sans une restriction du cadre analytique, une restriction à un niveau méso-géographique [2] nécessaire pour fournir une réflexion détaillée tout en conservant un caractère représentatif. Cette restriction volontaire fait partie intégrante de la définition de l'objet de recherche de cette thèse, tout comme le contexte dans lequel celle-ci a été conçue. Ce contexte est celui d'une association entre l'École des Ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP) et l'opérateur du réseau d'éclairage public parisien, Evesa. L'association d'un organisme académique axé sur le génie urbain et du gestionnaire du réseau d'éclairage parisien a permis cette opportunité, celle d'étudier en détail l'éclairage en tant que « réseau » selon la méthode urbanistique [3]. Les « lumières de la ville » ont déjà fait l'objet de travaux universitaires selon une logique d'aménagement du territoire [4], sur les plans politiques [1], géographiques [5] et même historiques [6]. Cependant revenir à son caractère « rétistique » selon la vision du génie urbain [7] nous semble être une méthode originale, nécessaire, voire même pertinente.

Tout d'abord car l'étude des réseaux urbains a souvent fait l'impasse sur l'éclairage public, considéré (peut-être à tort) comme le « rejeton du réseau électrique » qu'il n'est pas en totalité. A côté de cela les réseaux de transport [8], d'électricité [9] ou d'eau [10] ont bénéficié de plus d'attention, d'études et de réflexions. Ensuite car notre modalité de restriction géographique nous semble, de plus, toute désignée pour cette analyse qui n'a pas encore été menée. **Notre objet d'étude complet est donc le réseau d'éclairage public parisien et notre prisme celui des réseaux du génie urbain, il nous reste alors à définir le contexte.** Nous l'avons dit, ce réseau est au cœur de nombreuses attentes, celles-ci concernent une manière nouvelle de penser l'espace public et les technologies numériques dans celui-ci.

La manière avec laquelle ces technologies numériques font irruption dans l'organisation urbaine peut se résumer à un terme. Ce terme est celui de « Ville Intelligente » ou « *Smart City* » en tant que formule parfois auto-justifiante [11] mais peut-être aussi en tant que proposition industrielle, argument mercatique ou même mantra. **Nous avons ensuite choisi de considérer les évolutions du réseau en lien avec l'organisation urbaine sous l'appellation de « mutations urbaines ». Soit la manière avec laquelle la ville, pensée comme un métabolisme [12], sélectionne des caractères qui influenceront sa réalité matérielle. La « Ville Intelligente »¹, en tant qu'irruption de la technologie numérique dans l'espace urbain, est alors une modalité de ces mutations urbaines.** Ces dernières décrivant le dialogue constant entre les infrastructures, le bâti, les usages, les habitants, la politique et le « système-ville » [13].

Ainsi il est possible de formuler notre problématique comme suit : « En quoi le réseau d'éclairage public parisien est-il associé aux processus de mutations urbaines et en quoi cette association est-elle vectrice de construction de ce qui se nomme Ville Intelligente ? ». Ce questionnement scientifique repose alors sur plusieurs hypothèses qui garantissent sa viabilité et encadrent son développement. La première étant que les réseaux matériels et les réseaux d'humains sont liés par des destins communs dans l'espace urbain et que l'unicité² de la technique et de la société oriente vers cette réalité [14]. Cette première hypothèse impose alors

¹ Dont une réflexion poussée sur sa définition sera développée tout le long de la thèse.

² Ou plutôt la « non-dichotomie ».

de se concentrer sur les interactions entre réseaux humains et techniques, au détriment de l'analyse exégétique d'un des deux. Notre deuxième hypothèse est qu'il est possible de circonscrire un réseau sur un territoire, bien que l'objet étudié conserve des liens avec ce qui lui est extérieur [15]. Enfin nous avançons l'hypothèse que des objets techniques formant un réseau sont analysables d'un point de vue macroscopique, selon la méthodologie du génie urbain [16]. Ces hypothèses connaîtront un développement pendant la rédaction et restent indispensables à la validité de nos observations et conclusions. Cette rédaction, justement, suivra un plan en quatre parties, nécessaire au développement d'une réflexion qui sera, de fait, transdisciplinaire.

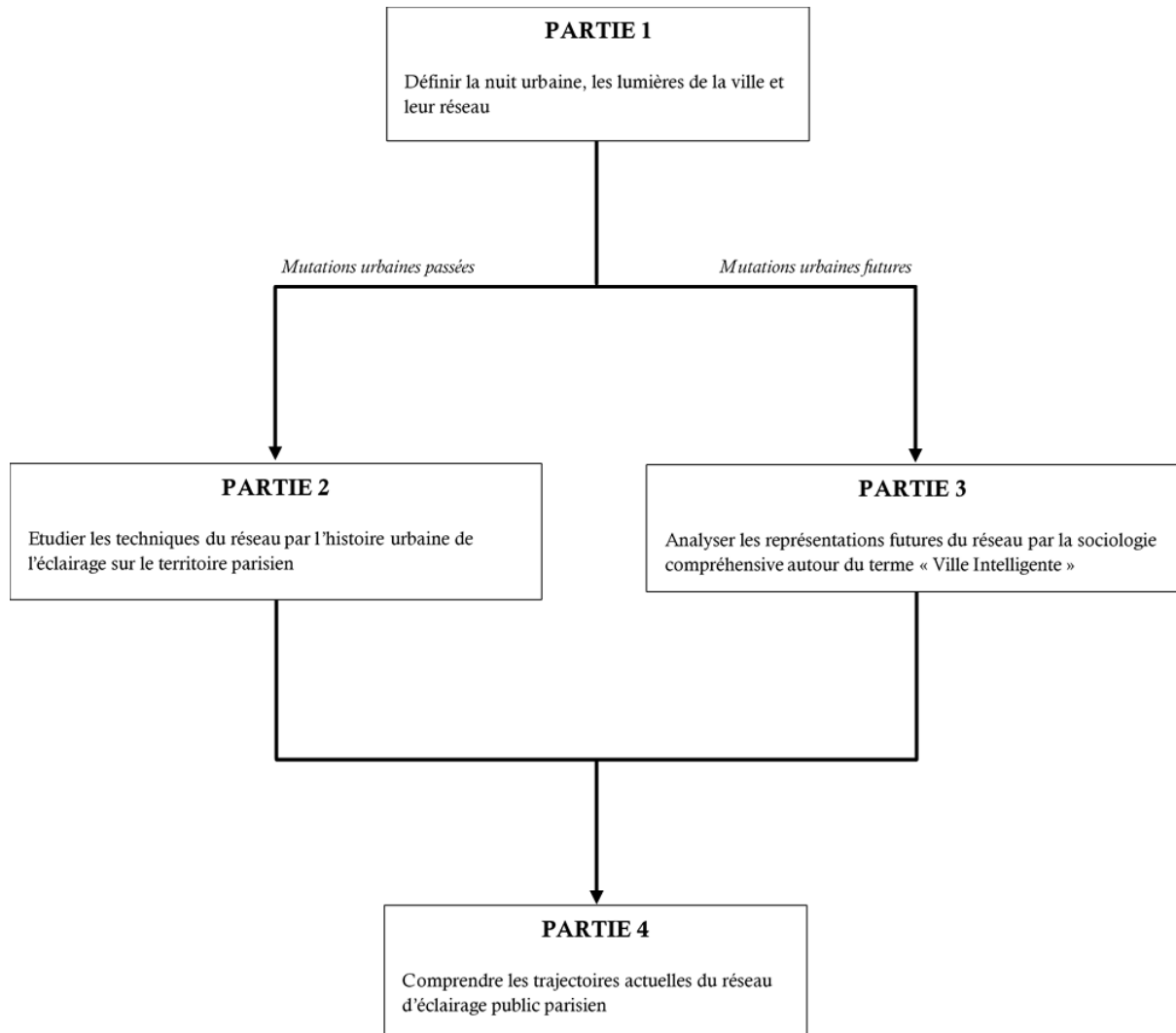
La Première Partie est celle de la définition de l'éclairage public, en tant que réseau urbain. Elle se nomme donc « Éclairer et faire réseau » et s'attèle à la définition technique, urbanistique et politique de notre objet d'étude. Afin de poursuivre cet objectif, cette partie débutera par la définition de la « Nuit » en tant que modalité temporelle et plus précisément à la « Nuit » dans l'espace urbain, ses conséquences, comme la nécessité d'éclairer, et en quoi cette dernière peut-elle revêtir les caractéristiques d'un réseau. Nous précisons ensuite le caractère physique de la « lumière » et en quoi sa production est nécessaire au maintien de l'activité humaine. Ceci fait, nous rentrerons en détails dans la production technique de lumière artificielle, les différentes formes que celle-ci peut prendre et leur classification. Enfin, ces différents jalons nous permettront de développer une théorie généraliste de l'évolution du réseau d'éclairage public, de son caractère « ponctuel » jusqu'à son état de réseau le plus abouti.

La Deuxième Partie prend appui sur les conclusions précédentes afin de développer une analyse axée sur le territoire parisien, au travers de l'histoire des techniques d'éclairage et de leurs modalités d'administration. Elle se nomme « Le réseau de lumière et le territoire, une histoire sociotechnique » et mettra l'accent sur l'articulation importante entre « technique » et « société » dans la construction du réseau d'éclairage public parisien. Nous débuterons par une bibliographie qui permettra de préciser ce que nous entendons par « histoire des techniques », par « territoire parisien » mais également des précisions sur la méthode d'analyse de la lumière dans le territoire et de son développement historique. Ceci fait, nous fournirons un cadre succinct du territoire parisien par une rapide histoire du développement de cet objet urbain, qui fera office de prérequis pour ce qui va suivre. Viendra alors le *corpus* principal de cette partie, l'historiographie du réseau d'éclairage public parisien et sa chronologie idoine, qui constitueront une base privilégiée de réflexion pour nombres de conclusions. S'en suivra une réflexion sur le « présent du réseau d'éclairage public et la manière avec laquelle son architecture technique et sa gestion actuelle sont héritées d'une sociotechnique ancienne.

La Troisième Partie consiste en la définition précise de ce qui existe derrière le terme « Ville Intelligente » et ses connexions avec le réseau d'éclairage public sur le territoire parisien. Elle se nomme « Un éclairage sur la Ville Intelligente ». Cette partie débute par ce que l'on pourrait appeler une épistémologie de la Ville Intelligente soit la recherche de l'origine des modalités de construction de la connaissance sur ce sujet. Cela sera l'occasion d'une bibliographie critique sur un terme ayant déjà suscité d'importants travaux académiques. Nous aurons alors toutes les connaissances requises pour la suite, qui est une étude sociologique des acteurs se revendiquant de travailler sur des sujets connexes à la « Ville Intelligente ». En adoptant la méthode de l'entretien qualitatif, le but est ici de comprendre en quoi les représentations sociales peuvent dépasser l'impossibilité ontologique de définir avec précision ce terme.

La Quatrième et dernière Partie nous permettra de prendre position et de conclure définitivement quant à la participation du réseau d'éclairage public aux mutations urbaines pouvant se réclamer de la « Ville Intelligente ». Elle se nomme « L'éclairage public parisien, un vecteur de construction de la ville intelligente ? » sous une forme interrogative. En compilant ce qui s'est constitué en de la « recherche-action » tout le long de la thèse et en fournissant un inventaire technique et une analyse des interactions entre acteurs, nous pourrions être alors en mesure de fournir une réponse à cette interrogation. Pour finir, nous prendrons réellement position sur l'inscription du réseau d'éclairage public dans les mutations urbaines actuelles, ceci grâce à la compréhension aigüe acquises pendant les parties précédentes et que nous appliquerons dans le chapitre final.

Cette méthode de réflexion impliquant des parties aux disciplines très différentes (notamment les parties 2 et 3), nous avons produit un schéma illustrant la dynamique générale de la thèse. On peut notamment y observer la manière avec laquelle la non linéarité des parties est au service d'un objectif final qui ne pourrait voir le jour autrement.



PARTIE 1 – ÉCLAIRER ET FAIRE RESEAU

INTRODUCTION DE LA PARTIE 1

Cette première partie se concentre sur la définition de l'objet que nous étudierons, à savoir le réseau d'éclairage public. Laissant une place importante à la bibliographie afin de positionner ce réseau dans les différentes disciplines mobilisées, cette première partie se divise en quatre chapitres.

Le premier chapitre est une étude bibliographique se concentrant sur la nuit, l'éclairage et les réseaux. Plus particulièrement leur existence sur le plan géographique et urbanistique et leurs liens réciproques. Le deuxième chapitre développe la production de lumière artificielle en définissant ce qu'elle représente sur les plans physique, physiologique et social. La troisième partie propose, quant à elle, une description des moyens techniques de production de cette lumière. Nous y élaborons une ébauche d'histoire généraliste de l'évolution des techniques d'éclairage en milieu urbain ainsi qu'une classification des techniques actuelles.

Enfin la quatrième partie prend appui sur les trois précédentes afin de proposer une théorie de l'évolution des réseaux d'éclairage public et de leurs étapes évolutives. Nous aborderons également la question des conséquences environnementales d'une telle évolution.

CHAPITRE 1.1 – NUIT, LUMIERE ET MONDES URBAINS

SOUS-CHAPITRE 1.1.1 - LA NUIT

INCISE ETYMOLOGIQUE

Avant de définir de manière académique notre objet d'étude à proprement parler, il nous a paru nécessaire d'en dessiner les contours au travers du socle environnemental de celui-ci, à savoir « La Nuit ». Cette simple proposition pouvant et ayant même déjà été au cœur d'ouvrages à part entière, nous ne nous étendrons pas outre-mesure sur une exégèse éventuelle. Néanmoins la caractéristique proprement substantielle que revêt l'objet dans notre réflexion nous incombe d'en faire une revue de littérature au travers de philosophes, géographes et auteurs ayant déjà largement contribué à cette réflexion.

Tout d'abord nous pouvons commencer par une incise étymologique, le dictionnaire Larousse définissant la nuit selon plusieurs modalités³ découlant du latin *nox, noctis* et qui signifie « la nuit ».

« 1. Durée comprise entre le coucher et le lever du Soleil et pendant laquelle ce dernier n'est pas visible ; obscurité, l'ombre plus ou moins grande qui accompagne cette durée.

2. Cette période considérée du point de vue de l'occupation ou du sommeil.

3. Obscurité à l'extérieur due à une cause atmosphérique. »

Dictionnaire Larousse – *Dictionnaire étymologique et historique du français*, 2019.

Dans notre cas et en anticipant nos besoins, c'est bien évidemment la première de ces trois modalités qui retiendra notre attention et peut-être la troisième sur un plan plus secondaire. **Nous définirons donc la nuit comme la durée comprise entre le coucher et le lever du soleil, durée pendant laquelle notre vision est altérée et pour laquelle une extension d'activité nécessiterait une source de lumière supplémentaire.** La deuxième définition représentant notre compréhension « sociétale » du terme, au sens par exemple de la

³ Larousse, *Dictionnaire étymologique et historique du Français*, 2019.

définition légale du « travail de nuit »⁴ en France, dépendant d'horaires fixes et donc la même quelque soient les saisons. Si cette explication est une porte d'entrée, nous nous proposons également de la décliner selon des modes de pensées philosophiques, artistiques et géographiques.

LA NUIT DES PHILOSOPHES ET DES ARTISTES

Sur le plan philosophique et de manière brève, la nuit est un concept cher aux philosophes hégéliens⁵ et plus précisément « Les Nuits ». Ainsi Hegel décrit les « nuits », au sens philosophique, comme des « indéterminés » et les faits précéder et suivre par les « déterminés » soient les êtres issus de « l'entendement » [17] ce qui, dans la philosophie hégélienne définit les nuits comme origine et finalité de la pensée. Ici les nuits sont un néant d'où provient tout être déterminé, il est l'indéterminé absolu pour ainsi dire. Nous plaçant, dans le chapitre suivant, dans une philosophie matérialiste en partie héritée de Hegel⁶, nous acceptons cette version « philosophique » de l'objet nuit.

Cette dernière revêt donc une importance particulière dans la pensée occidentale et il en fait une autre définition en tant que concept s'opposant à la « limite », qui définit le commencement de la négation, de la détermination [18]. Ici se confirment les dires précédents, la nuit est pensée comme « là où il fait sombre » à la fois en termes de « lumière pure » ou « d'obscurité absolue ». La réalité commence dans la « négation » qui diffère de la nuit car acceptant la « détermination ». En somme, sur le plan philosophique que nous choisissons comme paradigme, la nuit est le pinacle de l'indéterminé et donc de l'inexistant, en suivra une représentation, elle aussi, occidentale en conséquence.

Pour sortir du champ philosophique, et en changeant de localisation, s'il fallait retenir un auteur parmi les « penseurs de la nuit », il s'agirait alors de Jun'ichirō Tanizaki et plus précisément d'une de ses œuvres en particulier, un essai sur l'esthétique appelé *Éloge de l'ombre*⁷ [19]. Ce dernier est un ouvrage consacré à l'analyse d'une esthétique « orientale », ici japonaise, et de ses caractéristiques propres notamment en comparaison d'une esthétique « occidentale ». C'est au travers des couleurs patinées, de la pénombre et du clair-obscur qu'il argumente de la distinction entre les deux esthétiques, il en profite notamment pour fustiger l'esthétique occidentale où, selon lui, tout doit être éclairé.

Il apparait évident que les éléments de comparaison ainsi que les objets comparés (ici les édifices, les tenues, les villes et plus particulièrement leur essentialisation) tiennent de l'arbitraire. Néanmoins l'influence de ce penseur sur la perception moderne de l'obscurité dans son acception esthétique et le regard qu'il porte sur l'occident nous semble dignes d'être soulignés. Cela permettra notamment de s'interroger sur les raisons, dont l'immanence reste à prouver, poussant les organisations humaines à un éclairage visant à « chasser » cette obscurité.

Pour revenir en « occident », la Nuit y est aussi celle des poètes, des compositeurs, des peintres qu'il serait possible de lister de manière contingente sans la prétention de les présenter tous. De la *Sonate au Clair de lune* de Beethoven, en passant par les *Nuits de juin* de Victor Hugo, la *Nuit étoilée* de Vincent van Gogh ou même une chanson comme *Because the Night* de Patti Smith, la thématique nocturne possède une substantielle existence artistique. Elle compose alors, au moins en partie, notre imaginaire collectif. Nous allons donc essayer de comprendre en quoi elle construit également notre espace partagé.

GEOGRAPHIE DE L'ESPACE NOCTURNE

⁴ Articles L. 3122-2 et L. 3122-3 du code du travail. Ou voir <https://travail-emploi.gouv.fr/droit-du-travail/temps-de-travail/article/le-travail-de-nuit>

⁵ Nom donné aux philosophes se situant dans un courant de pensée se réclamant de Georg Wilhelm Friedrich Hegel, philosophe allemand du XIXème siècle.

⁶ Précisons toutefois que Hegel reste un penseur essentiellement idéaliste et que notre paradigme (comme cela sera développé) tend plutôt vers la relecture matérialiste *a posteriori* des réflexions hégéliennes. Un courant qui se rapproche de ceux qui se nommaient les « jeunes hégéliens ».

⁷ Dont une traduction de 2017 a d'ailleurs renommé en Français « *Louanges de l'ombre* ».

Afin de comprendre ce que cette période peut représenter comme conditionnement et déterminisme du point de vue d'une organisation humaine, nous reprendrons une architecture de représentation de « La Nuit » telle que développée dans la thèse de Samuel Challéat [5]. Partant de l'ambition de fournir un cadre académique à l'étude géographique de la « pollution lumineuse », cette structure de pensée nous paraît pertinente et cohérente vis-à-vis de notre propos. Notamment car cette définition se concentre sciemment sur une perception occidentale de la nuit, quelques références mises à part.

Ce premier pan d'analyse commence par la considération de la nuit et de son caractère « ambivalent », à savoir la dualité de perception, voire de représentation, de la Nuit, entre moments de liberté et crainte pour son intégrité. Elle peut notamment être rattachée au rêve et constituer en cela « moyen d'accès à l'inconscient individuel au travers d'un inconscient collectif » selon les mots du psychiatre Carl Jung [20]. Paradoxalement, elle constitue un creuset d'antagonistes dès l'enfance avec les contes et légendes et est ainsi un élément important de ce que l'on pourrait appeler le « folklore de de la peur » [21]. Cette dualité se retrouve dans l'organisation du temps de travail actuel, dont il était question précédemment⁸.

Une action, une activité, un évènement se produisant pendant ce temps normalement réservé au sommeil s'inscrira donc avec plus de facilité comme une « catastrophe »⁹ [22]. C'est-à-dire comme un évènement renversant le cours habituel, normal des événements et devant donc faire l'objet d'une attention accrue quant à la prévoyance de sa survenue. Cette caractéristique spécifique au temps nocturne est consubstantielle à sa désignation précédente en tant qu'espace libérateur. S'inscrivant dans une réalité et un espace urbains, cette organisation journalière devient la « nuit urbaine » [5], un espace géographique dans lequel la nuit peut revêtir un caractère festif, libérateur, productif (pour une minorité) et suspect.

Cette organisation socio-spatiale s'inscrit dans celle des villes en tant qu'objet philosophique au sens large. Si « la ville est la projection au sol des rapports sociaux » comme le résumait Henri Lefebvre [23], « la ville la nuit » est un cas particulier de cette projection, qui dans une certaine mesure l'exacerbe. Faisant ainsi également de la nuit urbaine un espace de ségrégation sociale, dans lequel les activités, les lieux de socialisation et les moyens d'accès à ceux-ci dépendent encore plus des conditions sociales des acteurs considérés. **En somme l'appropriation différenciée de l'espace nocturne se fait toujours dans le cadre des inégalités structurelles de l'espace urbain (diurne et nocturne).** Cette ségrégation socio-spatiale peut se retrouver autour d'exemples qui n'ont de valeur que de manière anecdotique mais qui constitue d'efficaces illustrations.

- Les lieux de consommation d'alcools en général ;
- Les boîtes de nuit et les barrières financières et symboliques à leur entrée ;
- Les quartiers dits « à éviter la nuit » (voir *Figure 1*) et ce que leur dénomination contient en tant qu'axiologie de classe [24] ;
- Les espaces publics constituant le lieu de sommeil ou d'activité pour les personnes Sans Domicile Fixe (SDF).

⁸ Le temps de travail est réparti principalement sur les horaires diurnes en France, le travail nocturne ne concernant qu'entre 15% et 20% des actifs. Le temps pendant lequel la lumière naturelle est la plus absente représente ainsi une part importante de notre temps « libre », c'est-à-dire non contraint par une activité « productive ». En conséquence ce temps, en partie nocturne, devient à la fois un espace libérateur car sans contraintes tout en contenant le temps du sommeil, plus indispensable encore à notre existence que le temps de production (*Le travail de nuit en 2012*, Ministère du Travail. DARES Analyses 2014-062).

⁹ Qui signifie « bouleversement » selon l'étymologie grecque originale.

Cet ensemble d'illustrations peut être transcrit schématiquement via le schéma en *Figure 1* où, en reprenant une organisation « classique » (bien qu'arbitraire) de l'espace urbain occidental, l'auteur y souligne ainsi la séparation des différents acteurs de celui-ci, la nuit venue. Mettant d'autant plus en exergue les possibilités de rencontre entre ces différents acteurs dont les pratiques respectives de l'espace urbains différent, notamment si on assume une analyse par classe sociale [24].

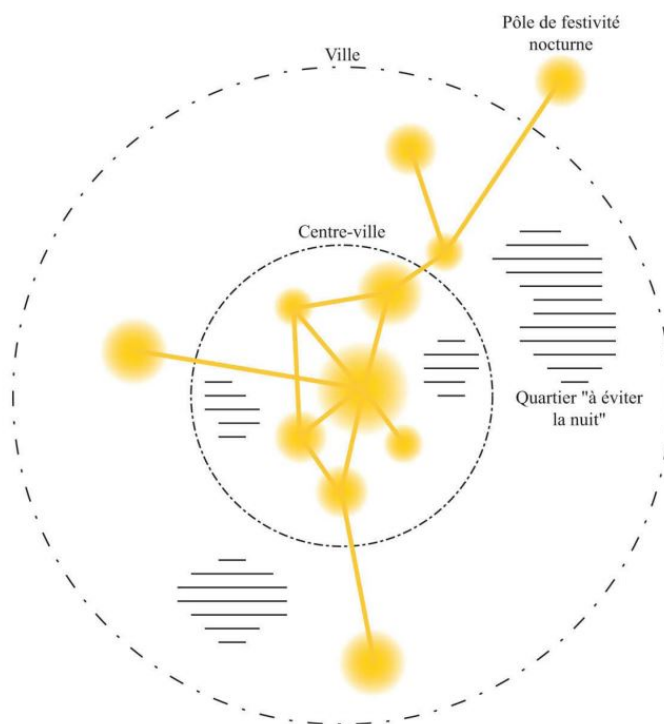


Figure 1 - Schématisation de la ville nocturne festive en archipels. D'après Lamand : *La nuit des nouvelles temporalités urbaines* (2006).

Prenant un autre paradigme d'analyse, nous pouvons également souligner les différences d'âge associées à la pratique de l'espace urbain, en France en tous les cas. C'est ce qui est souligné en *Figure 2* sur la base de statistiques datant de 2001 mais dont les ordres de grandeur nous paraissent toujours valables de manière conjecturale. On y observe très nettement que plus les individus de l'échantillon considéré sont âgés et moins l'usage de l'espace urbain nocturne est fréquent.

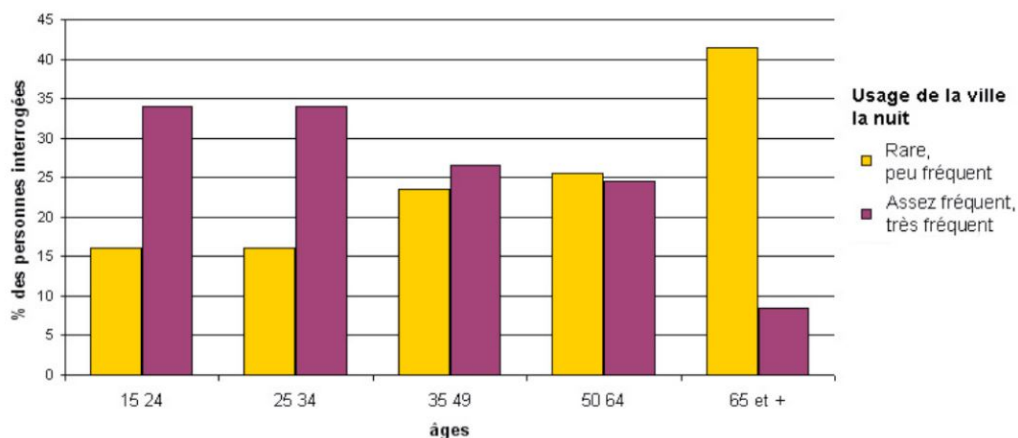


Figure 2 - "La ville la nuit : une appropriation inversée en fonction de l'âge". Lamand (2006), d'après le sondage SOFRES "Les français et le temps dans la ville" de mai 2001.

La Nuit est donc créatrice d'espaces, au sens de la géographie des interactions sociales, ce qui peut être qualifié de « chronotopie » en urbanisme [25]. Tout ceci en plus de correspondre à une réalité astronomique, une durée légale¹⁰ et un objet de pensées et d'arts. Dès lors, il va nous falloir expliquer succinctement la coexistence de ces attributs et produire une réflexion plus générale afin d'esquisser une compréhension du besoin de « chasser la nuit », soit d'éclairer artificiellement.

EXPLICATION, GENERALISATION ET PRISE DE HAUTEUR

Si l'on considère la nuit sans artefacts humains, celle-ci ne propose, comme meilleure source d'éclairage, que la lumière de la lune. Il devient alors difficile de distinguer aussi clairement les couleurs que pendant le jour, nous passons d'une vision « photopique » à une vision « scotopique » (du grec *skopos*, l'obscurité)¹¹ [5]. Pour être bref, cette vision ne fait pas appel aux mêmes cellules photosensibles que la vision de jour, celles-ci étant plus sensibles (de manière à capter toute source même minime) mais répondant à toutes les longueurs d'onde du spectre visible. Ainsi, la vision de nuit est, ou bien en « noir et blanc » ou bien concentrée exclusivement sur un éventuel ciel étoilé, un éventuel clair de lune. Donnant lieu à des paysages hétérodoxes par rapport aux temps d'activités diurnes habituelles, la nuit constitue alors une source intarissable d'inspiration, de réflexion et de connaissances.

Cette vision altérée ainsi que l'espace urbain qui en dessine les contours permettent d'envisager un temps pendant lequel nos actions pourraient être moins dictées par notre rapport aux autres et le conditionnement qui en découle. C'est ce temps particulier qui a inspiré un philosophe comme Michaël Foessel dans son ouvrage dans lequel il propose de revendiquer un « droit à la nuit » pendant lequel certains critères moraux pourraient être neutralisés [26]. Sur un autre aspect, les écrits de Samuel Challéat [5] montrent également le lien ténu entre la nuit et l'observation astronomique. Qu'il s'agisse de s'orienter, de mesurer la saisonnalité ou de favoriser la création de mythes partagés, les étoiles et l'observation de leurs cycles font partie intégrante de cet espace nocturne qui sera, nous le verrons, mis à mal par l'éclairage artificiel.

Ces réflexions s'opposent pourtant à d'autres phénomènes culturels, comme la célébration presque trans-civilisationnelle du solstice d'hiver, soit métaphoriquement du « retour de la lumière » par le rallongement des jours. De même il est d'usage, dans une vision linéaire de l'évolution de la pensée occidentale¹², d'opposer l'obscurantisme moyenâgeux aux Lumières de la renaissance, appuyant par là une évolution méliorative de la pensée critique. **Ainsi éclairer cette nuit peut apparaître à la fois comme un besoin légitimé par les désirs de réduire ce domaine de l'indéterminé philosophique et de l'amoral, et en même temps un moyen de rallonger le rythme diurne, notamment dans les activités de production.**

Ces deux caractéristiques se retrouvent dans le lien que l'on retrouve au travers des écrits de toute époque concernant l'éclairage artificiel, son aspect sécuritaire¹³ [27]. Dès lors, éclairer peut apparaître (et apparaît) comme une évidence historico-culturelle et le « pourquoi » ayant été élucidé, il devient temps de s'intéresser à la question du « comment ».

SOUS-CHAPITRE 1.1.2 – L'ARTIFICE LUMIERE

PRECURSEURS, L'ECLAIRAGE PUBLIC COMME OBJET D'ETUDE URBAIN

¹⁰ Au sens du « travail de nuit » par exemple.

¹¹ Le sous-chapitre 1.1.2 développe plus amplement et en détails ce sujet.

¹² Ce qui constitue une simplification de la pensée philosophique et peut être légitimement considéré comme « trivial » mais ne constitue pas notre objet d'analyse.

¹³ La Partie 2 développera l'évolution historique de cet aspect notamment.

Lorsqu'il est question d'étudier l'éclairage public¹⁴ ou bien l'éclairage urbain¹⁴ ou encore le réseau d'éclairage¹⁴, il est complexe de savoir par quelle perspective le considérer. Devrait-on utiliser une approche historiographique immédiate, se concentrer sur l'évolution des techniques ou bien l'étudier comme un objet académique évanescant selon une méthodologie de théorie urbanistique ? Le choix sera, conjecture faite, forcément décisif sur la suite de la réflexion. Ce qui est proposé ici est donc la typologie de définition la plus cohérente que nous ayons expérimenté, à savoir commencer par une revue de littérature *ex nihilo* en prenant pour point d'appui des autrices et auteurs ayant défini cet objet de manière scientifique.

Prenant le parti pris de la réflexion inductive, la revue de littérature qui va suivre compte sur la perception primaire que les lecteurs auront de ce que nous avons appelé « L'artifice lumière ». Soit tout moyen de production de lumière de manière artificielle, dans le but de compenser son absence entravant la tenue de diverses activités humaines. La réflexion sur le plan physique (et technique) se trouvera dans le Chapitre 1.2 et sur le plan historique tout le long de la Partie 2.

Commençons cette bibliographie par un auteur qui pourrait cocher toutes les cases d'un précurseur en la personne d'Abraham Moles. Ayant été enseignant à l'Université de Strasbourg et ayant marqué, par ses recherches, les champs académiques à la fois de l'esthétique, de la psychologie et de la théorie de l'information, M. Moles s'est également illustré par un article de référence en 1981 [28]. Paru dans la revue LUX¹⁵, sa rédaction vise à théoriser ce qu'il appelle lui-même les « fonctions de la lumière dans la ville », il les classe selon une nomenclature. Celle-ci se base à la fois sur l'expérience des éclairagistes et sur une illustration via des échantillons pris à titre d'exemples. La meilleure manière de présenter cette théorisation est via le tableau issu de cette nomenclature visible en Figure 3. On y trouve une ligne pour chaque fonction

○ ○ ○ ○	Lieux d'animation	Rue commerçante	Centre ville	Rue résidentielle	Passage piétonnier	Rue de suburbia
0. Fonction GÉNÉRALE - La source éclaire: accroissement des contrastes et des couleurs - La source irradie des objets - La source transmute (jeu des couleurs)	●	●	●	●	●	●
1. Fonction de BALISAGE Repérer les signes successifs d'un trajet urbain par des éléments d'orientation	●	●	●	●	●	●
2. Fonction PSYCHOMOTRICE Accroître la coordination entre la marche ou la conduite automobile et la perception globale de l'environnement (texture du sol)	●	●	●	●	●	●
3. Fonction d'AMBIANCE Y voir: distinguer un paysage dans sa structure de détail, discerner et apprécier les passants	●	●	●	●	●	●
4. Fonction de SÉCURITÉ Augmenter le champ du regard. Permettre l'évaluation de la situation réciproque des passants. Dissuader l'agression	●	●	●	●	●	●
5. Fonction de VALORISATION Révélation du décor. Illumination des monuments et éclairage des vitrines; souligner, orienter le regard	●	●	●	●	●	●
6. Fonction de PROMOTION VISUELLE Vitrines, étalages, publicités, passants	●	●	●	●	●	●
7. Fonction de SPECTACLE Construire avec les lumières un plaisir esthétique, indépendant du décor matériel	●	●	●	●	●	●

Figure 3 - Classification des fonctions de la lumière dans la ville - Abraham Moles (1981).

¹⁴ Pour le moment, sauf mention contraire, ces termes définiront le même objet.

¹⁵ Revue francophone à caractère technique et industriel portant sur l'éclairage.

et une colonne pour chaque typologie urbaine, les correspondances permettant d'établir des comparaisons quantitatives quant à cette utilisation de la lumière artificielle.

Ces huit fonctions constituent encore aujourd'hui une grille de lecture valide tant leur méthodologie de création a été éprouvée. Cette première manière de classer les fonctions de l'éclairage artificiel constitue un jalon primaire de la théorie de l'aménagement lumière. Comme toute classification elle contient sa part de contenu critiquable car s'appuyant sur des logiques inductives, elle n'en reste cependant pas moins fondatrice d'une nouvelle méthodologie d'appréhension de la lumière.

Reprenant les outils et les concepts de l'aménagement de la ville, notamment ceux du « projet urbain », il se focalise autour de la lumière comme outil d'aménagement en fonction des besoins citadins et à destination des aménageurs. Bien sûr, cette classification n'est en rien immuable et est même vouée à évoluer en fonction des nouvelles utilisations qui seront faites de l'éclairage artificiel, voire des évolutions techniques qui permettront d'autres modalités d'usages. En plus de cela, toute classification de ce type est forcément influencée par des variables spatiales et (donc) culturelles, la séparation même en différentes catégories étant très liée à la localité. Une des finalités de cette thèse pourra être la proposition de nouveaux horizons quant à l'utilisation de l'éclairage public.

DEVELOPPEMENT, L'ECLAIRAGE PUBLIC COMME UNE POLITIQUE PUBLIQUE

En continuité avec la dynamique de théorie urbanistique d'Abraham Moles, se trouve la thèse de Sophie Mosser datant de 2003 : « Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions » [1], celle-ci fournit un cadre d'analyse à la fois politique et technique sur l'objet « éclairage public » dans l'urbanisme contemporain. Au travers d'une riche et brillante revue de littérature ainsi que de réflexions issues de cette dernière et de travail « de terrain », elle y développe une existence théorique pour l'éclairage public qui vise à le faire sortir de sa position subalterne dans les objets d'étude urbains¹⁶. Prenant appui, notamment mais pas uniquement, sur les travaux d'Abraham Moles, elle retiendra trois mutations contemporaines de l'éclairage public.

1. La réflexion de l'utilisateur, de plus en plus prégnante dans la « fabrique de la ville nocturne » [1] ;
2. L'attention aux spécificités des sites, en opposition à une démarche globalisante ;
3. La complexité impliquant la coordination et la composition¹⁷, avec la pluralité des acteurs de l'espace public¹⁸.

Sa réflexion épistémologique la pousse à faire remonter son cadre d'analyse jusqu'à l'hygiénisme ou elle n'hésite pas à parler de « pré-urbanisme » [29]. Cela lui est notamment utile lorsqu'elle construit une critique du lien supposément évident que l'inconscient collectif a construit entre « sécurité » et « éclairage ». Un lien ténu dont nous aurons l'occasion de reparler et qui a d'ailleurs donné lieu à un « État des savoirs » [30] dont la rigueur et l'exhaustivité nous pousse à la considérer (encore aujourd'hui) comme la méta-étude la plus complète sur le sujet.

¹⁶ Elle le replace également dans le cadre de ce que l'on pourrait appeler une « politique publique », soit « un ensemble de moyens mis en œuvre par les pouvoirs publics pour atteindre un objectif dans un domaine particulier ».

¹⁷ Soit la gestion des différents acteurs de l'espace public, au travers de leurs objectifs communs (coordination) et de leurs contradictions (composition).

¹⁸ Soit l'entité spatiale dont la gestion et la délégation de la gestion incombent en particulier à la puissance publique.

Pour revenir à son objet d'étude principal, elle cadre également sa pensée scientifique au moyen du concept de « fondements axiologiques ». Il faut comprendre ici que la portée des réflexions qu'elle développe provenant, même de manière extrêmement minimale, d'un jugement de valeur, celles-ci devront être considérées au travers de ses valeurs-ci. En découle une identification de trois limites cette fois-ci, qu'elle exprime comme suit.

1. Limite interne, l'évaluation et les objectifs étant limités depuis leur conception (la relation avec l'aspect sécuritaire de l'éclairage notamment) ;
2. Les limites en termes d'application. L'attention sur les aspects théoriques de l'éclairage ayant globalement une attention importante comparativement à l'application concrète ;
3. Une limite, enfin, purement axiologique que l'on peut résumer par « limite de valeurs ». Qui pourrait opposer « les qualités » à « la Qualité » de l'éclairage et qui pose également la question de la définition de ces termes.

Toutes ces limites peuvent converger ou trouver un résumé succinct dans le terme de « tautologie du concepteur »¹⁹ qui exprime le caractère particulièrement déterminé de la conception lumière. Nous pourrions résumer ainsi cette manière de penser : l'argumentaire préétabli influence les évaluations *a posteriori* en justifiant son propre référentiel de valeurs et donc en s'auto-analysant.

Une fois les limites trouvées, Sophie Mosser s'intéresse à la définition de la lumière comme un objet politique, c'est-à-dire au sein d'un système urbain dont la décision a à voir avec l'ensemble de ses acteurs. Elle différencie en cela la « politique de la lumière urbaine » de la « conduite des actions dans le domaine privé » [1] car la première, selon elle, consiste en la satisfaction d'un besoin commun et non, en comparaison à la seconde, en la vente d'un service. Une justification se trouve en la qualité structurante de l'éclairage public dans la définition du *rythme nyctéméral*²⁰, un rythme « allant de soi » [1] dans la société moderne et, dans sa variante modifiée par l'éclairage public, permettant la tenue d'activités nocturnes humaines.

Continuant sur la déclinaison politique de son objet d'étude, la réflexion la pousse à considérer l'éclairage public comme un bien commun, au sens politico-économique du terme [31]. Allant jusqu'à le définir comme un « commun pur », en ce qu'il remplit parfaitement les cinq conditions listées ci-dessous. Celles-ci correspondent à la définition, pour ainsi dire, communément admise des biens communs [32].

1. Impossibilité d'exclusion par l'usage. Une consommation partagée ne pouvant pas vraiment souffrir de l'accaparement à moins d'une volonté précise justement ;
2. Impossibilité d'exclusion par le prix. Du moins dans sa mise en place actuelle ;
3. Obligation d'usage. Dans la mesure où il paraît difficile de s'en passer lors d'activités urbaines de nuit ;
4. Inappropriabilité par une personne particulière, également dans sa mise en place actuelle ;

¹⁹ Soit l'autojustification inhérente à la conception d'éclairage public, les moyens de concevoir apportant, par anticipation, la réponse aux raisons de la conception.

²⁰ Du grec *nukthéméron*, composé de *nux*, *nuktos*, « nuit », et *héméra*, « jour ». Soit l'alternance du jour et de la nuit dans un cycle de vingt-quatre heures.

5. Concernement collectif, du fait de son caractère déterminant pour l'ensemble de l'espace nocturne.

D'une liste de critères à une autre, la considération de l'éclairage public comme un bien commun amène à pouvoir, sur une logique analogue, lui faire remplir les conditions de réponse aux trois principes du service public [33].

- Principe de continuité, le service ne devant pas fonctionner par à-coup et connaître des interruptions brutales ;
- Principe d'égalité, tous les citoyens devant bénéficier du service public dans les mêmes conditions ;
- Principe de mutabilité, les prestations fournies au public devant continuellement être adaptées à l'évolution des besoins.

Enfin une analyse « politique » *stricto sensu* pourrait, selon l'auteurice, faire porter à l'éclairage public la charge d'expression de la « puissance » de la ville considérée. Comme nous le verrons amplement dans la Partie 2, l'artifice lumière est un puissant outil de communication, voire de propagande pour le sujet politique que peut être la ville. Ne désigna-t-on pas Paris comme la « Ville Lumière » ?

Ayant circonscrit et analysé l'objet d'étude, il est temps d'en expliciter les différentes barrières pouvant être rencontrées dans la mise en place des principes théoriques évoqués précédemment. Celles-ci sont à la fois nombreuses et complexes car découlant directement d'un système lui-même complexe. Or il apparaît que lorsque l'on se réfère à la sociologie des organisations, les effets pervers provenant de la gestion, *a fortiori* par une multitude d'acteurs, d'un système complexe peuvent parfois dépasser, en termes de désagréments, les problématiques initiales [34]. Sophie Mosser propose donc d'appliquer cette méthodologie sociologique, utilisée à l'origine dans le but d'analyser l'État Providence en France, afin d'en expliciter les écueils relatifs spécifiquement à l'éclairage public et à ses modalités de gestion.

Rappelant que les politiques publiques doivent être évaluées et que cette évaluation définira, par la suite, leurs futures modalités de gestion, Sophie Mosser propose de schématiser cette évaluation de manière linéaire en Figure 4. S'inspirant des méthodes d'évaluations des politiques publiques françaises, elle met en exergue les problématiques rencontrées lors de l'évaluation d'une politique d'éclairage. Notamment la notion de « problème » particulièrement difficile à cerner dans le cas de l'éclairage public et qui prend vite un aspect tautologique comme expliqué précédemment¹⁹.

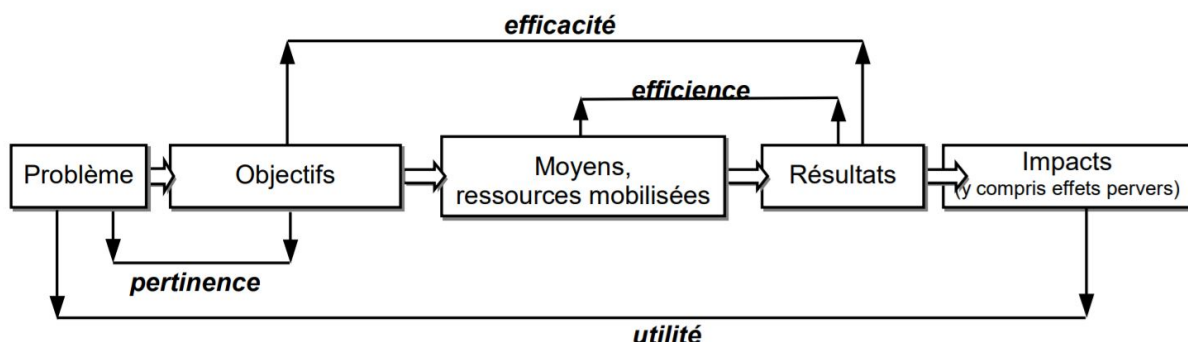


Figure 4 - Schéma simplifié du processus d'une politique publique, Sophie Mosser (2003).

De là peuvent découler un nombre d'écueils et d'effets pervers considérables qui peuvent même faire partie intégrante des évaluations elles-mêmes. Ces évaluations étant *ex tunc* (ou concomitantes), elles sont donc réalisées au fur et à mesure du déroulement de l'action publique et ont un but *endoformatif*, c'est-à-dire qu'elles aident les acteurs publics à connaître les effets de leurs interventions afin de mieux les ajuster à leurs objectifs. Ces objectifs découlant directement du problème, celui-là même dont la définition avait un caractère tautologique, l'ensemble du processus possède donc un fort potentiel de production d'effets pervers.

L'évaluation a alors souvent la légitimation comme objectif, ce qui représente un écueil fondamental par rapport à un raisonnement supposé scientifique où la légitimation est apportée par le résultat de l'évaluation. Nonobstant la qualité (justement) hautement axiologique de la conception même de cet éclairage. Malgré toutes ces imprécisions (sur le plan purement scientifique), **il est possible de mesurer tout de même deux variables apportant une évaluation au travers du prisme des inexactitudes [1].**

- **La pertinence**, soit le rapport des besoins sur les objectifs ;
- **L'utilité**, soit le rapport des besoins sur les résultats.

Ce qui permet, au passage, de rappeler que l'éclairage public doit toujours tendre vers un rapport préférentiel envers les besoins des usagers. Sophie Mosser propose en sus plusieurs écoles de pensées permettant de nourrir cette réflexion concernant la pertinence de l'éclairage urbain.

- **L'École de Chicago**, s'inspirant directement de l'écologie pour caractériser les relations entre groupes sociaux et territoire²¹. Proposant un lien de causalité entre les formes urbaines et les comportements sociaux. Proposant des noms comme Clifford Shaw, Ellsworth Faris ou Henry Dunham [35] ;
- **L'École constructiviste de Moscou** (dans les années 1930) qui se place dans une perspective critique vis-à-vis des formes précédentes d'architecture jugées bourgeoises. Ainsi d'une école de pensée ou les formes architecturales (et non les zones urbaines) seraient en lien avec les formes sociales (et non les comportements). Des noms comme Moïseï Ginzbourg ou Lazar Lissitzky sont évoqués [36] ;
- Enfin, non pas une École à proprement parler mais **un penseur en la personne de Roland Barthes** qui dédie une partie de ses analyses aux formes urbaines selon la citation qui suit.

« une ville est un tissu formé non pas d'éléments égaux dont on peut inventorier les fonctions mais d'éléments forts et d'éléments neutres ou bien, comme disent les linguistes, d'éléments marqués et d'éléments non-marqués »

Roland Barthes – *Sémiologie et urbanisme* [37]

²¹ Née dans les années 1920-1930 où la ville de Chicago, subissant une explosion démographique considérable ainsi que de nombreuses situations de violences, d'inégalités sociales et de pauvreté a constitué un terrain d'étude pour l'Université qui voyait un lien entre organisation spatiale et organisation sociale.

Ces trois écoles sont les archétypes des visions différenciées de l'urbain au XXème siècle, entre la sociologie comportementale étatsunienne, la théorie sociétale et architecturale soviétique et le « pas de côté » que l'on doit à un auteur français, un choix devra s'opérer. Dans notre cas, il s'agira du troisième, dont le paradigme philosophique nous semble le plus à même de décrire les évolutions du réseau dans le cas d'étude qui sera le nôtre dans les parties 2,3 et 4.

Pour résumer ces différents pans de contribution à la théorisation de l'espace urbain, Sophie Mosser parle enfin de proxémie, donc d'une division subjective de la ville en rapport avec son environnement. Elle propose également un lexique récapitulatif autour de trois concepts qui lui seront utiles lors du développement de sa thèse.

- La construction perceptive ;
- Les liens entre la perception formelle et la signification ;
- L'approche écologique et la perception.

De conclure sur un diptyque finalisant : la perception-évaluation est l'addition/la coexistence du constructivisme et de l'interactionnisme (mettant l'accent sur l'interaction entre les individus et leurs environnements). De là elle propose, à partir notamment d'un terrain d'étude à Rouen, son propre modèle « d'instruments d'actions » afin de mieux appréhender les enjeux de l'éclairage public. Son hypothèse se résumant comme ci-dessous.

« Les installations d'éclairage ne sont pas le fait d'un opérateur bien identifié qui applique les objectifs linéairement, mais sont la résultante d'élaborations sociales »

Sophie Mosser – *Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions* [1]

En se posant la question de la pertinence des principes sur lesquels, justement, ces élaborations sociales reposent, plusieurs lignes directrices devant y être intégrées sont définies. Ceci lui permet de remettre en question le processus d'une politique publique et d'en élaborer une nouvelle version, visible en *Figure 5*. En incluant dans celle-ci les imprécisions propres aux élaborations sociales, la réalité du processus est mise à jour et avec elle la version démystifiée de la politique publique.

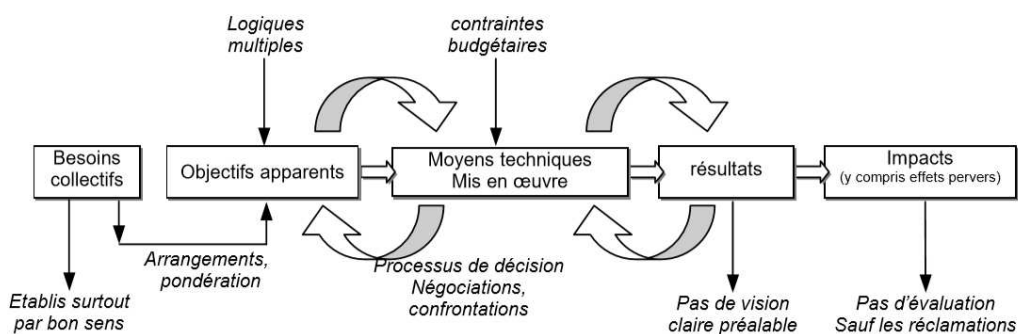


Figure 5 - Schéma simplifié du processus d'une politique publique, maintenant remis en question, Mosser (2003).

C'est cette démystification, appliquée à l'éclairage public, qui nous permettra au mieux d'appréhender cet étrange objet urbain, à la fois ubiquitaire et structurant pour l'espace nocturne, en même temps que non réellement défini en fonction des besoins propres qu'il remplit. L'éclairage public est partie intégrante de l'espace urbain et partie structurante de la fabrique nocturne, cependant que sa formation est engagée par rapport à des « représentations du bien public » [1]. Cela signifie, en somme, que la représentation que l'utilisateur et l'administrateur se font d'un service aura une influence sur l'environnement même dans lequel ce dernier s'intégrera. Ce service qu'est l'éclairage apparaît alors comme le résultat d'un processus visible en *Figure 6*, processus dans lequel on comprend que la mise en place n'est pas complètement liée à la réponse linéaire à un besoin circonscrit.

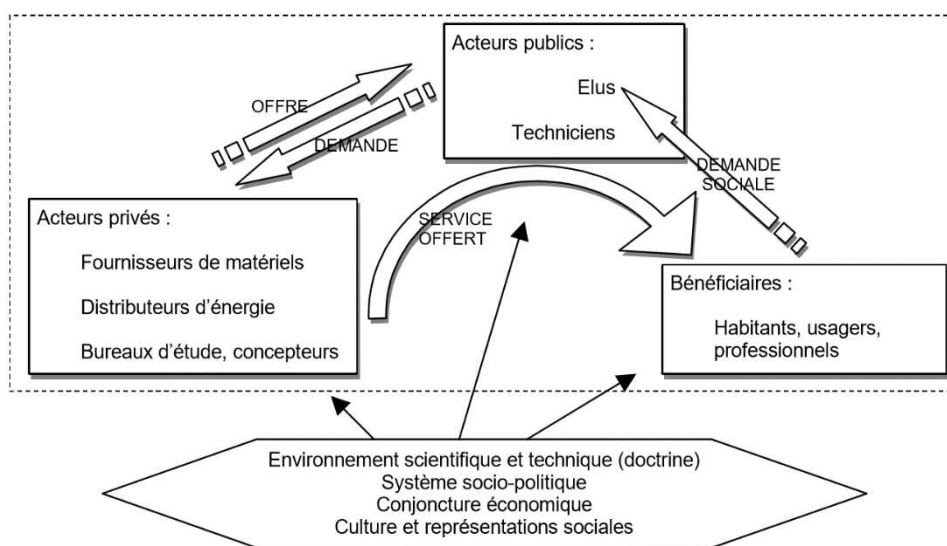


Figure 6 - Le service « éclairage public » vu comme la résultante d'un processus, Mosser (2003).

Il faut bien avoir à l'esprit que les réflexions de Sophie Mosser n'ont pas pour but l'opposition entre une logique de politiques « substantielles » (donc découlant de manière claire de besoins définis *a priori*) et une logique procédurale (prenant en compte les interactions sociales sous une forme de « négociation » entre acteurs). L'intérêt est cependant de mettre en exergue la caractéristique proprement procédurale de beaucoup de politiques publiques en général et de l'éclairage public en particulier, le tout expliqué très clairement par la citation ci-dessous.

« Il faut s'écarter de la démarche consensuelle de la logique procédurale, qui ne consiste généralement pas en une construction mais en une réduction à un minimum commun de divers intérêts individuels. »

Sophie Mosser – *Éclairage urbain, enjeux et instruments d'actions* [1]

De là découle plusieurs corollaires, tout d'abord lorsque nous étudierons (en partie 2 principalement) un réseau d'éclairage public en particulier, celui-ci sera inséparable des processus sociaux et politiques ayant permis ou favorisé sa mise en œuvre. Ensuite la compréhension d'un objet d'étude si vaste, dans la complexité de sa mise en place et de sa gestion, nécessitera une abstraction et une forme de renoncement, en tout cas quant à la perspective d'une illusoire exégèse technique de l'objet d'étude. Enfin, la modeste réflexion que nous tenterons d'apporter à ce pan d'étude en reste conditionné à la fois par notre terrain et nos paradigmes d'analyse.

OPERATIONNEL, L'ECLAIRAGE COMME UN SERVICE

La recherche sur l'éclairage public concerne aussi en grande partie un volet opérationnel et technique des « arts d'éclairer l'espace urbain ». A ce titre, nous proposons ici la présentation d'une partie des réflexions de Jean-Michel Deleuil, ce dernier ayant fait école autour d'une posture de recherche urbanistique faisant dialoguer les dispositifs techniques, les usages sociaux et le processus politique. Ce que nous proposons ici est une présentation de cette autre modalité de recherche académique sur notre objet d'étude. Une méthodologie marquée notamment par un dialogue entre l'agencement opérationnel des infrastructures (le « comment éclairer ») et l'appropriation usagère de celles-ci (le « qui est éclairé » et ses conséquences). Tout d'abord précisons que ces réflexions sont en partie situées dans un territoire circonscrit, à savoir la ville de Lyon [4], à la fois lieu d'étude et terrain des recherches. Ceci allant presque de soi aux vues de l'approche décrite précédemment et n'empêche en rien une montée en généralité, il nous apparaissait cependant nécessaire de rappeler cette réalité avant d'en dessiner les contours.

Cette partie importante de la recherche académique a contribué à dessiner les contours d'une approche opérationnelle différente du service « éclairage public ». Pour le résumer de manière succincte, l'on pourrait dire que l'éclairage est ainsi passé du statut de scénographie monumentale de la ville nocturne se projetant « de façon ostentatoire sur des façades emblématiques » [38] à celui de mise en confort de l'utilisateur dans une ambiance le « baignant de lumières harmonisées » [38]. Ce changement de statut, comme le précise les auteurs cités précédemment, est en partie de l'ordre de la communication politique, ce qui ne l'empêche pas d'influencer le service ou, *a minima*, de décrire les contours d'un changement de paradigme technico-politique. Cette nouvelle éthique de l'éclairage « serviciel » n'a pas été exempt de critiques alimentant le débat scientifique, notamment car elle reste associée à une action unilatérale de la puissance publique se basant sur la représentation « paternaliste » [1] qu'elle se ferait de l'utilisateur. Sans avoir ici la prétention d'esquisser une prise de position, il nous paraît important de souligner ce point : l'éclairage public dans son acception académique (en tant que pan de recherche en urbanisme) a été le sujet de débats et le sera vraisemblablement à l'avenir.

Cette « pensée en action » a trouvé son manifeste académique autour d'un ouvrage collectif en particulier, rassemblant savoirs et connaissances sur le sujet et intitulé « Éclairer la ville autrement » [39]. Rassemblant des expérimentations techniques et technologiques, des réflexions sur la scénographie, des enquêtes sociologiques et des pistes de réflexions conceptuelles, nous tenterons ici de résumer uniquement les axes qui nous intéressent, à savoir la différence de conceptualisation que cet ouvrage implique concernant l'objet « éclairage public »²². Commençons par la définition qu'en fait Jean-Michel Deleuil de manière très explicite en reprenant la terminologie d'une équipe de recherche en urbanisme de l'INSA Lyon.

²² De nombreuses autrices et de nombreux auteurs ont participé à cet ouvrage, notamment Samuel Challéat dont il était question précédemment.

« L'éclairage public constitue un dispositif technique et spatial de l'urbain dont la particularité réside dans un service discontinu : pour rendre praticable la ville nocturne, on encombre inutilement l'espace public diurne. »

Jean-Michel Deleuil : *« Éclairer la ville autrement. Innovations et expérimentations en éclairage public »* [39]²³.

Cette spécificité duale²⁴ de l'éclairage est consubstantielle à son imbrication dans l'espace urbain et constitue une particularité en ce qu'elle fait grandement différer l'infrastructure lumineuse du reste des réseaux techniques urbains. Son autre spécificité étant de s'adresser à des « usagers potentiels », à savoir que, dans sa déclinaison opérationnelle actuelle²⁵, l'on éclaire la ville de manière continue en misant sur le fait que cette lumière sera utile à au moins un usager. L'analyse fait remonter la vocation de l'éclairage à « repousser la nuit et prolonger la ville » au temps de la « voiturisation » de l'espace urbain et au besoin de répondre à des problématiques de sécurité notamment. Cette réflexion sur la place de l'éclairage public dans l'histoire urbanistique pourra s'inscrire dans une réflexion plus générale (mais également plus localisée) que nous développerons dans la deuxième partie de cette thèse. Un autre concept clef de cette manière d'appréhender l'éclairage réside dans « l'altérité », à la fois du technicien, du politicien et de l'utilisateur. Celle-ci pourra être définie selon la citation qui suit.

« altérité disciplinaire entre physiciens et sociologues ; altérité statutaire entre acteurs publics et privés, ou entre professionnels et usagers. »

Jean-Michel Deleuil : *« Éclairer la ville autrement. Innovations et expérimentations en éclairage public »* [39]

L'ensemble de cette réflexion compose donc à son niveau une volonté (opérante) de changement paradigmatique dans la manière d'éclairer l'espace public. Ce nouveau paradigme se veut le tenant d'une approche « globale et urbaine » impliquant une planification autant qu'une « démarche projet » en abordant l'éclairage comme un service plutôt qu'en segmentant ses différentes fonctions. Le tout en portant une attention « prudente » aux nouvelles technologies, dont l'innovation devra pouvoir justifier de son « acceptabilité sociale ». En somme, ces réflexions reprennent ce que Sophie Mosser décrivait comme la nouvelle « éthique » [1] de l'éclairage, à savoir la production d'une ambiance en dialogue avec l'utilisateur plutôt que la mise en scène d'une mystification de la ville nocturne. Une approche technico-politique qui permet de concevoir la lumière urbaine comme un service circonscriptible et qui diffère de la définition précédente en ce que sa médiation (entre « techniciens » et « usagers ») se substitue à l'élaboration presque radicale proposée par Sophie Mosser. Les deux approches nous permettant cependant, et de manière accordée, de définir l'éclairage public comme à la fois une infrastructure technique et un service urbain.

Précisons toutefois que bien qu'une partie des analyses de Jean-Michel Deleuil corrobore avec le cadre de pensée que nous avons esquissé précédemment, notre paradigme se situe dans la continuité de ce que nous avons développé dans le chapitre précédent. À savoir le développement d'une théorie radicale du réseau d'éclairage public et de la fourniture de son service comme consubstantiellement liés à l'environnement social et politique ayant engendré leur création. Cette dernière ayant en retour un impact sur l'environnement qui, modifié, pourra produire un encadrement différent du réseau d'éclairage public. Ce que nous retenons

²³ Sauf mention contraire, les prochaines citations proviendront du même ouvrage.

²⁴ Encombrer pour rendre praticable.

²⁵ Il est question dans l'ouvrage ici présenté, et sera question dans les parties 2, 3 et 4 de cette thèse, de dispositifs techniques altérant cette définition de l'éclairage en le rendant « adaptatif » notamment.

d'adéquat²⁶ dans la théorie de Mosser par rapport à Deleuil, c'est l'imbrication totale et nécessaire du fait technique avec le fait social qui se retrouve notamment dans son refus de considérer qu'une puissance publique, qui ne ferait que « proposer » un service d'éclairage public, constituerait un modèle de société démocratique. Parlant même d'une éthique « mal intentionné »²⁷ [1] elle se positionne du côté d'une élaboration et non d'une « médiation » (*ibid.*). Prenons cette prise de position au mot et tentons donc de la mener plus loin encore, en ne considérant pas uniquement le service public mais en incluant l'infrastructure matérielle à son service, en somme le réseau d'éclairage de la source énergétique à la finalité servicielle.

Cependant, avant de comprendre la nature des liens existants entre le monde sociopolitique et l'infrastructure urbaine, il est primordial de définir ce dont nous parlons. Plus précisément, maintenant que les termes que sont « la nuit » et « l'éclairage » ont été explicités, ou plutôt que des paradigmes d'étude adéquats ont été sélectionnés, il nous incombe de définir une autre assertion souvent associée à notre objet d'étude, sa qualité de « réseau ». Apparaissant souvent de manière immanente et possédant une puissance évocatrice le délestant de toute charge explicative, le réseau et *a fortiori* son pendant urbain, possède une large histoire académique qu'il est primordial de retracer avant de nous y inscrire.

SOUS-CHAPITRE 1.1.3 - LES RESEAUX

L'ANALYSE SYSTEMIQUE EN PREREQUIS

Abordons ici un pan d'analyse qui devra être perçu comme ce qu'il est, à savoir un prérequis épistémologique plus qu'une étape réflexive au sens linéaire du terme. C'est d'ailleurs ce genre de mode de pensée qui sera résumé et expliqué dans cette partie. A savoir, sans rechercher une exhaustivité sur la « pensée systémique » dans l'absolu mais bien en la mettant en perspective par rapport à d'autres modes de pensées desquels il peut être plus compliqué d'extraire un paradigme de lecture convenable pour l'objet réseau à venir. Tout d'abord entendons-nous sur ce qui sera défini comme un « système » et pour cela aidons-nous d'une étude que nous jugeons à la fois complète et de circonstances car reprenant les écrits définissant les bornes historiques de cette pensée et en proposant une application spécifique à l'objet urbain.

Selon donc la rédaction d'Aurore Cambien [40], le terme de « système » sera conditionné à l'existence d'une logique généralisée, dépassant la somme des contingences constitutives de ce système. Pour simplifier le trait, nous pourrions avancer que la pensée systémique suit un raisonnement holistique tout en s'émancipant, nous allons le voir, d'une structure de pensée purement linéaire. Ce type d'analyse devient nécessaire lorsque la complexité du monde dépasse la pensée « classique » au sens de la philosophie postcartésienne à logique déductive ayant fait école notamment en occident.

Une réflexion plus poussée sur les origines historiques de cette séparation épistémologique entre les deux modes de pensée a d'ailleurs été rédigée en Annexe 1 sous le titre de « Préambule sur l'analyse systémique ». Cette annexe permet de positionner un contexte autour du concept de « système » et surtout de comprendre les raisons de l'existence de ce mode de pensée rendant compte de la complexité du monde tout en faisant preuve d'humilité quant à sa compréhension exhaustive.

Un auteur ayant abondé en ce sens se trouve en la personne de Joël de Rosnay ayant notamment popularisé le terme de « microscope » comme un pied-de-nez au microscope [13] et encourageant par-là une approche en décalage avec la pensée qu'il décrit comme « analytique » et dont une comparaison tout-à-fait illustrative se trouve en *Figure 7*. Ce que cette figure nous permet, c'est de mieux comprendre les objectifs de l'approche en comparatif de l'approche plus classique de déduction linéaire, ici appelée « analytique ».

²⁶ Dans le cadre de notre analyse et non pas de manière générale rappelons-le.

²⁷ Page 436 de la thèse de Sophie Mosser (2003).

Approche analytique	Approche systémique
Isole : se concentre sur les éléments.	Relie : se concentre sur les interactions entre les éléments.
Considère la nature des interactions.	Considère les effets des interactions.
S'appuie sur la précision des détails.	S'appuie sur la perception globale.
Modifie une variable à la fois.	Modifie des groupes de variables simultanément.
Indépendante de la durée : les phénomènes considérés sont réversibles.	Intègre la durée et l'irréversibilité.
La validation des faits se réalise par la preuve expérimentale dans le cadre d'une théorie.	La validation des faits se réalise par comparaison du fonctionnement du modèle avec la réalité.
Modèles précis et détaillés, mais difficilement utilisables dans l'action (exemple : modèles économiques).	Modèles insuffisamment rigoureux pour servir de base aux connaissances, mais utilisables dans la décision et l'action (exemple : modèles du Club de Rome).
Approche efficace lorsque les interactions sont linéaires et faibles.	Approche efficace lorsque les interactions sont non linéaires et fortes.
Conduit à un enseignement par discipline (juxta-disciplinaire).	Conduit à un enseignement pluridisciplinaire.
Conduit à une action programmée dans son détail.	Conduit à une action par objectifs.
Connaissance des détails, buts mal définis.	Connaissance des buts, détails flous.

Figure 7 - Comparaison des approches analytiques et systémiques, Joël de Rosnay (1975).

Ce nouveau cadre de pensée permet de fonctionner de manière plus interdisciplinaire et s'apparente à une démarche privilégiant les objectifs plutôt que la programmation. Ce type d'approche est notamment née au MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) dans le cadre d'un rapprochement fortuit de professeurs de neurophysiologie et de mathématique dans un premier temps puis de biologie et de cybernétique (discipline toute naissante) ensuite. Ce « langage commun des scientifiques » permettra de préciser les arcanes de l'approche tout en l'ouvrant à de plus en plus de disciplines, l'on précisa par exemple la différence entre les systèmes simples « statiques » et les systèmes complexes « dynamiques » selon des termes visibles en *Figure 8*.

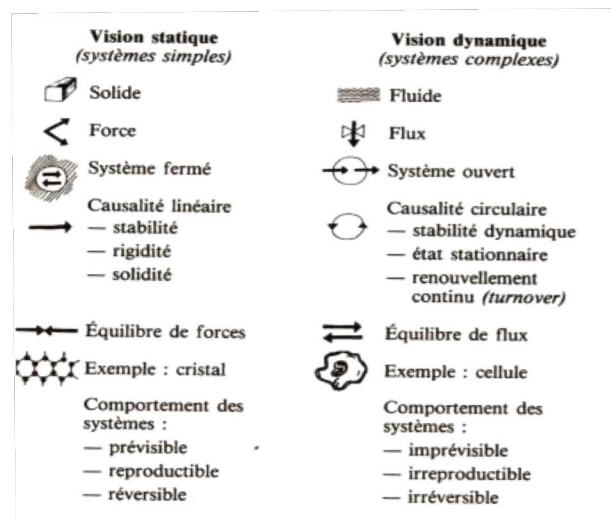


Figure 8 - Comparaison des systèmes statique et dynamique, Joël de Rosnay (1975).

La dynamique vient encore apporter de l'eau au moulin en proposant deux volets pour l'approche systémique, ceci en fonction du degré de complexité du système. Bien sûr, et malgré les avancées et discussions scientifiques à l'œuvre, cette approche reste (presque par essence) floue et insaisissable. Elle a cependant fait ses preuves, d'une part dans sa capacité à faire dialoguer différentes disciplines de manière remarquablement efficace, ce qui dans le cas du génie urbain sera plus que salutaire. D'autre part dans les possibilités de dépassement qu'elle offre pour des objets dont la complexité supplanterait malheureusement le cadre d'analyse d'une seule thèse. C'est autour de ces deux avantages que nous aurons besoin de cette approche dans la définition de notre « objet réseau » qui, comme nous allons le voir, possède toutes les caractéristiques d'un objet, d'un système, complexe.

INCISE ETYMOLOGIQUE

Pour revenir à l'essence de ce sous-chapitre et de manière analogue à la première partie, nous commencerons celle-ci par l'aspect étymologique du terme considéré, ici donc une brève explication d'un mot souvent employé selon des largesses d'acception nécessitant quelques précisions, le mot « réseau ». Les racines proviennent de l'ancien français *rets*, lui-même issu du latin *retis*, les deux termes signifiants, à l'origine, le mot « filet »²⁸. Toujours avec la même source, plusieurs définitions retiennent notre attention, nous les avons listées ci-dessous.

- « 1. Ensemble formé de lignes ou d'éléments qui communiquent ou s'entrecroisent.
2. Ensemble de routes, de voies navigables, de lignes aériennes ou de chemin de fer, qui relie différentes régions entre elles, qui appartiennent à une même compagnie.
3. Ensemble organisé dont les éléments, dépendent d'un centre, sont répartis en divers points.
4. Ensemble de circuits, de canalisations et des appareils qui les relient, permettant la circulation et la distribution de l'électricité, de l'eau, du gaz, du téléphone, etc.
5. Organisation clandestine dont les membres travaillent en liaison les uns avec les autres »

Larousse - Dictionnaire étymologique et historique du Français, 2019.

Sans nous étendre plus qu'il ne serait nécessaire sur la définition des réseaux « clandestins » en cinquième dans le classement, c'est la quatrième qui nous semble la plus appropriée pour notre approche. Décivant ainsi directement, presque consubstantiellement, le réseau et l'infrastructure urbaine de distribution d'un service. Cependant les autres définitions « génériques » permettant à la quatrième d'exister²⁹, il nous paraît pertinent de garder à l'esprit les attributs primaires du réseau, définissant, pour ainsi dire, sa rétivité³⁰ [3]. Qui ont alors été définis (ces attributs) comme la liste qui suit et qui aura vocation à être critiquée et remodelée.

- **Présence de lignes ou d'éléments ;**
- **Connectivité ou entrecroisement ;**

²⁸ Larousse, Dictionnaire étymologique et historique du Français, 2019.

²⁹ Comme il en sera question dans la partie suivante sur le réseau en tant que « thématique historique ».

³⁰ Terme proposé en 1991 par Gabriel Dupuy et définissant l'ensemble des notions caractérisant le concept de réseaux.

- **Appartenance au même méta-élément ;**
- **Organisation et répartition d'ensemble ;**
- **Centralité de la dépendance.**

S'en suit, sur la même source, un ensemble de définitions classées « par domaine » dont certains trouveront des échos dans le développement de ce qui suit. Ainsi des termes suivants.

« **Anatomie**

Entrelacement de vaisseaux, de nerfs, etc.

[...]

Chemin de fer

A la S.N.C.F. (Société Nationale des Chemins de Fer), groupe de régions ayant des relations privilégiées pour certains domaines d'activité.

[...]

Informatique

Ensemble d'ordinateurs ou de terminaux interconnectés par des télécommunications généralement permanentes.

Militaire

Ensemble de moyens de nature homogène pouvant communiquer entre eux. (Certains réseaux sont spécialisés, tels que les réseaux d'appui aérien.)

[...]

Télécommunication

Synonyme de chaîne (de radiodiffusion, de télévision). »

Larousse - *Dictionnaire étymologique et historique du Français*, 2019.

Dans la suite de cette partie et même plus globalement de cette thèse, un entremêlement sera souligné, voire même vécue, entre ces différentes définitions. L'aspect militaire renvoyant à la réalité historique du développement du réseau venant ci-après, lorsque les définitions infrastructurelles pourront renvoyer à la première et à la deuxième partie et la télécommunication et l'informatique à la troisième partie. Au-delà d'une confusion pure et simple, c'est la malléabilité du terme « réseau » et l'insaisissabilité de son essence propre qui sont à l'œuvre dans cette pensée complexe. C'est de cette raison que découle l'importance capitale de garder à l'esprit les composantes primaires du réseau listées plus haut³¹ et dans le même temps de faire appel à des auteurs ayant déjà participé à la clarification de cette complexité. Les parties qui vont suivre constituent l'illustration de cette seconde volonté.

³¹ Qui sont des balises de la pensée mais ne constituent en rien une définition figée.

UNE THEMATIQUE HISTORIQUE

Le réseau ou les réseaux, pourraient être à l'urbanisme académique ce que les « serpents de mer » sont au journalisme d'investigation, un thème récurrent et réitérer *ad nauseam*. Cependant nous n'en sommes pas là et il apparaît que, grâce à certains auteurs ayant su conserver au fil de leurs réflexions un esprit critique vis-à-vis de leurs propres conclusions ainsi qu'à un dialogue constant entre spécialités, en extraire un prisme d'analyse semble envisageable. Ainsi la théorie des réseaux ou plutôt les théories des réseaux possèdent une structure réflexive dont il est possible de tirer des méthodes d'identification et d'analyse d'objets urbains. C'est ceci que nous nous proposons de faire dans la partie qui suit.

Qu'elle soit interdisciplinaire, concentrée sur l'urbanisme, la géographie ou le génie urbain, cette théorie vise à expliciter un objet crucial et paradoxalement insaisissable de la recherche. Cette insaisissabilité s'explique en grande partie par le décalage lexical et de pensée qu'il existe entre les théoriciens et les praticiens du réseau. Un décalage constaté mais dont certaines parties ne nous semblent pas impossibles à résorber, à condition de connaître avec précisions les origines et l'évolution des concepts abordés ici. Il nous paraît donc primordial de débiter l'analyse par une approche historiographique et épistémologique, autour de l'origine de l'utilisation de ce terme de « réseau ». Afin donc d'entamer cette analyse, il apparaît judicieux de nous pencher du côté d'un auteur ayant un parcours de recherche à la croisée de l'histoire des techniques et de l'urbanisme, en la personne d'André Guillaume. Notamment autour de deux notions quasiment contemporaines, l'émergence [41] et la Genèse [42], respectivement du concept de réseau et du réseau en tant que catégorie de pensée de l'ingénieur.

L'auteur explique dans ces deux articles, dont une description précise est disponible en Annexe 2, ce qui constitue les origines historiques de l'utilisation du terme « réseau », partant de son irruption dans la médecine, puis les sciences militaires pour arriver enfin à son utilisation dans une optique de compréhension du territoire. **Le réseau s'inscrit alors dans une réalité géographique en plus de s'ériger en outil d'analyse abstrait, il devient alors nécessaire de prendre en compte la topographie, l'hydrologie, les habitants, bref l'environnement (exprimé de manière contemporaine) constituant la réalité du réseau considéré.** Ce paradigme d'analyse évolué va préfigurer de nombreux travaux de routes, de chemins de fer et de canaux ainsi que les théories attenantes, le réseau devient alors pluriel et multiple en ce qu'il est connecté à la fois à son environnement et aux autres réseaux.

Revenons toutefois à André Guillaume, évoqué au début de la réflexion et plus précisément à son analyse du philosophe Saint-Simon dont la pensée philosophique et politique peut constituer une véritable « philosophie des réseaux » par des analogies avec les réseaux physiques réalisés par les ingénieurs de son époque [43]. La boucle est bouclée lorsque les ingénieurs se réapproprient la philosophie saint-simonienne en en faisant un élément conceptuel de leur propre logique d'analyse et d'aménagement du territoire. Toute une logique conceptuelle émerge alors, pouvant se résumer par la citation ci-dessous et décrivant la création d'une « catégorie de pensée » pour les ingénieurs.

« Une fois le réseau largement formulé, il devient un concept opératoire fondamental pour les saint-simoniens. »

André Guillaume – *Réseau : Genèse d'une catégorie dans la pensée de l'ingénieur sous la Restauration* [42]

En sus, le réseau et sa philosophie se construisent avec celle du territoire, les ingénieurs deviennent des créateurs d'une infrastructure à visée politique puis, en quelque sorte, des créatures d'une politique et donc des politiciens. Inspirant à André Guillaume une analogie finale quant à cette genèse.

« Il apparaît donc indéniable que l'émergence du concept de réseau suit pas à pas celle du territoire au sens géopolitique, voire économique du terme »

André Guillerme – Réseau : Genèse d'une catégorie dans la pensée de l'ingénieur sous la Restauration [42]

Le « Réseau » au sens le plus théorique du terme dépasse alors l'ordonnement territorial des richesses³² et la gestion des flux de ce dernier. En découle une idéologie elle-même s'inspirant d'une analogie avec les réalisations passées et justifiant ainsi de manière tautologique son existence. Cette catégorie d'analyse donnera lieu à de nouvelles réalisations engendrant d'autres idéologies et, de la manière la plus cohérente qui soit, des controverses. C'est ce sujet que nous aborderons dans la partie qui suit.

DES CONTROVERSES STRUCTURANTES

Le réseau au sens d'une « catégorie de pensée » est par la suite devenu un outil fort commode pour les aménageurs, les théoriciens de l'urbain et les décideurs politiques (élus et administrateurs). **Permettant de penser l'espace urbain tout en faisant l'économie d'une inatteignable compréhension exhaustive de chacune des contingences de cet espace, la pensée rétistique culmine jusqu'à devenir un justifiant³³ omniprésent dans les politiques publiques.** Cette évolution de l'objet « réseau », passant d'une structure métaphorique conséquentialiste à un préalable théorique, s'est faite pendant plus d'un siècle depuis l'avènement des saint-simoniens dont il est question précédemment jusque tout le long du XX^{ème} siècle dont les aménagements en termes de transport urbain ont structuré l'organisation de la vie humaine. L'ensemble de ces évolutions à la fois infrastructurelles et théoriques sont plus ardues à aborder sans évoquer la spécificité d'un territoire en particulier. Ainsi la description des événements urbanistiques et académiques concernant les réseaux urbains se trouvera en Partie 2, concentrée autour du territoire parisien, qui fait office de témoin parfait quant à l'illustration de ces mutations urbaines dans la continuité d'une conception saint-simonienne³⁴ du réseau. La pensée urbaine évolue, mais le réseau comme partie prenante de cette dernière ne connaît pas de remise en cause majeure.

C'est cependant à la fin du XX^{ème} siècle qu'un discours critique se fera entendre sur le concept de réseau en général et sur son caractère justifiant des politiques publiques en particulier. Au travers tout d'abord d'une thèse de François Plassard remettant largement en cause la place des infrastructures autoroutières dans le développement des régions qu'elles desservent [44]. Ensuite et surtout autour d'un article ayant fait grand bruit, celui de Jean-Marc Offner intitulé *Les « effets structurants du transport » : mythe politique, mystification scientifique* [45]. Celui-ci s'inscrit dans une dynamique incluant les urbanistes de son époque qui, las des discours parfois fallacieux sur les réseaux de transport, en sont venus à construire une pensée critique vis-à-vis des liens ténus entre décisions politiques et validations pseudo-scientifiques. Bien qu'il s'agisse-là d'un unique article portant sur un réseau spécifique qui n'est pas notre objet d'étude, la méthode d'analyse ainsi que le cadre et les conclusions sont applicables plus largement à l'ensemble des politiques publiques en lien avec des réseaux techniques infrastructurels. Une partie des observations sera reprise dans nos hypothèses.

Intéressons-nous donc à cet article et plus largement à ce qu'il représente en termes de discours critique. Jean-Marc Offner y fait état d'une « rhétorique en berne »³⁵ concernant les réseaux de transport et leur impact, leur effet induit depuis la révolution industrielle. Faisant référence à Saint-Simon dont il était précédemment question, il évoque un « crédo saint-simonien » des scientifiques et des politiques, crédo dont découlerait, selon lui, de nombreuses réalisations infrastructurelles trouvant dans leur existence une forme

³² Au sens des « possessions matérielles » ayant une valeur marchande, tel que compris par les auteurs du XIX^{ème} siècle étudiés par André Guillerme.

³³ Peut-être même un justifiant d'origine fallacieuse certaines fois.

³⁴ Bien que l'urbanisme, de son côté, connaîtra des évolutions d'une très grande ampleur qui auront une influence décisive sur le territoire urbain considéré.

³⁵ Sauf mention contraire, toutes les citations de cette sous-partie proviennent de l'article précédemment cité [45].

d'autojustification. Ce qu'il reproche à cette manière d'aborder le concept de réseau, c'est donc le manque de rigueur des analyses préalables et la croyance en une puissance structurante *de facto* du réseau de transport.

La première partie de son analyse découlant des précédentes hypothèses est consacrée à la « Mystification scientifique » (contrairement à l'ordre que pourrait induire le titre) et commence par faire un inventaire des doutes empiriques existant sur les gares du TGV (Train à Grande Vitesse) et des autoroutes sur le prix de l'immobilier notamment. En bref l'effet supposé des réseaux de transport sur le « système » impacté est souvent supposé en amont et parfois invalidé en aval, n'impliquant pas (là est le problème) de remise en question de l'idéologie utilisée et donc sans changer les paradigmes de décisions des prochaines installations infrastructurelles.

Il effectue un lien avec la théorie systémique en remettant en cause les seuls effets du réseau de transport, ceux-ci ne seraient pas les seuls responsables, voire ne seraient pas responsables du tout, des effets structurants sur le système. Il fait l'hypothèse d'un système territorial plus complexe duquel les réseaux de transport seraient une partie, voire une contingence, et dont l'ensemble de la structuration ne pourrait se résumer à l'installation d'une ligne ferroviaire ou d'une autoroute. Il critique de ce fait le « déterminisme technologique » à l'œuvre dans les processus d'évaluation se voulant scientifique, qu'il considère être la cause d'un manque de rigueur et donc de résultats sans valeur scientifique. Le lien avec les théories matérialistes se trouve dans sa capacité à faire intervenir la « capacité de l'interactionnisme » pour expliquer tout ou partie de ces effets sur le système, englobant donc plus que la simple action d'une infrastructure technologique.

Une partie de l'explication, sur laquelle l'article ne s'étend pas outre-mesure, tient à la confusion entre concomitance et corrélation puis entre corrélation et « effets de cause ». En somme, des réseaux de transport pris pour plus que ce qu'ils sont réellement et considérés à tort comme des agents structurants lorsqu'ils ont un rang de contingence au sein du système. Une erreur d'appréciation entraînant une autre, le manque d'informations sur la réelle complexité du système total et surtout le refus d'admettre ce manque d'informations amène à des conclusions mystifiant les effets du réseau de transport, ce dernier étant plus facilement circonscriptible qu'un entier système sociotechnique. L'ensemble de ces biais provenant donc d'une volonté d'isoler ce réseau alors qu'il appartient à un système complexe dans lequel les interactions sont nombreuses.

Il propose alors d'emprunter la notion de « congruence »³⁶, permettant de modestement rapprocher deux objets d'analyse selon un principe « d'adaptation réciproque ». Un réseau infrastructurel considéré ne « provoque pas » la création de structure observée mais est le « mode correspondant le mieux, à un moment donné, à l'apparition de nouvelles formes d'organisation spatiale ». Cette notion apporte le bénéfice de mieux rendre compte des « tendances structurelles préexistantes » et de replacer le réseau dans un système plus large l'englobant. Concluant sur l'exceptionnel longévité d'une notion ayant si peu de rigueur et se vérifiant si médiocrement par les résultats empiriques, il soumet l'hypothèse de son « usage politique » comme explication à cette longévité, ce qui constitue sans surprise la suite de sa réflexion.

La « Mythification politique » selon Jean-Marc Offner, représente la transformation d'une analyse peu fondée en un mythe « utile » aux deux parties (scientifique et politique) selon une logique de « légitimation réciproque ». Ainsi, bien que très facilement critiquable, cette logique d'analyse offre l'avantage de légitimer les positions des personnes dépositaires de l'autorité publique effectuant les choix infrastructurels et des personnes chargées de l'évaluation *ex ante*. Résumant cette idée autour du concept de « rhétorique déterministe de l'évaluation *ex ante* », Jean-Marc Offner la développe autour des propos suivants.

³⁶ Bien que cela ne soit pas expliqué dans l'article, la congruence désigne la « qualité de ce qui est adéquat et coïncide avec autre chose ». Il s'agit également d'une notion d'arithmétique mettant en jeu deux entiers ayant le même reste lors d'une division euclidienne.

« Que l'on parle de rentabilité ou d'efficacité économique et sociale, le raisonnement de l'évaluation a priori privilégie l'individualisation des conséquences directes du projet considéré, au détriment de la prise en compte des opportunités qu'il représente comme outil d'une politique. »

Jean-Marc Offner - *Les « effets structurants du transport » : mythe politique, mystification scientifique* [45]

En quelque sorte, l'analyse permet de justifier l'action en occultant l'aspect proprement politique de la décision et *vice versa*. Ceci nous explique sa longévité mais l'article s'attarde également sur un second « effet pervers » de cette logique globale de fonctionnement. Il s'agit de la capacité du mythe à permettre l'élaboration de « projets sectoriels », c'est-à-dire de décisions et d'installations infrastructurelles fonctionnant en quelque-sorte « projet par projet ». **Critiquant ainsi le « fonctionnement par projets » il y trouve également les limites du mythe politique, incapable, selon de tels termes, de rendre compte de la complexité du monde en privilégiant un mode de décisions légitimant mais minimisant les exigences de coordination.**

Cependant, et c'est peut-être là que réside le verrou de ce système mythique, l'autojustification du politique l'exonère, par définition, de toute condamnation. Ainsi contrairement à la rhétorique pseudo-scientifique, qu'il est possible de remettre en question par essence, « le discours politique possède sa rationalité propre dans les représentations simplifiées de la réalité qu'il développe ». **C'est donc, en sus, à la méthode scientifique de ne pas succomber à la tentation de la légitimation réciproque et à intimer un renouvellement des paradigmes qui contribuerait à une meilleure gestion des « interactions entre transport et espace ».** Par une prise de position finale, l'auteur s'en remet à la responsabilité des évaluateurs et à la nécessité d'un renouveau paradigmatique prenant plus largement en compte le caractère systémique des aménagements. Le succès de cet article, ayant entraîné en partie les changements qu'il préconisait, sera lui-même structurant pour la pensée urbanistique contemporaine. Le regard de plusieurs chercheurs (dont l'auteur lui-même) sur celui-ci vingt ans après offre une vision d'ensemble des changements et non-changements découlant de cette nouvelle manière de penser le réseau.

*
**

L'information seule d'une « célébration » de l'article précédemment expliqué au travers de sa relecture et de sa réactualisation par plusieurs chercheurs de premier plan sur le sujet [8], oriente déjà notre jugement quant à l'aspect fondateur de cette nouvelle forme d'analyse critique de l'objet réseau. Toutefois il est important de garder à l'esprit que si des perspectives neuves ont été ouvertes, la réflexion critique ne s'arrête pas à cette ouverture, en urbanisme comme, supposément, dans chaque domaine scientifique. Ici c'est donc Jean-Marc Offner qui ouvre la rédaction avec une réaffirmation de sa position quant à la validité de ses observations, à l'aune des études empiriques ayant eu lieu depuis. Tout en prenant bien garde à, dans un premier temps, réfuter l'idée d'une avancée scientifique immanente de sa seule personne et en replaçant ses propres recherches dans un contexte scientifique faisant intervenir d'autres chercheurs, notamment François Plassard (précédemment cité) et Philippe Aydalot. Il insiste également sur la dimension conjecturale du succès scientifique et « grand public » de son article ayant permis une diffusion bien au-delà des canaux habituels de ce genre de recherches.

Pour revenir sur les études de terrain mises à jour, selon lui, autant sur les gares TGV que sur les infrastructures routières ou les transports collectifs urbains : « Les universitaires enfoncent régulièrement le clou » [8]³⁷. Manière de signifier, selon lui que malgré la confirmation empirique de la thèse formulée il y a une vingtaine d'années, la mythologie continue d'exister sous des formes « politico-journalistiques » selon deux occurrences bien identifiées. Celles-ci se déclinent donc en facteur explicatif trop simples des mutations urbaines et en argument de vente fallacieux de grands projets. Selon Jean-Marc Offner, l'existence toujours

³⁷ Les citations seront, dans cette partie et sauf mention contraire, tirées du même article *Les effets structurants des infrastructures de transport* [8].

vivace (en 2014) de ce(s) mythe(s) de structuration par le seul pouvoir du réseau peut trouver son origine dans plusieurs idéologies. Il avance notamment les termes ci-dessous.

« de néo-keynésianisme bienveillant (« quand le BTP³⁸ va tout va »), d'euphorie technologique (toujours plus vite) et d'européanité bon teint (les vertus du grand marché) »

Jean-Marc Offner - *Les « effets structurants des infrastructures de transport »* [8]

On notera ici un triptyque argumentaire que nous aurons tout le loisir de partager dans notre analyse des réseaux infrastructurels en général et qui, ici, s'applique en particulier aux réseaux de transport. A savoir ceux listés ci-après.

- **La volonté d'un investissement public dans des infrastructures** comme auto-justifiant de la pertinence de ces mêmes infrastructures, ce qui est ici appelé « néo-keynésianisme bienveillant » ;
- **L'appréciation pleine et entière de l'innovation technologique et de la nouveauté technique** comme une fin en soi. Qu'il est possible de nommer « tentation technophile » et qui est ici appelée « euphorie technologique » ;
- **Enfin le positionnement de ces investissements infrastructurels dans une logique de marché ouvert**, souvent international, et la confiance en les vertus de ce marché dans sa capacité à proposer la solution la plus efficace, efficiente et cohérente. Jean-Marc Offner positionne cet argument dans l'espace de libre-échange européen en faisant référence à « l'européanité bon teint ».

Nous tenterons par la suite de vérifier l'adéquation de ces trois pans d'argumentation avec le réseau d'éclairage public, tant la logique d'analyse et la méthodologie nous semblent applicables à d'autres infrastructures. **Ce que l'on peut en tout cas retenir ici, c'est la nécessité, mise en avant par cet auteur, de développer un discours critique de la mythification politique des réseaux infrastructurels et de leur développement.** Une autre autrice intervient également dans cet article, il s'agit de Denise Pumain, dont la pensée, la méthodologie et les conclusions nous intéresseront au moins tout autant. Ici cette dernière insiste sur l'importance des échelles spatio-temporelles dans l'analyse de ce type de réseau et pose l'hypothèse d'une structuration pouvant être observée sur le plan géographique et sur le temps long. Adoptant ici une posture constructiviste elle affirme le raisonnement suivant.

« les catégories utilisées par les scientifiques sont toujours relatives à un état global de leurs connaissances et construites socialement, dans une interaction complexe entre l'état du monde et son interprétation par la science. »

Denise Pumain - *Les « effets structurants des infrastructures de transport »* [8]

Ce qu'il importe pour Denise Pumain, c'est donc que la pensée et la critique de la pensée soient replacées dans un contexte déterminant selon la logique constructiviste. Ainsi l'infirmité ou la confirmation d'un effet structurant pourra s'analyser uniquement à travers le prisme du choix de l'échelle spatio-temporelle, il

³⁸ Bâtiment Travaux Publics.

s'agit là d'une question que nous aurons tout le loisir de creuser dans une partie prochaine. Plus précisément lorsque la question de l'échelle d'analyse aura une influence sur la structure même de notre réflexion.

*
**

En parallèle à une critique des effets supposés structurants des réseaux de transport en particulier (qui, c'est notre hypothèse, pourra se prêter à l'analyse d'autres réseaux techniques), le monde de l'urbanisme académique a également connu un ouvrage fondamental écrit par Gabriel Dupuy et intitulé « L'urbanisme des réseaux, théories et méthodes » [3]. Ce livre fait en quelque sorte la digestion réflexive de plusieurs décennies de pratiques et de théories en urbanisme des réseaux et permet d'élever le terme au rang de « concept » en proposant une vision de la ville non pas en termes d'infrastructures statiques mais en termes de « choix » et de « mouvements ». **Dorénavant, et c'est le paradigme que nous partagerons, les urbanistes (selon Dupuy) doivent faire le deuil d'une planification matérielle absolue basée sur le statique. La ville étant par essence un objet hyper-complexe, son étude ne peut se faire que par une vision systémique en quelque sorte, de là advient une théorie urbaine qui ne peut pas absolument prescrire la matière mais qui doit prudemment analyser les mouvements.**

Prenant pour appui les constats d'échec de la planification urbaine des décennies passées d'où a notamment découlé une image dégradée pour la figure de l'urbaniste opérationnel, selon lui vu comme peu à même de concevoir une représentation de l'espace urbain conforme à la réalité vécue par ses habitants. **Ainsi la ville s'est faite indépendamment (en partie) du travail de l'urbaniste et surtout selon des modalités imprévues et non prévisibles, les choix et les mouvements ayant plus d'influence que la prévision, le réseau s'impose alors comme un outil commode pour cette nouvelle réflexivité.** Prenant également le contrepied d'une certaine vision du « zonage » qu'il attribue à un urbanisme « pré-rétistique »³⁹.

Nous ne nous étendrons pas plus sur cet ouvrage, qui bien que décisif dans la réflexion académique, porte sur des débats éloignés de notre objet d'étude d'une part, clos d'autre part. Rappelons juste que, dès 1991, Dupuy voyait dans une forme de développement du numérique tout un ensemble de nouvelles possibilités de choix et donc de mouvements. Nous verrons dans la suite de cette thèse que cette prédiction contenait sa part de vérité tout en ayant trop à cœur une vision, par endroit, très optimiste de ce qu'on pourrait appeler le « numérique »⁴⁰. Nous pouvons cependant retenir que le réseau, en tant que concept en urbanisme, et donc *a fortiori* en génie urbain, acquiert un certain consensus sur le plan académique à partir de 1991. Ces deux auteurs ayant, entre autres, participé activement à cette élaboration, ils écrivirent de concert le bilan de vingt années de recherche sur le sujet. Ce dernier étant intitulé sobrement « Réseau : bilans et perspectives » [46] nous permet nous aussi de tirer une première partie de conclusion sur ce qui constituera l'essence de notre utilisation de ce terme (avant de convenir des spécificités d'analyses conjoncturelles en termes d'échelle et de domaine d'étude notamment).

Le bilan de cet article prend la forme d'un retour sur expériences selon une narration des associations académiques d'une certaine manière, d'où une structure que l'on pourrait qualifier de « linéaire » et qui se retrouvera dans la rédaction ci-après. Tout en se gardant bien de prétendre à « faire une synthèse »⁴¹, les deux auteurs avancent avec l'ambition de souligner certains résultats et « certaines limites de l'entreprise ». Ce qui nous permettra d'analyser, avec eux, l'itinéraire d'un terme ayant accompagné une certaine forme de la recherche en urbanisme entre 1991 et 2008. Revenant ainsi sur la création du Groupement De Recherche

³⁹ Il en vient à argumenter de cette nouvelle philosophie urbanistique comme une alternative, en somme, réticulaire à l'ancien zonage.

⁴⁰ Ce terme désigne ici l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), comme synecdoque substantive issue de son rapport au terme « analogique ». Pour plus de détails sur la sémantique et l'étymologie du terme « numérique », se référer à la troisième partie de la thèse.

⁴¹ Sauf mention contraire, cette citation et les suivantes proviendront donc toutes de l'article « Réseau : bilans et perspectives » [46].

CNRS⁴² dont le tracé du sillon peut trouver son origine dans des « influences américaines » et plus précisément des courants de pensée comme les *Science, Technology and Society*, *Technology Assessment* ou *History of Technology*. Courants dont la particularité est de partager la même pensée critique vis-à-vis des évolutions technologiques, les auteurs en parlent même en des termes très explicites présentés ci-dessous.

« Aux États-Unis s'était propagée une méfiance des technologies, fruit des avancées peu contrôlées des sciences dures »

Gabriel Dupuy et Jean-Marc Offner – *Réseau : bilans et perspectives* [46]

Ce que l'on peut donc retenir de ces premières lignes, c'est que la ligne directrice épistémologique des recherches sur l'objet « réseau » est, dans notre cas, consubstantiellement liée à l'idée de critique d'une certaine forme d'avancées technologiques. Aussi cette critique sur le plan urbanistique pourra constituer un de nos *leitmotiv* le long de cette thèse, il est cependant très important d'en définir la direction dès maintenant. L'idée générale de notre choix paradigmatique (et des courants de pensée états-uniens présentés auparavant) n'est pas de développer une pensée strictement technophobe qui serait, par essence, inepte. La réflexion que nous aimerions continuer se construit cependant en critique du positivisme technologique et en replaçant l'artefact technique dans un rapport social ambivalent par rapport aux interactions sociales formant société. Cette structure nous semble s'inscrire à la fois dans la recherche en réseaux urbains (comme nous le voyons actuellement) mais également dans la définition du concept de « technique » que nous aurons l'occasion de retrouver au début de la troisième partie de cette thèse. En somme une approche que l'on pourrait qualifier de « Génie Urbain », prenant acte des positions de l'urbanisme des réseaux étatsunien mais se gardant de tomber dans une critique unilatérale des avancées technologiques. **Soit une démarche sociotechnique réelle, utilisant les sciences de l'ingénieur et l'urbanisme de manière interdisciplinaire et renouant ainsi avec la radicalité épistémologique qui avait accompagné les débuts de l'analyse systémique**⁴³.

Revenons cependant à l'article de Dupuy et Offner, celui-ci replace en effet l'objet dans une perspective de recherche française après s'être intéressé à ses origines épistémologiques outre-Atlantique. En France le réseau, bien que technique, est étudié selon des modalités pluridisciplinaires et mobilise, au CNRS, des géographes, urbanistes, architectes, ingénieurs, historiens et économistes selon les auteurs. Cette composante transverse balayant le clivage parfois trivial entre « sciences exactes » et « sciences sociales »⁴⁴ apparaît alors comme salutaire dans l'étude d'un objet urbain dont l'intangibilité empêche toute connaissance exhaustive. C'est donc également dans cet héritage que se situe cette thèse, nous permettant ainsi de mobiliser les ressources académiques qui correspondront, non pas à un carcan préétabli de domaines précis, mais à la spécificité de notre contexte, technique, politique, spatial et temporel.

Les deux auteurs proposent ensuite le triptyque de recherche qui configurera la première « plate-forme de recherche » sur le sujet. Les chercheurs dont il est question avaient donc décidé d'étudier les réseaux selon les trois termes suivants.

⁴² Centre National de la Recherche Scientifique. Sans rentrer dans les détails, le Groupement de Recherche ou GDR est un instrument de politique scientifique permettant au CNRS de regrouper des chercheurs et des ressources sur une thématique particulière.

⁴³ De manière plus claire, appliquer l'interdisciplinarité critique de l'analyse systémique à la science des réseaux, action qui nous semble encore à réaliser.

⁴⁴ Clivage parfois désigné selon le diptyque galvaudé « sciences dures » et « sciences molles » dont la portée normative et axiologique n'est plus à démontrer.

- **Structure** : « Un réseau serait d’abord une morphologie d’agencement des lieux et de leurs connexions » ;
- **Dynamique** : « Un réseau serait sujet à des cycles de développement qui feraient apparaître des “temps forts” pour des “espaces forts” » ;
- **Logique** : « Il y aurait des lois d’évolution, des logiques semblables pour différents types de réseaux en fonction de leur forme, de leur structure, des systèmes techniques utilisés ».

Les auteurs soulignent également immédiatement le consensualisme de cette première plateforme et donc la portée « opérationnelle » très limitée d’une recherche transversale, tant les problématiques des opérateurs des différents réseaux peuvent s’éloigner les unes des autres. Au-delà de trouver complexe la jointure à effectuer avec le monde des gestionnaires de réseaux d’électricité, de transports, de télécommunications ou d’énergie (ce dernier n’étant que peu éloigné dans sa conception du réseau d’éclairage, comme nous le verrons plus tard), cet aspect consensuel pose une autre difficulté, une certaine réticence à aborder les questions de l’aménagement du territoire. **Il peut en effet apparaître plus tentant d’étudier l’histoire et l’épistémologie que les méthodologies et dynamiques de gestion propres à chaque réseau, dont les demandes opérationnelles sont nombreuses et dont les conclusions pourraient abreuver le débat plus conceptuel. Gardons cette prérogative à l’esprit, qui trouvera toute sa justification dans notre deuxième partie.**

En restant sur l’interdisciplinarité, les auteurs insistent sur un point paradoxal, la difficile conjugaison de l’étude des réseaux au sens développé précédemment avec « l’héritage monographique » propre aux géographes. En effet la géographie est, selon eux, marquée par une méthodologie particulière d’étude de l’espace dans ses spécificités, un espace dont les réseaux sont « parties intégrantes » et non l’objet d’étude au sens premier. Ils illustrent leurs propos par ce qui constitue une référence dans la recherche géographique, à savoir un extrait d’un livre de Pierre George de 1974 intitulé *L’ère des Techniques, constructions ou destructions* [47] dans lequel les réseaux ont leur place mais en étant cantonné à leur rôle dans la transformation du paysage. Ainsi on y parle de « la valse des pylônes et des câbles à travers le relief » [47] ce qui rend compte de la très difficile conjugaison de l’approche géographique « classique » avec les méthodes développées par la rétistique décrites plus haut. Ceci laissant la place, en quelque sorte, à d’autres disciplines comme la sociologie (dont nous n’avions pas encore parlé mais qui y tiendra une place de première importance), l’économie et l’histoire bien sûr.

Du reste, la géographie et les géographes trouveront leur place dans ce mouvement de recherche académique autour de méthodes plus marginales, ressortant des noms comme William Garrison (au moins autant aménageur que géographe) et Claude Raffestin, dont l’intérêt pour les réseaux de télécommunications serait presque en avance sur son temps. **Le tout amenait ce pan de recherche (la rétistique) à remettre petit à petit en question le rôle et la portée de la figure de « l’aménageur » dont la limite induite par son inscription dans des échelles géographiques et territoriales ne convenait guère à l’analyse de réseaux s’émancipant largement de cette contrainte spatiale.** Nous allons ici prendre un peu d’avance et préparer le terrain épistémologique de la deuxième partie en affirmant qu’il ne faut pas comprendre ce texte comme une interdiction stricte d’analyser les réseaux monographiques mais plutôt comme une mise en garde. Un avertissement qui dans notre cas nous incitera à la prudence mais, comme nous le verrons, en aucun cas à l’interdiction d’étudier un espace territorial en particulier dans lequel l’analyse monographique d’inspiration géographique et la rétistique se conjuguent harmonieusement de manière tout-à-fait remarquable⁴⁵.

Sur un autre plan qui nous intéressera tout autant, celui de la prospective, l’article [46] convient de la difficulté de se prononcer lorsque la réflexion intègre au réseau, parfois de manière structurelle, les notions « d’interconnexion, de dérégulation, voire d’auto-organisation ». L’idée d’abandonner l’image de l’opérateur territorial et de son pouvoir reconnu dans la prévision des interactions entre acteurs étant sujette à la réticence

⁴⁵ Se référer à la deuxième partie de la thèse pour plus de précisions.

« voire (à l') impossibilité ». Rétrospectivement, les auteurs reviennent ainsi sur deux manquements d'interprétation, premièrement la libéralisation des réseaux de transport de type *Splintering urbanism* [48] que le groupe n'a su prévoir à la suite de la libéralisation survenue à Santiago du Chili en 1988. Puis dans un second temps la non-prédiction du caractère de « nébuleuse mondiale » amené par l'avènement d'internet et les problématiques de « fractures numériques » en découlant. **Ce que l'on peut retenir de ce moment de sincérité intellectuel sur la reconnaissance des limites d'une méthode, c'est que le jeu de la prospection est fondamentalement hasardeux, plus encore lorsqu'il concerne un objet d'étude rétistique dont une des particularités essentielles réside dans sa capacité d'auto-organisation et son insaisissabilité.**

Leur analyse sur l'histoire reprend tout ou partie de ce qui a été avancée précédemment dans une analyse d'articles d'André Guillaume notamment. **Cependant Dupuy et Offner y apporte un contenu critique en précisant que l'analyse historique française est limitée dans sa pérennité sur le caractère centralisé qu'elle attribue à l'État et à la puissance publique.** Un caractère remis en cause au travers d'études internationales notamment américaines mais aussi mis à mal par des entreprises récentes de privatisation de certaines infrastructures publiques⁴⁶. **En tout état de cause, les auteurs prennent acte du caractère primordial de l'histoire comme d'un préambule à l'analyse du rôle politique des réseaux de manière contemporaine. Nous souscrivons entièrement à cette prise de position justifiée qui sera aussi partie intégrante de notre analyse, soit l'histoire du réseau comme condition préalable à sa complète compréhension.**

Selon une figure classique de « l'historien rattrapé par sa propre histoire »⁴⁷, les chercheurs reviennent également sur la diffusion du fonctionnement en réseau de nos infrastructures « internet aidant » et de l'utilisation du terme « réseau » de manière plus vernaculaire en quelque sorte. De cette généralisation du réseau est née, tout-à-fait logiquement, une critique vis-à-vis de la recherche rétistique et plus précisément d'une « méfiance méthodologique » à l'encontre d'une « notion trop polysémique pour être opératoire ». Proposant de « remettre le réseau à sa place », l'article enjoint à considérer ce dernier comme une notion de portée intermédiaire en admettant son incapacité à saisir la totale complexité de l'objet étudié qui nécessitera donc des spécifications conjecturales. En somme, comme cela a été expliqué précédemment, le réseau est un formidable outil d'abstraction autant qu'un piège épistémologique si on tente de lui faire endosser des propriétés d'exhaustivité opératoire qu'il ne possède guère.

Continuant la spécification de ce que devrait être le réseau (et non ce qu'on voudrait qu'il soit), il est défini comme un formidable outil heuristique, tant il parvient à simplifier, au sens le plus noble du terme, une complexité échappant à toute tentative d'analyse. Cette prise de position méthodologique nous guidera, déjà dans la définition de notre objet d'étude dont il est question ici, mais également dans l'ensemble de cette thèse. Pour anticiper quelque peu ce qui va suivre et afin d'appliquer ces écrits à notre réflexion, on pourrait résumer la chose de la manière qui suit. **Étant entendu qu'il serait, tout du moins laborieux à l'extrême voire impossible, d'analyser chaque point lumineux d'une ville de manière exégétique et d'en ressortir une réflexion structurelle, nous nous contenterons humblement d'analyser le méta-élément qu'est le Réseau d'éclairage public, à la fois englobant et simplifiant.** Ce qui fait écho à la réflexion des deux auteurs autour d'antagonistes devenus analysables grâce à la théorie rétistique et qui trouve tout son sens dans une citation de Pierre Musso.

« Le réseau est une structure d'interconnexion instable dans le temps, car la genèse d'un réseau (d'un élément à un réseau) et sa transition d'un réseau simple à un autre plus complexe sont consubstantielles à sa définition »

Pierre Musso – *Critique des réseaux* [49]

⁴⁶ Il s'agit ici d'une analyse qui nous est propre et qui se trouve contrebalancée par l'avènement, en France, de structures publiques plus importantes comme les syndicats d'inter-collectivités ou les Métropoles.

⁴⁷ Ici, les chercheurs académiques du réseau rattrapés par le réseau en tant que notion opératoire et vernaculaire.

Cette caractéristique intrinsèque au concept de réseau trouve sa critique dans l'explication que fait Lucien Sfez de son caractère heuristique qui, selon lui, engendre un risque d'acclimatation des esprits vers une refonte allant dans la direction de « la causalité et la linéarité, le déterminisme et la contradiction » [50]. Ce que nous précise ici cet auteur, c'est que le concept de réseau ne doit pas faire oublier la complexité autrement plus infinie et non analysable (d'où l'intérêt de la conceptualiser) de la matière qu'il tend à décrire. Ainsi, bien que nous construisions des objets d'analyses simplifiés, cette analyse se devra, comme dit précédemment, de rester humble quant à la substance de ses conclusions. Cette remarque a également été soulevée par Pierre Musso, dont il est question plus haut, dans sa critique des écrits de Manuel Castells [51] qui dans notre cas constituera une forme de limite à ne pas dépasser. Loin de nous l'idée de remettre totalement en question les réflexions de cet ouvrage ou de cet auteur mais plutôt de prendre acte de notre paradigme d'analyse évoqué précédemment en évitant de tomber dans l'écueil décrit par Pierre Musso à propos de Castells. Cet écueil consiste à prendre la « logique de réseau » comme une conceptualisation globalisante et unique, au risque de mettre dans la même besace de nombreux systèmes sociotechniques n'ayant que peu de rapport.

Ainsi le déterminisme technologique ne sera pas, pour nous, structurant mais plutôt partie intégrante de systèmes le dépassant et faisant également interagir les relations sociales, les constructions sociales et les acteurs institutionnels. Pour résumer donc, prendre garde aux « thuriféraires des réseaux »⁴⁸ qui transforment un outil en vision et oublient vite que, en procédant de la sorte, le réseau au sens conceptuel devient aussi une idéologie. **La critique de « l'idéologie réseau » a pour but de mettre en garde quant à la tentation de transformer cet outil analytique en instrument normatif.** Elle trouve des relais auprès de penseurs critiquant son lien avec le « fonctionnement par projet » et plus généralement le capitalisme, notamment Boltanski et Chiapello ainsi que Jeremy Rifkin [52], [53]. Nous souscrivons à cette analyse et devons en reconnaître les apports académiques⁴⁹, bien que ceux-ci ne nous seront utiles qu'en Partie 3.

Tout en reconnaissant la pertinence des analyses précédemment décrites, nous suivons les conseils de Dupuy et Offner consistant à ne pas « jeter le bébé méthodologique avec l'eau du bain paradigmatique », soit à ne pas discréditer une méthode sous prétexte qu'elle peut être employée de manière galvaudée (voire fallacieuse) lorsqu'un paradigme d'entrée a été sciemment remplacé par un autre. **L'analyse de la technique du réseau n'est ainsi pas à négliger, même dans le cadre d'une critique du technicisme. Préservons-nous ainsi de nous éloigner de toute compréhension technique (même parcellaire), surtout lorsque celle-ci pourra servir**

⁴⁸ Il semble qu'il faille comprendre « thuriféraires des réseaux en tant que concept ». C'est notre analyse de ce terme.

⁴⁹ Ce sont notamment ces auteurs qui ont mis en exergue le principal écueil, à notre sens, de cette théorie : la méfiance vis-à-vis des explications tautologiques. Dit de manière différente, le réseau en tant que concept tend à décrire une matérialité dont la complexité est telle qu'elle ne peut être analysée, à l'inverse lorsque l'idée de réseau voudrait appliquer une certaine logique de fonctionnement à des systèmes n'en ayant pas les caractéristiques, l'outil se transforme en vision idéologique. Le lien est immédiat avec l'ouvrage de Boltanski et Chiapello, *Le nouvel esprit du capitalisme* [52], prenant comme objet d'analyse critique la « Cité par projets », ces deux auteur(e)s reviennent notamment sur la figure du *manager* comme un faiseur de réseaux représentant ainsi le « nouveau héros de la productivité », en décalage avec son pendant « bourgeois possédant, lourd et enraciné ». Nous touchons ici au sens le plus galvaudé du concept de réseau, lorsque celui-ci vient justifier une logique de marché avec, pour fin, le réseau et ses éléments en mouvement. Poursuivant la réflexion, est cité Jeremy Rifkin avec son extension de cette critique à la sphère de la consommation, il en fait dans son ouvrage la description et la critique avec en sus une critique incisive de cette idéologie du réseau en lien avec le capitalisme dans *L'âge de l'accès: la nouvelle culture du capitalisme* [53]. En plus de la Cité par projets et de la consommation, est abordé le thème de la gouvernance dont le premier rôle descriptif de systèmes d'actions trop complexes (tout comme le réseau), celle-ci en vient à évacuer le politique au profit d'un vernis technocratique dont les auteurs soupçonnent un lien tenu avec les forces capitalistiques de production de valeur. La critique de l'idéologie réseau est donc ancrée, ou peut se relier, avec celle du capitalisme tant la notion est facilement utilisable pour justifier une idéologie de marché, de consommation ou de déclassement de forces politiques ralentissant les deux occurrences précédentes.

notre propos argumentatif. Dans notre cas, comprendre les particularités de fonctionnement des éléments du réseau (d'éclairage public) étudié sera un prérequis à sa définition même et nous empêchera de formuler une réflexion éloignée de toute existence technologique.

Dès lors que retenir de ces définitions parfois antagonistes, souvent paradoxales et presque systématiquement insaisissables ? Les incorporer à l'objet d'analyse auquel ils se rapportent tout en ayant à cœur non pas d'élucider une description qui serait de nature cryptique mais bien de former un horizon réflexif au travers de parallèles concrets (les réseaux de transport par exemple), d'une montée en généralité conceptuelle et de choix paradigmatiques justifiés. Ainsi lorsque les auteurs insistent sur l'importance de « préciser celle que l'on choisit » en abordant les différentes définitions historico-sémantiques de la notion de réseau, nous acceptons cette assertion comme le « BA ba de la prudence épistémologique ». **Cette définition étant propre à chaque domaine, il importe donc à chaque auteur d'en tirer les traits à partir d'une bibliographie et d'une méthodologie qui seront contraintes par les impératifs de son domaine scientifique. Ce que nous proposons ici ne constitue donc pas une définition faisant loi sur le concept de réseau mais un paradigme « faisant notre loi »⁵⁰ sur ce même concept.**

Nous partageons d'autant plus la conclusion des deux auteurs qui assument un agenda de recherche se calquant sur l'action publique (et non l'inverse) et favorisent une définition du réseau « gagnant en légèreté » une fois que lui sont retirés le « sac à métaphore et le paradigme universel ». Prenant le pari d'un réseau comme objet de recherche autant que comme grille d'observation et boîte à outils, nous nous permettons également de parler des théories que nous avons sciemment choisies de ne pas intégrer à notre réflexion. En effet le choix de l'urbanisme des réseaux, de l'analyse sociotechnique et du génie urbain n'ont pas été effectué par défaut et correspondent aux spécificités de notre objet d'étude. Ainsi les théories présentées ci-après n'ont pas été retenues car, justement, elles étaient vouées à des objets purement géographiques ou même conceptuels, qui ne s'alignaient guère avec notre méthodologie.

JUSTIFICATION DES THEORIES NON MOBILISEES

Afin de remonter l'affiliation des théories en lien avec les réseaux, ici pour parler de celles que nous ne mobiliserons pas justement, il nous est nécessaire de parler de certains auteurs qui nous apparaissent comme essentiels, pour ne pas dire structurants, au regard de l'épistémologie de l'urbanisme contemporain. Le terme « contemporain » désigne ici la théorie urbanistique telle qu'elle est abordée depuis les années 2000 avec un paradigme analytique français mais en prenant compte des outils diffusés à l'international (comme expliqué ci-après). Débutons ce rapide état des lieux par les théories développées par Gilles Deleuze et Félix Guattari de 1972 à 1990, en nous concentrant sur la fin de cette période et sur leur dernier ouvrage en commun, *Qu'est-ce que la philosophie ?* [54]. Précisons que le travail de ces deux auteurs, créateurs de concepts, touche autant à la philosophie qu'à l'épistémologie des sciences de manière générale.

Si l'ensemble des ouvrages de ces deux auteurs ont eu une influence non négligeable dans les théories urbanistiques, nous en retiendrons deux écrits, en plus du plus récent cité précédemment. Le premier *Rhizome* [55] est fondateurs dans sa manière d'aborder la pensée complexe en plus de posséder de nombreuses connexions (pour ainsi dire) avec les théories des réseaux dont il était question auparavant. Ensuite l'ouvrage *Mille Plateaux* présente une vision stratifiée des relations, entre multiplicités et lignes de fuites [56], plus précisément ils y développent leur concept de rhizome en déconstruisant l'individu qui n'est plus le fondement de l'organisation sociale. Ce sont les subjectivités sociales qui composent ou décomposent les collectivités de toutes sortes (et non les individus). On voit là l'impact épistémologique immense que de telles théories peuvent avoir sur la géographie et l'urbanisme à l'international.

⁵⁰ Les guillemets n'indiquant pas ici une citation mais mettant en évidence le caractère particulier de l'expression.

Le *rhizome*, tel qu'abordé par les deux auteurs, est un concept tirant son origine du vocabulaire végétal⁵¹ (tout comme les réseaux saint-simonien évoqués plus haut) et ne constitue pas à proprement parler un objet mais plutôt une « réserve » dans le sens où elle s'oppose à une structure de pensée pyramidale. On voit là toute l'ambiguïté et la complexité (au sens premier du terme) d'un tel concept dont la définition même est basée sur le refus d'une acception linéaire et hiérarchisée de la réflexion. Selon les auteurs, la « direction » de ce rhizome pourrait être inopinée et sa « progression » chaotique, c'est en cela que cette pensée s'émancipe en quelque sorte d'une forme de « besoin » de linéarité et gagne en possibilités ce qu'elle perd en compréhension intuitive.

Il est toutefois possible de suivre les deux auteurs dans leur réflexion aboutie, notamment au travers de « principes » caractérisant le rhizome et listés comme suit dans l'introduction de *Mille Plateaux* [57].

- Le « principe de connexion et d'hétérogénéité » qui précise une formation par liaison d'éléments hétérogènes sans qu'un ordre préalable ait été établi ;
- Le « principe de multiplicité » qui prévient le système d'avoir besoin d'une entité totalisante pour exister, ce dernier est donc immanent par essence ;
- Le « principe de rupture assignifiante » qui se caractérise par l'absence d'ordre ou de hiérarchie entre les éléments, impliquant dès lors une « rupture » possible en tout point du système ;
- Le « principe de cartographie et de décalcomanie » où la carte, en tant que représentation d'un aspect du réel inconnu, s'oppose au calque, en tant que reproduction d'un état des choses bien identifié.

On comprend, au travers des trois principes, les liens réflexifs qu'il est possible de tirer avec la théorie des réseaux, le dernier ayant bien évidemment un impact décisif sur toute théorie géographique ayant pour ambition de proposer une représentation de réel. Plus globalement, cette théorie a irrigué (c'est le cas de le dire) une grande partie de la *French Theory*⁵² outre-Atlantique et l'urbanisme académique de manière analogue en raison de la porosité des disciplines dont il est question (philosophie, sociologie et urbanisme notamment). En ce qui nous concerne, il s'agit ici de concepts dont l'utilisation exégétique nous paraît inappropriée car peu en phase avec les disciplines mobilisées. **Notre pratique de l'urbanisme en lien avec le génie urbain nous enjoint toutefois à ne pas oublier l'existence de telles théories et notamment à justifier, très concrètement, lors de la définition d'un réseau technique de son adéquation ou de son inadéquation d'avec le concept de *rhizome*.** Dis d'une autre manière, il faudra permettre aux tenants de cette réflexion deleuzienne de critiquer nos observations au travers des concepts invoqués précédemment. Notre théorie des réseaux n'est pas une théorie du *rhizome* mais nous tacherons cependant d'en accepter les critiques.

*
**

Afin de continuer notre revue des théories aussi prépondérantes sur le plan académique que controversées sur celui des débats coplanaires, nous nous devons d'aborder la « Théorie de l'acteur-réseau » ou *Actor-Network Theory* (abrévié en ANT) dont on doit le développement à Madeleine Akrich, Michel Callon et Bruno Latour dans les années 1980. Nous aurons, par ailleurs, largement l'occasion de nous ré-intéresser aux deux auteurs essentiels dans l'analyse sociologique et historique des techniques que sont Madeleine Akrich et Bruno Latour dans les Partie 2 et Partie 3 de cette thèse. Nous parlerons cependant ici d'une théorie

⁵¹ Dans le monde végétal, un rhizome désigne la tige sous-terrainne de certaines plantes, remplie de réserve alimentaire.

⁵² Courant de pensée post-moderne né aux États-Unis à partir d'auteurs en majorité français et ayant influencé la vie académique et intellectuelle étatsunienne de manière centrale.

connexe à ces dernières, l'ANT donc, qui n'est pas vraiment une théorie au sens propre, comme le reconnaît, avec un brin de malice Bruno Latour [58] de manière rétrospective. Il pourrait plutôt s'agir d'un *imbroglio* de concepts et de sensibilités ayant fourni autant de fascination que de frustration dans ses capacités à remettre en question l'existant et son intangibilité.

Tout d'abord, l'ANT prend pour paradigme une notion de « réseau » qui s'apparente à celle de « rhizome » évoquée précédemment, ce qui nous oriente quant aux difficultés analogues qu'il sera possible de rencontrer. Plusieurs principes sont toutefois discernables selon la modalité de la liste, analogue au paragraphe précédent.

- La « Relationnalité » générale, stipulant que le « monde » est une imbrication d'objets (vivants et/ou non vivants⁵³) tous en relation les uns avec les autres ;
- La Symétrie généralisée postant les acteurs (effectuant l'action) et les actants (agent de l'action définis par les acteurs) comme équivalents dans le cadre de l'analyse ;
- L'Association, soit la relation entre l'ensembles des éléments constituant le « monde » dont il est question précédemment.

L'ANT présente l'avantage de se soustraire à la problématique de l'échelle employée dans une analyse urbanistique ou géographique. En effet à partir du moment où le déploiement du réseau est proportionnel à sa puissance de connexions alors le choix de l'échelle ne constitue plus une étape indispensable à l'étude. Sans pouvoir en proposer une description complète et une critique parfaite (qui serait aussi illégitime qu'inefficace), nous pouvons cependant relever que cette théorie est quelquefois raillée dans le monde académique. Notamment lors d'un colloque très récent (au moment de la rédaction de cette thèse) où l'ANT a été décrite par un professeur de Harvard comme « la théorie tarte à la crème de Bruno Latour »⁵⁴. Bruno Latour lui-même a grandement participé à cette relativisation de l'importance de l'ANT au travers de la citation qui suit.

« Il y'a quatre choses qui ne fonctionnent pas avec la théorie de l'acteur-réseau : le mot acteur, le mot réseau, le mot théorie et le trait d'union ! »

Bruno Latour – cité par Gérard de Vries [59]

Cependant, et comme l'avait d'ailleurs affirmé son inventeur, la théorie de l'acteur-réseau possède néanmoins certaines idées qui méritent d'être sauvées. L'une d'elle nous intéressera tout particulièrement, il s'agit de la « boîte noire », soit l'acception selon laquelle un système fonctionnant rendra invisible les étapes nécessaires à son fonctionnement. Le chercheur qui devra étudier cet objet ouvrira la boîte et devra déceler les contingences politiques et sociales à l'œuvre dans son fonctionnement. Au moment où on ouvre cette boîte noire, l'on aborde alors le concept non plus comme un ensemble de points mais bien comme un réseau, l'exploration heuristique débute alors réellement. C'est donc en assumant parfaitement les risques de l'utilisation d'une telle théorie que nous userons de cette sémantique de la « boîte noire » pour décrire *in fine* un ensemble de contingences réalistes dépassant les seuls aspects techniques. Cette théorie offre également

⁵³ Êtres et/ou choses pourrait-on dire.

⁵⁴ Colloque international « *The limits to growth of the smart city : spaces and energies of digital infrastructures* » à l'École d'architecture de la ville & des territoires de Paris-Est les 5 et 6 juin 2019.

l'avantage de ne pas considérer la ville comme un objet possédant des limites, son interconnexion offrant par essence la remise en question de toute limitation.

Nous ne nous attarderons pas outre-mesure sur d'autres théories, notamment celles utilisées en géographie et qui, bien que non-dénuées d'intérêts et pouvant s'appliquer à notre objet d'études, ne représentent pas un horizon réflexif qui pourrait d'accorder avec tous nos paradigmes précédents. L'une des raisons étant la « tradition monographique » dans la géographie académique dont il est question plus haut et qui ne se prête malheureusement guère à une analyse d'un réseau en particulier comme objet circonscriptible. Les écrits de Lena Sanders et Denise Pumain étant à cet égard particulièrement éclairants [60], [61]. Pour notre part, ayant la chance d'avoir un objet d'étude dont la définition même est par essence restrictive et donc adaptable aux précédentes théories évoquées, l'analyse géographique monographique risquerait d'alourdir les conclusions et d'en ternir la lisibilité. Ainsi nous prenons acte des différents mouvements académiques évoqués précédemment et proposons une précision définitive plus concrète dans la prochaine partie, afin de comprendre de quoi « réseau technique » est-il vraiment le nom.

UNE MULTITUDE DE DEFINITIONS ET UN REGARD CRITIQUE

Afin de recentrer la réflexion précédente sur le volet présentant, pour nous, le plus grand intérêt épistémologique, à savoir la définition « technique » et sans nous étendre plus que nécessaire sur une étude étymologique, précisons toutefois que nous entendons le terme « technique » selon le sens décrit ci-dessous.

« Du grec technè, désignant la production ou la fabrication matérielle [...] »

Ensemble de procédés reposant sur des connaissances scientifiques et destinés à la production : La technique des centrales nucléaires.

Ensemble des applications de la science dans le domaine de la production : L'évolution de la science et de la technique. »

Dictionnaire Larousse – *Dictionnaire étymologique et historique du français*, 2019.

Considérons donc la technique comme à la fois une part de la science vouée à la production (au sens marxiste du terme) et comme une matérialité de la réflexion précédemment engagée. C'est-à-dire selon le dialogue, que nous trouvons fort adéquat, entre une acception large de la « philosophie occidentale » post Descartes et le matérialisme impliquant la *technè* comme pivot entre l'infrastructure (sur laquelle repose les conditions matérielles d'existence) et la superstructure permettant la philosophie et la réflexion [62]. Bien que pouvant apparaître comme contradictoires, ces définitions se complètent pourtant parfaitement en permettant à un objet technique d'être à la fois le produit matériel d'une réflexion et le creuset de réflexions futures pouvant, entre autres, permettre sa propre transformation, sa propre mutation.

Ainsi le « Réseau Technique » pourra se définir de manière conceptuelle comme un ensemble d'objets matériels en connexion les uns avec les autres, étant à la fois le fruit d'une réflexion et la source d'un confort matériel permettant des réflexions futures. Dans son acception urbaine, le terme « infrastructure » est tout indiqué tant il rend compte de la fondation que représente cet ensemble d'objets pour la vie matérielle et les attentes qu'il suscite quant à l'amélioration de celle-ci. C'est en ce sens que le réseau fournit un service, à la fois par l'addition des services rendus de chacun de ses objets pris séparément mais également en tant que support, infrastructure générale d'une matérialité permettant, peut-être, à d'autres services d'émerger. C'est ici que la finalité du réseau technique rejoint la finalité de l'éclairage public évoquée dans la première sous-partie. Nous pouvons donc en échafauder une définition générique et générale qui se situera au croisement de ces deux théories tout en prenant acte des controverses relatives au terme « réseau » évoquées dans la partie éponyme.

Nous nous situons, encore une fois, dans le cadre épistémologique propre au « génie urbain, ce dernier ayant la particularité de prétendre à la possibilité d'un dialogue entre gestion et modélisation, sans être dupe du fossé séparant ces deux univers. Afin d'illustrer ce relatif écart entre « opérationnel » et « académique », nous pouvons citer une définition de l'objet réseau, très concrète et proposée par le CEPRI (Centre Européen de Prévention du Risque Inondation) et qui a fait école en termes de modélisation des défaillances des réseaux justement [63]. Celle-ci précise sur une grammaire théorique et opérationnelle de définition des réseaux techniques selon les cinq points suivants.

- **Une structure** composée d'éléments linéaires et de connexions nodales ;
- **Des flux** soumis à des fluctuations ;
- **Des connexions** avec d'autres réseaux formant des dépendances fonctionnelles ;
- **Un pilotage** sociotechnique ;
- **Du personnel** nécessaire à la maintenance, la gestion, la surveillance, l'entretien et l'éventuelle réparation des diverses installations d'ingénieur.

A ceux-ci nous nous permettrons de rajouter trois points globalisants découlant directement des réflexions précédentes et nous permettant d'asseoir la définition d'un « réseau technique urbain ».

- **La fourniture d'un service** au sens large (donc pas forcément marchand) permettant de définir le réseau comme une infrastructure dans une logique matérialiste ;
- **Une essence rétistique** propre au réseau dont l'étude implique de considérer les trois volets que sont la structure, la dynamique et la logique du réseau ;
- **Le caractère insaisissable** de la totalité des objets considérés et la réflexion selon laquelle nous ne travaillerons (au mieux) que sur une représentation de la réalité.

Toutes ces caractéristiques nous semblent à la fois pertinentes et fonctionnant selon un dialogue⁵⁵. Les cinq premières renvoyant aux bases de la théorie des réseaux et de la théorie de l'acteur réseau (ANT), s'ajoutant à la prise en compte des spécificités du réseau dans son acception d'objet urbain, aux acquis de dizaines d'années d'études critiques sur ce sujet et enfin aux controverses structurantes nous invitant à l'humilité sur nos conclusions. C'est ici que peut se révéler l'aspect paradoxal de la pensée du génie urbain de manière générale et de l'étude académique des réseaux techniques urbains en particulier. La théorie urbanistique se situant à la fois en amont et en aval de la réalisation matérielle, les conclusions ne sont jamais vraiment ni prescriptives ni descriptives, elles accompagnent un mouvement de construction matérielle dont la totalité échappe à toute rationalité individuelle.

Nous pouvons revenir à l'auteur Pierre Musso afin de parler de cet aspect [49], dont la pensée critique a irrigué une partie de l'école de pensée française sur le sujet. Nous invitent à l'humilité quant à la portée que ces réflexions pourraient avoir sur une matérialité qui n'est modélisée que partiellement, nous partageons son analyse d'une approche qui reste théorique à fondation plus qu'à visée opérationnelle. Pour conclure

⁵⁵ Dialogue entre « académicien(ne)s et opérationnel(le)s, qui est donc une des caractéristiques du génie urbain.

nous utiliserons un terme de cet auteur, celui de « rétiologie » [64], autour duquel le même Pierre Musso développe une mise en garde proche de celle de « l'idéologie réseau » évoquée précédemment. Prenant un paradigme dans lequel nous nous reconnaissons en affirmant la chose suivante.

« Le réseau est à la fois une technique associée à un imaginaire et un procédé canonique pour la compréhension du monde d'autant plus puissant que la technique est omniprésente. »

Pierre Musso – La rétiologie [64].

Il développe une critique de la « pensée réseau » selon laquelle l'analyse d'un objet matériel aurait été dépassé par une croyance aux accents théologiques envers l'essence des systèmes rétistiques. Reprenant une partie de l'épistémologie historique du terme en y ajoutant ses propres conclusions critiques sur la croyance envers la « révolution technologique », le texte est un puissant avertissement quant aux ambitions d'exégèse et de perspectives manquant d'humilité sur le futur de nos organisations humaines. **Nous suivrons donc cette idée qui nous semble salutaire et selon laquelle l'analyse académique d'un réseau ne pourra *in fine* constituer une étude prédictive absolue sur son devenir et devra s'en tenir à ce pourquoi elle a été échafauder : la description d'une réalité dont la complexité dépasse les techniques d'analyse orthodoxes.** Ainsi en sera-t-il pour notre réseau d'éclairage public, qui sera construit conceptuellement dans les parties qui vont suivre et selon une dynamique linéaire. L'ambition affichée étant de partir du service recherché, évoqué au tout début de cette partie et, d'objets techniques en objets techniques, de comprendre les dynamiques de construction à l'œuvre dans la formation du réseau urbain. Nous ferons converser ceci avec une brève histoire des techniques dont le généralisme géographique⁵⁶ constitue une volonté de notre part, celle de ne pas analyser un espace circonscrit avant la Partie 2 de cette thèse.

Ainsi de notre définition du terme qui irriguera la totalité de cette thèse, le « réseau ». En prenant acte des différentes écoles de pensées et des différentes disciplines consultées, nous prenons aussi position quant à celle qui sera la nôtre, l'urbanisme des réseaux dans la branche du génie urbain. Cette prise de position épistémologique nous apparaît comme la plus à même de fournir une compréhension technique et une réflexion sociale⁵⁷ à notre réseau d'éclairage public. Réseau qu'il nous incombe encore de définir, élément par élément, à commencer par sa finalité dont les précisions se trouvent dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 1.2 - MATERIALITE DU PHOTON

SOUS-CHAPITRE 1.2.1 - LA LUMIERE, PHENOMENE PHYSIQUE

INCISES ETYMOLOGIQUES

A la question « pourquoi ne pas avoir introduit la définition de *lumière* plus tôt ? », la réponse pourrait bien être que jusqu'à présent il était question de « compenser » la nuit et non de produire de la lumière (qui en est la résultante). C'est donc de manière, nous semble-t-il, adéquate que cette définition se décline maintenant que nous savons, sur un plan dialectique, que notre objet d'étude sera substantiellement un producteur de lumière. Sur un modèle tout-à-fait analogue aux parties précédentes, nous proposons donc une introduction étymologique au terme étudié afin d'en préciser les contours et les spécificités physiques.

⁵⁶ Donc la non-monographie.

⁵⁷ Les deux termes « technique » et « sociale » trouverons un terrain d'entente et même une genèse commune dans les Partie 2 et Partie 3.

Ainsi le dictionnaire Larousse⁵⁸ définit la « lumière » selon plusieurs assertions, découlant du latin classique *lumen, -inis*.

« 1. Rayonnement électromagnétique dont la longueur d'onde, comprise entre 400 et 780 nm, correspond à la zone de sensibilité de l'œil humain, entre l'ultraviolet et l'infrarouge.

2. Clarté émise par le soleil, qui éclaire les objets et les rend visibles [...]

3. Éclairage artificiel [...]

4. Source lumineuse, appareil, lampe, etc., propres à l'éclairage [...]

[...] »

Dictionnaire Larousse, *Larousse, Dictionnaire étymologique et historique du Français*, 2019.

La suite des définitions étant composée de termes « littéraires » ou « métaphoriques », nous faisons le choix de nous concentrer uniquement sur les premières listées ci-dessus. Sans nous attarder sur l'ordre dans lequel les définitions se succèdent, constatons tout d'abord qu'elles concernent toutes le même objet, à savoir le phénomène par lequel notre environnement est rendu « visible ». Là-dessus il peut y avoir confusion, notamment sur la manière avec laquelle doit être dénommé ce phénomène physique si ces caractéristiques⁵⁹ ne le rendent pas perceptible par l'œil humain. Ainsi nous pourrions parler de « lumière visible » pour éviter toute confusion, bien que notre travail ne portera que peu sur la lumière dite « non visible » en raison de notre rapport à l'urbanisme et donc à la lumière en tant que « service »⁶⁰. La lumière étant ici abordée comme un service, sa caractéristique de « visibilité » sera vue comme consubstantielle à sa définition, évitant ainsi tout rapprochement hasardeux.

Les définitions suivantes sont ensuite des corrélations, des résultantes voire des périphrases représentant des situations applicatives particulières de l'objet « lumière ». Par exemple la lumière émise spécifiquement par le soleil qui peut se définir trivialement comme « lumière naturelle » ou bien son pendant, celle émise au moyen d'un artifice issu de la technique humaine et qualifiée de « lumière artificielle ». Enfin la lumière peut également, dans une acception plus vernaculaire, désigner l'objet technique même engendrant sa production et l'effet induit de celle-ci, l'éclairage. Ainsi l'on comprend vite que nous nous intéresserons, de manière évidente au phénomène physique du rayonnement électromagnétique pouvant être capté par la plupart des yeux humains⁶¹. **Car « repousser la nuit » implique de produire les conditions artificielles de vision diurne, selon l'acception du « jour » définie en début de thèse⁶². L'éclairage étant, au final, la conséquence de cette « production »⁶³ de rayonnement électromagnétique visible par l'œil humain.** Attelons-nous donc tout d'abord à une définition de ce phénomène physique, aux déclinaisons des différents moyens de le mesurer et enfin à son caractère « physiologique ».

ENTRE ONDE ET PARTICULE, FONCTION DE L'USAGER HUMAIN

⁵⁸ *Larousse, Dictionnaire étymologique et historique du Français*, 2019.

⁵⁹ La longueur d'onde considérée, sur laquelle nous reviendront.

⁶⁰ Voir sous-chapitre précédent pour plus de précisions.

⁶¹ Communément admise comme étant une longueur d'onde comprise entre 400 et 780 nm.

⁶² Si l'on voulait adopter une réflexion encore plus radicale intellectuellement, l'on pourrait affirmer que la production de lumière artificielle n'est au final « que » le meilleur moyen que l'on ait trouvé pour étendre nos activités diurnes au-delà du crépuscule. En somme, « repousser la nuit » implique de trouver des moyens palliant à l'absence de lumière et un de ses moyens est tout simplement la production d'un éclairage artificiel.

⁶³ Le terme est discutable mais très illustratif.

De manière assez contre-intuitive et pourtant nécessaire, la définition de la lumière sur le plan physique commencera par, en quelque sorte, le point d'arrivée et donc le récepteur de cette lumière, le récepteur de cette onde⁶⁴ à savoir l'œil humain. En effet, la lumière étant définie par la caractéristique intrinsèque de sa captation par l'œil humain, nous avons donc la nécessité d'en expliquer très brièvement les ressorts. Ici ne sera pas considéré le caractère proprement biologique du traitement de « l'information lumineuse » par le cerveau qui serait aussi inutile qu'illégitime. Nous considérerons donc l'être humain comme un système dont le fonctionnement nécessite la captation d'informations avant leur traitement, une de ces informations étant les ondes électromagnétiques comprises dans un certain intervalle de longueur d'onde, la présence de ces ondes devient alors nécessaire à l'activité humaine.

C'est ici notre première hypothèse, le système humain nécessite la présence d'une onde électromagnétique particulière pour fonctionner. Nos choix paradigmatiques excluent (en tout cas pour le moment) les individus ne bénéficiant pas d'une vision « classique » en raison de notre objectif, celui de décrire la formation de l'éclairage comme artefact humain. Comme visible en Figure 9, l'onde électromagnétique qui nous intéressera ici est, en quelque sorte, « précédée » par les rayonnements ultraviolets (UV), les rayons X et les rayons gamma de longueur d'onde plus petite.

De même, suivent les rayons infrarouges, micro-ondes et les ondes radio de longueur d'onde plus élevée. L'ensemble de ces dénominations ayant été conçue par rapport aux besoins opérationnelles spécifiques de chaque longueur d'onde, si l'on comprend aisément l'appellation « micro-onde », le fait que le rayonnement infrarouge soit défini par des longueurs d'onde supérieures aux ultraviolets s'explique de manière plus indirecte. La fréquence f étant, en physique, l'inverse de la période T , définie elle-même comme le quotient de la longueur d'onde λ avec la célérité c . Ainsi l'équation devient celle-ci-dessous.

$$f = \frac{1}{\lambda \cdot c}$$

L'on comprend donc qu'une longueur d'onde élevée impliquera nécessairement une fréquence basse, inférieure à la fréquence du rouge visible par l'œil humain et donc infrarouge. Il en va de même en suivant le raisonnement « inverse » pour les ultraviolets⁶⁵. Nous voilà donc avec ce qui est nécessaire à l'activité du système humain, cette fameuse longueur d'onde électromagnétique comprise entre 380 et 780 nm que l'on nomme « lumière ».

Le « problème » des longueurs d'ondes est qu'elles ne permettent pas une définition totale de la lumière qui a la particularité d'être à la fois une onde (donc) et un corpuscule. Cette dualité permet notamment à la lumière de transporter de l'énergie dans une direction considérée et est une parfaite illustration de l'incomplétude actuelle des modèles physiques. Cependant le fait que le modèle théorique ne soit pas complet n'empêche en rien de produire des études empiriques (au contraire d'ailleurs), c'est donc en toute connaissance de cause que d'autres unités de mesures de la lumière sont apparues. Ces dernières permettent de manipuler les grandeurs avec plus d'aisance sans se cantonner soit à l'électromagnétique, soit à la physique des particules.

⁶⁴ Car ici nous l'aborderons comme une onde.

⁶⁵ Source : documentation technique de « Grandeurs photométriques », Entreprise Evesa, mars 2017.

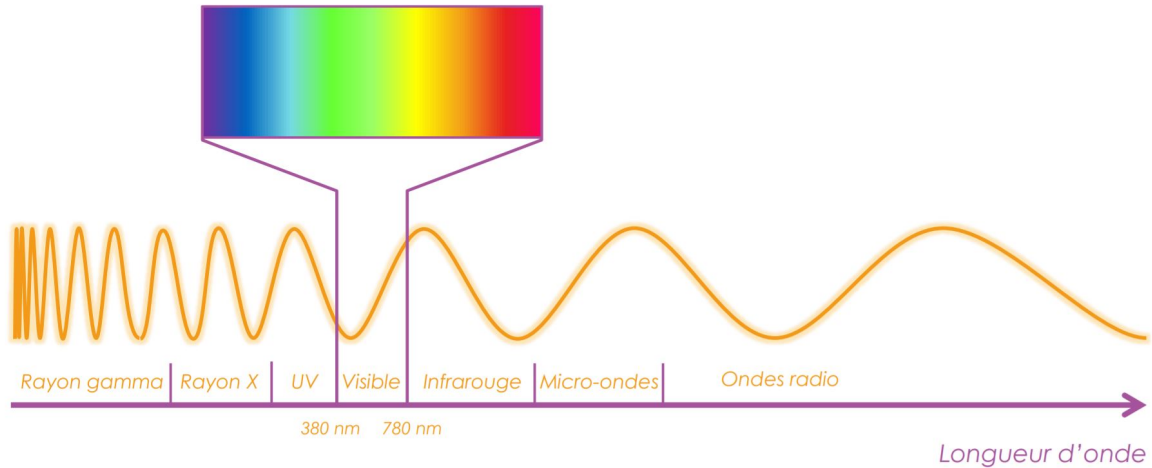


Figure 9 - La lumière en tant que spectre visible au sein d'autres classifications de longueurs d'ondes (Documentation technique d'Evesa, mars 2017).

La première de ces unités « usuelles » est la candéla (cd) qui permet de mesurer l'intensité lumineuse dans une direction donnée. Il s'agit d'une des sept unités de base du système international⁶⁶, à ce titre elle est définie de manière « indépendante » et précédera l'obtention de toutes les autres unités reconnues par analyse dimensionnelle. Il n'est pas aisé de définir la candéla sans s'engouffrer dans un marasme de définitions physiques requérant chacune leur(s) propre(s) sous-définition(s), contentons-nous donc de citer le Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) et de considérer comme non essentielles les constantes physiques utilisées.

« La candela, symbole cd, est l'unité du SI d'intensité lumineuse dans une direction donnée. Elle est définie en prenant la valeur numérique fixée de l'efficacité lumineuse d'un rayonnement monochromatique de fréquence 540×10^{12} Hz, Kcd, égale à 683 lorsqu'elle est exprimée en lm W^{-1} , unité égale à cd sr W^{-1} , ou $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$, le kilogramme, le mètre et la seconde étant définis en fonction de h , c et $\Delta \nu \text{ Cs}$ »⁶⁷

BIPM – Résolution 1 de la 26^{ème} Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM), 2018.

Ce qu'il faut retenir ici, c'est que la candéla mesure un flux lumineux véhiculant une énergie (en Watt) et une fréquence (en Hertz) dans une direction donnée. Pour replacer cela dans un contexte historique très illustrant, une candéla correspond environ à l'éclat d'une bougie dans un plan horizontal, la « bougie » a d'ailleurs longtemps été l'unité utilisée pour ce genre d'études. Comme visible en Figure 10, cette intensité lumineuse (ici représentée par le rayonnement du soleil), est caractéristique d'un flux lumineux, ce dernier se mesure en lumens (lm). Un lumen est tout simplement égal au flux lumineux émis dans un angle solide de 1 stéradian, par une source ponctuelle située au sommet de l'angle solide et ayant une intensité lumineuse de 1 candéla (équation ci-dessous).

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \times 1 \text{ sr}$$

⁶⁶ Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) : bipm.org. L'ensemble des informations concernant les grandeurs physiques proviennent de cette même source et de ses différents rapports.

⁶⁷ La valeur h étant la constante de Planck, c la célérité de la lumière dans le vide et $\Delta \nu \text{ Cs}$ la « fréquence de la transition hyperfine de l'état fondamental de l'atome de césium 133 non perturbé ».

Comme cela est toujours visible en Figure 10, ce flux produit sur une surface un éclairage que l'on mesurera en lux et qui correspond à l'éclairage uniforme d'une surface de 1 m². Enfin, la luminance est une grandeur qui mesure la puissance de la lumière reçue par un observateur et provenant d'une surface émettrice de lumière. Elle se mesure par le quotient de l'intensité et de la « surface apparente » pour l'observateur, c'est-à-dire le produit de la surface et du cosinus de l'angle entre l'axe d'observation et la normale à la surface. Elle s'exprime donc en candéla/m² et peut faire office d'indicateur en dernier ressort dans le cas de l'éclairage, tant elle est une grandeur perceptible par l'œil humain.

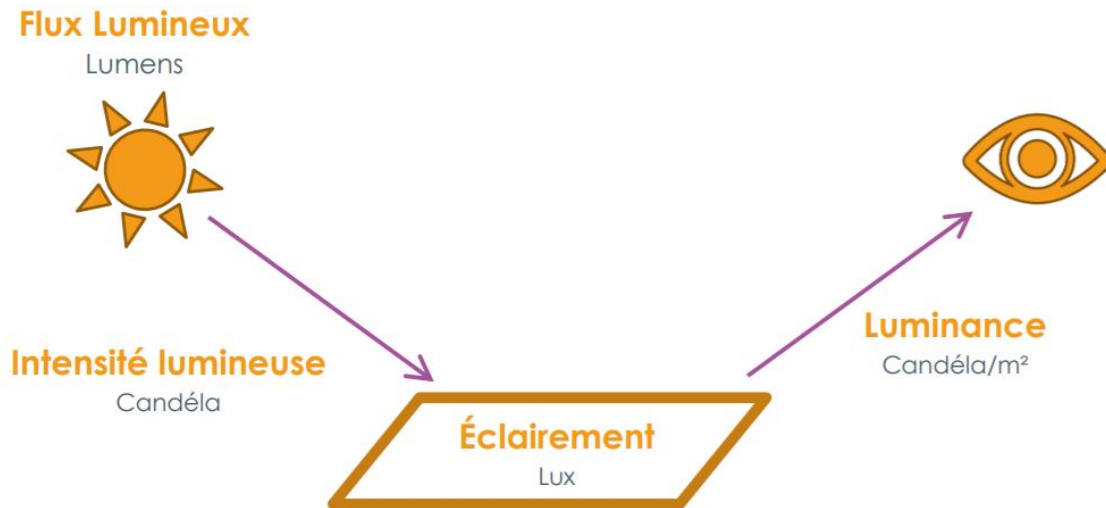


Figure 10 - Présentation schématique des principales unités usuelles de mesure de la lumière (Documentation technique d'Evesa, mars 2017).

C'est peut-être cela dont il est réellement question lorsque l'on parle innocemment de « l'éclairage public », le résultat de ce processus mais avec, comme source émettrice, autre chose que le soleil. L'intensité lumineuse de cette source se traduisant en flux lumineux, éclairant une ou plusieurs surfaces qui elles-mêmes viendront signaler l'environnement à l'œil humain, l'observateur, en un mot « l'utilisateur ». Nous n'avons pas encore fini notre tour des grandeurs, tant la présence de cet utilisateur final représente un facteur de modification pour celles-ci, facteur qui s'avèrera structurant dans la conception des sources, donc de leur agencement et, plus loin du système et du réseau d'éclairage.

L'IMPACT DU « SYSTEME HUMAIN » SUR LA CARACTERISATION

La présence du système humain implique une autre considération quant à la caractérisation de la lumière, considération qui de prime abord ne paraît pas cruciale mais qui s'avèrera fort utile lors de la comparaison des différents moyens de « produire » cette lumière. Il s'agit de la « température de couleur » de la source de lumière considérée. Un premier problème survient alors, avant de définir (sur un plan physique) la température de couleur, nous devons nous demander ce qu'est une couleur. De manière tout-à-fait succincte, la colorimétrie est le nom que l'on donne à cette branche de la physique qui a pour objectif de relier la mesure physique quantifiable à la perception humaine générale des couleurs. Le but étant de caractériser « dans l'absolu »⁶⁸ une couleur perçue et donc de pouvoir à terme se passer de l'outil de comparaison dans la caractérisation des couleurs [65].

Les couleurs sont ainsi définies par trois valeurs selon des postulats et des paradigmes physiques permettant de les exprimer ainsi. La compréhension entière de ces paradigmes n'est pas nécessaire à la compréhension

⁶⁸ Les guillemets sont, ici, plus que de rigueur.

des lois physiques en découlant, pas plus que la compréhension de la linguistique théorique n'est nécessaire au langage par exemple. L'ensemble des couleurs « possibles » ou « perceptibles » est donc toujours composable à partir de trois couleurs d'origine, pourvu que la troisième couleur ne puisse être reconstituée à partir des deux autres. Les couleurs sont toutes également définies par trois variables, qu'on peut appeler x , y et z , et qui pour deux d'entre elles sont définies en fonction d'un observateur⁶⁹, la dernière étant la luminance absolue⁷⁰. Cela permet donc de représenter les couleurs dans l'espace, puis de poser l'hypothèse que la couleur est indépendante de la luminosité (on l'appelle alors chromaticité) et de pouvoir poser la valeur de luminance comme une constante. **Pour résumer, l'on se dit que la variation d'intensité lumineuse, donc de luminance, n'est pas déterminante dans la définition des couleurs absolues.** Ceci permet enfin une représentation des couleurs dans un plan défini par la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) dont un des premiers « diagrammes de chromaticité », sorti en 1931, est visible en Figure 11.

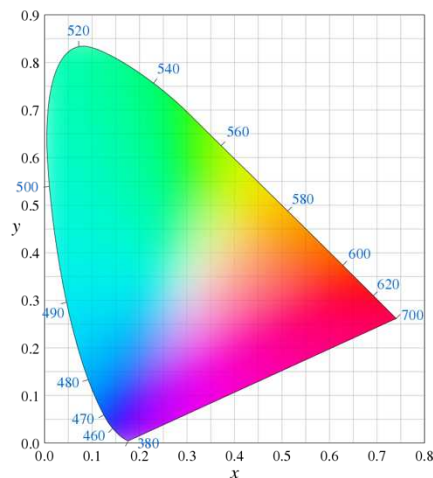


Figure 11 - Diagramme de chromaticité de la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) sorti en 1931

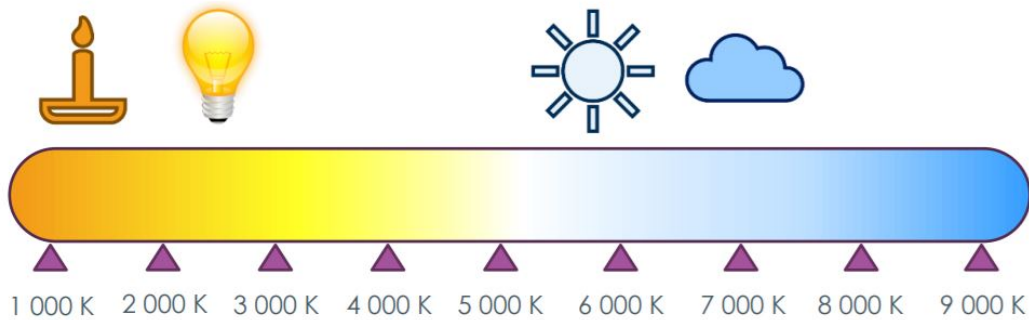
Depuis de nouveaux diagrammes « normalisés » sont sortis en changeant certains postulats concernant les axes et permettent une répartition des couleurs plus adéquate car plus raccord à notre propre perception. Ce qu'il faut retenir c'est que la couleur est une donnée physique considérée comme absolue, ou dont on possède une valeur absolue tout du moins. Ceci étant accepté, il devient possible d'introduire une autre mesure en lien avec la perception humaine, la température de couleur. Cette dernière permet de simplifier encore la démarche de caractérisation d'une source en rendant la mesure très opérante, c'est-à-dire très « sensible ». Pour ce faire, le postulat de départ réside en la comparaison d'une source lumineuse avec un « corps noir ». Un corps noir est tout simplement un matériau idéal⁷¹ dont la couleur dépend exclusivement de la température, exprimée en degrés Kelvin (K), qu'il subit. Pour le dire différemment, ce corps absorbe de manière parfaite toute l'énergie électromagnétique (donc la lumière) et ne renvoie aucune onde reçue. En revanche sa propre luminosité vient de sa température et fournit donc une relation directe entre température et couleur, deux valeurs absolues.

⁶⁹ Plus précisément en fonction de la réponse des « cônes » qui sont des photorécepteurs situés dans la rétine humaine.

⁷⁰ Qui peut aussi être relative si l'on veut être rigoureux.

⁷¹ Presqu'une expérience de pensée donc.

Ainsi une température faible (autour de 1 000 Kelvins) correspondra à des spectres d'émission que nous percevrons comme tirant sur le rouge et une température forte (au-delà de 11 000 Kelvins) tirera sur le bleu. Le métal chauffé par un forgeron, un four ou un grille-pain sont de parfaits exemples pour cette caractérisation de la lumière. Ainsi toutes les sources d'émission lumineuse peuvent aussi être caractérisées par cette température, comme le montre l'échelle en Figure 12. **On remarque alors que de manière contre-intuitive, les habitudes de langage ont retenu comme une lumière « chaude » une source lumineuse caractérisé par une faible température de couleur (la bougie). A contrario une lumière « froide » dans le langage vernaculaire désigne une source lumineuse dont la température de couleur est élevée.**



**Figure 12 - Températures de couleur et exemples de correspondances
(Documentation technique d'Evesa, mars 2017)**

L'indice de rendu des couleurs (IRC) suit approximativement la même logique, dans la mesure où il s'agit de comparer la capacité d'une source lumineuse à restituer les couleurs d'un objet éclairé. Bien sûr le terme « restituer » n'a de sens que de manière relative et ici la « norme » sera fixée par rapport à l'indice maximum qu'il est possible d'obtenir, à savoir un IRC de 100. Ce dernier est communément admis comme étant la distinction des couleurs⁷² permise par le rayonnement d'un corps noir. De manière triviale, il s'agit ici de « comparer » l'écart colorimétrique entre ce rayonnement idéal et la source que l'on souhaite caractériser, il en résulte un indice (ou une combinaison d'indices) dont la valeur finale sera comprise entre 0 (aucune distinction des couleurs) et 100 (distinction idéale, par exemple en plein jour).

Enfin nous aimerions introduire un dernier aspect qualifiant la lumière, non pas une variable à proprement parler mais plutôt une fonction dite « d'efficacité lumineuse ». La fonction d'efficacité lumineuse permet de faire le lien entre notre perception humaine d'une source lumineuse (en lumen) et l'énergie transportée par la lumière (en Watt). Surtout cette fonction se décline en deux cas, un cas diurne dit « photopique » et un cas nocturne aussi appelé « scotopique ». La vision scotopique trouve son origine étymologique dans le mot grec *skotos*, « la nuit », et se définit par une sensibilité différente à la lumière reçue s'expliquant par un traitement différent de l'information « lumière » par le corps (ou le « système ») humain. En effet contrairement à la vision photopique qui fait intervenir les cônes, la vision scotopique fait intervenir les bâtonnets, un autre élément de la rétine humaine. Ces bâtonnets étant plus sensibles dans leur ensemble (car plus nombreux et plus longs que les cônes) permettent au système humain de percevoir des sources de lumières dont le rayonnement lumineux possède une énergie intrinsèque plus faible. D'où les deux fonctions visibles en Figure 13 qui rendent compte de ces deux « modes » de la vision humaine.

⁷² Aussi appelé « écart colorimétrique ».

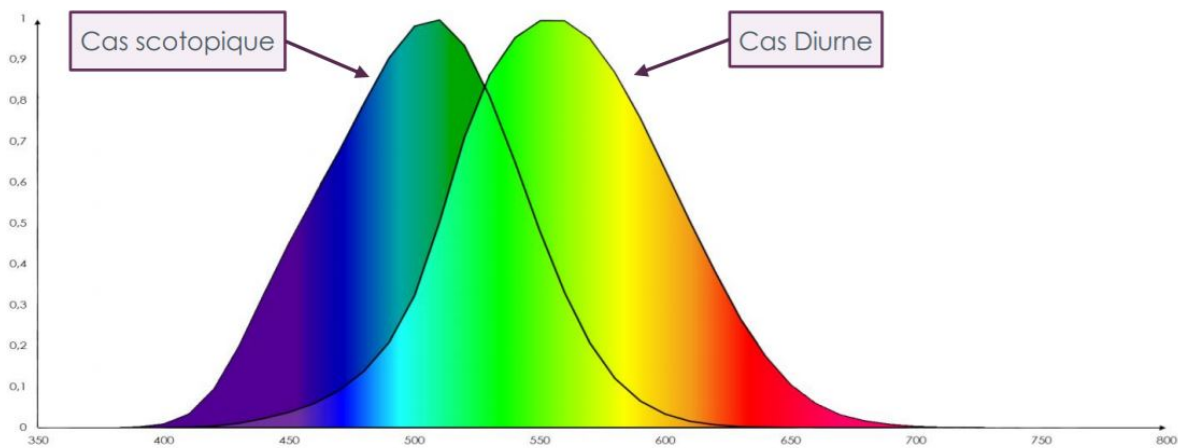


Figure 13 - Les deux cas de la fonction d'efficacité lumineuse (Documentation technique d'Evesa, mars 2017)

Cela ne pourrait être qu'un détail modal insignifiant mais il s'agit en fait d'une particularité structurante dans le rapport que les individus pourront entretenir avec leur environnement. En effet le passage d'un domaine de vision à un autre peut mettre du temps à s'opérer (45 minutes pour une vision scotopique optimale) et ne nous permet pas de distinguer les couleurs. Cette vision « en noir et blanc » est dû à l'existence d'un seul type de bâtonnets, contrairement aux cônes dont les trois types différents permettent une distinction des couleurs, ou vision trichromatique, sur des modalités analogues à la définition des couleurs précédente [66]. L'on pourrait rajouter à ce descriptif le cas de la vision photopique, qui mobilise à la fois les bâtonnets et les cônes de la rétine.

Nous postulons que cette vision est donc adaptée à l'environnement nocturne dit « naturel » c'est-à-dire sans artefact producteur de lumière, alors la conception d'un tel artefact pourrait induire une perception différente de l'environnement nocturne en fonction de l'énergie véhiculée par la source lumineuse. Mais dans quelle mesure cette perception différente de l'environnement nocturne répond-t-elle à un besoin ? C'est sur cet aspect que nous nous pencherons dans la prochaine partie, le justifiant de la présence constatée d'un besoin général en éclairage artificiel des sociétés humaines. Ce sous-chapitre nous a permis de décrire les phénomènes et lois physiques faisant foi et encadrant les réalités infrastructurelles que nous décrivons plus loin, il est un prérequis à ce qui va suivre, la considération de ces phénomènes physiques comme relevant d'un « besoin » (Sous-chapitre suivant) et ayant donné lieu à la création d'un « artefact » Chapitre 1.3) faisant finalement « réseau » (Chapitre 1.4).

SOUS-CHAPITRE 1.2.2 - L'ECLAIRAGE, UN BESOIN ?

LA LUMIERE COMME BESOIN PHYSIOLOGIQUE

Les besoins physiologiques ou besoins primaires sont des besoins considérés comme indispensables à la survie, ici humaine. Le terme peut plus prêter à confusion qu'il n'y paraît, tant la définition d'un besoin « vital » peut être source de nombreux paradoxes factuels. L'existence même de personnes non-voyantes ou malvoyantes et leur inclusion dans la société humaine⁷³ pourrait exclure de fait la lumière, sa captation et son traitement, comme besoin primaire. Ainsi, sans nous lancer dans une exégèse psychosociologique, nous pouvons affirmer que le traitement de « l'information lumière » est un besoin humain relié à la capacité d'appréhension de son environnement qui influencera, et prédéterminera, sa capacité à se mouvoir et à influencer sur ce même environnement.

S'il était toutefois nécessaire de relier cette théorie (très basique) des besoins avec un socle académique, il serait possible de citer très brièvement les travaux de Virginia Henderson en lien avec les soins infirmiers [67]

⁷³ Il n'est pas question ici de nier ou de minorer les effets d'exclusion que beaucoup d'organisations sociétales peuvent avoir sur les personnes en situation de handicap. Il s'agit plutôt d'attirer l'attention sur le caractère relatif du terme « besoin physiologique ».

ou ceux de Manfred Max-Neef liés à une conception sociologique des besoins limités [68]. Dans les deux cas, ces systèmes de classification pourraient inclure la lumière dans ce qui est nommé « le rapport à l'environnement », « l'autonomie » ou bien « le besoin de se mouvoir ». La caractéristique de la lumière comme élément physique mesurable permet aussi de quantifier son influence sur « la vie humaine », plus précisément sur les rythmes des activités humaines, au-delà de la simple séparation sommeil/éveil.

Sur un modèle proche du rythme nyctéméral introduit en première partie, la chronobiologie s'intéresse tout particulièrement à ce phénomène et nous permet d'entrevoir la rythmicité induite par la présence (et l'absence) de lumière dans notre environnement. Nous reprendrons ici les rapports d'expertise collective de l'Inserm⁷⁴ ainsi que les travaux de deux chercheurs ayant « fait école » afin de dessiner les contours de la discipline. Cette science s'intéresse ainsi tout particulièrement à l'organisation temporelle des êtres vivants et plus particulièrement à l'étude des rythmes biologiques, qui est définie de la manière suivante.

« Un rythme biologique se définit comme une suite de variations physiologiques statistiquement significatives, déterminant en fonction du temps des oscillations de forme reproductibles. C'est donc un phénomène périodique et prévisible dont la représentation peut se faire sous forme de chronogramme, courbe de la variation des concentrations de la variable mesurée en fonction du temps »

Samuel Challéat - à partir des travaux de Touitou et Haus [5], [69]

Une étude bibliographique basée sur les travaux de biologistes est disponible en Annexe 3 et rend compte de la pluralité des études scientifiques sur le sujet et de la solidité du consensus ainsi obtenu. **Ce qui nous permet alors d'affirmer que la lumière, dans son acception d'un « environnement éclairé de manière cyclique » constitue donc un besoin physiologique dont la perturbation est susceptible de provoquer des changements hormonaux impactant pour la santé.**

Vient alors presque immédiatement une seconde question, portant sur les limites de ce besoin de lumière, plus précisément les limites entre besoin physiologique et besoin « tout court ». Ici nous pourrions reformuler notre hypothèse ainsi : si la lumière, en général, a un impact sur l'organisme, c'est la lumière dite « naturelle » qui constitue un besoin dans le cadre du maintien d'une rythmicité environnementale et donc hormonale. *Quid* alors de la production de lumière artificielle ? A quel besoin répond-t-elle ? C'est vers de cette question, et en nous intéressant de manière plus creusée à ce que peut signifier le mot « besoin », que sera orientée la partie suivante.

L'ARTEFACT LUMIERE COMME BESOIN D'UNE AUTRE NATURE

Là où la biologie nous permet de mesurer un besoin physiologique et la psychosociologie de replacer ce besoin dans un aspect sociétal, il nous est maintenant nécessaire de nous poser la question du besoin dans son acception philosophique plus large. Une acception qui pourra envisager que l'on éclaire un environnement au-delà de la rythmicité dite « naturelle » produite par la seule lumière du soleil. C'est donc du côté de la philosophie matérialiste que nous nous tournerons encore une fois et plus précisément vers la philosophe Agnès Heller et une publication en particulier sur le sujet [70]. Cette théorie se basant en partie sur le concept d'aliénation, ce dernier fait donc partie de notre paradigme d'analyse. Considérons alors l'aliénation comme séparée de son cadre originel, celui de la dimension économique et productive, et plaçons-la selon une acception marxienne générale, en lien avec le rapport de chaque individu à lui-même et à ses propres aspirations. Le terme est flou autant que le concept, victime de son succès séculaire presque, cependant l'on peut en tracer les contours en affirmant que l'aliénation représente ce détournement des aspirations d'un individu ou d'un groupe d'individus, ceci par un effet de coercition (conscientisé ou non) produit par un autre individu, un groupe ou même un déterminisme provenant d'une organisation sociale

⁷⁴ « Institut national de la santé et de la recherche médicale », établissement public à caractère scientifique.

[71]. Cette définition nous sera indispensable car elle sous-tend l'existence d'un « besoin » propre à l'individu et justifiant que ce dernier s'est retrouvé aliéné.

C'est dans cette lignée que Agnès Heller propose sa propre théorie des besoins, voulant dépasser notamment la dichotomie besoins réels/besoins imaginaires dont l'existence lui paraît injustifiée. Cette théorie concède cependant une séparation entre les besoins mais acceptant un système axiologique clairement énoncé et, dans le cadre d'une théorie marxiste, décidée de manière collective. Au-delà des besoins « physiologiques » présentés précédemment, la définition des besoins de chacun par une entité extérieure aux individus forme alors une « dictature des besoins » pour reprendre les termes d'Agnès Heller [70], celle-ci ne pouvant réellement prendre en compte la totalité des « besoins radicaux », autre concept marxiste⁷⁵. Ainsi c'est la présence de ces besoins radicaux au sein des individus et groupes d'individus qui permet la remise en question de l'organisation sociétale au sein de laquelle ces mêmes besoins ne sont pas satisfaits.

La « mauvaise » définition de ces besoins⁷⁶, quant-à-elle, peut provenir d'un système dictatorial (au sens propre) ou même d'une aliénation. Ces outils d'analyse nous seront précieux pour considérer, dans la suite, la lumière artificielle comme un besoin apparu dans un cadre socio-historique. En plus de cela, cette théorie des besoins peut être reliée à une autre définition des besoins, celle de Jean-Paul Sartre en lien avec les « niveaux de conscience » de ces besoins [72]⁷⁷. Ainsi Sartre définit deux niveaux de « conscience du besoin », l'un en tant que « manque », sans savoir comment y remédier, et l'autre en tant que « projet », au sens sartrien de la projection des formes de satisfaction du dit besoin et de l'activité requise pour y parvenir.

Nous utilisons donc cette méthode d'analyse des besoins avec les hypothèses historiques de Wolfgang Schivelbusch [27] et de Sophie Reculin [6] (dont nous aborderons plus largement le travail en deuxième partie de thèse). **Ainsi il est possible d'avancer que l'éclairage public transforme le rapport à la nuit et à l'autre, ce qui est aussi en adéquation avec nos hypothèses précédentes concernant la chronobiologie. La thèse de Sophie Reculin nous apporte des informations précieuses sur la construction d'un besoin commun, l'éclairage public qui, à l'origine en France, est une décision prise dans les sphères du pouvoir royal et ayant provoqué, dans un premier temps, un mécontentement quant à sa légitimité.** Il faut préciser que ces prémices (début du XVIIIème siècle) étaient financées par une élévation des taxes dans le royaume de France. Cette phase peut être reliée à la définition d'Agnès Heller des besoins, les revendications venant du fait que le « besoin en éclairage artificiel » avait été décidé de manière unilatérale par un pouvoir royal y voyant là une occasion de maintenir l'ordre par le caractère « sécuritaire » que revêtait l'éclairage public.

Cet aspect étant lié à la représentation que l'on se faisait de l'éclairage dans l'imaginaire collectif et nous aurons également l'occasion d'y revenir dans la deuxième partie de la thèse. Ce caractère « sécuritaire » de l'éclairage public est sujet à débats en ce qui concerne son impact réel sur la sécurité des individus, son existence dans les processus justifiant de l'éclairage est pourtant avérée, comme expliqué dans le premier chapitre [30]. Après cela, l'éclairage a été communément reconnu comme un besoin « nécessaire » voire comme une « nécessité absolue », d'abord à Rouen (1754) où la municipalité reconnaît son importance : « à cause du grand nombre d'habitans & d'ouvriers qui sont attirés journellement par les manufactures de cette ville » [6]. Puis à Clermont-Ferrand à la même époque où la municipalité considère que l'installation de réverbères : « étoit très-important, autant pour la décoration de la ville que pour le maintien de la police » [6] et enfin à Tours et Aix où ce sont les entrepreneurs locaux qui prennent la parole pour associer l'éclairage à la « décoration » de la ville. Une fois le besoin socialement construit, advient alors l'émergence du service.

L'ECLAIRAGE COMME UN SERVICE

⁷⁵ Et marxien en quelque sorte.

⁷⁶ Mauvaise car en décalage relatif par rapport aux besoins des individus considérés.

⁷⁷ Ici la réflexion provient d'une analyse de Jean-Paul Sartre par Agnès Heller dans son texte précédemment cité. N'y trouvant pas la référence exacte, nous avons décidé de considérer la source comme étant « L'existentialisme est un humanisme » qui contient une réflexion sur la conscience en lien avec la définition sartrienne des besoins.

C'est ce tournant historique qui nous paraît le plus pertinent, celui du statut de « besoin supputé » par un organisme jugeant de la validité des besoins, ce qu'Agnès Heller appelle un « juge » ou une « dictature des besoins », à un autre statut, celui d'un « service public » [1]. Nous aurons l'occasion de revenir plus en détails sur l'histoire de l'éclairage urbain dans son acception générale, cependant ce volet particulier de sa considération en tant que besoin nous apparaît comme fondamental. Le mot besoin est ici à considérer selon la deuxième définition qui en a été donnée, à savoir selon la théorie matérialiste : **ce n'est pas ici la décision royale d'éclairer les rues qui a su faire de l'éclairage un besoin, c'est sa redéfinition *a posteriori* par les usagers en ayant fait l'expérience.** Pour reprendre une méthodologie d'analyse sartrienne, les usagers⁷⁸ sont ainsi passés du statut de « manque » à celui de « projet » dans leur définition du besoin d'éclairage public, opérant ainsi une transformation structurante dans leur rapport à la ville. De manière plus triviale, **personne ne savait que l'éclairage était un service désirable jusqu'à ce que l'expérience vécue dessine les contours de nouvelles activités, de nouvelles sociabilités rendues possibles par l'extension artificielle de la journée.** C'est dans cette perspective que l'éclairage public peut légitimement être défini comme un besoin, en ce qu'il correspond à une demande commune exprimée, *a priori*, sans aliénation et proposant une projection permettant de répondre à ce besoin.

Ce qui est tout-à-fait remarquable, c'est que le « dictateur du besoin » comptait utiliser l'éclairage public comme un outil censé apporter deux attributs avec une forte connotation régaliennne : ordre (celui d'une ville nocturne que l'on pourrait surveiller) et sécurité (des habitants et des biens, subissant il est vrai de nombreux larcins nocturnes [6]). Les revendications finalement retenues sont d'une autre nature et concernent d'avantage des attributs économiques, urbanistiques ou même esthétiques : **pouvoir se déplacer facilement la nuit venue, continuer ses activités marchandes ou religieuses mais également embellir la ville ou même avoir un éclairage simplement parce qu'il serait « juste » qu'on l'installe (ici à Montpellier [6]).** Il ne faut cependant pas sous-estimer la tentation sécuritaire qui a fait partie des revendications mais qui reste marginale face à toutes celles qui représentent l'essence du besoin d'être éclairé la nuit à savoir : continuer ses activités diurnes.

*
**

Nous tenons ici une autre hypothèse qui viendrait expliquer la permanence et la diffusion de l'éclairage public en tant que service, celle de son immanence. Comme expliqué précédemment, les êtres humains ont un besoin (presque) physiologique de lumière dans leurs activités quotidiennes et ont, par l'expérience, développé (et non créé) un besoin d'une autre nature, presque un besoin « radical » de conserver une forme d'éclairage la nuit tombée. Ce besoin radical ce serait par la suite inséré dans le système socio-culturel dont il n'était au départ qu'une simple infrastructure, soustrayant ainsi les générations suivantes à la nécessité de « faire l'expérience » de l'éclairage⁷⁹ avant de le considérer comme un besoin. En plus de cela, le besoin sous sa forme de projection ainsi que la présence de l'infrastructure technique rendent impossibles tout refus de cette expérience, si cette dernière était nécessaire. Il serait ici possible de faire un détour par l'anthropologie des techniques et de parler du terme « milieu technique » au sens d'André Leroi-Gourhan [73] qui, bien que pensé dans un cadre d'études sur la préhistoire, permet une explication holiste du maintien des techniques d'éclairage.

En plus de l'anthropologie d'André Leroi-Gourhan, la sociologie des techniques de Bruno Latour [74] permet de replacer l'objet « réseau d'éclairage public » comme un « actant non-humain » ayant permis son propre maintien et son développement. **L'éclairage urbain peut donc être considéré comme à l'origine de la création (ou de l'extension) d'un milieu technique selon un paradigme anthropologique et également comme un actant non-humain selon son pendant sociologique. Dans un cas comme dans l'autre, l'ensemble des réflexions précédentes nous impose de le prendre comme un objet sociotechnique répondant à un besoin. C'est en ce sens que le terme « immanence servicielle » permet de résumer la**

⁷⁸ Ceux, en tous cas, s'étant exprimé en faveur de l'éclairage public au milieu du XVIIIème siècle dans les grandes villes de France.

⁷⁹ Donc à connaître, en prérequis, un environnement urbain non éclairé.

pensée développée précédemment, le service fourni par l'action d'éclairer n'a plus besoin de justification autre que sa propre existence une fois qu'il est expérimenté tant il s'accorde avec une extension des activités humaines diurnes, elles-mêmes auto-justifiées. Les « détails » de sa mise en place, notamment son intensité, sa qualité et ses déclinaisons technologiques sont autant de variables ne remettant pas en cause son existence propre⁸⁰. L'ontologie de l'éclairage public peut aussi expliquer sa relative déconsidération par les usagers contemporains [1], ne voyant pas en lui une aménité technique mais bien un service dont on ne saurait se passer, jusqu'à ne le remarquer que quand il manque à l'appel.

Du reste, les « détails » de sa production et de son déploiement peuvent toutefois être déterminant quant au système sociotechnique engendré et nous devons donc nous pencher de manière plus précise sur ceux-ci. Après le « pourquoi », voici donc le « comment ». Comment produire de la lumière ? Comment la diffuser ? Ce que l'histoire générique des techniques⁸¹ peut nous apprendre quant à son déploiement dans l'espace urbain.

CHAPITRE 1.3 - PRODUIRE DE LA LUMIERE, NATURE ET ARTEFACT

SOUS-CHAPITRE 1.3.1 - COMMENT LA LUMIERE PEUT-ELLE ETRE PRODUITE ?

Nous connaissons maintenant ce que signifie le mot « lumière », ainsi que les raisons génériques ayant poussé, justement, à sa généralisation. Avant de plonger dans une étude en profondeur d'un terrain en particulier qui permettra de mettre à l'épreuve la théorie dans un cadre donné (qui sera le sujet de la Partie 2), nous devons dans un premier temps nous pencher sur les modalités de la production de lumière. Premièrement sur la manière avec laquelle ces modalités se différencient de celles de la lumière « naturelle » (en prenant position sur ce terme). Ensuite nous ébaucherons une chronologie conceptuelle des technologies d'éclairage, qui décrira les différents « âges » des types d'artefacts lumières, cela sera l'occasion de développer notre réflexion concernant les techniques contemporaines, qui nous paraît la plus importante à inventorier, en raison de la fiabilité des données correspondantes notamment. Tout cela nous permettra, enfin, de comprendre en quoi un agencement d'objets techniques peut engendrer la formation d'un réseau, selon son acception retenue en début de rédaction. Commençons cependant par définir ce qui doit être compris au travers du terme de « lumière naturelle ».

Il est tout à fait possible de s'attarder longuement sur la définition de l'adjectif « naturel » et ce sans forcément y trouver une réponse utile à notre réflexion, voire en engrangeant des questionnements supplémentaires. Ce que nous proposons ici est donc à prendre comme une « prise de position utilitariste », consciente de ses impensées mais également de sa nécessité à fournir une proposition qui permettra à la réflexion d'aboutir. De manière rapide, le terme même de « nature » est un véritable sacerdoce en philosophie, tant son apparente évidence cache des subtilités en lien avec une utilisation parfois abusive du terme. C'est du côté de Baruch Spinoza que nous choisirons des éléments de réponse, tant le spinozisme s'accorde, sur le plan épistémologique, avec la philosophie matérialiste [75]. Ainsi la « nature » selon Spinoza correspond à ce qui contient la seule « substance » de « Dieu », ces deux termes n'étant à prendre que selon le sens strict que leur donnait Spinoza. La « substance » correspondant à « ce qui est en soi et est conçu par soi, c'est-à-dire « ce dont le concept n'a pas besoin du concept d'une autre chose pour être formé » [76], les attributs d'un objet n'étant que la seule perception de cette substance par l'entendement. Dieu étant quant à lui la seule substance de la nature, la substance nécessaire, se retrouvant dans l'expression emprunté à Descartes « *Deus sive Natura* » (Dieu, c'est-à-dire la Nature) faisant des deux termes des équivalents quasiment directs.

⁸⁰ A part ce qu'on appelle la « pollution lumineuse », qui sera abordée en fin de Partie 1 et 2, et encore ne remet-elle en cause que son intensité, dans une large mesure cependant.

⁸¹ En attendant l'histoire tout court en Partie 2 de la thèse.

Ainsi de la Nature⁸² qui se définit, en quelque sorte comme englobant l'entendement (le dépassant même), nous amenant à ne pouvoir, philosophiquement, considérer les êtres humains comme extérieurs à la nature. *A fortiori* les artefacts humains ne sont pas moins « naturels », dans le sens de « relatif à la nature », que les humaines eux-mêmes. Il en va de même pour la lumière qui n'est pas « non-naturelle » parce que créée par un artefact d'origine humaine si l'on se réfère à une épistémologie axée sur la philosophie spinoziste. **Cependant nous nous permettrons d'appeler « lumière artificielle », la lumière produite avec des techniques d'origine humaine, utilisation qui servira au mieux notre réflexion et correspond au terme usuel du mot « artificiel ».**⁸³ Maintenant que nous possédons une définition plus claire de ce qui est une « lumière artificielle », nous pouvons dès lors nous poser la question de ses moyens de fabrication. Ainsi proposerons-nous un historique « générique » des moyens de production de lumière artificielle, dont le but n'est pas tant de connaître en détails chaque technique mais de comprendre la structure évolutive de ces techniques.

SOUS-CHAPITRE 1.3.2 - COMMENT LA LUMIERE EST-ELLE PRODUITE, AU SENS DE « PRODUITE PAR LES HUMAINS »

UNE « HISTOIRE TECHNIQUE GENERAL » EN MILIEU URBAIN

Avant de commencer ce sous-chapitre, il est nécessaire de statuer sur son rôle et sa dénomination, car s'il porte le nom d'« histoire », il n'en revêt pas autant les attributs que la Partie 2 de la thèse, dont la circonscription à un seul territoire permettra de dégager une trame de réflexion historique. Ici, il pourrait s'agir d'une approche « globale »⁸⁴ nous permettant de dessiner les contours et de comprendre comment l'artifice-lumière s'agence et donc, en sus, parvient à créer un réseau. **Plus précisément, ce sous-chapitre nous permettra, par l'exploration des différentes technologies d'éclairage et de leurs modalités de mise en place, de construire un référentiel d'évolution du service d'éclairage public.** Nous construirons ce référentiel sous la forme d'un tableau final assorti d'un commentaire qui reprendront l'intégralité des réflexions qui vont suivre.

Les différents objets de création humaine⁸⁵ permettant la production de lumière peuvent remonter jusqu'à la Préhistoire et à la domestication du feu, ce qui nous incombe de formuler certaines hypothèses sur cette évolution technique. La première étant que, sur un temps long, l'évolution d'un objet technique (voire sa transformation en un autre objet technique) peut être modélisée de manière linéaire. Il faudra ici se prévaloir de tout jugement de nature axiologique quant à la « valeur » d'une technologie par rapport à une autre. Ainsi notre modèle descriptif des « technologies d'éclairage en milieu urbain » se voudra linéaire dans le but de mettre en relation un certain type d'objet et la formation du réseau attenant. Ainsi, il n'est pas question de supposer l'histoire des innovations comme un processus linéaire mais bien de le modéliser ainsi pour des raisons didactiques.

Ceci étant dit, nous analyserons également cette histoire technique grâce à une hypothèse que nous empruntons à Madeleine Akrich [77] et qui suppose qu'une innovation est facilitée par un travail accumulé précédemment. Le tout pris dans une « chaîne continue de médiations techniques, économiques, financières, commerciales etc. » [77], que nous choisirons de simplifier pour les raisons évoquées plus haut. Le choix de

⁸² Il est possible d'écrire le terme avec ou sans majuscule, nous ne ferons pas de distinction entre les deux écritures.

⁸³ Cela peut constituer un cas de conscience scientifique, car la lumière dite « artificielle » n'est pas moins naturelle que la lumière dite « naturelle ». Arrivé là, l'artefact lumière a beau être philosophiquement naturel, son utilisation reste liée à des variables culturelles, comme la technique et l'envie de s'en servir (la politique dans le cadre de l'objet ville). Ainsi, il apparaît comme largement envisageable d'utiliser le terme de « lumière naturelle » dans l'acceptation vernaculaire du terme « naturelle », soit « qui s'oppose à la culture ». La lumière « artificielle » devenant dès lors son pendant culturel, soit « toute lumière produite avec des techniques d'origine humaine ».

⁸⁴ Sans être exactement de « l'histoire globale », qui a plus attrait à la géopolitique.

⁸⁵ Ou « artefacts ».

Madeleine Akrich s'explique par deux points, le premier étant son adéquation radicale avec notre conception du « réseau » précédemment évoqué⁸⁶. Deuxièmement par anticipation de cette même adéquation mais avec la prochaine Partie 2, qui impliquera un dialogue similaire entre « technique » et « société », autant préparer le terrain épistémologique avec une autrice ayant déjà apporté un regard critique à la sociologie des techniques.

Ainsi donc, il nous est possible de proposer ce qui va suivre, une segmentation des différentes technologies d'éclairage par « âges » selon une classification proposée par André Guillaume, qui correspondront aux titres qui suivront⁸⁷. Ces âges se structurent selon l'origine de l'énergie créatrice de lumière et offrent l'avantage de proposer une version linéaire de cette histoire technique. Il est cependant nécessaire de se préparer, avant de débiter la réflexion, au caractère non segmenté des âges qui seront proposés ; les évolutions sociétales (donc *a fortiori* l'évolution des techniques) ne sont pas des processus qui « débutent » à un moment et « finissent » à un autre, ainsi des artefacts de différents âges » pourront cohabiter sur un temps relativement long.

ÂGE LUNAIRE (100 000 AEC⁸⁸ – 17 000 AEC)

Si l'on désire remonter suffisamment loin, nous pouvons débiter l'histoire de l'éclairage tout court avant celle de son pendant urbain. **Il fut en effet un temps où la seule source d'éclairage extérieure était celle de la pleine lune et le reflet qu'elle proposait les soirs dégagés.** Il est cependant très complexe d'analyser des époques aussi reculées afin d'en obtenir un consensus scientifique, ainsi le chemin le plus honnête intellectuellement est celui des hypothèses générales et des conclusions conditionnelles. La place de la nuit dans la culture occidentale ayant déjà été abordée dans la première partie bibliographique, nous pouvons ajouter à ce champ culturel nocturne une incise sur la place de la lune au travers de la chanson *Au clair de la lune*. Ce chant pourrait en effet dater du XV^{ème} siècle, même si sa première publication se fait en 1843 [78], il s'agit également de la première chanson ayant été enregistré, ceci en 1860⁸⁹. Il s'agit donc d'un vecteur culturel puissant et d'un témoin de l'importance de la lune dans sa qualité de « dernier recours » une fois que « ma chandelle est morte »⁹⁰.

Au-delà de ce lègue culturel, il existe une réalité scientifiquement consensuelle autour de la vision relativement viable qu'apporte la lune. Nous avons déjà parlé précédemment de la vision scotopique faisant intervenir les bâtonnets dans le traitement de l'information lumineuse (et non les cônes) afin d'appréhender un environnement moins lumineux (une lumière avec moins de puissance intrinsèque). Afin d'avoir une idée des ordres de grandeur nous pouvons reprendre la mesure d'éclairement lumineux, qui sera le plus utile pour décrire l'environnement découlant d'une source donnée. Ainsi cet environnement peut aller de 130 000 lux pour une journée ensoleillée d'été jusqu'à 1 lux pour une nuit de pleine lune, amenant deux appréhensions de l'environnement très différentes.

- **Soleil au zénith en pleine journée, 130 000 lux**, vision photopique (cônes), distinction des couleurs ;
- **Pleine lune par temps clair, 1 lux**, vision scotopique (bâtonnets) ; nuances de gris.

⁸⁶ Pour rappel, il s'agit d'un objet sociotechnique au sein duquel le fait social et les occurrences techniques sont mêlés à la même dynamique générale.

⁸⁷ Ces titres étant issus de propositions faites à l'oral par André Guillaume suite à une discussion à trois, comprenant également notre directeur de thèse, Youssef Diab.

⁸⁸ Avant l'Ere Commune.

⁸⁹ Article de la BBC (*British Broadcasting Corporation*) : <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7318180.stm>

⁹⁰ Nous mettons ici sciemment de côté les analyses *a posteriori* ayant attribué au texte un contenu aux accents érotiques.

Bien qu'induisant une expérience différente et (il faut le dire) extrême dans les deux cas, ces deux environnements lumineux sont « viables » pour l'œil humain. Ainsi, comme nous le laisse supposer les refrains de la chanson *Au clair de la lune*, une lumière artificielle ne devient nécessaire que lorsqu'elle est identifiée comme besoin (au sens défini dans le paragraphe précédent). Ainsi comment a donc pu naître ce besoin d'artefact lumière ? Une partie de la réponse peut se trouver dans un récit occidental relié à la mythologie grecque et mettant en scène la création de l'humanité. Dans cet épisode, le Titan Prométhée (« le prévoyant »), pourtant allié des dieux de l'Olympe, leur dérobe le feu afin de l'offrir à une humanité pour laquelle il éprouve de la compassion, en raison de leur inaptitude à la survie notamment. Il sera lourdement puni pour cet affront, voyant son foie se faire dévorer chaque jour par un aigle avant que son organe ne repousse dans la nuit, réitérant ainsi le supplice.

Toujours selon la même méthode de réflexion, cet indice mythologique nous oriente quant à l'importance structurelle de la domestication du feu dans l'évolution des rapports des êtres humains avec leur environnement. Plus précisément, c'est cet événement qui poussera certaines communautés humaines à se vivre, se représenter comme extérieurs au monde « naturel ». Pour revenir à notre problématique de l'éclairage, cette technique datant de plus de 100 000 ans [79] a permis de faire cohabiter le rapport scotopique à l'environnement nocturne avec l'aménité du feu domestiqué. Ce dernier a notamment joué le rôle de supplétif visuel lorsque la faible lueur lunaire pouvait être cachée par un temps nuageux ou tout simplement absente des nuits préhistoriques. **Avec la création des premières communautés humaines sédentaires, des premières villes, l'idée « d'adoucir la nuit » pour reprendre une expression de Sophie Reculin [6] commence à émerger, le début du réel « premier âge » de l'éclairage urbain est sur le point de débiter et avec la remise en cause de la structuration même du rythme de la société urbaine.**

ÂGE SOLIDE (17 000 AEC – XVIIÈME SIECLE EC⁹¹)

Une fois le préambule préhistorique passé, intéressons-nous donc à l'âge solide de l'éclairage urbain, celui où les combustibles utilisés furent généralement d'origine végétale. Le bois utilisé comme combustible afin d'obtenir une flamme a donc constitué très longtemps une source d'éclairage personnelle et a même pu faire office d'éclairage collectif de communautés humaines sédentarisées, soit d'éclairage urbain. Si l'on désire s'intéresser aux dates, il est tout-à-fait possible de faire remonter l'existence de certaines lanternes jusqu'à 35 000 AEC [80]. Certaines de ces lanternes pouvaient même présenter la particularité de fonctionner avec de l'huile animale, soit un carburant « liquide », dans des contextes suffisamment particuliers pour ne pas mettre à mal notre modélisation historique.

Ainsi nous partirons de l'époque magdalénienne (17 000 AEC – 10 000 AEC) comme de l'époque où la lumière sous forme de flamme devient transportable et donc modulable. Il est envisageable que les sociétés humaines, à cette époque, dispose de systèmes rudimentaires d'éclairage permanent de certains campements ou lieux de résidence temporaires. Nous sommes ici donc sur un proto-éclairage urbain tant les hypothèses sont incertaines et la qualité « urbaine » des habitats humains sujette à débat.

Sur un autre plan temporel, beaucoup plus proche de notre époque contemporaine, un premier dispositif d'éclairage urbain est attesté à Éphèse au II^{ème} siècle AEC [6]. Le style de ces dispositifs pourrait se rapprocher de celui observable en Figure 14 et dater du siècle précédent. Plus précisément il s'agissait de la voie dallée reliant la ville au port, sous la forme de lanternes « nichées dans les colonnes des portiques ». Sur une logique similaire, Antioche possédait un système d'éclairage public entretenu par des boutiquiers au IV^{ème} siècle EC. Dans les deux cas, ces lanternes ou falots de bois servaient à maintenir une activité marchande nocturne dans des villes particulièrement animées par le commerce, cependant (de ce que l'on sait) il s'agit d'initiatives portées par les corporations de commerçants et non directement par l'ensemble des habitants ayant voix ou par le puissance politique.

Il faut attendre le V^{ème} siècle EC pour voir un tel événement se produire à Edesse, où le préfet de la ville fait acheter suffisamment d'huile pour 5000 lampes, ce qui constitue un premier réel exemple d'éclairage

⁹¹ De l'Ere Commune.

public. Dans ce modèle de gestion, le décret datant de 496 EC obligeait chaque marchand à éclairer la façade de sa boutique le dimanche « au moyen d'une croix munie de cinq lampes » [81]. Dans chacun des cas cités, les évolutions urbaines ont engendré un système d'éclairage permettant de « repousser » ou bien « adoucir » la nuit dont l'environnement scotopique ne convenait pas aux activités marchandes. Dans le dernier cas, il s'agit même d'une initiative de la puissance publique, venant nourrir notre hypothèse selon laquelle l'éclairage public est intrinsèquement lié à certaines formes de mutations urbaines. Ici les rues commerçantes, engendrées par le besoin de faire des affaires la nuit tombées suivent une logique de promotion visuelle [28].



Figure 14 - Lampes moulées de type Ephésien - Chypre, IIIème siècle AEC. Musée d'art et d'histoire de Genève (à partir du travail de Laurent Chrzanovski).

Sur un plan plus incertain, la Rome du IIIème siècle EC ne possédait pas un système attesté d'éclairage public, bien qu'il existe des hypothèses concernant une « illumination de la capitale impériale » [82]. Cette mise en scène de certains bâtiments était effectuée vraisemblablement à des fins politiques et selon une logique de valorisation et de spectacle [28]. Le besoin de lumière artificielle une fois la nuit tombée s'exprimait uniquement par la mise en scène de la capitale et une optique de propagande valorisant la grandeur de l'empire romain au travers de l'esthétique nocturne de ses bâtiments historiques.

Si la population avait le désir d'autres fonctions, comme la fonction psychomotrice ou la fonction sécuritaire, il lui incombait de les remplir elle-même. Les citoyens les plus aisés avaient même un esclave dont une des tâches était d'accompagner son propriétaire dans la ville nocturne muni d'une lanterne, le *lanternarius* dont un vestige est observable en Figure 15. Les plus modestes, quant à eux, se contentaient d'une simple torche éclairant sommairement leur passage. **En somme, l'Antiquité est marquée par des éclairages ponctuelles servant à des besoins marchands ou politiques précis et selon une morphologie urbaine comprenant des infrastructures portuaires ou des monuments à visée politique propagandiste [83]. Au final, l'arrivée ou la modification de l'éclairage public semble historiquement bien liée à des mutations urbaines identifiables.**

Le début du Moyen Âge en France aborde la question de l'éclairage sur un plan différent, il pose également de nombreux soucis dans ses conclusions. Le premier étant la caractéristique lacunaire des documents retrouvés, le second se situant dans la périssabilité des objets archéologiques. Les objets éclairants de cette époque et de cette zone géographique étant principalement faits en bois, il paraît compliqué d'en retrouver une trace non altérée de nos jours. **On peut néanmoins supposer que l'éclairage public était rare voire totalement absent de la vie urbaine du début du Moyen Âge, tout d'abord car la vie urbaine (sur le**

territoire qui correspond aujourd'hui à la France uniquement⁹²) n'est réservée qu'à une part faible de la population et que le système féodal ne semble pas impliquer de besoin de « repousser la nuit ». Ensuite, en nous basant rétrospectivement sur ce qui va suivre et à l'accueil fait par les témoins du Moyen Âge Classique (à partir du XIIe siècle) à l'éclairage public. Un accueil que l'on serait tenté de qualifier de « positif » comme l'a souligné Sophie Reculin [6] et qui s'inscrit dans un esprit, non plus d'adoucissement, mais de conquête de la nuit.



Figure 15 - Lanterne romaine en bronze, 250 à 275 EC. Musée national d'histoire de Transylvanie (à partir du travail de Laurent Chrzanowski).

Afin de se rendre compte de cette nouvelle appréhension de l'éclairage public, il est nécessaire de se rendre à l'époque de ce que certains historiens ont qualifié de « crise de la fin du Moyen Âge ». Crise liée notamment à une chute démographique due à la peste noire, à un climat rendant les récoltes difficiles et aux limitations intrinsèques du féodalisme, incapable de résoudre ces problèmes [84]. L'organisation politique change, passant du féodalisme à l'absolutisme et avec elle, ce sont les communautés humaines sédentarisées qui changent. Les rues sont recouvertes de pavés, des égouts sont creusés et de plus en plus de personnes (pour beaucoup privilégiées mais pas uniquement) habitent dans ce qu'on appelle une « ville ».

De même les activités urbaines sont démultipliées et requièrent, pour certaines, une présence et des déplacements nocturnes. **Vient alors l'idée d'éclairer l'espace entre les habitations, arpenté par tous, bref : « public ». Cet éclairage public sert la fonction de balisage principalement et est constitué de falots de bois disposés dans la ville selon cette optique.** Le but affiché est autant religieux que pratique, les falots étant allumés près ou au sein des statues religieuses. Ce double visage de la proto-infrastructure lumineuse reflète les contours d'une société extrêmement structurée par l'institution religieuse qu'est l'Église et ayant le besoin de positionner des repères lumineux dans une ville nocturne de plus en plus parcourue.

La fonction religieuse se double d'un volet culturel⁹³ dans un Moyen Âge où l'obscurité domine une très grande partie des espaces et des temporalités. Les éclairages et feux festifs permettent de « rompre avec la

⁹² A la même époque, l'Empire Romain d'Orient se dote d'infrastructures urbaines très complexes et planifiées par exemple.

⁹³ Si l'on voulait vraiment « séparer » culture et religion, en considérant par exemple que la religion relèverait de la spiritualité et du rapport personnel à l'indicible, quand la culture serait constitutive d'une certaine forme de rapport à son environnement social et matériel.

pénombre ordinaire » [85], notamment au moment des feux de la Saint Jean-Baptiste, de la chandeleur, du bûcher du Carnaval et des « processions princières ou royales » [6]. Ce dernier type d'évènement nous oriente quant à la sous-composante festive qui implique de célébrer l'autorité royale par les illuminations, nous indiquant ainsi que l'éclairage est festif et populaire d'une part mais aussi représentatif d'une société hiérarchisée et segmentée d'autre part. Il est utile à la noblesse en lui permettant une mise en scène nocturne justifiée par sa supériorité⁹⁴ de fait sur le reste de la population, le tiers état n'ayant accès qu'à quelques lumières éparses et à la clarté ponctuelle de la lune. Cette utilisation propagandiste fait écho aux mises en scène de l'empire romain évoquées plus haut mais également à une logique de « privilèges ». L'espace public et le rapport nocturne que l'on peut entretenir avec lui sont donc en grande partie fonctions du rang que l'organisation sociétale nous impose (le plus souvent) de manière arbitraire. **Ici l'éclairage public est donc le reflet d'une société trifonctionnelle segmentée et fortement hiérarchisée en plus d'être la conséquence d'un fort développement urbain.**

En plus des lampes à huile utilisées pour les déplacements et des falots de bois pour les éclairages fixes, on voit apparaître au XIV^{ème} siècle une nouvelle technologie, la bougie. Le nom découle directement de la transcription de nom arabe de la ville de *Bugaya* (ou *Bgayet* en kabyle), une ville commerciale située dans l'actuelle Algérie et d'où provenait une grande partie des bougies. Contrairement aux précédents artefacts lumière, les bougies nécessitent moins d'attention, notamment en ce qui concerne l'approvisionnement en combustible de la flamme. Rapidement utilisée dans une perspective religieuse, cette technologie est vite rejointe par une autre innovation technique localisable, les vitres. Les vitres sont connues dans l'Europe de Moyen Âge tardif, mais c'est sous une forme plus transparente que celles-ci vont influencer la manière d'éclairer l'espace public, une forme qui provient, elle, de Venise [86]. **Les lanternes se parent de vitres les rendant plus efficaces et moins sensibles aux aléas météorologiques. L'éclairage public n'est donc pas uniquement le témoin d'un rapport à l'espace public et d'une segmentation sociale, il est aussi le reflet de relations commerciale « internationales »⁹⁵.**

Ce que l'on peut retenir de ce premier véritable âge de l'éclairage public, c'est tout d'abord l'importance des ressources disponibles (en plus des techniques connues) dans la mise en place d'un éclairage tout court, avant de parler d'éclairage public. En plus d'avoir la nécessité d'en faire l'expérience pour être considéré comme un « besoin », l'éclairage urbain nécessite un tissu industriel et commercial complexe afin de voir advenir des technologies permettant sa diffusion. Celle-ci étant largement laissée à la discrétion des classes dirigeantes, orientant donc les premiers systèmes d'éclairage vers un aspect religieux, culturel ou vers une mise en scène du pouvoir politique. Malgré cela, l'éclairage reste à considérer comme un « commun » [31] selon la réflexion de Sophie Mosser précédemment évoqué [1], notamment en raison notamment du fait qu'il remplisse les cinq conditions listées dans le sous-chapitre 1.1.2⁹⁶. L'éclairage urbain présente alors le paradoxe d'être un commun en tant que service et ce malgré une infrastructure possédée par la puissance publique ou par un acteur économique privé. Une caractéristique qui se conservera au fil des siècles et des changements technologiques.

La concomitance de ces nouvelles disponibilités technologiques et de la perception changeante de l'espace urbain nocturne prépare donc l'avènement d'un nouvel âge de l'éclairage, qu'on nommera « l'âge liquide ». Celui-ci mettra sur le devant de la scène les lampes à huiles et ce sont ses modalités de mise en place et ses impacts généraux que nous traiterons dans la partie qui suit.

ÂGE LIQUIDE (XVII^{ème} SIECLE – XIX^{ème} SIECLE EC)

⁹⁴ Le terme est fort mais représente une réalité « de fait ». Le discours de l'époque tendait plus vers une justification de la société trifonctionnelle comme « ordonnée » ou naturelle, chaque groupe social ayant une utilité pour le fonctionnement général.

⁹⁵ Le terme n'est pas à considérer au sens premier, le concept de « nations » étant particulièrement flou à l'époque.

⁹⁶ Son impossibilité d'exclusion par le prix et l'usage, son obligation d'usage, son inappropriabilité et son concernement collectif.

L'huile est donc utilisée depuis longtemps dans le but de s'éclairer, cependant son usage n'est pas encore fréquent et encore moins constitutif d'un éclairage public. Ceci s'explique notamment par la rareté de ce combustible et les autres usages qu'il était jusqu'alors possible d'en faire, les huiles végétales et animales pouvant par exemple être consommées comme des aliments ou servir à la préparation d'onguents. Nous avançons ici deux hypothèses quant à l'explication du changement de statut de la lanterne à huile, passant de ponctuelle à généralisée, ces deux hypothèses étant nées d'une lecture comparée des autrices et auteurs cités précédemment [1], [6], [81], [86]. La première concerne le changement des habitudes alimentaires de cette époque et l'augmentation de la consommation de viande, provenant notamment de porcs, élevés de manière plus massive. Les abattoirs, de plus en plus nombreux, produisent des déchets qui ne rentrent pas dans les nouveaux circuits marchands, parmi ces déchets, l'huile de tripes de porc dont la combustion produit à la fois un éclairage convenable et une odeur décrite comme « dérangeante »⁹⁷.

Les villes françaises (ou situées sur ce territoire) ont donc à disposition un combustible en grande quantité et à faible coût car peu valorisable par l'industrie l'ayant produit. Pour certaines villes côtières avec une forte industrie de la pêche (en Bretagne et en Angleterre notamment) c'est l'huile de baleine qui sera utilisée à une époque où les cétacés n'avaient pas encore vu leur population s'effondrer du fait de cette pêche [87]. L'huile n'est cependant pas la seule nouvelle technologie disponible pour éclairer l'espace public, la bougie ayant récemment fait son apparition, comme expliqué plus haut.

Comment donc expliquer la généralisation de l'huile plutôt que la cire sous forme de bougies ? Notre deuxième hypothèse tient à la nature commerciale de la cire utilisée dans les dispositifs d'éclairage et notamment un aspect très prégnant du commerce de l'époque : les corporations. Cette organisation particulière des professions au Moyen Âge permettait aux artisans et commerçants (ici de la cire) de réglementer leurs affaires et de « faire corps » (au sens propre) de manière à influencer la vie de la cité selon ses propres velléités. Par exemple, le clergé ayant un besoin de plus en plus important en bougies, l'Église (en tant qu'institution) a vite convenu de modalités arrangeantes entre la corporation en charge de sa vente et les instituts religieux en position d'acheteurs.

Le statut de corporation « puissante », qui était celui des ciriers, rend difficile toute négociation et met de plus les acheteurs en concurrence pour l'obtention des meilleurs prix. On peut citer l'exemple de l'empire romain d'Orient, dont les lois corporatistes liées au commerce de cire pouvaient conduire à l'exécution publique une personne accusée de vendre des contrefaçons sur le marché (les guildes et corporations ont d'ailleurs été interdites en France après la Révolution Française, l'État ne tolérant plus d'autres puissances collectives). En plus de cela, la production de cire est en grande partie extérieure à l'Europe occidentale, dont l'apiculture est peu développée, l'obligeant à importer le produit par le biais de nombreux intermédiaires s'octroyant eux-mêmes des commissions.

Une explication plus détaillée de la manière avec laquelle les flux commerciaux ont influé sur la technologie privilégiée pour l'éclairage est disponible en Annexe 4. Quoiqu'il en soit, c'est à Amsterdam que peut être localisé le début de l'âge liquide, suite à l'adoption par la ville de la proposition (presque l'invention) du peintre Jan van der Heyden, une lanterne à huile postée sur un mât en bois fixe et dont l'entretien serait assuré par la ville. Après de nombreuses tractations, la municipalité assure la plupart des coûts et verse même un salaire fixe à Van der Heyden. Ceci constitue le premier véritable éclairage public sur l'ensemble d'une ville (1800 lanternes) en Europe occidentale. Beaucoup d'autres villes européennes y trouvent un moyen de prolonger, de manière beaucoup plus efficace, les temps d'activités diurnes au-delà du crépuscule. Un état des lieux des villes possédant un éclairage public⁹⁸ est visible en Figure 16 avec également le frontispice de Jan van der Heyden à l'origine de cette adoption généralisée des lanternes à huile en Europe [88].

Cette arrivée de l'éclairage dans l'âge liquide est donc très liée à l'objet technique, la logistique inhérente à son combustible et ses modalités de mise en place. Cependant c'est autre chose qui a préparé la généralisation de l'éclairage public à notamment l'ensemble des villes françaises, quelque chose lié à la

⁹⁷ Voir la Partie 2 concentrée uniquement sur Paris.

⁹⁸ Étendu à l'ensemble de la ville et géré par la municipalité.

perception différente que le pouvoir de l'époque avait de l'espace urbain. En effet l'éclairage à l'huile, dont la flamme est maintenant protégée par du verre transparent, permet d'éclairer la ville avec un halo plus important qu'auparavant. La fonction de balisage est dépassée bien que toujours présente, lui sont adjointes les fonctions « générale » (augmentation des contrastes sur une large zone désormais) et « psychomotrice » (il est maintenant plus facile de se mouvoir dans l'espace urbain grâce à l'éclairage).



Figure 16 – Frontispice de Jan van der Heyden (gauche) & Carte des villes européennes possédant un éclairage public vers 1700 (droite). Koslofsky d'après le travail Chrzanovski.

C'est donc une troisième fonction qui commencera à émerger avec l'avènement de l'âge liquide, la fonction dite « de sécurité » [28], [30]. L'idée est de concevoir les accidents et surtout les agressions physiques comme en partie liées à l'environnement nocturne, le manque de visibilité rendant plus aisée la perpétuation de méfaits. Nous ne prendrons pas position quant à la validité ou pas de cette analyse, contentons-nous de dire qu'elle est née à cette époque et se développera par la suite, faisant de l'éclairage public un outil en devenir du « panoptique urbain » [89]. Les dispositifs d'éclairage public se structurent en effet au même moment que s'organise la police et que se rationalisent l'architecture et l'urbanisme naissant [5]. **Au-delà des avancées techniques et de leur déploiement politique, c'est à un changement d'ordre politique⁹⁹ que l'on doit cette nouvelle perception de l'espace public nocturne et cette adoption massive des lanternes à huile.**

Les allumeurs de lanterne deviennent alors un métier reconnu, comme à Amsterdam dont la municipalité employait cent dix-neuf d'entre eux en plus d'une trentaine d'autres gérant la maintenance et la gestion. Cela représente une main d'œuvre importante et une dépense non négligeable pour une collectivité de l'époque dont la gestion complètement intégrée pouvait notamment comprendre la fabrication de l'équipement et l'approvisionnement en huile [90]. La plupart des municipalités européennes gérant alors de manière intégrée leur éclairage, à l'exception notable de la ville de Londres. **Ce qui ressort de cette organisation de l'éclairage à l'huile, c'est que la technologie se normalise (même à travers plusieurs villes) et que les logiques d'installations d'artefacts lumière ne sont plus ponctuelles mais visent à éclairer tout un territoire urbain.** L'infrastructure technique est encore composée d'objets éparses non reliés entre eux cependant, ce qui ne permet pas d'être certain de son appellation en tant que « réseau » (dont nous parlerons dans le Chapitre 1.4).

Enfin il apparaît clairement que l'arrivée de l'éclairage dans la vie nocturne des villes du XVIIIème et XVIIIème siècle provient d'un dialogue complexe entre la technique, l'organisation politique (sa perception de l'espace public), les ressources disponibles, les échanges commerciaux et la morphologie urbaine. Ceci peut en partie expliquer la présence ou l'absence de ce type de dispositif à des époques ou un

⁹⁹ Et même en partie esthétique et culturel.

de ces facteurs n'était pas présent¹⁰⁰. Cette expansion prépare le terrain pour un nouvel âge de l'éclairage public, un âge qui verra son infrastructure « faire corps » avec les réseaux urbains au travers de son système d'approvisionnement et dont le développement changera une fois de plus notre rapport à l'espace public nocturne, cette fois de façon plus radicale.

ÂGE GAZEUX (XIXÈME SIÈCLE – XXÈME SIÈCLE EC)

Si l'éclairage à l'huile existait bien avant son déploiement généralisé dans les villes, il n'en est pas de même pour son pendant au gaz. L'Europe découvre le gaz comme moyen d'éclairage à la toute fin du XVIIIème siècle et de manière quasiment simultanée dans plusieurs pays [27]. C'est tout d'abord en France que débute cette histoire technique avec le Français Philippe Lebon qui est le premier, en 1786, à penser l'éclairage possible à partir de la combustion d'un gaz. Dans un mémoire qui fera date (comme nous le verrons plus bas) [91], il précise les aspects techniques de sa découverte et l'utilisation qu'il compte en faire, à savoir distiller du bois¹⁰¹ afin d'obtenir un gaz que l'on pourrait utiliser pour l'éclairage. Il dépose par la suite un brevet pour ce qu'il nomme « thermolampe » et qui vise à utiliser ce gaz de bois dans le but de produire de la lumière. L'Histoire se souvient de Philippe Lebon comme du premier inventeur européen du gaz d'éclairage¹⁰² comme l'atteste le timbre à son effigie à côté du schéma de sa « thermolampe » brevetée en Figure 17. Ce n'est cependant pas le gaz de bois qui éclairera l'Europe au XIXème siècle et si Philippe Lebon mentionnera la possibilité de le remplacer par le gaz de houille, issu de l'exploitation du charbon, ce seront d'autres inventeurs qui développeront la technologie de l'éclairage au gaz.



Figure 17 - Timbre à l'effigie de Philippe Lebon (1955) et schéma de la "thermolampe" issu du brevet déposé en 1799

De manière quasiment contemporaine à Philippe Lebon, il est possible de parler de Jan Pieter Minckelers dont les travaux datant de 1784 parlent très clairement de production de lumière à partir de gaz de houille [92]. Cependant ce professeur à l'Université de Louvain ne donnera aucune suite industrielle à son procédé, contrairement à Lebon mais aussi et surtout à deux autres inventeurs qui changeront le visage des villes nocturnes en la personne de William Murdoch en Ecosse et de Frédéric Albert Winsor en Allemagne. C'est donc au Royaume-Uni que William Murdoch perfectionne le procédé d'éclairage au gaz en inventant un moyen de stockage et surtout de filtration pour le gaz de houille (via un passage dans un liquide). Ceci rendra le gaz non seulement plus facilement transportable mais lui confère également un plus grand « pouvoir éclairant ».

¹⁰⁰ Par exemple dans l'Empire romain, dont les infrastructures urbaines relativement développées ne comprenaient pas ou peu d'éclairage public comme expliqué plus haut.

¹⁰¹ Le procédé s'apparente plus à une pyrolyse, c'est-à-dire une combustion « lente » sans apport d'oxygène et dont le produit est constitué de charbon de bois et de gaz de bois notamment.

¹⁰² Nos recherches nous ont amené à lire des textes évoquant l'utilisation du gaz d'éclairage dès le 1er siècle EC en Chine. Ne trouvant pas de sources historiques satisfaisantes, il a été décidé de ne pas en faire mention.

Il est d'ailleurs très difficile de quantifier la différence d'éclairage ou d'efficacité lumineuse entre ces différentes technologies tant elles diffèrent, de plus les indices permettant la comparaison ne viendront qu'avec l'éclairage électrique et seront exprimés en lumen/Watt. Contentons-nous de dire que l'éclairage au gaz perfectionné par Murdoch permettra non seulement de se déplacer dans la ville dans des conditions optimales mais aussi de continuer certaines activités diurnes. **L'éclairage au gaz remplira alors les fonctions d'ambiance (par sa capacité à mettre en valeur les détails) et de spectacle (par sa capacité à produire une esthétique propre) [28] faisant des villes nocturnes anglaises, les premières à en bénéficier, de nouveaux lieux de vie et non plus seulement les ersatz de leur pendant diurne.**

Par la suite, à partir de 1801, l'Allemand Frédéric-Albert Winsor va concurrencer Murdoch en mettant notamment en place l'éclairage au gaz de Londres après avoir lui-même traduit en Anglais et Allemand le mémoire de Lebon. Dans les vingt années qui suivront, les entreprises des deux inventeurs propageront l'éclairage au gaz à travers de nombreuses villes européennes, selon des modalités qui influenceront grandement les réseaux de la ville de Paris notamment et dont nous reparlerons dans la deuxième partie de cette thèse. Ici encore, les facteurs d'expansion de la technologie considérée sont notables, avec en premier lieu la disponibilité du gaz de houille (comme l'huile de tripes de porcs auparavant) due à l'exploitation massive du charbon à l'époque ainsi que le développement technologique et, bien entendu, le développement du besoin d'éclairer les espaces nocturnes. Ce remplacement d'une technologie par une autre inspirera d'ailleurs le texte ci-dessous à Charles Giraud concernant l'industrie de la pêche.

« L'éclairage par le gaz est aujourd'hui répandu à un tel point en Angleterre, pour les rues, les boutiques, les ateliers, les spectacles, les fabriques et les temples, que l'on a craint que cette invention, en diminuant l'usage de l'huile de baleine, ne nuisît aux pêcheries anglaises »

Charles Joseph Barthélémy Giraud – Le Journal des Savants (1817) [87].

Cette méfiance vis-à-vis d'un changement technologique faisant courir le risque d'un changement de modèle économique se retrouvera sous différentes formes au cours des XIX^{ème}, XX^{ème} et même XXI^{ème} siècle. Le constat qu'il est toutefois nécessaire de faire, c'est que dorénavant les systèmes d'éclairage ne sont plus des points séparés apportant une lumière relativement limitée mais un véritable système connecté, peut-être un réseau ¹⁰³. **Le gaz est ainsi produit, purifié et stocké à un endroit puis acheminé via des conduits jusqu'aux dispositifs d'éclairage. Inséré dans un espace urbain, il oblige à repenser l'éclairage comme une infrastructure et non plus comme « seulement » une addition de points lumineux.**

On assiste également à un changement du rapport politique à l'espace urbain, l'éclairage au gaz permettant la tenue de travaux nocturnes, de spectacles et d'une sociabilité accrue par l'ouverture notamment des cafés après le crépuscule. **En plus de ces changements d'usages et de ces créations de besoins, la morphologie urbaine est elle aussi en « dialogue » constant avec l'éclairage et avec le besoin de penser la ville comme composée d'infrastructures, dont l'éclairage au gaz fait maintenant partie.** Il devient alors primordial de positionner les points lumineux sur les lieux de passage, l'infrastructure viaire, qui deviendra le support de l'éclairage urbain en plus de contenir son système d'alimentation. Les rues sont maintenant jalonnées de lampes à gaz et traversées de conduites sous-terraines, dessinant une nouvelle esthétique, comme l'atteste le tableau de Rose Maynard Barton en Figure 18.

Ce dialogue constant entre innovation technique et impact sur le plan politique est particulièrement visible en France où les budgets communaux consécutifs à la révolution permettent à l'éclairage de ne plus être une

¹⁰³ Voir chapitre suivant.

directive aristocratique [1]. Cet aspect se retrouve très généralement dans un commentaire historique de Dubois C. qui note ce qui suit.

« au milieu du XIXe siècle, le progrès de l'éclairage au gaz s'imposait par-delà le politique, personne n'en aurait fait l'économie. Ce qui, en retour, n'exclut pas son utilisation par le politique »

C. Dubois - *Réverbères et becs de gaz* [93].



Figure 18 - *The last lamp, Thames Embankment at dusk*, Rose Maynard Barton (1886)

L'éclairage est alors pensé comme une infrastructure à la fois technique et politique, un « tout » urbain qui coïncide avec un renouveau intellectuel de la pensée urbaine de cette même époque. Pour reprendre le terme de Françoise Choay, on parle alors de « pré-urbanisme » comme expliqué ci-dessous.

« ensemble de textes et de réalisations dus à des penseurs politiques et sociaux du XIXe siècle, dont la démarche, marquée au coin de l'utopie, anticipe et préfigure celle de l'urbanisme. »

Françoise Choay – *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement* [94].

L'âge gazeux est donc arrivé à un moment crucial et dans un environnement politique, intellectuel et technologique particulièrement favorable. L'éclairage au gaz a cependant également contribué à modeler cet environnement en changeant le rapport à la nuit urbaine pour de bon et en définissant un nouveau besoin d'éclairage auparavant jamais éprouvé ou désiré. En plus de cela, sa structure générale comprenant un approvisionnement permanent par des conduits sous-terrain s'inscrit dans une dynamique urbanistique en plein essor que nous développerons dans le Chapitre 1.4 et dans la Partie 2 de la thèse. C'est également à cette époque que se cristallisera l'association faite entre éclairage public et sécurité des personnes, notamment face aux agressions crapuleuses. Cela étant illustré par les propos d'un élu lyonnais retranscrits ci-après.

« Un candélabre coûte moins cher qu'un policier »

Élu lyonnais (1905) – *De la sécurité à la publicité, l'art d'éclairer la ville* [38].

La lumière urbaine semble maintenant maîtrisable et malléable, l'âge gazeux a apporté avec lui une facilité de gestion et une modification du rapport politique à la ville. De nombreuses rues resteront éclairées grâce au gaz jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle et ce n'est que de manière progressive et via des évolutions techniques et politiques successives que l'éclairage électrique pourra le remplacer.

ÂGE ELECTRIQUE (XIX^{EME} SIECLE – XXI^{EME} SIECLE EC)

L'idée d'utiliser l'électricité dans le but de s'éclairer a très vite succédé à la maîtrise de cette énergie à l'époque considérée en titre de cette section. Cependant ce « phénomène » (avant que cela ne soit considéré comme une source d'énergie) était connu et théorisé depuis bien avant d'une certaine manière. Des écrits remontant à Thalès (6^{ème} siècle AEC) décrivaient déjà comment l'ambre jaune, *ēlektron* en grec, attirait les objets légers et produisait des étincelles une fois frotté [95]. D'une manière analogue à ce qui a été écrit précédemment, il est possible que certains savants chinois aient même découvert ce phénomène avant les Grecs anciens (*ibid.*).

La « domestication » de l'électricité, quant à elle, n'a pas été immédiate et a nécessité plusieurs siècles de recherches depuis les travaux sur le magnétisme de l'Anglais William Gilbert en 1600 jusqu'à la création de la première pile électrique par Alessandro Volta en 1799 [96], en passant bien sûr par la célèbre caractérisation de l'électricité naturelle par Benjamin Franklin en 1750 [95]. De ces premières découvertes vont naître le dispositif technique le plus simple de l'éclairage électrique : la « lampe à arc ». Le principe est aisé à comprendre, un courant électrique traverse deux baguettes de charbon (qui sont pour cela reliées à une batterie Volta), entre ces deux baguettes se forme alors un arc sous l'effet d'un courant d'air chaud ascendant.

La lumière est tout simplement produite par la consommation du charbon sous l'effet du courant électrique, rendant ce dispositif très peu rentable par rapport au gaz précédemment évoqué, le charbon se consommant en moyenne en sept heures. En Figure 19 est visible un schéma de ce type de lampe, rendant clairement compte de l'origine de la luminosité [97]. L'on notera que la principale source de lumière vient de la consommation d'un seul des deux charbons, d'une seule des deux électrodes. Le « cratère » (ou l'électrode positive) produit en effet 85% de la lumière quand la « pointe » (ou électrode négative) n'en produit que 10%, en laissant 5% pour l'arc qui donne, toutefois, son nom au dispositif.

Viendra ensuite une innovation technique majeure pour l'ensemble de l'éclairage à l'électricité, celle de placer les électrodes dans un vase « semi-clos » ou plus généralement l'idée de ne pas laisser les charbons se consommer « à l'air libre ». Cette innovation étendra à 150 heures environ la durée de vie du dispositif qui nécessite cependant toujours, en ce début du XIX^{ème} siècle, une batterie par point lumineux et ne se présente pas du tout comme une alternative crédible à l'éclairage au gaz.

En parallèle de ces inventions, se développe également une technologie vouée à un développement important, celle des lampes à incandescence, dont le principe est analogue à celui des lampes à arc, à ceci près que la lumière est produite ici par l'incandescence d'un filament traversé par un courant électrique. Depuis les premières découvertes de James Bowman Lindsay en Ecosse en 1835 jusqu'à la diffusion des produits de Thomas Edison à partir de 1878, la lampe à incandescence passera par plusieurs matériaux pour son filament (carbone, coton carbonisé et filament de bambou notamment).

Il faut ici marquer une pause dans la description des innovations techniques et expliquer qu'en parallèle des dispositifs d'éclairage à l'électricité se développent des moyens de « production » de cette même électricité. Cet aspect est fondamental pour comprendre comment l'artefact lumière utilisant l'électricité est passé du statut de curiosité scientifique à celui d'alternative crédible au gaz en moins d'un siècle. Selon des modalités similaires à l'huile ou au gaz, c'est ici un contexte complexe qui explique cette émergence, celui de l'arrivée

des premières centrales électriques. Ces premières centrales s'installèrent en Europe et aux États-Unis dans la deuxième partie du XIXème siècle et utilisent l'énergie hydraulique des barrages ou thermique du charbon selon leur lieu d'implantation.

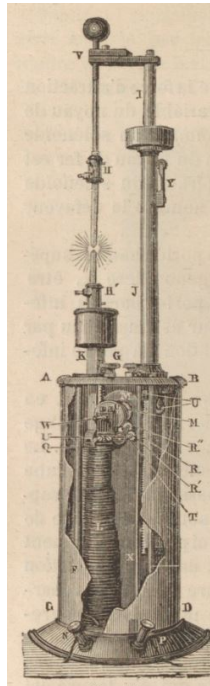


Figure 19 - Lampe à arc. D'après "Les lampes électriques et leurs accessoires" (Gallica, Bibliothèque Nationale de France (BNF)).

On notera d'ailleurs que la première utilité de ces centrales était uniquement l'éclairage, notamment à Manhattan en 1882, au départ privé et qui deviendra par la suite un éclairage des rues, *street lighting* en anglais. L'efficacité énergétique de la production de l'époque étant relativement faible avec un rendement de 3% à 4%, son utilisation était donc strictement réservée à l'éclairage¹⁰⁴. **L'on a ici une co-dépendance de facto entre le réseau d'électricité et le réseau d'éclairage public utilisant l'électricité car la distribution de l'énergie électrique n'a au départ été créée que dans le but de diffuser la technologie d'éclairage également électrique. Technologie d'éclairage qui, elle-même, ne pouvait se diffuser sans un réseau. Il est donc possible de dire que c'est l'éclairage public qui fit entrer l'électricité dans une logique de réseau urbain.** Ce réseau mettra du temps à se développer car il est longtemps concurrencé par le réseau de distribution de gaz et donc l'éclairage au gaz. Il comptera notamment sur la venue de nouvelles innovations qui permettront l'avènement de l'âge électrique.

Reprenons donc notre cheminement de pensée en considérant maintenant comme conceptuellement acquis la possibilité de présence ou d'installation d'un réseau de production et de distribution d'électricité à destination de l'éclairage public. Les lampes à incandescence peuvent désormais (1879) inclure une ampoule sous vide permettant au filament de durer jusqu'à mille heures avant de se sublimer totalement, ce type d'ampoule est visible en Figure 20 (à droite pour l'ampoule sous vide). L'éclairage électrique à incandescence ressemble alors de plus à une alternative crédible à son pendant au gaz et il sera d'ailleurs rapidement généralisé à Manhattan et Londres avant la fin du XIXème siècle (dans les quartiers les plus riches). Toujours en parallèle, la technologie « à arc » connaît un renouveau avec l'invention de la « bougie de Jablochhoff » que l'on doit à un électricien russe, Pavel Nikolaïevitch Iablotchkov, et qui va introduire une innovation majeure et structurante dans le réseau d'éclairage public naissant.

¹⁰⁴ L'utilisation en tant que force motrice viendra bien plus tard.

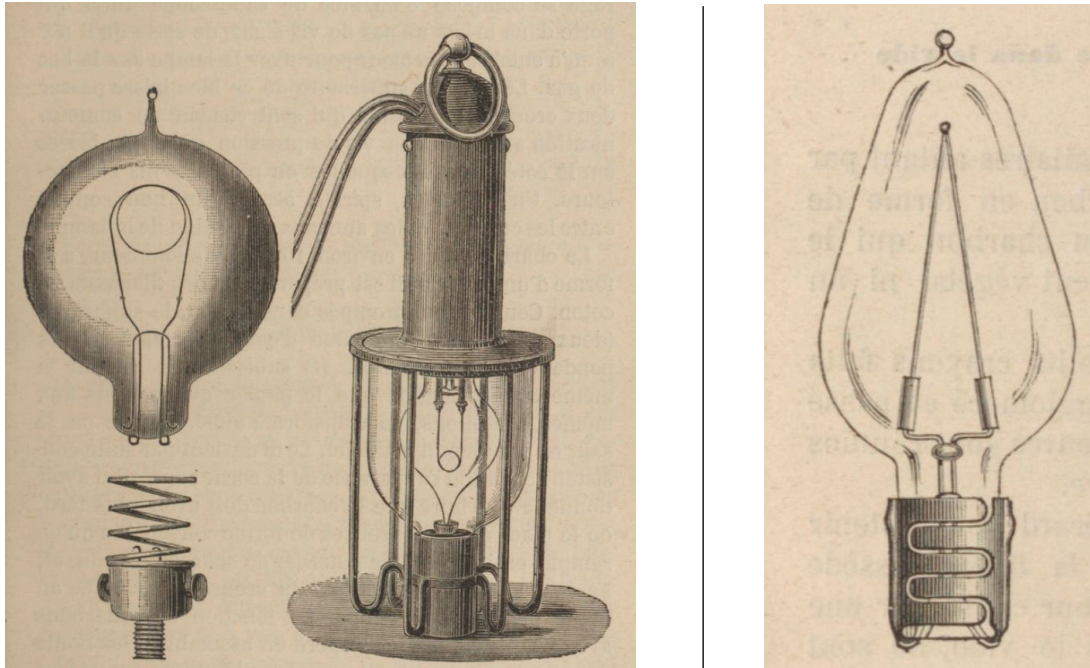


Figure 20 - Lampe à incandescence. D'après « Les lampes électriques et leurs accessoires » (Gallica, BNF)

Une description brève de la « bougie de Jablochhoff » nous permettra de mieux comprendre en quoi cette invention aura des répercussions majeures sur le réseau que nous étudions. Ce dispositif est donc une lampe à arc mais dans laquelle les électrodes ne sont pas face-à-face mais côte-à-côte et séparées par une plaque de verre. Le cratère (électrode positive produisant le plus de lumière) est également pensé plus épais de manière à se consommer linéairement au même rythme que la pointe, la plaque de verre se sublimant sous la forte chaleur de l'arc.

Cette « bougie »¹⁰⁵ permet d'envisager un placement des dispositifs d'éclairage le long d'un même circuit, la constance de la consommation ne modifiant que très légèrement les valeurs du courant. Surtout et enfin, la bougie de Jablochhoff fonctionne en courant électrique alternatif, contrairement à l'incandescence qui fonctionne en courant continu. Ces deux « types » de courants électriques sont à la fois structurants pour les technologies mais aussi pour le réseau électrique considéré, nous obligeant à ouvrir une seconde parenthèse dans notre récit technico-historique.

A ce moment, il est difficile de continuer à parler *stricto sensu* de « carburant » à propos de l'électricité servant à alimenter les dispositifs d'éclairage. Le courant électrique est, sur le plan physique, un mouvement d'électrons au sein d'un matériau conducteur¹⁰⁶, souvent du cuivre mais pouvant aussi être composé d'aluminium ou de nickel plus tard. Dans notre cas et à l'époque qui nous intéresse (XIXème et XXème siècle EC) les électrons sont donc imposés par une force électromagnétique à l'origine du circuit, l'activation d'une dynamo transformant de l'énergie mécanique en énergie électrique. Le principe, ici énoncé, de l'induction électromagnétique permet de « mettre en mouvement » les électrons par l'action de cette dynamo induisant un champ magnétique variable, **c'est la production d'électricité en régime continu. On peut affirmer que, pour ce régime, les électrons vont « tous dans le même sens » et que l'intensité électrique¹⁰⁷ est indépendante du temps.**

¹⁰⁵ Nommée ainsi car elle se consomme de manière linéaire, comme une bougie de cire.

¹⁰⁶ D'autres « porteurs de charges » que les électrons existent mais leur description n'est pas, ici, nécessaire.

¹⁰⁷ Charge électrique portée par les électrons traversant une section en une seconde et se mesurant en Ampère.

Le régime alternatif, lui, fonctionne de manière différente, sa production impliquant (en lieu et place de la dynamo) une « machine synchrone » ou « alternateur »¹⁰⁸. Cet alternateur n'applique pas une force électromagnétique constante, en résulte une production de courant électrique dont l'intensité sera fonction du temps. **De plus, les électrons oscillent, en quelque sorte, en va-et-vient permettant à l'énergie vibrationnelle d'être récupérée en fin de parcours**. Ces oscillations caractérisent le courant alternatif selon plusieurs « phases » dont la fréquence¹⁰⁹ correspond au nombre d'alternances en une seconde. Les puissances instantanées pourront alors être beaucoup plus élevées que pour le courant continu car le matériel conducteur présente des risques dans les cas où son exposition à une forte intensité se fait sur une durée donnée et sans interruption. **Avec le courant alternatif, il devient possible de produire et transporter des courants électriques de grande intensité sur de plus longues distances**. Les dispositifs finaux (l'éclairage ici) pouvant être alimentés directement en alternatif ou passer par un « redresseur » qui est un engin transformant le courant alternatif en continu.

Dans ces deux cas, le mouvement des électrons produira une modification matérielle, comme l'incandescence du fil de bambou, dont une conséquence sera la production de photons et donc de lumière. Les deux régimes ont longtemps été en compétition, tout comme leurs hérauts respectifs, Thomas Edison en ce qui concerne le régime continu et Nikola Tesla pour le régime alternatif. Cette rivalité ira jusqu'à de macabres épisodes d'électrification de bovins en public par la société Edison, soucieuse de prouver la dangerosité de ce système [95]. Nous verrons également dans la deuxième partie de la thèse que les différentes modalités de mise en place et de choix technologiques concernant ces deux courants pourront avoir des origines politiques et des conséquences urbanistiques majeures. **Pour l'instant conservons notre paradigme généraliste et précisons que l'histoire technique donnera raison à Nikola Tesla et à son régime alternatif, beaucoup plus stable, efficace et sûr que le courant continu sur de longues distances**.

Nous sommes donc au début du XXème siècle et le paysage urbain s'apprête à accueillir la « fée électricité » par le biais du réseau d'éclairage public et de son passage de l'âge gazeux à l'âge électrique. Tout le long du XXème siècle, cet éclairage plus intense ouvrira la voie à l'automobile au cœur de la ville [6]. L'éclairage public suivra bientôt chaque mètre carré de voirie et se verra associé à un réseau de distribution d'électricité, participant à la fois aux changements d'habitudes de mobilité (au travers des véhicules) et de consommation (car il a participé à l'entrée de l'électricité dans les villes occidentales). Il est ici très difficile de tracer un récit historique sur une période aussi riche et proche de notre époque contemporaine, l'âge électrique étant aussi celui de la rédaction de cette thèse. Voilà pourquoi la suite de la réflexion prendra la forme d'un référentiel se fondant sur les propos tenus sur les différents âges de l'éclairage.

SYNTHESE DES CONNAISSANCES ET REFERENTIEL FINAL

En guise de synthèse à cette histoire générique de l'éclairage public, nous pouvons reprendre la classification proposée par Abraham Moles [28] en nous demandant, au vu des circonstances d'adoption des différentes familles technologiques, quelles fonctions remplissent chacun des âges. Cette classification fournira un positionnement général pour chaque famille technologique, que nous nommerons « référentiel » en raison de son caractère synthétique.

C'est de cette manière que s'amorce la production du Tableau 1 qui permet d'avoir un aperçu direct et illustrant de la manière avec laquelle l'utilisation urbaine de la lumière, que Moles nomma « fonction », s'est étendue au gré des possibilités technologiques apportées par celle-ci. Les différentes cases du tableau ne nécessitent pas d'explications supplémentaires, mise à part deux choix primordiaux. Le premier est le « non remplissage » de la fonction six : « promotion visuelle » par l'éclairage au gaz alors que cette dernière remplit la fonction sept de « spectacle ». Cette décision est motivée par le constat que, si l'éclairage au gaz a permis à des villes de se transformer en spectacle nocturne selon une logique de mise en scène urbaine, il ne permet pas (autant que l'électricité) la promotion visuelle directe des vitrines par exemple. Enfin le remplissage systématique de la ligne « sécurité » pondérée par une, voire deux, parenthèse(s) est la résultante

¹⁰⁸ Qui est techniquement un cas particulier de la machine synchrone.

¹⁰⁹ Mesurée en Hertz (Hz).

de l'invocation quasi systématique de la sécurité (face aux agressions en grande partie) lors du déploiement de l'éclairage public. Cette quatrième fonction étant relativement controversée au niveau académique [30], l'ensemble de la ligne est discutable et pourrait (dans une certaine mesure uniquement) être remplacée par le terme « sentiment de sécurité ».

Tableau 1 – Référentiel final de l'éclairage public rassemblant les fonctions de la lumière d'Abraham Moles appliquées aux différents "âges" de l'éclairage public proposés par André Guillaume, tableau de l'auteur.

	Lunaire	Solide	Huile	Gaz	Électrique
0. Générale		X	X	X	X
1. Balisage		X	X	X	X
2. Psychomotrice			X	X	X
3. Ambiance				X	X
4. Sécurité	((X))	(X)	X	X	X
5. Valorisation		(X)		X	X
6. Promotion visuelle					X
7. Spectacle				X	X

La construction de ce tableau nous a permis de valider notre conception « linéaire » des avancées techniques de l'éclairage public. Ce dernier semble en effet remplir de plus en plus de fonctions au fil de ses évolutions technologiques et de sa diffusion. Sur un autre plan, ce référentiel offre une vision condensée et unique¹¹⁰ de l'évolution des techniques d'éclairage au fil des avancées technologiques humaines¹¹¹ et donne une cohérence d'ensemble à l'art d'éclairer la ville au fil des âges. Cette cohérence est critiquable sur de nombreux aspects et nous ne sommes pas dupes de son caractère « simplificateur ». Malgré cela elle est un aspect essentiel de notre réflexion en ce qu'elle offre un outil opérationnel à l'analyse, c'est-à-dire qu'elle nous permet de poser un cadre de pensée général, nécessaire avant d'effectuer une étude plus fine sur un territoire restreint.

Avant cette étude plus fine, il nous faudra construire une réflexion plus aboutie sur l'existence actuelle de l'éclairage public, à savoir les technologies fonctionnant à l'électricité en ce début de XXIème siècle. Afin de connaître avec plus de précisions l'époque contemporaine de l'éclairage public, il est donc nécessaire d'effectuer une nouvelle étude technique qui concerne moins l'histoire que la période actuelle. Précédent la compilation des arguments en faveur de la classification finale de l'éclairage public comme étant un réseau, suivra dans la prochaine partie un inventaire des techniques actuelles qui nous permettra de valider les arguments historiques et de circonscrire sur le plan technologique un objet maintenant contextualisé historiquement.

INVENTAIRE DES TECHNIQUES CONTEMPORAINES

Nous avons précédemment détaillé les processus généraux par lesquels les villes ont été amenées à s'éclairer la nuit venue, la partie qui va suivre vise donc à préciser les modalités techniques contemporaines de l'éclairage public. Plus clairement, nous présenterons ici un inventaire des techniques qui nous paraissait manquer à la littérature scientifique, non pas en termes d'informations disponibles mais plutôt de classifications proposées. Les différents moyens d'éclairer la ville sont en effet classifiables par « familles » et « sous-familles » technologiques selon des acceptions claires et facilement formalisables. La présente partie est donc une proposition de classification générique à partir d'études techniques réalisées par le CNAM (Conservatoire Nationales des Arts et Métiers) [98], l'association MEGE (Mémoire de l'Électricité, du Gaz

¹¹⁰ Selon notre entendement.

¹¹¹ Selon un point de vue occidental, européen, voire carrément français sur le plan historique rappelons-le.

et de l'Éclairage public)¹¹² ainsi que par nous-même à partir de la documentation technique et du laboratoire d'analyse d'Evesa¹¹³.

L'inventaire technique qui va suivre n'a pas pour but de se prétendre complètement exhaustif mais plutôt de fournir les bases opérationnelles nécessaires à la prise de hauteur urbanistique. Dit autrement, avant de conceptualiser le réseau d'éclairage public (dans le Chapitre 1.4) et de mener ensuite une réflexion sur son évolution, il est nécessaire de connaître les spécificités techniques des « nœuds » et des « extrémités » dudit réseau. La technologie contemporaine des artefacts lumières étant constituée exclusivement¹¹⁴ de dispositifs fonctionnant à l'électricité, **nous pouvons d'ores et déjà les séparer en deux « familles » : l'incandescence (lumière dite « chaude » dont l'émission est due à la température élevée d'un corps considéré) et la luminescence (lumière dite « froide » dont l'émission est due à l'interaction de particules électriques).**

LA FAMILLE DE L'INCANDESCENCE

Débutons donc cet inventaire par la première « famille » considérée, à savoir celle de l'incandescence. Ce choix est justifié pour des raisons de temporalité, car si les deux « familles » sont toujours utilisées de manière opérationnelle aujourd'hui, l'incandescence est la première à avoir fait son apparition (comme c'est expliqué plus haut). De plus la relative « simplicité »¹¹⁵ du dispositif de l'incandescence¹¹⁶ limite de fait les « ramifications » en plusieurs sous-familles, ce qui permettra une explication rapide de cette famille technologique. Les deux ramifications principales de cette famille de l'incandescence sont ainsi listées ci-dessous.

- **La première est la lampe à arc.** Il s'agit ici de la première véritable utilisation de l'électricité à des fins d'éclairage comme cela a été évoqué précédemment. L'incandescence venant ici de la température élevée des deux électrodes de cette lampe, lesquelles produiront une forte lumière ponctuelle (en plus de l'arc électrique entre les deux). L'éclairage public a quasiment arrêté d'utiliser ce dispositif en raison notamment de sa consommation électrique relativement élevée et de sa durée de vie limitée (au maximum 3 500 heures) ;
- **La seconde est la lampe à filament.** Pour rappel, l'énergie électrique provoque ici une hausse de température amenant le matériau constituant le filament (bambou ou tungstène par exemple) à émettre une lumière. Le phénomène d'oxydation du filament au contact de l'air accélérant son vieillissement, l'idée d'une ampoule isolant le système dans un gaz inerte a rapidement été abordée. Cette dernière spécificité peut produire trois nouvelles sous-ramifications dans notre classification.
 - Lampe à filament « standard », dont l'ampoule ne contient rien de plus que de l'air et n'étant plus vraiment une technologie « opérationnelle » ;
 - Lampe à filament « au gaz inerte », dont le gaz (ou le vide) présent dans l'ampoule ralentit le processus d'oxydation et rallonge la durée de vie de l'ampoule ;
 - Lampe à filament « halogène », dont le gaz halogéné (iode et brome) piégé dans une ampoule en verre de quartz permet la régénération partielle du filament et allonge considérablement sa durée de vie.

Le schéma d'une lampe à filament « générique » (sans précision sur le contenu de l'ampoule) est présenté en Figure 21. Ce dernier comprend également le culot qui est le support permettant la jonction entre l'ampoule

¹¹² MEGE est une association (loi 1901) regroupant principalement des retraités des métiers de l'électricité (d'EDF principalement) et dont le travail est d'organiser et entretenir une mémoire archivistique et un musée sur le gaz, l'électricité et l'éclairage public en tant que réseaux techniques urbains.

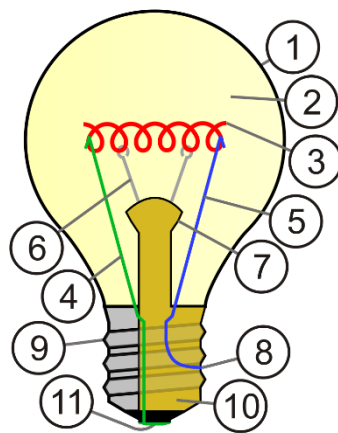
¹¹³ Evesa est l'opérateur actuel (au moment de la rédaction de cette thèse) du réseau d'éclairage public parisien. L'entreprise est également celle qui nous emploie en tant que doctorant et a permis l'accès à la plupart des données.

¹¹⁴ A quelques exceptions d'ordre touristique et folklorique.

¹¹⁵ Ce terme est ici utilisé dans un but illustratif et ne saurait en aucun cas constitué un jugement de valeur.

¹¹⁶ Par rapport à la luminescence abordée plus bas.

et la « douille » alimentée en électricité. Cette première « famille » développée, passons maintenant à la seconde et plus grande (par son nombre de ramifications), celle de la luminescence.



- 1 : Ampoule
- 2 : Gaz inerte ou vide
- 3 : Filament
- 4 et 5: Fils conducteurs
- 6 : Fil de support du filament
- 7 : Monture
- 8 et 9 : Culots
- 10 : Isolant
- 11 : Plot central (contact électrique)

Figure 21 - Schéma d'une lampe à filaments (crédits : *Wikimédia Commons*).

LA FAMILLE DE LA LUMINESCENCE

Le terme « luminescence » est suffisamment générique pour regrouper un nombre de technologies beaucoup plus important que la précédente famille. De manière brève, la luminescence désigne une émission de lumière (donc de photons) suite à une interaction entre « particules électriquement chargées » soit la plupart du temps des électrons au sein d'ensembles moléculaires différents en fonctions des ramifications dont nous allons parler. Il est d'abord nécessaire de distinguer deux sous-familles, **l'électroluminescence** (dont nous parlerons à la fin de cette partie) qui désigne la production de lumière d'un matériau en réponse à un champ électrique et **la photoluminescence**. On notera que la plupart des technologies utilisées de manière courante dans l'éclairage public seront rassemblées dans le Tableau 2 à but comparatif.

- **Photoluminescence ou lampe à décharge.** Cette technologie est illustrée par la Figure 22 dont la dénomination « à décharge » provient des modalités technologiques utilisées pour l'obtention de cette photoluminescence [99]. Le plasma désignant l'état du gaz contenu dans le réceptacle et le phosphore servant dans le cas particulier ou la lumière émise en première instance ne le serait pas dans le spectre visible (le phosphore effectuant une « conversion » en quelque sorte). Le principe de fonctionnement d'une lampe à décharge est donc de provoquer un « flux d'électrons » important entre les deux électrodes. Ce flux entraîne alors des collisions qui obligent les électrons à se replacer sur leur orbite initiale, c'est à ce moment qu'ils émettent un photon. Bien sûr il est possible de faire varier les types de gaz utilisés et même la pression exercée sur eux, amenant autant de ramifications et de sous-ramifications¹¹⁷ ;

¹¹⁷ Il est également possible de nommer certaines ramifications selon l'appellation « lampes à arc » car la décharge produit bien un arc électrique dans le gaz considéré. Attention cependant à ne pas confondre cette ramification avec la technologie « lampe à arc » de la famille des lampes à incandescence dont il était question précédemment.

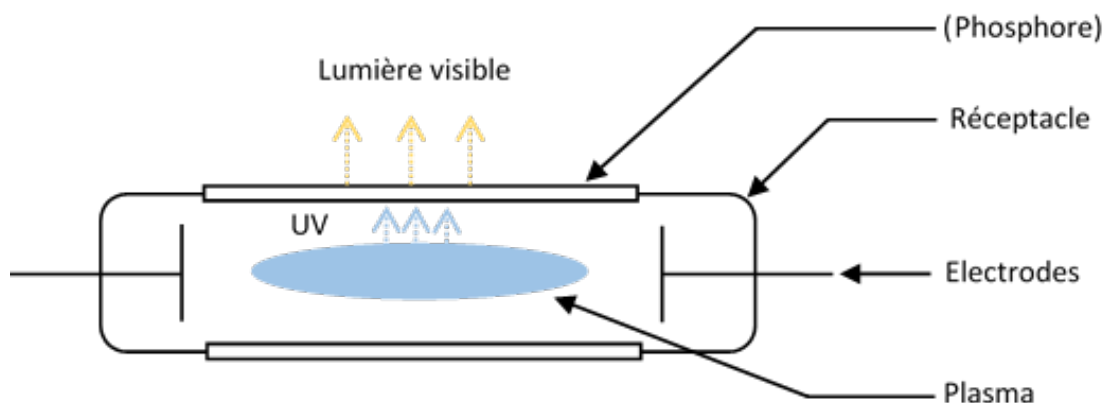


Figure 22 - Schéma de l'auteur d'une lampe "typique" à décharge d'après le travail de Yuan Zhang (2014) .

- Lampes à décharge à « basse pression » (BP), dont les interactions électroniques ne nécessitent pas une mise sous pression comparable aux autres technologies ;
 - Tubes fluorescents, gaz mercure. Ici la lumière émise dans un premier temps est constituée d'UV rendus visible par l'action d'une poudre fluorescente qui émettra un photon dans le spectre visible suite à absorption d'un photon dans le spectre ultraviolet. En cela, cette technologie se rapproche du schéma en Figure 22 à ceci près que le Phosphore correspond dans la figure à une autre réaction de luminescence ;
 - Lampes à vapeur de Sodium Basse Pression (BP). Ici, en plus du sodium permettant l'émission de la lumière à proprement parler, on notera la présence d'un mélange de néon et d'argon qui permet un « amorçage » de la décharge. On notera un IRC (Indice de Rendu des Couleurs) très faible pour cette technologie qui influencera grandement son utilisation urbaine ;
- Lampes à décharge à « haute pression » (HP) ;
 - Lampes à Néon, dont la lumière est produite par des échanges au sein de Néon et produisent une couleur rouge caractéristique. Leur utilisation dans l'éclairage public reste, pour cette dernière raison, limitée ;
 - Lampes à Xénon, dont la lumière produit un blanc pur ou un bleu très vif caractéristique et dont l'utilisation reste limitée dans l'éclairage public également ;
 - Lampes à vapeur de Mercure, dont la lumière émise tire sur le vert-bleue et est composée en grande partie de rayons ultraviolets, raison pour laquelle du phosphore est nécessaire afin d'émettre le maximum de lumière dans le spectre visible, comme visible en Figure 22. On notera la possibilité de construire une lampe à induction, donc sans électrodes mais avec un système alimenté par un champ magnétique ;
 - Lampes à vapeurs de sodium haute pression, fonctionnant sur le même principe que leurs consœurs à basse pression mais dont l'efficacité lumineuse est augmentée par la caractéristique de pression. La différence entre les deux technologies est parfaitement visible dans le Tableau 2 ;

- Lampes à halogénures métalliques, où un mélange d'Argon et d'une dizaine d'autres produits dont la composition déterminera la température de couleur désirée. On notera la possibilité de subdiviser cette ramification en fonction de la matière composant le « brûleur » (partie servant à démarrer la réaction produisant de la lumière) ;
- Électroluminescence ou technologie LED (*Light-Emitting Diode* ou Diode Électroluminescente). Cette technologie étant relativement récente (dans son utilisation en tant qu'éclairage public) et représentant à elle-seule toute une sous-famille de la luminescence, elle requiert un court et nécessaire historique.

Tout commence ainsi en 1907 lorsque Joseph Henry Round découvre qu'il est possible d'émettre de la lumière au travers d'un semi-conducteur¹¹⁸, cette découverte sera plus tard expliquée par Oleg Vladimirovitch Lossev dans ses travaux sur les semi-conducteurs entre 1925 et 1940 [100]. L'électron passant dans un semi-conducteur perd de l'énergie en se recombinant dans le trou d'électron disponible, d'où l'émission d'un photon « sans chaleur ». Il faudra ensuite attendre les travaux du physicien américain Rubin Braunstein en 1955 qui seront suivis du brevet déposé en 1962 par deux ingénieurs de *General Electric* : Nick Holonyak Jr. et Sam Bevacqua. La lumière émise l'est alors dans une couleur « simple » (rouge puis jaune, verte et bleu) et de trop faible intensité pour trouver une application dans l'éclairage, *a fortiori* dans l'éclairage public. Ce sont les découvertes de Shuji Nakamura et Takashi Mukai (de l'entreprise Nichia) tout le long des années 90 qui permettront de créer des LED de plus forte intensité, d'abord émettant une lumière bleue puis blanche¹¹⁹. Ces découvertes ayant été récompensées par l'obtention du prix Nobel de physique en 2014.

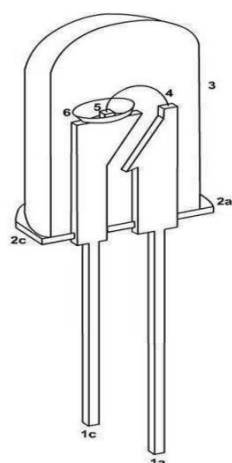
Concernant les spécificités techniques, on parle pour la LED d'un « dispositif optoélectronique », c'est-à-dire d'un dispositif ayant la capacité de transformer un courant électrique en photons. Une coupelle disposée autour de ce qu'on appelle la « puce » (le dispositif optoélectronique de fait) permet une orientation de la lumière produite. Le reste du dispositif électrique est visible en Figure 23 rendant compte de la relative simplicité du dispositif, une fois que l'on dispose de la puce émettrice.

La description du dispositif technique dans son entièreté n'est cependant pas terminée, en raison de l'insuffisance d'une LED seule à fournir un éclairage opérant dans l'espace public. Le regroupement de plusieurs LED au sein d'un même dispositif pouvant émettre un éclairage comparable aux autres technologies s'appelle un « bloc LED ». Il est composé de plusieurs LED assemblées sur un plateau ainsi que d'un composant nommé usuellement *driver* servant à alimenter les LED en tension continue en incluant les modifications de propriétés électriques survenant en fonction de la température¹²⁰. Ce *driver* est donc un composant électronique structurant qui permet (justement) de piloter le fonctionnement du bloc LED. En plus de cela, une vasque protectrice en verre protège le dispositif en laissant passer le flux lumineux produit.

¹¹⁸ Un semi-conducteur est un matériau au travers duquel les électrons ont une probabilité non-nulle (donc qui n'est pas un isolant) tout en étant très faible (donc qui n'est pas non plus un conducteur).

¹¹⁹ Ceci grâce à l'action d'un luminophore sur le même principe que le phosphore dont il était question précédemment. Ce type de technologie permet de faire varier le spectre lumineux d'une LED à l'envie.

¹²⁰ Un composant optoélectronique pouvant émettre différemment (de la lumière) en fonction de la température à laquelle il est porté.



- 1 : Contacts d'alimentation (1a pour « anode » et 1c pour « cathode »)
- 2 : Bords de la LED (a pour « arrondi » et c pour « encoche »)
- 3 : Lentille (coloré ou transparent)
- 4 : fil de *bonding* (connectique électronique)

Figure 23 - Schéma de fonctionnement d'une LED, d'après le travail de Guillaume Faure (2012).

Le dispositif LED possède enfin un avantage considérable par rapport à toutes les autres technologies présentées jusqu'alors, son flux lumineux est dirigé. Cette caractéristique structurante nous amène à considérer la valeur de l'efficacité lumineuse (Lm/Watt) notamment présente dans le Tableau 2 comme très relative, notamment en raison de la « perte » que pourra occasionner un flux lumineux non dirigé, peu importe la valeur de l'efficacité lumineuse. En effet, si la plupart des technologies produisent une lumière diffuse, alors même l'efficacité lumineuse la plus élevée possible sera à reconsidérer, étant donné que l'éclairage public n'est « efficace » que dans une seule direction donnée.

Tableau 2 - Tableau comparatif des technologies opérationnelles contemporaines de l'éclairage public, d'après le travail de Laurent Massol (2012).

	LED	Incandescence	Fluorescence	Sodium (BP)	Sodium (HP)	Incandescence Halogène	Mercure	Halogénures métalliques
Prix	Moyen	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Durée de vie (heures)	15 000 à 50 000	1 000	5 000 à 15 000	10 000 à 16 000	12 000 à 22 000	1 000 à 3 000	16 000 à 20 000	4 000 à 10 000
Échauffement	Conduction	IR (Infrarouge) et conduction	Conduction	Conduction	Conduction	IR (Infrarouge) et conduction	Conduction	Conduction
Robustesse	Excellente	Moyenne	Mauvaise	Mauvaise	Mauvaise	Moyenne	Mauvaise	Mauvaise
Lm/watt	50 à 100	12 à 20	50 à 80	140 à 180	100 à 130	15 à 30	50 à 70	70 à 90
Flux lumineux (lm)	100 à 800 (directionnel)	100 à 800	100 à 800	Non renseigné	Non renseigné	100 à 800	500 à 1 000	50 à 1 500
Taille relative	Petite	Petite à moyenne	Moyenne à grande	Non renseigné	Non renseigné	Petite à moyenne	Moyenne à grande	Moyenne à grande
Indice de Rendu des Couleurs (IRC) relatif	Mauvais à bon	Excellent	Mauvais à bon	Très mauvais	Mauvais	Excellent	Mauvais à bon	Moyen à très bon

C'est pour cela que les dispositifs utilisant la photoluminescence et l'incandescence sont en général conçus avec une enveloppe réflectrice permettant la réorientation d'une partie du flux lumineux qui serait, sans cela, émis vers la verticale et donc inutile pour l'éclairage des lieux considérés¹²¹. La technologie LED produit donc une lumière peu consommatrice d'électricité car très efficace, d'abord car les électrons émettent directement des photons sans passer par une réaction intermédiaire, comme c'est le cas pour la photoluminescence notamment.

Ensuite car le flux lumineux dirigé de manière initiale permet à l'intégralité des photons d'éclairer un espace donné. Enfin nous garderons à l'esprit la présence du *driver* dans le bloc LED, dont l'utilité en tant que « porte

¹²¹ Nous verrons dans le chapitre suivant que les conséquences environnementales d'un flux lumineux dirigé à la verticale son au moins non-négligeables.

d'entrée » vers le dispositif lumineux pourra expliquer certaines évolutions futures de l'éclairage public. Cette réflexion sera développée tout le long de la thèse et trouvera un dénouement dans les parties 3 et 4.

Afin d'apporter une illustration structurante à l'inventaire présenté précédemment, nous avons produit un arbre technologique en Figure 24 qui reprend la rédaction de ce sous-chapitre. Cet arbre n'a pas non plus pour ambition d'être exhaustif mais permet toutefois d'avoir conscience des différences technologiques entre les trois ramifications que sont l'incandescence, la photoluminescence et l'électroluminescence.

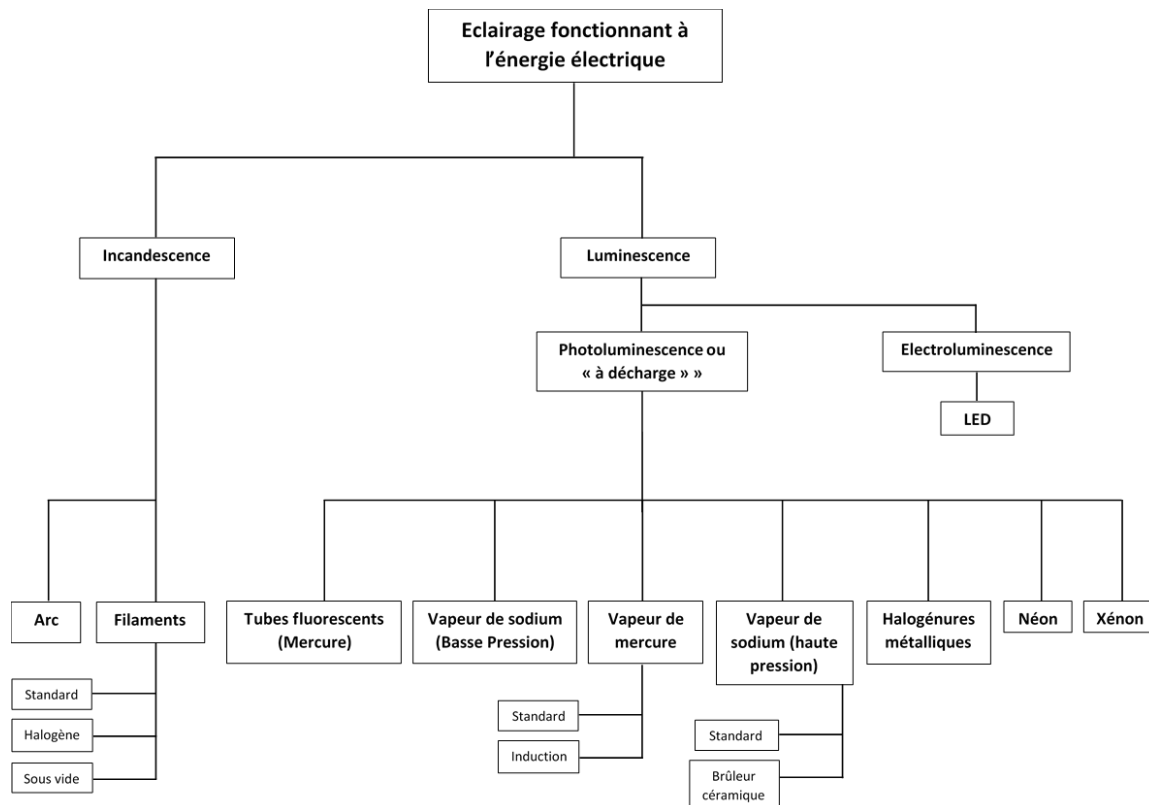


Figure 24 - Schéma de l'auteur de la classification des technologies d'éclairage utilisant l'électricité, dit aussi « arbre technologique de l'éclairage électrique »

Ces trois familles technologiques impliquent certaines fois une alimentation électrique particulière et un changement de technique d'alimentation n'est pas anodin car il remet parfois en cause l'intégralité du système d'éclairage. C'est de ce système dont nous parlerons dans le prochain chapitre, maintenant que les artefacts ont été définis, il s'agit de comprendre en quoi leur agencement tend à former un réseau et surtout quelles sont les caractéristiques de ce dernier.

CHAPITRE 1.4 - DU PONCTUEL A LA RETISTIQUE

SOUS-CHAPITRE 1.4.1 – CLASSIFICATION

UNE TECHNIQUE RETISTIQUE

Ce que l'on entend par le terme « technique rétistique » est relativement simple mais nécessite les réflexions précédentes afin de pouvoir construire une analyse scientifique. Rappelons donc que nous cherchons à « qualifier » l'éclairage public comme un objet unique au travers d'une étude technico-historique. C'est dans cette optique que nous avons justifié la présence de l'éclairage public de manière consubstantielle au processus d'urbanisation puis dressé un historique générique de l'éclairage urbain et enfin conçu un inventaire contemporain plus étoffé en ce qui concerne les techniques actuelles. Cette matière va maintenant

nous permettre de poser trois stades d'émergence du réseau d'éclairage public en reprenant une logique épistémologique développée dans le Chapitre 1.1, dans la section concernant « Les réseaux ». **Ainsi l'idée générale de cette partie est de classer les techniques de l'éclairage en fonction de leur « degré rétistique » afin de vérifier si une caractéristique temporelle nous permet de décrire cette évolution selon un principe de linéarité.**

Afin de poursuivre dans cette voie, concevons donc trois « stades rétistiques » correspondant à notre compréhension de la littérature scientifique présentée précédemment. **Le premier de ces stades (1) sera celui de la ponctuation que nous nommerons donc « stade ponctuel »**, il correspond, pour nous, à la répétition d'un même objet urbain à plusieurs positions sans que ceux-ci ne soient connectés¹²² ou que leur gestion ne soit forcément centralisée. Ce premier stade est également un constat *a posteriori* de l'état embryonnaire du futur réseau, paramètre qu'il faudra avoir à l'esprit dans la méthodologie. **Le deuxième stade (2) est ensuite celui du « système » reprenant la méthode de l'analyse systémique ainsi que ses recommandations sur la manière d'aborder un ensemble d'objets et de déterminer en quoi ceux-ci « font système »** [13], [40]. Ce deuxième stade nous permettra également de préciser quelle(s) échelle(s) d'analyse nous semble(nt) pertinente(s) pour cette étude et les conséquences de ces choix d'échelles. **Enfin le dernier stade (3) qui est celui du réseau engendré à la suite du système**¹²³ **sera simplement nommé « stade rétistique »** et correspond à ce moment où nous pourrions affirmer (ou infirmer) la qualification de l'éclairage public en tant que réseau [3], [46], [49]. Précisons que cette classification n'a de justification que dans le cadre de notre analyse et ne constitue en rien une hiérarchisation des concepts mobilisés.

1. STADE PONCTUEL

Dans cette partie seront prises en compte les ponctualités de l'éclairage public au sens le plus strict du terme, c'est-à-dire sans inclure la lumière du clair de lune ou les torches « mobiles » dont il a été question précédemment. Ce choix est principalement justifié par le besoin de circonscription de l'objet d'étude dont il a été question dans le premier chapitre. Il est déjà nécessaire de constater qu'il va s'avérer impossible de dater avec précision un jour unique correspondant à la création du réseau d'éclairage public, en tant que service public¹²⁴ [1], tant les ponctuations possibles des objets techniques le composant diffèrent sur les plans techniques et temporels. Néanmoins cela permet d'ouvrir un vecteur de pensée correspondant à l'amorce d'un système, impliquant que si la création du réseau d'éclairage public n'est pas strictement linéaire, il est possible de la modéliser de la sorte. Dit autrement, si on ne pourra jamais affirmer avec certitude qu'une date donnée correspond à la création *stricto sensu* du réseau d'éclairage public, il est néanmoins possible de qualifier, dans une certaine mesure, la qualité ponctuelle, systémique ou rétistique d'un réseau donné à une date donnée.

La qualification dite « ponctuelle », dont il est question ici, incorpore deux « filtres » permettant de rapidement savoir à quel type d'objet urbain l'on doit se référer. Le premier filtre est technologique et suppose la chose suivante : dans le cas où une technologie d'éclairage possède comme prérequis à son fonctionnement une connexion à une source d'énergie tierce partagée, alors on ne pourra la considérer comme ponctuelle. En effet, ce type de connexions implique, dès lors, de penser l'objet technique comme une infrastructure et donc un système et/ou un réseau. **Le second filtre est d'ordre organisationnel** et concerne les modalités de déploiement des technologies, celui-ci suppose que si l'éclairage de l'espace est mis en place de manière centralisée en plusieurs points alors il contreviendrait immédiatement aux prérequis de la ponctuation¹²⁵. Grâce à ces deux filtres nous pouvons alors isoler plusieurs technologies selon des modalités de déploiement particulières, nous permettant ainsi d'établir la liste ci-dessous.

¹²² Ou « raccordés », en tous les cas liés par une connexion.

¹²³ Selon la méthodologie développée dans le premier chapitre, le système est un « prérequis » pour le réseau, ce qui implique la postériorité pour le troisième stade (rétistique) par rapport au deuxième (système).

¹²⁴ Tel que défini dans le Chapitre 1.1.

¹²⁵ La prise en compte des deux filtres de manière simultanée est donc absolument nécessaire dans la définition du stade en question.

- **Falots de bois.** Les premiers éléments stables d'éclairage en milieu urbain consistant uniquement en un combustible (ici du bois) brûlant au sein d'un récipient. En grande partie utilisés de manière ponctuelle car pour des raisons de balisage ou de spiritualité (ce qui explique le remplissage de la fonction « valorisation » par l'âge solide au Tableau 1) ;
- **Chandelles (ou bougies).** Les difficultés liées à l'approvisionnement ont longtemps limité le déploiement de cette technologie dans une logique d'éclairage public généralisé et centralisé¹²⁶. Son utilisation ponctuelle a été poussée jusqu'à la réglementation « une chandelle à chaque fenêtre » que l'on retrouvera dans de nombreuses villes européennes (notamment Paris, Londres et Amsterdam au XVIème siècle) ;
- **Lampes à huile.** Les lanternes à huile pouvaient être utilisées de manière ponctuelle pour éclairer certaines activités économiques dans les villes portuaires (depuis l'Antiquité) ou pour surveiller les entrées de la ville (par exemple à Paris au XIVème siècle) ;
- **Dans une certaine mesure les lampes à arc** qui étaient, comme cela est expliqué plus haut, reliées à des piles voltaïques¹²⁷ peuvent être incluses dans cette catégorie.

Ce qu'il est déjà possible de remarquer, c'est que chaque dispositif d'éclairage peut être modélisé de manière comparable, à savoir une source d'énergie (produite, stockée ou transportée) qui engendre une source lumineuse ; il s'agit donc, à chaque fois, d'une transformation énergétique. Cette manière de concevoir la production de lumière est valable pour chaque technologie et apparaît comme la pierre fondatrice de la modélisation finale (à venir) du réseau d'éclairage public. Pour le moment, considérons juste que ces moyens d'éclairer ne sont pas uniquement des ponctuations lumineuses, il s'agit aussi d'embryons de système, voire de réseaux. Nous allons tenter de comprendre, dans la prochaine partie, comment plusieurs objets cessent d'être des ponctuations successives afin de devenir les composants d'un système.

2. STADE SYSTEMIQUE

Il a déjà été clairement expliqué (en première partie) ce qui constitue un « système » selon la bibliographie idoine [40]. Nous allons donc reprendre les méthodes d'analyse proposées dans cette même partie afin de dresser une évolution de la ponctuation jusqu'au système sur deux volets, le passage du ponctuel au systémique dans un premier temps et celui du statique au dynamique dans un second (*ibid.*). Chacune ayant ses spécificités et propriétés visibles respectivement sur les Figure 7 et Figure 8 auxquelles nous nous référerons pour cette étude. **Commençons donc avec le premier volet qui doit faire état du passage d'une logique analytique rendant compte de ponctuations à une logique généralisée rendant compte d'un système. Nous resterons pour ce premier volet dans ses systèmes strictement statiques.**

Pour rentrer dans la catégorie de « système statique », un ensemble d'objets ponctuels doit rassembler plusieurs caractéristiques dont la première et la plus évidente est de présenter un déploiement selon une logique généralisée. Rentrent dans cette catégorie chaque « programme d'éclairage public » dont la gestion se fait de manière territoriale, avec le désir et l'objectif d'éclairer non pas un « endroit » (ou plusieurs) mais un « territoire » et donc de devoir planifier l'agencement de plusieurs ponctuations. Aucune barrière technologique ne s'oppose à cette condition qui ne concerne que les modalités de déploiement. Vient ensuite la nécessité de concevoir des interactions entre les différentes parties du dispositif, à laquelle la source d'énergie utilisée pourra fournir une partie important de la réponse. Les interactions, pour l'éclairage public

¹²⁶ Au sens d'une « gouvernance centralisée ».

¹²⁷ Source d'électricité rudimentaire inventée par Alessandro Volta en 1800 et qui est composée de plaques de zinc et de cuivre (ou d'argent).

déjà en place, constituent chaque action opérationnelle visant à maintenir en bon état de fonctionnement les objets techniques.

Ainsi, en excluant les opérations de maintenance et de remplacement de matériel, il reste l'approvisionnement en « carburant énergétique »¹²⁸ et la manière avec laquelle cet approvisionnement structure le système en devenir. Là-dessus les âges de l'huile, du gaz et de l'électricité remplissent cette condition de manière substantielle et unilatérale, notamment car l'analyse historique générique nous a confirmé le caractère généralisé de leur alimentation en « carburant » et la manière avec laquelle ce dernier avait d'ailleurs conditionné leur déploiement. L'âge solide constitue un cas à part, tant son déploiement généralisé serait possible et a même été attesté sur des zones limitées et pour des raisons de balisage ou de spiritualité. **Ainsi il est possible de dresser une liste de ce premier volet de « système statique d'éclairage public ».**

- **De manière très mesurée, certains systèmes de falots de bois** visant à éclairer des croisements ou utilisés pour des évènements religieux¹²⁹ ;
- **Le système d'éclairage à l'huile.** L'approvisionnement facilité par l'industrie agroalimentaire ou halieutique (huiles de tripes de porc ou de baleine) ayant permis à la puissance publique d'organiser un déploiement massif et coordonné sur un territoire donné.

Les éclairages au gaz et à l'électricité ont été sciemment exclus de la précédente liste car leurs modalités de déploiement contreviennent à la caractéristique statique. La présence d'un flux est en effet consubstantielle à l'existence de ces types d'éclairage, flux de gaz et flux d'électricité en l'occurrence. Dès lors il est possible de créer une nouvelle catégorie pour ces deux technologies : celle de « système dynamique d'éclairage public ».

- **Système d'éclairage au gaz**, car traversé en permanence par sa propre alimentation et dont la gestion du flux est structurante pour son déploiement ;
- **Systèmes d'éclairage à l'électricité**¹³⁰ pour les mêmes raisons mais avec un flux d'électrons (en régime continu ou alternatif) en lieu et place du gaz.

Grâce à l'outil « microscope »¹³¹ [40], il devient ainsi possible de savoir quels systèmes ont été engendrés à quelles époques et selon quels prérequis urbanistiques et technologiques. Gardons également à l'esprit que les sources à notre disposition nous enjoignent également à poser l'hypothèse d'un système d'éclairage ne se construisant pas de manière uniforme à travers tous les territoires urbains. Toujours selon une épistémologie matérialiste de la ville [24], supposons alors que l'éclairage, en tant qu'aménagement urbain, est réservé à une certaine catégorie d'habitants dont les spécificités pourront varier en fonction des époques. L'on

¹²⁸ Terme peu rigoureux concernant l'ensemble des technologies mobilisées mais qui aide à illustrer le propos en englobant le bois, l'huile, le gaz et l'électricité.

¹²⁹ On pourra trouver en Partie 2 de cette thèse l'exemple de Paris au XV^{ème} siècle.

¹³⁰ Mis-à-part les cas très particuliers d'éclairage autoalimenté dont nous avons parlé précédemment avec les piles voltaïques et qui se retrouve de manière contemporaine avec les « lampadaires alimentés en énergie solaire ».

¹³¹ Selon donc la méthodologie explicitée dans le Chapitre 1.1, au paragraphe concernant « l'analyse systémique ». Le terme de système (statique ou dynamique) est soumis à la validation de certains critères que nous avons utilisés en nous référant aux sources bibliographiques (Rosnay, 2014 et Cambien, 2008).

supposera également que cette catégorie possédait une forme de pouvoir (politique, religieux, financier, etc.) afin de s’arroger ce bien (pourtant supposé commun)¹³² d’une manière indirecte. Avant de creuser plus en profondeur (en Partie 2 de la thèse notamment) cette question, nous devons, dans le prochain sous-chapitre, terminer notre réflexion au travers du prochain stade, celui de réseau.

3. STADE RÉTISTIQUE

Comme cela a été abordé dans le premier chapitre, le terme de « réseau » en urbanisme est presque insaisissable et nous avons donc décidé d’en arrêter une définition convenant à notre étude. Celle-ci est, pour rappel, une combinaison de la définition de « réseau technique » [63] et de la théorie des réseaux héritée de la recherche en urbanisme [3]. Nous utiliserons cette définition afin de qualifier les systèmes d’éclairage public selon leur caractère rétistique. Le réel qualificatif de « réseau » ayant des accointances certaines avec celui de « système », cette méthodologie nous est apparue comme la plus cohérente. Il n’est ici toujours pas question de considérer que « chaque système a vocation à devenir un réseau » ou inversement mais plutôt d’utiliser une logique réflexive qui convient à notre objet d’analyse. Cette enchaînement est aussi justifié par le caractère a-spatial de l’analyse systémique et sa dépendance aux échelles choisies, lorsque la méthode rétistique fournit un outil de représentation d’une réalité, ici, spatiale.

Si l’on reprend le premier **triptyque de l’analyse rétistique** appliqué à l’éclairage public nous pouvons alors construire la liste ci-dessous.

- **La « fourniture d’un service »** complètement actée selon chaque variante technologique et de déploiement ;
- **La présence d’une « essence rétistique »** se déployant en trois points :
 - **Sa structure**, le fait que sa morphologie soit liée à un agencement de lieux et qui nous paraît aller de soi de par la présence du réseau dans l’espace public ;
 - **Sa dynamique**, qui restreint le champ d’analyse aux systèmes dynamiques mis en évidence précédemment ;
 - **Une logique propre** qui suppose l’existence de lois générales rendant compte de son fonctionnement et dont la partie sur « l’histoire générique » nous donne la preuve¹³³.
- **Un caractère de représentation de la réalité** qui est validé à partir du moment où le terme englobe une action concertée sur un territoire donné.

Ces conditions abordées, il est nécessaire de s’intéresser au **cas particulier du « réseau technique »** afin de vérifier l’adéquation avec les caractéristiques précédentes.

¹³² Comme développé précédemment, si le service final est bien un « commun pur » (Mosser, 2003), l’infrastructure sous-tendant sa distribution est préhensible par un tiers (privé ou public).

¹³³ Plus précisément, nous parlons ici du référentiel final constitué du Tableau 3 et du commentaire assorti. Ce référentiel constitue une preuve de l’existence d’une logique propre, sans laquelle la production de ce référentiel aurait été impossible. Tableau 3 - Les six étapes de construction du réseau d’éclairage public et ses correspondances avec les âges techniques

- **Sa composition d'éléments linéaires et de connexions nodales** qui restreint encore une fois l'analyse aux systèmes d'éclairage alimentés de manière continue, donc au gaz et à l'électricité ;
- **Le fait qu'il soit composé de flux soumis à des fluctuations** en lien direct avec le caractère dynamique précédemment abordé et limitant la qualification aux technologies de gaz et d'électricité comme expliqué ci-dessus ;
- **La connexion à d'autres réseaux** qui se retrouve également lorsque l'on considère les technologies de gaz et d'électricité dont la distribution est assurée par plusieurs réseaux. Ainsi que, dans une moindre mesure, la présence de l'éclairage public sur les réseaux de voirie ;
- **Un pilotage sociotechnique** qui découle de l'intrication des technologies utilisées et du contexte sociopolitique d'une époque considérée. Cette intrication a déjà été mise en évidence dans l'historique générique et sera amplement développée en Partie 2 de la thèse ;
- **Du personnel nécessaire à son fonctionnement**, point dont la validité est évidente.

Ainsi l'on pourrait dire que le réseau « découle » d'une pensée systémique plutôt que d'un système au sens propre. Le cadre fourni par l'analyse systémique permet en effet de penser l'éclairage comme ayant été l'aboutissement d'un processus et non la juxtaposition de ponctuations successives. Car en effet « le système » n'advient pas seulement comme une succession des étapes le constituant mais comme une réalité holistique dépassant donc la somme de ses éléments constitutifs. Le réseau, enfin, apparaît comme un état de fait soumis à certaines conditions d'existence qui sont consubstantielles à certaines technologies d'éclairage de l'espace public et à leurs modalités de mise en place. **C'est dans ces cas précis que l'on peut enfin parler d'un réseau d'éclairage public, tant il arbore tous les prérequis nécessaires à son existence en tant que réseau.** Prérequis qui ont donc été acquis au cours d'un développement progressif du service « éclairer l'espace public », à la faveur d'un processus de genèse (réseau d'éclairage au gaz) puis de transition (réseau d'éclairage à l'électricité) qui sont, comme le disait très justement Pierre Musso (en parlant du réseau) « [...] consubstantielles à sa définition » [49].

Ce processus de création apparaît comme fortement lié à l'urbanisation et à ses modifications structurelles, ce que nous nommons les « mutations urbaines ». Sur les mêmes modalités que précédemment, il est nécessaire de considérer que les mutations urbaines ne se font pas de manière uniforme sur l'ensemble du territoire considéré et que les différences d'accès à l'éclairage public pourraient très bien s'expliquer également par une analyse matérialiste des processus de mutations urbaines [24]. Car s'il est possible de théoriser une évolution de l'urbain uniforme et homogène, celle-ci ne se conforme pas à notre méthodologie matérialiste, supposant chaque réalité comme la résultante de conditions matérielles d'existence (*ibid.*). Il est donc nécessaire de considérer les conditions d'existence comme plurielles¹³⁴, ce qui implique de considérer les mutations urbaines comme hétérogènes par essence¹³⁵.

Avant de poursuivre vers cette voie, il est nécessaire de structurer les pans de réflexions précédentes autour d'une modélisation qui sera au cœur du prochain paragraphe.

MODELISATION DE L'EVOLUTION TECHNICO-URBAINE DE L'ECLAIRAGE PUBLIC

Ainsi pour illustrer nos propos et donner corps à notre analyse, il est possible de dresser une succession schématique des étapes de création du réseau, ceci grâce aux prérequis théoriques des précédentes parties. Il

¹³⁴ De par leur définition même.

¹³⁵ Ceci est valable également pour une expérience de pensée mettant en scène une situation de contrôle extrême de l'espace urbain de manière autoritaire, centralisée et unilatérale. Ce qui *a fortiori* rend toute situation plurielle également hétérogène par essence.

s'agit ici de proposer un modèle mental simplifié sans être simpliste ; le but étant de concevoir des « étapes » dans la formation d'un réseau d'éclairage qui ne prétendons pas à l'exhaustivité d'une représentation du réel mais qui seront des outils dans l'analyse d'un territoire en particulier¹³⁶. Nous avons décidé de diviser cette succession mentale en six parties distinctes dont la nomination a été inspirée par une logique purement inductive. Ainsi les « étapes de construction du réseau d'éclairage public » qui vont suivre ne constituent pas une vérité immuable mais sont plutôt un puissant moyen de représentation de la réalité [64] qui nous permettra d'étudier en profondeur un objet bientôt circonscrit.

1. **Absence en milieu urbain.** L'étape fondamentale en quelque sorte car elle suppose un milieu urbain qui n'a pas encore développé de « besoin » en éclairage public [70]. L'on se retrouve alors dans une situation de nuit urbaine « naturelle » où la vision scotopique peut être déclenchée notamment par un clair de lune ou des moyens d'éclairage individuels ;
2. **Ponctuations parsemées.** Certaines zones très spécifiques ont pu nécessiter un éclairage permanent, par exemple les entrées stratégiques des villes ou les lieux de pouvoir (politique et religieux). Cette deuxième étape consacre le début des falots de bois et lampes à huile archaïques comme points lumineux parsemés (ainsi que l'éclairage à l'électricité avec piles voltaïques ou panneaux solaires comme dit précédemment) ;
3. **Ponctuations successives.** L'évolution presque logique de l'étape précédente consiste en un passage, celui de la situation d'exception en une situation commune, l'éclairage devient accepté et désiré, le besoin naît de la normalisation et surtout de la compréhension des moyens d'y accéder. Toujours avec les technologies précédentes (bois et huile) mais selon des logiques d'aménagement précises, **l'on¹³⁷ éclaire des endroits pour des raisons** (commerce, religion, sécurité notamment) ;
4. **Système statique en proto-réseau.** Les ponctuations successives deviennent (à proprement parler) un système et annonce la création du réseau, car il ne leur manque que les éléments linéaires. La présence territoriale de l'éclairage sous la forme de connexions nodales en devenir nous autorise même à le nommer « proto-réseau ». Ici triomphe l'éclairage à huile avec mèche notamment, qui permet une gestion centralisée et efficace de l'éclairage, comme le montre l'exemple d'Amsterdam cité plus haut ;
5. **Système dynamique-rétistique.** La première étape du système vers ce qu'il est possible d'appeler un « réseau ». Les éléments linéaires connectent enfin les nœuds et le flux circule entre ces éléments, l'éclairage au gaz a acté un nouveau système, dynamique et rétistique. Comparé au réseau d'éclairage public contemporain à l'électricité, il a l'inconvénient d'être structuré par les modalités d'acheminement du gaz qui sont notamment liées à la pression exercée dans les conduites. Sans aller jusqu'à empêcher l'éclairage de certaines zones, cette contrainte oblige à choisir stratégiquement les emplacements des usines à gaz afin d'alimenter les zones à éclairer. Le réseau n'est donc pas « ouvert » car il possède de nombreuses restrictions sur ses possibilités d'évolution ;
6. **Réseau dynamique ouvert.** Le réseau d'éclairage public tel qu'on le connaît de manière contemporaine, soit un réseau transportant de l'électricité dans ses éléments linéaires, permettant d'alimenter des extrémités ou des nœuds transformant cette électricité en photons.

¹³⁶ Le territoire parisien que nous aborderons dans la Partie 2.

¹³⁷ Ou plus exactement « les puissances gouvernant l'espace urbain » en lieu et place du « on ».

Toujours dans un souci de clarté, il est possible de rassembler ces différentes étapes au sein d'un tableau établissant les correspondances avec les âges technologiques invoqués à chacune de ces étapes. C'est ce que nous proposons dans le Tableau 3 en reprenant les argumentaires principaux ayant permis cette classification.

Tableau 3 - Les six étapes de construction du réseau d'éclairage public et ses correspondances avec les âges techniques, tableau de l'auteur.

	Lunaire	Solide	Huile	Gaz	Électricité
1. Absence	Eclairage au clair de lune				
2. Ponctuations		Quelques points à destination des lieux stratégiques	Quelques points à destination des lieux stratégiques		(Exceptions de circonstance)
3. Ponctuations successives		Éclairage des zones de pouvoir	Éclairage à usage commercial		(Exceptions de circonstance)
4. Système statique en proto-réseau			Utilisation des ressources abondantes afin de remplir un besoin naissant		
5. Système dynamique-rétistique				Connexions nodales et éléments linéaires au sein d'un réseau restreint par son approvisionnement	Connexions nodales et éléments linéaires
6. Réseau dynamique ouvert					Réseau permettant une logique d'aménagement territorial complète

L'éclairage public est donc, de manière presque certaine, un réseau urbain tant il est le fruit d'une évolution structurelle en lien avec son environnement en passant des ponctuations successives à la linéarité rétistique. Nous reprenons ici une réflexion de Sophie Reculin [6] illustrée de manière très parlante en Figure 25. On peut y observer l'évolution de l'éclairage entre la fin du XVIIème siècle et la fin du XVIIIème siècle en France. Le schéma montre ce passage d'une logique de ponctualité à une logique de linéarité, ce ne sont plus des zones mais un ensemble de lignes formant réseau qu'il convient maintenant d'éclairer.

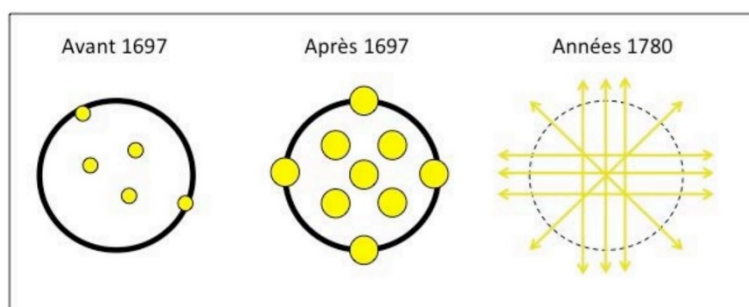


Figure 25 - "L'évolution de l'éclairage urbain du XVIIe au XVIIIe siècle" (Reculin, 2017).

Reprenons alors, à notre compte, cette logique d'analyse en y incorporant nos propres hypothèses et observations et en élargissant le spectre temporel, notamment du fait de notre discipline (urbanisme et génie urbain) nous permettant ces modalités d'analyse. Cela nous donnerait donc six étapes, comme expliqué dans le Tableau 3, au lieu des trois que Sophie Reculin propose pour son analyse historique. Également nous ne nous inscrivons pas dans une temporalité particulière mais fournissons un modèle général d'évolution du réseau d'éclairage public. Ce dernier est conditionné par l'époque considérée mais ne saurait (en l'absence d'un cas d'étude spécifique) incorporer un intervalle temporel trop restrictif. C'est cela que nous proposons en Figure 26.

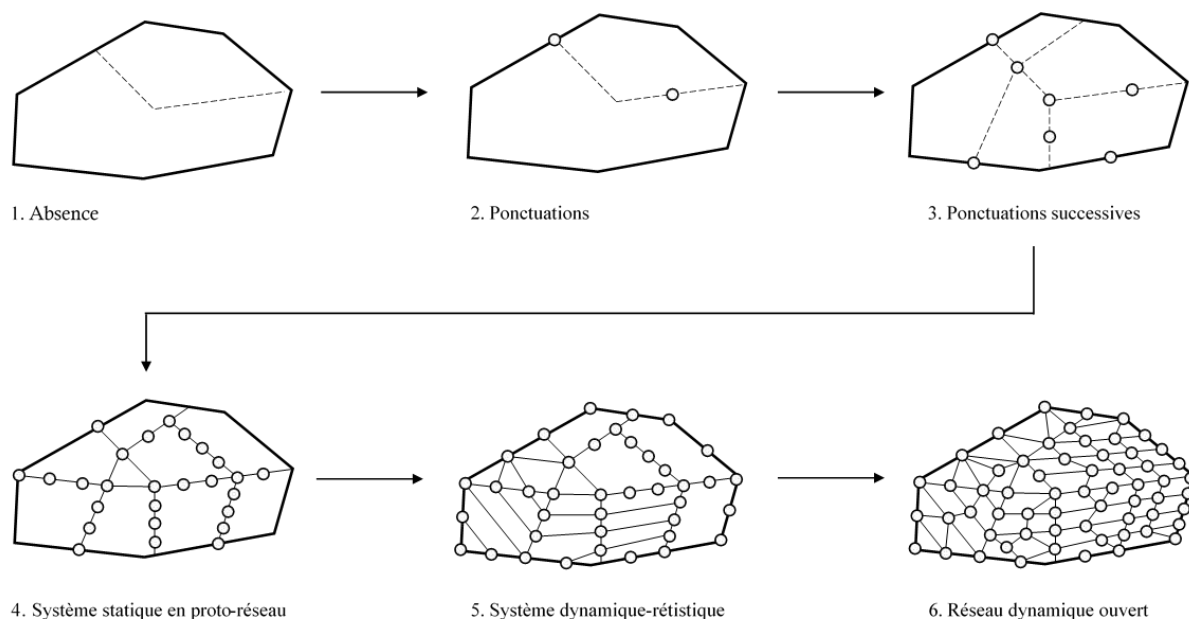


Figure 26 - Schéma de l'auteur représentant les modélisations des six étapes constitutives de la création du réseau d'éclairage public

En partant de ce modèle conceptuel, nous pourrions poursuivre l'analyse, car le « réseau d'éclairage public » possède enfin un cadre théorique qui nous permet de le considérer comme un objet d'étude potentiel selon les outils de l'urbanisme et du génie urbain. Avant de se lancer dans un cas d'étude qui permettra de confirmer ou d'infirmer les théories ici élaborées, nous ne pouvons faire l'économie d'une caractéristique trop rapidement évoquée des lumières urbaines, sa connexion à d'autres réseaux, qui sera le sujet du prochain sous-chapitre.

SOUS-CHAPITRE 1.4.2 - CE QUE L'ON APPELLE « RESEAU TECHNIQUE URBAIN »

Poursuivant sur la définition de réseau arrêtée précédemment, il est maintenant nécessaire de lister les différents réseaux présents, de manière contemporaine¹³⁸, dans la réalité urbaine et **comprendre lesquels peuvent présenter des connexions avec notre réseau d'éclairage public**. La recherche de connexions avec des réseaux tiers est à anticiper comme un futur outil, car chaque réseau urbain connecté à l'éclairage public constituera un angle d'analyse potentiel dans la suite de la thèse. Cette définition multi-rétistique sera, bien sûr, déterminée par les moyens d'analyser ces connexions et (dans une certaine mesure) il sera possible de considérer la totalité des réseaux comme en tout point interconnectés [58]. Ce ne sera pas notre paradigme qui nous enjoindra à trouver des connexions sous la forme de « dépendances fonctionnelles » [63] en nous basant notamment sur une catégorisation des réseaux produite dans le cadre d'une étude scientifique à l'École des Ingénieurs de la Ville de Paris, au sein du département de recherche. Il est donc clair qu'ici, la caractérisation des réseaux anticipe le cas d'étude prévu en Partie 2 par le biais d'un *corpus* scientifique établi dans le cadre parisien.

La liste qui suit n'est pas à considérer comme un résultat exhaustif ou hiérarchisant, il s'agit toutefois d'une manière de modéliser les réseaux techniques urbains de telle sorte que ceux-ci permettent une réflexion sur

¹³⁸ Au moment de la rédaction de cette thèse, c'est-à-dire au début du XXIème siècle.

leurs interconnexions. L'ordre proposé n'a de signification que pris comme une classification pseudo-chronologique générique qui sera justifiée pour chacun des points.

- **Le réseau viaire.** Le support des « déplacements » si l'on considère les individus et marchandises comme objets¹³⁹, le support de la « circulation » si l'on considère la ville comme objet¹⁴⁰ ;
 - Dépendance de manière directe, car il est le support des réseaux de transport en commun viaires (bus principalement) ;
 - Dépendance de manière indirecte, c'est de lui dont dépend une part importante des autres réseaux, car il structure l'ensemble des déplacements et donc de l'installation et de l'entretien de ceux-ci.
- **Le réseau de gestion des déchets.** Il s'agit de toute la chaîne de gestion des composants matériels n'ayant plus d'utilité tels quels et devant être mis à l'écart (déchetterie), enfouis, valorisés énergétiquement (incinération pour production de chaleur et d'électricité) ou recyclés ;
 - De manière directe, il est soumis à la dépendance aux réseaux routiers, au réseau électrique et dans une certaine mesure aux réseaux d'hydrocarbures. De plus son arrêt poserait de graves troubles d'ordre sanitaire ;
 - De manière indirecte, ce réseau alimente le réseau d'électricité et de fluides calorifiques.
- **Le réseau d'assainissement.** Il s'agit d'un réseau (le plus souvent enterré) dans lequel circule des fluides d'eaux usagées et pluviales, il permet l'acheminement de ces derniers vers des centres de traitement les rendant ainsi propres à la consommation¹⁴¹ ;
 - De manière directe, il est soumis à la dépendance au réseau énergétique et c'est de lui dont dépend en grande partie le réseau d'eau potable¹⁴².
- **Le réseau d'eau potable.** Le réseau transportant une eau propre à la consommation humaine (caractéristique dépendant des époques et régions considérées). Il est séparé en quatre sous-parties¹⁴³ : le captage, le traitement, le stockage et la distribution ;
 - Il est directement dépendant du réseau d'assainissement pour une grande partie du captage et du réseau électrique pour le traitement.
- **Le réseau de transport en commun.** Il s'agit de l'ensemble des infrastructures et de la flotte (véhicules) permettant le transport des personnes à différentes échelles. On distinguera les réseaux de transport en « site propre » (réseau ferroviaire métropolitain ou tramway par exemple) des réseaux « libres de leurs mouvements » qui se rattachent directement au réseau routier ;
 - Ceux en site propre dépendent directement du réseau électrique, ceux « libres de leurs mouvements » dépendent du réseau de voirie.

¹³⁹ Objets de réflexion.

¹⁴⁰ *Idem.*

¹⁴¹ En cela, il peut être considéré comme une variante du réseau de gestion des déchets, cependant son fonctionnement spécifique mobilisant des flux d'eaux a motivé sa classification en tant que réseau particulier.

¹⁴² Dont il est à la fois un réseau en sortie et un réseau en entrée.

¹⁴³ Voire cinq sous-parties si l'on compte le « transport » inhérent à chacune des parties en amont de la « distribution ».

- **Le réseau de fluides calorifiques.** Il s'agit d'un réseau enterré voué à produire des échanges de chaleur selon deux modalités. La première dite « réseau de chaleur » vise à réchauffer certaines infrastructures¹⁴⁴, la seconde dite « réseau de froid » vise à les refroidir ou à produire de l'eau froide. Ce réseau permet d'alimenter les chauffages domestiques ou collectifs (piscines par exemple) ainsi que la distribution d'eau fraîche pour certains usages [101] ;
 - Selon la production de froid ou de chaleur, le réseau peut être dépendant du réseau de gestion des déchets (partie incinération) ou du réseau d'électricité (pompe à chaleur électrique). Dans de rares cas de présence d'une source frigorifique (fleuve ou mer) ou de chaleur (faille géothermique), la dépendance est amoindrie voire négligeable ;
 - La récupération de l'énergie « fatale » des réseaux de chaleur est un objet de recherches actuel, tant celle-ci pourrait être une source d'énergie potentielle encore peu exploitée [102].
- **Le réseau de gaz.** Il s'agit du réseau de transport du gaz utilisé autrefois pour s'éclairer (voir plus haut) et aujourd'hui pour se chauffer, chauffer de l'eau ou cuisiner (gaz domestique), il peut se constituer en un réseau transnational d'échelle géographique ;
 - Il est dépendant directement du réseau électrique pour sa compression et son transport sur de longues distances.
- **Le réseau électrique.** Un réseau déjà évoqué précédemment et dont l'usage contemporain dépasse bien évidemment le simple éclairage public ;
 - L'alimentation de la force motrice dans de nombreuses industries et l'avènement de l'électronique de puissance a rendu la plupart des services urbains directement ou indirectement dépendants de celui-ci.
- **Le réseau d'hydrocarbures.** Ce réseau est indispensable pour produire de l'énergie thermique (souvent transformée en énergie motrice ou en électricité) et se constitue de chaînes logistiques transnationales d'échelle géographique ;
 - Il est dépendant du réseau d'électricité pour sa transformation et est paradoxalement dépendant de lui-même pour son transport et sa distribution.
- **Le réseau de téléphone et d'internet ou réseau TIC¹⁴⁵.** Regroupant plusieurs matérialités infrastructurelles différentes (fibre optique, réseau de téléphonie filaire, réseau internet, réseaux d'ondes radios ou cellulaires¹⁴⁶), cet ensemble réticulaire est le plus récent si l'on désire tracer une chronologie. Il conditionne l'utilisation des TIC (dont nous reparlerons dans les deuxième, troisième et quatrième partie de la thèse).
 - Il est directement dépendant du réseau d'électricité ;
 - Dans une certaine mesure il tend à rendre les autres réseaux dépendants de lui-même, de par sa prépondérance dans l'échange d'informations.

¹⁴⁴ Des thermes romains jusqu'aux piscines modernes, de manière illustrative.

¹⁴⁵ Technologies d'Information et de la Communication.

¹⁴⁶ Les réseaux cellulaires constituent la base des réseaux de téléphonie mobile, de manière succincte ils permettent de réutiliser de nombreuses fois la même fréquence (contrairement aux réseaux radios) et permettent d'établir plus de communications sur de longues distances sans réseau filaire.

Deux remarques sont possibles à l'issue de la production de cette liste commentée de réseaux urbains. **La première est d'ordre critique et concerne la méthodologie avec laquelle nous avons réalisé ce travail.** L'approche choisie pourrait être décrite comme une approche « fonctionnelle »¹⁴⁷ où chaque réseau a été défini en première instance par la fonction qu'il remplissait, de là en découle ses connexions réalistes et les précisions supplémentaires qu'il convient d'ajouter pour chaque réseau. Cette approche est critiquable car elle enferme chaque réseau dans une vision utilitariste et ferme le débat quant à leur future existence. Une approche différente aurait pu être choisie, dans un but de classification des attributs, mais elle aurait desservi la suite de notre réflexion qui pousse (justement) vers une analyse des fonctionnalités de chaque réseau en lien avec celui que nous étudions spécifiquement, à savoir l'éclairage public¹⁴⁸.

La deuxième remarque est d'ordre académique et pose la question de l'inscription de cette classification dans une école de pensée urbanistique. Au-delà des théories des réseaux précédemment évoquées dans le Chapitre 1.1, la littérature scientifique nous oriente vers le concept de *nexus* urbain [103], dont l'ambition est de constituer un système d'analyse complexe et opérationnelle [104] dans lequel les « flux » urbains sont pensés les uns par rapport aux autres¹⁴⁹. A l'origine utilisée dans un objectif d'économie des ressources et de développement durable, cette méthodologie est en adéquation avec notre logique de classification fonctionnelle et de mutualisation des réseaux.

Ces objets urbains sont maintenant connus, il convient alors de les faire « dialoguer »¹⁵⁰ avec notre réseau d'éclairage public. **Ainsi pour toutes les raisons de qualification avancées précédemment, l'éclairage public nous semble lié particulièrement à deux autres réseaux urbains : le réseau électrique avec qui il partage son tronc génétique et le réseau viaire sur lequel il vient justifier sa finalité.** Bien sûr chaque espace urbain est un cas particulier à considérer de manière séparée, par exemple l'éclairage au gaz suivait logiquement le réseau de gaz et il arrive que ce soit le réseau d'éclairage public qui amorce ou conditionne le réseau d'électricité comme cela a été montré précédemment.

De manière plus prospective, il est possible d'imaginer un éclairage public alimenté directement par de l'énergie thermique provenant du réseau de fluides calorifiques ou bien supportant une partie de la distribution d'énergie électrique. Également, nous verrons que le réseau TIC pourra trouver auprès du réseau d'éclairage public un support qui s'avèrera structurant dans la planification urbaine future. Il est toutefois nécessaire que nous nous restreignions à une description contemporaine et généraliste afin de ne pas dissiper notre réflexion.

Maintenant que nous avons une connaissance de son contour d'existence et de ses interconnexions, la prochaine partie servira à circonscrire pour de bon¹⁵¹ le réseau d'éclairage public. Cette circonscription passera notamment par une schématisation de ses différentes sous-partie et des modalités de connexions.

¹⁴⁷ Les guillemets sont de rigueur afin de ne pas confondre ce terme avec celui « d'analyse fonctionnelle ».

¹⁴⁸ Une proposition de classification attributive nous aurait amené à séparer les réseaux en plusieurs catégories. La première aurait été celle des réseaux « physiques » à l'intérieur desquels nous aurions pu distinguer ceux présentant une continuité (conduits et câbles notamment) et ceux n'en présentant pas. La seconde aurait rassemblé les réseaux « non physiques », ceux qui transportent des ondes ou de l'information. A ce moment, notre réseau d'éclairage public aurait présenté la particularité d'être « physique » dans son infrastructure et « non physique » (dans une optique de classification) dans son service rendu, mettant ainsi en exergue la particularité de ce dernier. Cette réflexion nous a semblé pertinente mais également « glissante » de par le manque de connaissances que nous possédons sur les autres réseaux et de par le biais évident nous invitant à positionner notre objet d'étude comme spécifique. Voilà les raisons pour lesquelles nous n'avons pas intégré cette analyse au *corpus* de cette partie.

¹⁴⁹ L'idée n'est pas ici de préparer une éventuelle mobilisation du concept de *nexus* mais plutôt de fournir une piste concernant l'inscription (sur le plan académique) de la classification des réseaux.

¹⁵⁰ C'est-à-dire chercher des analogies de fonctionnement et des dépendances possibles avec le réseau d'éclairage public.

¹⁵¹ Cette circonscription n'est pas réellement un objectif mais plutôt un prérequis à une analyse territoriale plus poussée que nous aborderons en Partie 2.

SOUS-CHAPITRE 1.4.3 – L’OBJET « RESEAU D’ECLAIRAGE PUBLIC »

UN OBJET D’ETUDE CIRCONSCRIPTIBLE

Modéliser un réseau urbain est un exercice périlleux car voué, souvent, à un résultat n’offrant qu’une vision parcellaire de la réalité, d’aucuns diraient « partiel(le) et partial(e) » [46]. Tout d’abord car « modéliser » c’est se rapprocher de la réalité sans jamais l’atteindre et surtout car le concept même de « réseau » est né du besoin de nommer et penser une réalité matérielle trop complexe pour être abordée de front. Malgré ce constat et en assumant ce double biais de représentation (réalistique et schématique), il nous semble important de proposer une représentation de l’éclairage public dont le but principal sera d’illustrer notre paradigme d’analyse, particulièrement dans la manière de séparer les différentes sous-parties de ce réseau. Cette modélisation est notamment inspirée de l’aménagement territorial des réseaux électriques français (en ce qui concerne les valeurs de tension notamment) et se présente aussi comme un prérequis au cas d’étude de la Partie 2.

La Figure 27 est donc à lire depuis le « départ » de l’énergie électrique qui constitue le tronc génétique commun d’avec le réseau électrique, à savoir les lieux de production ou centrales électriques. Les différents « postes des transformations » impliquant à chaque fois un changement d’échelle relié à des termes que nous empruntons à la géographie, à savoir macro, méso et micro [60]. Chaque échelle correspondant à un prisme d’analyse différent avec des ordres de grandeurs en termes de distance entre chaque point, de densité d’habitants et (ici) de tensions propres à chacune. La « fin » du schéma avec son arrivée sur le réseau viaire est illustrative de la manière avec laquelle celui-ci est modélisé, comme remplissant un service précis, celui d’éclairer [1]. La présence de nœuds conditionnant des échelles d’analyse à chaque niveau du réseau met en avant la structure particulière de celui-ci, ses connexions étant hiérarchisées tout du long. Les différents transformateurs alimentant les dispositifs en « basse tension » étant relatifs à la technologie d’éclairage utilisée, dans le cadre de celles présentées précédemment.

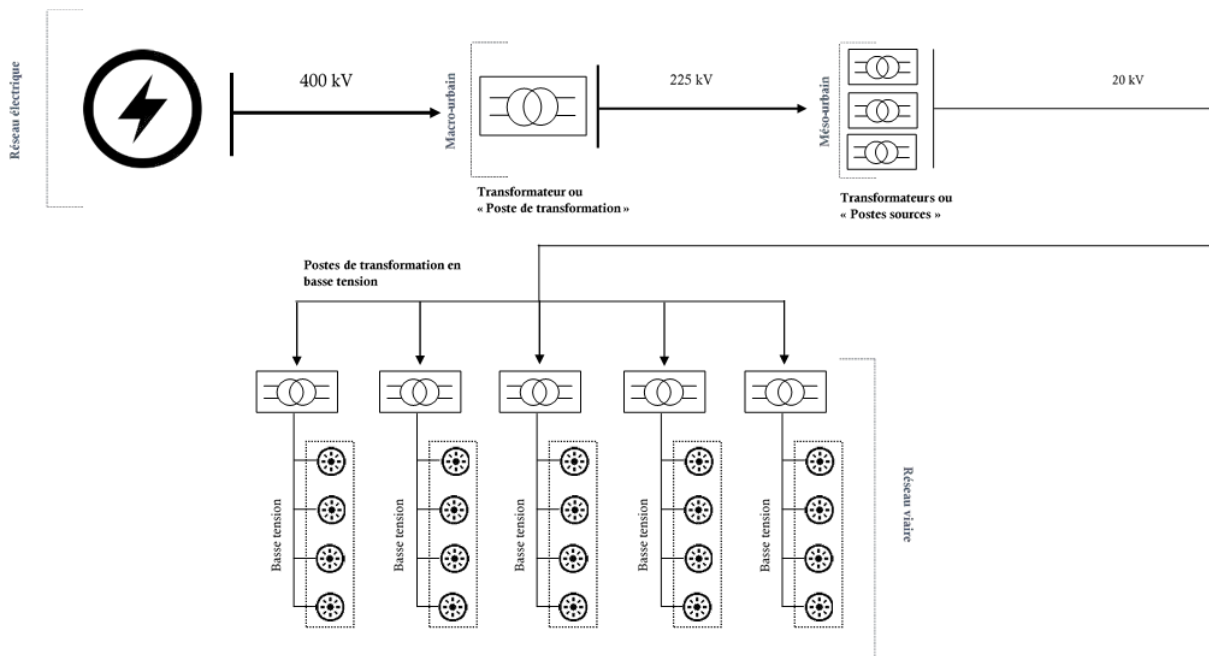


Figure 27 – Schéma de l’auteur proposant une représentation générique du réseau d’éclairage public.

Se présente alors à nous un objet urbain complètement circonscrit sur les plans techniques et urbanistiques, dont nous avons réussi à tirer certaines connaissances concernant sa formation, notamment son caractère sociotechnique, c’est-à-dire le lien tenu entre sa structure générale, les

technologies disponibles et le contexte sociopolitique entourant ces techniques. Si cela a été possible, nous sommes en droit de nous demander pourquoi ce réseau n'a pas été autant étudié que d'autres objets techniques urbains. Une des premières raisons que l'on pourrait avancer réside dans le caractère immanent du réseau d'éclairage public, qui est une des hypothèses qui définit sa formation.

Les plans programmatiques d'éclairage public¹⁵², à destination d'une ville entière, n'étant arrivés que *a posteriori* dans les municipalités, l'éclairage urbain s'est d'abord formé de manière « organique » en fonction de besoins localisés. **Si l'on veut grossir le trait, l'on peut dire que les besoins d'éclairage de l'espace public sont apparus de manière discontinue et disjointe en plusieurs « ponctuations » ne permettant pas au départ une vision d'ensemble et donc n'amenant pas à le considérer comme un objet d'étude potentiel.**

Pour reprendre une réflexion de Sophie Mosser consécutive à une série d'entretiens avec des usagers, l'éclairage public est vite « oublié » et on ne le remarque que quand le service n'est plus rendu, que l'espace public n'est pas éclairé [1]. Ce caractère immanent de l'éclairage public a aussi encouragé un développement tous azimuts lié à l'évolution démographique de la deuxième partie du XXème siècle et impliquant que chaque espace un tant soit peu praticable sera systématiquement éclairé de nuit. La prochaine partie s'intéresse donc à la modélisation de l'éclairage public après l'émission de lumière, soit aux conséquences de celle-ci.

CONSEQUENCES ET ENVIRONNEMENT

Les impacts du réseau d'éclairage public ne s'arrêtent pas strictement au réseau viaire et ses « effets induits » peuvent s'étendre au-delà même des limites administratives des villes éclairées. Tout d'abord du fait de la finalité même de l'éclairage public, qui est de produire des photons, donc de la lumière¹⁵³. Or la lumière n'est pas une entité contrôlable dans l'absolu, contrairement à d'autres flux réalistiques comme l'eau ou l'électricité. La lumière se réfléchit sur les surfaces qu'elle rencontre et continue à éclairer au-delà de la « surface utile », soit la surface qu'il était nécessaire d'éclairer en premier lieu. Le sujet du « sur-éclairage » commence à susciter un intérêt certain dans le milieu scientifique et nous avons déjà parlé, en introduction, de travaux en géographie sur le sujet [5], [105]. La surproduction du flux lumineux par l'éclairage public a ainsi été parfaitement illustrée dans la thèse de Samuel Challéat [5] dont la Figure 28 est issue.

Cette figure représente notamment le flux émis « en trop » comme la conséquence d'une réverbération sur des surfaces, d'une diffusion des aérosols et d'une émission directe au-dessus du plan horizontal dont le ratio de mesure caractéristique est l'ULOR¹⁵⁴. Si des études photométriques plus précises de diffusion de la lumière permettraient d'inclure une troisième dimension et de prendre en considération les caractéristiques de réverbérations des surfaces considérées, ce schéma n'en constitue pas moins une excellente illustration de cette émission problématique. Il permet en effet de souligner à quel point l'éclairage public est, dans sa conception même, prédisposé à produire un surplus d'éclairage car la lumière produite par ce dernier l'est de manière continue et ne connaît d'interruptions que pendant la journée. Le service apporté par l'éclairage public est fourni en permanence sans qu'y soit intégré la notion de présence d'un usager (ou groupe d'usagers) et de besoin¹⁵⁵.

Les photons sont donc déversés en permanence à tout endroit susceptible de le nécessiter, rendant la pollution par surproduction presque consubstantielle à l'existence de l'éclairage urbain sous sa forme primaire. Il est

¹⁵² Dont une des dénominations les plus connues en France est le Schéma Directeur d'Aménagement Lumière (SDAL).

¹⁵³ Comme abordé dans le Chapitre 1.2, nous pourrions parler d'une production « d'ondes » plutôt que de « photons » de manière analogue. La lumière étant à la fois une onde et un ensemble de corpuscules selon le principe de dualité onde-corpuscule, appliqué ici à notre objet d'étude.

¹⁵⁴ L'ULOR pour *Upward Light Output Ration* désigne la portion de flux lumineux émise directement au-dessus du plan horizontal, il s'agit d'une part « perdue » de lumière car n'éclairant pas de surface utile. En 2020 en France, elle n'est pas censée excéder 5%.

¹⁵⁵ Notons que cet aspect propre à l'éclairage public est en train de changer, suite à justement ces études concernant sa surutilisation.

possible de relier cette caractéristique à la qualification de l'éclairage comme un « commun pur » [1], mais alors éclairer nous fait-il tomber dans la « tragédie des communs » [106], autrefois pensée comme une fatalité ? Ou bien cela amorcera-t-il l'idée d'une gouvernance raisonnée de ce bien commun comme l'ont pensé des écrits plus récents rendant compte de cette question [31], [32] ? Seule l'étude des modalités futures de gestion de la pollution lumineuse pourra nous apporter une réponse à ces interrogations, dont une partie se trouvera dans la Partie 2 de la thèse, sur un territoire spécifique.

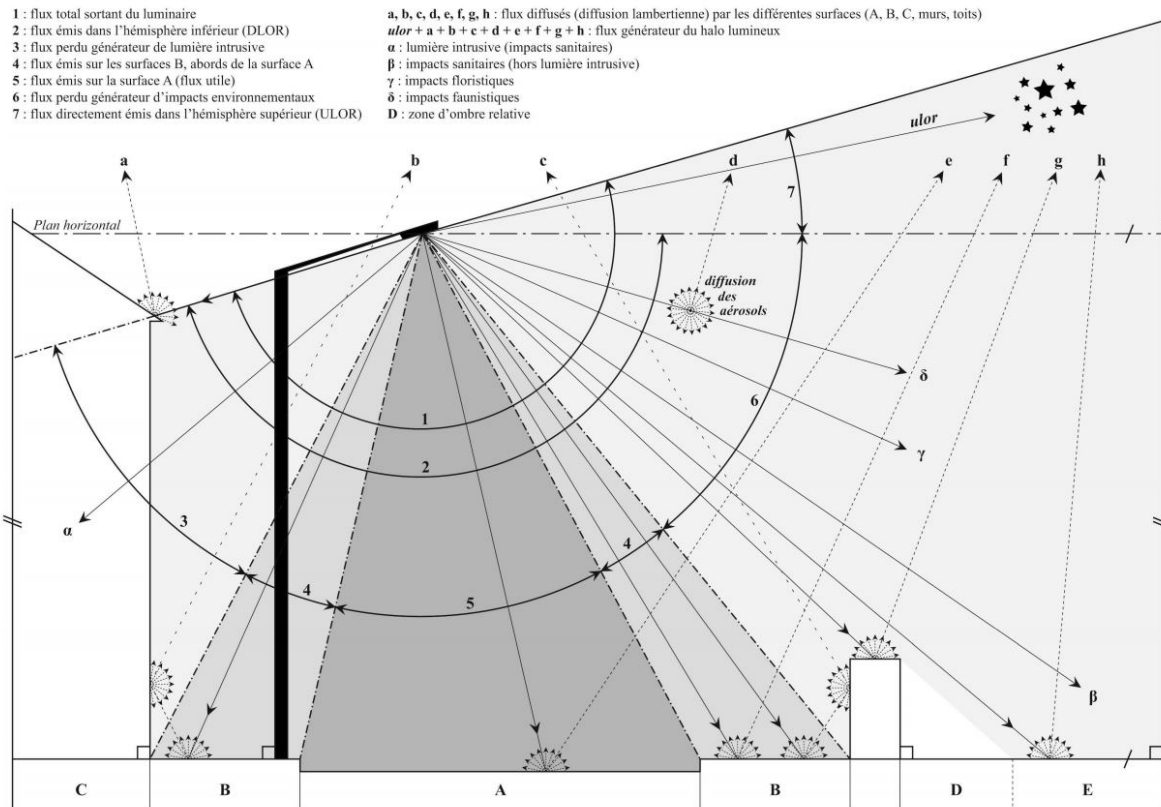


Figure 28 - Représentation schématique des différents flux, directs et indirects, émis par un luminaire. De "Sauvons la Nuit" (Challéat, 2010).

Nous nous permettons d'ailleurs ici d'utiliser le terme de « pollution lumineuse » afin de nommer cette part de l'éclairage non désirée en premier lieu et dont les conséquences impactent l'environnement. Par environnement, nous entendons élargir le spectre d'analyse au-delà de la seule matérialité urbaine, raison pour laquelle ce sujet n'avait pas été auparavant abordé. Le terme de « pollution » quant à lui nous apparaît comme le plus à-mêe de décrire cette extension de l'éclairage public, d'une part car il s'agit du terme couramment utilisé en science géographique et en biologie pour le décrire ; d'autre part car le terme correspond à la définition que nous retiendrons de la « pollution » [107].

Ainsi peut être considérée comme pollution toute dégradation d'un écosystème, le plus souvent par une action d'origine humaine, or les cas qui nous intéressent font bien intervenir une problématique de dégradation d'un écosystème. En atteste la définition (datant de 2002) que nous considérons comme celle faisant loi concernant la pollution lumineuse et attribuée à René L. Kobler [108].

« Le rayonnement lumineux (infrarouge, UV et visible) émis à l'extérieur ou vers l'extérieur, et qui par sa direction, intensité ou qualité, peut avoir un effet nuisible ou incommode sur l'homme¹⁵⁶, sur le paysage ou les écosystèmes »

René L. Kobler - *Die Lichtverschmutzung in der Schweiz. Mögliche Auswirkungen und praktische Lösungsansätze*. 2002 [108].

La considération de cet aspect particulier de l'éclairage public nous incite (pour les raisons évoquées précédemment) à changer d'échelle de manière exceptionnelle et à ne plus considérer l'éclairage d'un système-ville mais plutôt les conséquences des éclairages de plusieurs systèmes-villes. Cette prise de hauteur (au sens propre presque) est nécessaire afin d'appréhender le concept d'écosystème dans tout ce qu'il suppose de macro-urbanistique. Pour reprendre la typologie précédente, il est possible d'avancer l'hypothèse suivante concernant l'émergence de la pollution lumineuse dans les territoires géographiques considérés : celle de « l'immanence généralisée ». Cela suppose que plusieurs territoires de manière simultanée auraient développé un éclairage public de plus en plus important, de manière spontanée, en concertation ou en s'influençant les uns les autres. L'étude historique peut déjà en partie valider l'hypothèse de différentes villes alimentant de manière conjointe leurs désirs d'éclairage public et partageant les moyens d'y parvenir [6].

Les conséquences d'un tel développement généralisé de l'éclairage public sont un « macro-système » ou les éclairages résiduels, parfois même les éclairages tout court, se rejoignent et forme non plus des villes éclairées de manière disparate mais un territoire éclairé de façon continue. Une étude spécifique de ce genre de territoires subissant la pollution lumineuse est disponible en Annexe 5 et permet d'avoir un point de vue « géographique » de la question. Cette représentation géographique des conséquences de la volonté d'éclairer les villes n'est pas uniquement un nouveau domaine scientifique digne d'être étudié, il s'agit de réflexions sur une nouvelle forme de pollution jusque-là inconnue. La première question qui vient à l'esprit concerne la nature des conséquences de cette pollution qui ne tient, à première vue, pas de l'évidence. La nature écosystémique étant attestée par les considérations précédentes, il s'agit maintenant de définir en quoi il s'agit d'une « dégradation » de cet écosystème. Il est possible de diviser cette dégradation en trois volets distincts comme ci-dessous.

- **Une lumière nocturne « artificielle »** que les espèces animales, végétales et fongiques ne savent pas gérer. Créant des perturbations dans la migration des oiseaux et le comportement des insectes par exemple ;
- **Un ciel drapé d'un voile jaune orangé** empêchant (dans la plupart des grands ensembles urbains) une observation optimale du ciel. L'étude astronomique devient impossible, ainsi que le rapport culturel à la nuit étoilée que l'Unesco a d'ailleurs voulu reconnaître comme un « droit à un ciel pur » à pourvoir aux futures générations¹⁵⁷ ;
- **Enfin l'éclairage nocturne perturbe le cycle circadien de tous les êtres humains** (comme expliqué en Annexe 3), c'est-à-dire la production d'hormones en fonction de la luminosité. En plus d'affecter sensiblement le sommeil, cette perturbation d'ordre hormonal pourrait avoir un lien plus que probable avec le taux d'apparition des cancers, notamment le cancer du sein [5].

¹⁵⁶ Notons qu'ici le terme « homme » est probablement issu d'une traduction de l'Allemand « Menschen » signifiant les personnes. Nous lui préférons les termes, moins genrés, « êtres humains » ou « personnes » correspondant par ailleurs mieux au genre neutre de la langue allemande.

¹⁵⁷ Disponibles sur le site de l'Unesco : « Les Réserves de ciel étoilé et le patrimoine mondial : valeur scientifique, culturelle et écologique - UNESCO Bibliothèque Numérique », https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000185664_fre

Ainsi en se cristallisant sous la forme d'un besoin puis d'une infrastructure allant de soi avec tout espace urbain (ou presque), l'éclairage public a dépassé les seules frontières de l'échelle urbanistique pour devenir un objet d'étude géographique. Cette considération additionnée à toutes les précédentes implique de se poser la question de la viabilité d'un modèle uniquement généraliste et des possibles nécessités d'une approche par « cas d'étude », dont la prochaine partie posera les bases.

DE LA NECESSITE D'UNE ANALYSE SPECIFIQUE

C'est ici que nous devons circonscrire notre objet d'étude non plus seulement sur le plan conceptuel mais également sur le plan géographique. Dans cette optique nous pourrions emprunter aux sciences géographiques leur tradition monographique tout en respectant la contrainte du génie urbain nous imposant d'étudier un objet technique, voire un réseau technique, bien délimité. Tout comme les différentes théories des réseaux présentées en introduction ont grandement bénéficié de cas d'étude spécifiques, nos propres hypothèses, généralistes pour le moment, gagneraient à se confronter à une circonscription spécifique. Enfin une mise en contexte délimitée plus précisément sur les plans temporel et territorial permettrait une pluridisciplinarité impossible sur le mode généraliste.

Ce sont pour toutes ces raisons que le reste de la thèse s'intéressera plus particulièrement au réseau d'éclairage public parisien, afin de le confronter aux hypothèses et réflexions développer tout le long de cette première partie. Le but étant de comprendre les intrications profondes entre éclairage public et mutations urbaines, il sera donc nécessaire dans la deuxième partie d'étudier l'histoire du réseau d'éclairage public parisien, de sa constitution et des différentes formes qu'il a pris en lien avec l'histoire urbaine de Paris. Cette chronologie nous permettra de vérifier nos hypothèses concernant les évolutions technologiques de l'éclairage sur le territoire parisien, depuis les falots de bois jusqu'à l'électronique de la technologie LED. L'idée étant de pouvoir constituer un socle épistémologique qui nous permettra des réflexions (dans les troisième et quatrième partie) sur l'état actuel du réseau d'éclairage public, des mutations urbaines et des jeux d'acteurs les encadrant.

SYNTHESE DE LA PREMIERE PARTIE

Cette première partie nous a permis de définir l'objet d'étude général de cette thèse : le réseau d'éclairage public. Ceci en invoquant plusieurs disciplines scientifiques afin de définir ce qui correspond à l'acte d'éclairer, quels en sont les moyens et en quoi ces moyens se constituent sous la forme d'une infrastructure urbaine, un réseau. L'urbanisme, le génie urbain, la géographie et même (dans une certaine mesure) la philosophie et la physique, nous ont été particulièrement utiles dans cet exercice.

Nous avons d'abord expliqué ce qui constituait la nuit et en quoi la production de lumière artificielle modifiait, en milieu urbain, notre rapport à elle. Cela nous a ensuite amené à la production de lumière, d'abord de manière générique puis en rentrant dans les détails physiques et finalement les conséquences biologiques de cette lumière produite. Ceci fait, un rapide détour par l'histoire des techniques nous a permis d'appréhender les objets (techniques justement) à l'origine de cette lumière artificielle. Cette histoire très générale a eu comme conséquence l'élaboration d'une théorie des âges de la lumière artificielle et des étapes de construction du réseau (du ponctuel à la réticulaire).

Une ultime incise par les conséquences environnementales de cette action visant à « repousser la nuit » a conclut cette première partie. Elle prépare l'étude de l'objet spécifique qui sera présentée en deuxième partie et qui est sa déclinaison sur le territoire parisien. A savoir le réseau d'éclairage public de la ville de Paris.

PARTIE 2 – LE RESEAU DE LUMIERE ET LE TERRITOIRE, UNE HISTOIRE SOCIOTECHNIQUE

INTRODUCTION DE LA PARTIE 2

Nous avons dressé une présentation de l'éclairage public en tant qu'objet de notre recherche, ce qui nous a permis de comprendre l'émergence de la lumière artificielle urbaine en tant que concept, besoin et finalement réseau de la ville. Cependant, malgré une approche historique généraliste, les réflexions développées en Partie 1 ne peuvent soutenir une approche en génie urbain, tant ils restent séparés de contexte. C'est dans ce but que nous proposerons d'articuler dans la seconde partie une étude circonscrite, non plus seulement à un objet d'étude mais à une zone spatiale, celle correspondant à la ville de Paris. Cette « zone » sera qualifiée par le terme de « territoire parisien » pour des raisons qui seront développées ci-après. **L'objectif principal étant d'appliquer une méthodologie de type « histoire des techniques » à un espace urbain circonscrit afin de comprendre les tenants et les aboutissants de la forme actuelle du réseau d'éclairage public et la manière avec laquelle ce dernier s'insère dans les processus de mutations urbaines parisiennes.**

Afin de poursuivre ces objectifs, plusieurs analyses préliminaires sont nécessaires, selon les mêmes modalités que la partie précédente d'ailleurs, c'est-à-dire sous la forme d'une bibliographie. La première concernera bien évidemment la cadre de la réflexion à savoir « l'histoire des techniques » ou plus précisément la manière avec laquelle ce champ disciplinaire nous fournit les outils nécessaires complétant ceux de la théorie urbanistique. Viendra ensuite une présentation des ouvrages généralistes traitant de l'histoire de la ville de Paris en tant qu'objet d'étude général, tout d'abord sur un large période, puis en recentrant l'analyse sur les deux derniers siècles qui (nous allons le voir) seront des périodes structurantes dans le récit des mutations parisiennes. Enfin nous nous reconcentrerons sur l'éclairage public et les sources nous permettant de comprendre ses logiques de formation et (en dernier lieu) les conséquences de celles-ci.

Une fois le chapitre bibliographique achevé, la rédaction continuera selon trois autres chapitres. Le premier concernera la ville de Paris au travers d'une analyse s'inscrivant dans une dimension de type « histoire des techniques » mais qui ne saurait faire l'impasse sur une contextualisation politique et sociologique. Nous tenterons de comprendre en quoi la capitale contemporaine de la France possède à la fois un fort potentiel de circonscription et une capacité à illustrer les logiques d'organisation sociétale dont elle est (en quelque sorte) une manifestation matérielle. **Le Chapitre 2.3 sera le cœur analytique de cette partie et se concentrera sur l'histoire technique de l'éclairage public parisien.** Il s'appuiera sur le cadre généraliste de la Partie 1 et sera axé autour d'une « chronologie de l'éclairage public » dont la conception nous permettra d'illustrer notre propos par une perception linéarisée¹⁵⁸ de l'évolution du réseau d'éclairage public parisien. Enfin le dernier chapitre prendra acte des données contemporaines relatives à ce réseau afin de construire une représentation sociotechnique du réseau d'éclairage, dans laquelle les aspects techniques et sociétaux se confondent entre eux et avec le reste des mutations urbaines.

CHAPITRE 2.1 – HISTOIRE, TECHNIQUES ET METHODES

SOUS-CHAPITRE 2.1.1 – HISTOIRE DES TECHNIQUES

Contrairement à ce qui a été proposé en Partie 1, nous tracerons ici des contours plus précis concernant les limites temporelles et géographiques des techniques que nous étudierons. Tout d'abord, autour du terme « technique », nous empruntons à Jacques Ellul une définition générale et consensuelle qui le présentait comme des procédés « qui sont rassemblés, organisés et animés de manière à remplacer l'homme

¹⁵⁸ Perception dont nous ne serons en aucun cas dupes quant à sa validité « toutes choses égales par ailleurs ».

dans l'exécution d'un certain nombre de tâches » [109]. Nous nous servirons, en plus de cela, d'une méthode d'analyse développée par Bertrand Gille dans ce qui pourrait faire figure de « classique » sur ce domaine, à savoir son ouvrage « Histoire des Techniques » [110]. L'auteur y développe une méthodologie d'analyse et des outils de définition de concepts¹⁵⁹ qui nous paraissent centraux pour notre réflexion. L'un des premiers étant celui d'« ensemble technique » qui rassemble les dispositifs, savoirs et savoir-faire permettant à une technique d'émerger et de continuer d'exister.

Cette méthode d'approche n'est aucunement dupe des inexactitudes possibles d'une telle interdisciplinarité¹⁶⁰ qu'il décrivait lui-même comme un « exercice de voltige » [110]. **L'idée générale est de se soustraire d'une analyse totale qui demeure irréaliste afin de pouvoir tout de même réfléchir à des logiques générales.** Un autre concept que l'on doit à Bertrand Gille est celui de « système technique » qui exprime l'interdépendance des technologies partageant le même plan temporel, ceci de deux manières, comme expliqué ci-dessous à partir des réflexions d'un autre auteur sur ce même sujet [111].*

1. **En signifiant que les techniques forment un système**, donc que pour une époque donnée ou une société donnée, les différentes techniques existantes sont dépendantes les unes des autres. De la même manière que sont liés entre eux les différents éléments intervenants dans une technique (moyens de travail, chaîne opératoire et connaissance mises en œuvre lors d'une action sur la matière) ;
2. **En précisant qu'il faut s'interroger sur les liens entretenus entre les différents systèmes constitutifs d'une société**, le système social, économique, politique, juridique, *et cætera*.

Un exemple très concret illustrant ce concept est celui de la machine à vapeur qui n'a supplanté l'énergie hydraulique qu'à la fin du XIX^{ème} siècle. Dans ce cas-ci, l'hypothèse de Bertrand Gille est que l'existence d'une technique n'est pas suffisante pour expliquer sa diffusion et sa prééminence, ici relativement à une autre technique. Ainsi, premièrement, la machine à vapeur s'est en partie développée grâce aux opportunités ouvertes notamment par l'énergie hydraulique et son influence sur le système technique. Deuxièmement, ce n'est pas l'objet « machine à vapeur » pris séparément qui explique le changement technique mais une mécanique complexe impliquant l'influence d'autres systèmes, en l'occurrence l'approvisionnement en combustible notamment. Dans notre cas, les raisons de l'adoption des technologies d'éclairage vues en Partie 1, le cas d'étude spécifique de celles-ci et les problématiques ayant attiré aux technologies numériques en troisième partie correspondent parfaitement à cette logique d'analyse.

Cette réflexion impose cependant plusieurs points de vigilance, le premier étant qu'il a souvent été reproché à Bertrand Gille de construire un raisonnement en se concentrant sur la société moderne industrielle [111]. Dans notre cas il est possible d'écarter cela en faisant le constat que le cas d'étude qui sera proposé concerne en grande partie cette période historique, comme nous allons le voir. Ensuite, le second point se rapporte à sa conception « linéaire » des changements techniques qui s'exprime parfaitement au travers de la citation ci-dessous.

¹⁵⁹ Soit une modalité générale et abstraite d'appréhension du réel (en l'occurrence).

¹⁶⁰ Car les références bibliographiques et les méthodes sont issues de disciplines aussi variées que l'histoire, les sciences de l'ingénieur, l'urbanisme, le génie urbain ou même la sociologie des techniques.

« Lorsque le système technique a atteint son point d'équilibre parfait [par son dynamisme interne], il y a saturation de toute les techniques qui le composent. Autrement dit, les dynamismes internes ne sont plus possibles. C'est alors de l'extérieur que peuvent naître des causes de déséquilibre »¹⁶¹

Bertrand Gille – *La notion de « système technique »* [112]

Nous suivrons directement cette logique en considérant qu'une technique, qu'un système technique, peut bel et bien atteindre un point d'équilibre caractérisé par une saturation de ses techniques internes. Dans le cas du réseau d'éclairage public, cette manière de penser s'accorde avec les constats de changements de technologies évoquées en Partie 1. Nous verrons que, sur Paris, cet aspect linéaire des systèmes techniques d'éclairage public est une approche salvatrice tant qu'elle se cantonne aux limites d'un cas d'étude. Le troisième et dernier point de vigilance se retrouve autour de la notion de « progrès technique » dont la dénomination reflète une conception linéaire de la technicité¹⁶² et que nous acceptons sous les mêmes conditions que le point précédent. Bertrand Gille énumère à ce propos quatre facteurs de progrès techniques comme listés ci-dessous.

- **Le progrès scientifique**, qui se caractérise par un aspect théorique fort et un possible changement de paradigme d'analyse ;
- **L'invention**, qui cristallise le progrès autour d'un objet technique en particulier ;
- **L'innovation**, qui se différencie de l'invention en ce qu'elle ne présente pas un nouvel objet technique mais l'amélioration d'un existant ;
- **La croissance économique**, qui augmente la quantité de ressources disponibles.

Enfin nous nous désolidariserons du dernier concept qu'il a forgé, celui de « système bloqué » qui se targuait d'expliquer les « avancées » de certains systèmes techniques plutôt que d'autres, en l'occurrence l'Europe depuis le XII^e siècle par rapport à d'autres systèmes sur d'autres continents. Nous n'avons d'abord pas l'utilité de cette réflexion qui, de surcroît, implique un paradigme de séparation des systèmes techniques par catégories culturelles que nous ne saurions assumer.

*
**

En plus de l'aspect historique que nous apporte Bertrand Gille, la réflexion élaborée par Madeleine Akrich autour de l'analyse de la technique¹⁶³ nous apparaît comme incontournable. Le chapitre d'ouvrage intitulé « Comment sortir de la dichotomie techniques/société » [14] est en cela un écrit majeur sur l'analyse des techniques comme des objets arbitrairement séparées de leur cadre sociétal. Elle compile dans ce dernier plusieurs modèles conceptuels de l'analyse des techniques comme décrits ci-dessous.

¹⁶¹ Par « point d'équilibre parfait », Bertrand Gille définit le moment où justement le système est saturé en termes de techniques. Il faut moins, y voir un jugement de valeur qu'un état de fait.

¹⁶² Dans laquelle chaque progrès est porté par un archaïsme et précède une innovation et qui peut s'opposer à une conception « arborescente » par exemple.

¹⁶³ Dans un aspect général et en comparaison d'autres concepts comme la « société » ou la « culture ».

- 1^{er} modèle : « **Autonomie de la technique** » ou la gouvernance de la technique de l'intérieur par des contraintes fortes ;
- 2^{ème} modèle : « **Construction sociale de la technique/Construction technique de la société** » dans lequel les deux entités (technique et société) sont séparées mais interagissent de concert dans leurs constructions respectives ;
- 3^{ème} modèle : « **Tissu sans couture ou *Seamless Web*** » en empruntant un terme à Thomas Parke Hughes [113] affirmant que la technique et la société ne sont pas séparées et que les processus d'innovation émergent de ce tissu sans couture. La technique est ici une modalité d'association entre humains et non-humains, pour reprendre un vocabulaire propre à la théorie de l'acteur-réseau évoquée en Partie 1 [114]. **Il s'agit du modèle qui nous intéressera le plus, celui de la technique vue comme une « modalité d'association », ni absolument centrale ni complètement marginale.**

Indépendamment du modèle que nous choisirons, un concept existe de manière commune à ces différents modèles, celui de « l'autonomisation de la technique ». Ainsi il est possible d'affirmer que la « paternité »¹⁶⁴ d'une technique est un événement contingent par rapport à l'ensemble des déterminants véritables expliquant son apparition. Cette contingence n'en est pas moins un fort élément illustratif (voire narratif) de l'histoire des techniques et les noms des « inventeurs » de la Partie 1 doivent être considérés ainsi, non pas comme une caractéristique substantielle mais comme une illustration signifiante. Ainsi lorsque nous évoquerons les « inventeurs » du premier lampadaire par exemple, il s'agira aussi de poursuivre une narration et pas de faire porter toute l'existence d'un moyen d'éclairage sur un individu. Dans cet ordre d'idée, pour reprendre le paradigme matérialiste de la Partie 1, Madeleine Akrich attribue à Marx le positionnement de la technique dans une dynamique socio-économique [115] que l'on peut, par ailleurs, retrouver de manière plus contemporaine chez Bernard Stiegler [116]. Ainsi la technique est, elle aussi, soumise à des déterminants extérieurs autres que les seuls individus en ayant assumé cette « paternité ». De manière plus marginale, Madeleine Akrich attire aussi notre attention sur Mumford et sa définition de la technique comme le prolongement de l'organisation politique [117].

Pour reprendre le modèle nous intéressant, celui de « *Seamless Web* », il suppose que la technique est à la fois « *society shaped* » et « *society shaping* » avec autant d'incertitudes sur la société que sur la technique. **Soit une impossibilité ontologique à déceler quel aspect technique serait engendré par le sociétal et quel aspect sociétal serait engendré par la technique.** L'exemple de l'électricité est édifiant, autour de la « réussite su système électrique » [14] pouvant être analysée comme due à la capacité des promoteurs de l'électricité à réorganiser le monde extérieur en même temps qu'ils concevaient des éléments techniques permettant cette réorganisation. Hughes va, dans ce sens, encore plus loin que Bertrand Gille en supposant les différentes « sphères » technique, politique, économique et sociale comme non-indépendantes. **Ainsi un système technique peut être vu comme un ensemble complexe de connaissances (de toutes sphères) ayant pour but la réorganisation du monde physique et social.**

Cette incapacité à caractériser clairement les déterminismes peut paraître comme limitante dans un premier temps mais constitue bel et bien une ouverture réflexive dans un second. Ainsi lorsque Madeleine Akrich parle du réseau sociologique en ces termes : « une modalité de description et d'explication : la forme prise par les dispositifs techniques, leur succès ou leur échec, leurs domaines d'utilisation, leurs "impacts", etc. » [14] elle utilise un paradigme d'analyse dans lequel ni le technique ni le social n'ont de position d'extériorité. Il n'est donc plus du tout nécessaire de se poser la question du déterminisme de l'un par rapport à l'autre et un concept comme celui « d'innovation technique » prend alors la forme d'une modalité de manière analogue à la technique et selon les termes ci-dessous.

¹⁶⁴ Le terme pourrait être remplacé par « parentalité ».

« L'innovation est l'une des modalités par lesquelles les compétences sont redistribuées entre les différentes entités qui peuplent le monde, humaines et non-humaines, techniques et sociales »

Madeleine Akrich – *Comment sortir de la dichotomie technique/société* [14]

Nous adoptons donc le paradigme d'analyse de Bertrand Gille en considérant que les techniques forment un système en le combinant à la méthodologie de Madeleine Akrich qui suppose que ces mêmes techniques forment un « tout » avec la société. Ce premier paradigme d'analyse de la technique étant clos, il nous importe maintenant de fournir une structure bibliographique au cadre historico-géographique choisi. L'objectif du prochain chapitre sera donc de présenter nos principales sources concernant l'analyse de l'agglomération parisienne sur la période que nous traiterons.

SOUS-CHAPITRE 2.1.2 - PARIS URBAIN

Si la méthodologie donne la manière d'analyser, il nous reste à définir l'objet de cette analyse, à savoir de manière désuète « La ville de Paris ». Le territoire¹⁶⁵ parisien est donc l'espace sur lequel nous porterons notre réflexion. Le cadre temporel sera, quant à lui, limité par la précision des sources à notre disposition pour les différentes époques considérées. Nous pouvons d'ores et déjà exclure la Préhistoire de notre spectre d'analyse, tant elle concerne une époque à laquelle le concept de ville ne revêt pas une pertinence absolue. Débutons donc cette définition par la description la plus ancienne que nous ayons en notre possession, à savoir celle qu'en fait Jules César dans son ouvrage « Commentaires sur la Guerre des Gaules » [118].

Retraçant les campagnes militaires et sorti en 44 AEC, cet ouvrage fait référence à une communauté sédentaire vivant à proximité du fleuve de la Seine. Le nom de la tribu en question « *Parisii* » est vraisemblablement à l'origine du nom contemporain de la ville de Paris. A l'époque, le lieu où se trouverait Paris actuellement est désigné comme une *urbs* soit une ville en Latin et aurait eu l'usage d'une place forte pour la tribu habitant les environs. Les habitations ne sont (selon l'auteur) formées que de huttes et d'une place forte nommée « *Oppidum Parisiorum* » qui pourrait se trouver à l'emplacement actuelle de l'île de la Cité, de l'île Saint-Louis ou même de Nanterre selon les versions. La ville sera par la suite appelée *Lutetia* (Lutèce), nom qu'elle gardera longtemps associé au peuple l'habitant : « Lutèce des Parisii », avant de définitivement être renommée « Paris » comme l'atteste un auteur du IV^{ème} siècle, Ammien Marcelin [119]. Ces deux auteurs sont les sources les plus fiables dont nous disposons afin d'avoir une idée de l'existence d'ensembles urbains à cet endroit il y a 1500 ans. Des informations plus générales proviennent de l'ouvrage de Michel Carmona intitulé « Paris : L'histoire d'une capitale de Lutèce au Grand Paris » [120] et seront à mettre en parallèle des données que nous trouverons à propos de l'éclairage public.

Une fois que sont précisés le lieu et l'époque, l'étude des infrastructures¹⁶⁶ amène, elle, à devoir penser la ville comme un ensemble de tracés matériels et de limites physiques, ayant pour origine l'aménagement du territoire ou la géographie « naturelle ». C'est ce que propose un ensemble de données provenant d'un *consortium* appelé ALPAGE (AnaLyse diachronique de l'espace urbain Parisien : Approche GÉomatique). De nombreuses cartes présentées dans cette deuxième partie seront issues de cette association de structures scientifiques¹⁶⁷ dont le but affiché est la « Compréhension des couches cadastrales et historiques de Paris ». Les recherches continuent après la publication d'un premier ouvrage en 2010 [121] et la parution régulière

¹⁶⁵ Nous reviendrons sur ce terme dans le chapitre suivant.

¹⁶⁶ Donc de l'éclairage public d'une ville entre autres.

¹⁶⁷ Consortium entre le laboratoire de Médiévisstique Occidentale de Paris (LAMOP) avec notamment Hélène Noizet ; Littoral Environnement et Sociétés (LIENS) avec des géographes spécialisés en géomatique (Frédéric Pouget notamment) ; Archéologies et Sciences de l'Antiquité (ArScAn) à Nanterre rassemblant des archéologues et géomatiques (Laurent Costa) ; Laboratoire Informatique, Image et Interaction (L3i).

d'articles et de données en libre accès. L'analyse systématique des différentes enceintes et de la « limite de droit à bâtir » de la ville de Paris nous sera notamment très utile dans la circonscription de notre objet d'analyse et de (justement) ses limites. La très grande partie d'un des sous-chapitres consistera en la compréhension du fonctionnement « par enceintes » de l'évolution de la municipalité parisienne, de sa gestion politique et *in fine* de ses infrastructures techniques. Nous mobiliserons également une thèse connexe à ce groupe de recherche et concernant l'histoire du sous-sol parisien [122] et plus particulièrement sur les discours politiques concernant les « flux » ayant façonnés la ville de manière plus tardive (à partir de 1800). Nous reviendrons également à Saint-Simon [123] qui a développé, le premier, une théorie des réseaux appliquée à l'aménagement du territoire.

En parlant de cette époque plus contemporaine, la période charnière pour toute étude historique des infrastructures techniques parisiennes est le XIX^{ème} siècle et plus particulièrement l'époque des « Grands Travaux » dont la charge politique incombait à Haussmann et la charge technique à Belgrand. Les mémoires respectivement du préfet de la Seine [124]¹⁶⁸ et de l'ingénieur des Ponts et Chaussées [125] nous permettront de comprendre les imbrications constantes entre technique et politique qu'il peut exister lors de mutations urbaines de cette ampleur. Nous mettrons en relation ces ouvrages avec le livre de Michel Carmona [126] de manière à créer un cadre d'analyse technico-politique dans lequel le réseau d'éclairage public n'aura plus qu'à trouver une place en tant qu'acteur ou actant de ces transformations. Seront également mobilisés à cette effet les ouvrages de André Morizet [127] dont l'analyse « positiviste » pourra être contrebalancée par le livre de Sabine Barles : « La ville délétère » [128] avec un postulat bien différent sur le bilan du « projet hygiéniste » portant les grandes transformations du Paris du XIX^{ème} siècle. Quelques incises porteront sur la segmentation sociale des habitants à Paris [129], [130] dans la mesure où l'éclairage public pourra, nous le verrons, être un corrélatif direct de cet aspect de la structure urbaine. De manière également subalterne, la question du financement de ces transformations urbaines sera évoquée [131] ainsi que l'aspect quantitatif des voiries tracées [132].

La particularité des analyses mobilisées réside dans leur variété, reflétant la spécificité d'une étude sur l'infrastructure d'éclairage public d'une ville. **Il s'agit, comme expliqué en Partie 1, à la fois d'une monographie d'inspiration géographique et en même temps d'une étude s'inscrivant dans la théorie des réseaux presque « par la force des choses ». C'est cette jonction¹⁶⁹ entre réseaux parisiens et géographie parisienne qui ressortira de l'étude historique des mutations urbaines parisiennes.** Cette partie permettra à la fois une mise en contexte salvatrice et la mise en place d'un cadre d'analyse pour l'étude de notre objet d'étude principal (rappelons-le) : le réseau d'éclairage public, dont le sous-chapitre suivant présente les principaux auteurs.

SOUS-CHAPITRE 2.1.3 - HISTOIRE DE L'ECLAIRAGE PUBLIC

La littérature concernant l'éclairage public n'est pas totalement inexistante, bien qu'à certains égards plus lacunaire que celle concernant d'autres réseaux urbains, notamment l'eau et les transports par exemple. Nous la diviserons en deux groupes d'auteurs pour les besoins de cette présentation, le premier comprend des ouvrages déjà mentionnés en Partie 1 et rassemble les écrits « généralistes » sur l'histoire de l'éclairage public. Le second s'inscrit précisément dans le cadre de ce chapitre en se concentrant sur une histoire de l'éclairage public à Paris, s'étalant sur plusieurs siècles mais se concentrant sur le XIX^{ème} siècle et s'arrêtant au début du XX^{ème} siècle. Ce dernier point temporel s'explique tout simplement par les dates de parution des ouvrages du second groupe, dates comprises systématiquement entre 1894 et 1925. Cette séparation en deux groupes d'auteurs nous permet de conserver le lien logique avec l'histoire généraliste construite en Partie 1 et plus précisément de fournir un cadre historique à l'étude particulière de l'éclairage public parisien.

¹⁶⁸ Dans une édition critique de Françoise Choay qui permet une remise en contexte des propos.

¹⁶⁹ Qui peut paraître paradoxale au vu des paradigmes de la pensée réticulaire, se séparant justement de la monographie d'inspiration géographique (voir Partie 1). Cette jonction est cependant possible dans le cas particulier du territoire et du réseau parisien, ces deux objets se confondant dans leur construction et dans leur structure.

Les travaux de Sophie Reculin [6] seront donc encore une fois mobilisés dans la construction de ce cadre d'analyse général. L'époque qu'elle couvre s'étend de 1697 à 1789, sur l'ensemble du royaume de France en comparant les différentes organisations urbaines d'éclairage public. Il nous semble important de préciser que la thèse en question aborde bien le cas parisien selon différents aspects, dont l'aspect politique (centralité du pouvoir) et un aspect critique fort intéressant tendant à briser le « Mythe de l'exception parisienne » [6]. Toutefois, son étude de la ville de Paris reste limitée notamment car, selon l'auteur, son étude spécifique aurait demandé un investissement trop important et en décalage par rapport aux objectifs scientifiques de la thèse en question. Les différentes raisons transparaissent de manière claire dans la citation ci-dessous.

« Inclure le cas parisien risquait ainsi de déséquilibrer fortement une étude que nous voulions conduire à l'échelle du royaume, à partir des villes énumérées par l'édit de 1697 »

Sophie Reculin – *“Le règne de la nuit désormais va finir”* [6]

Afin de poursuivre la construction de ce cadre de pensée historique, nous nous référons également à l'ouvrage de l'historien Wolfgang Schivelbusch : « La Nuit désenchantée » [27]. Cet auteur construit une histoire politique, culturelle et sociale de l'éclairage public en Europe au XIX^{ème} siècle, décrivant les changements d'habitudes, les émerveillements et les projections d'une société européenne repoussant la Nuit dans des retranchements toujours plus éloignés. C'est cette interconnexion entre les techniques de l'éclairage et les changements sociétaux qui nous intéressera tout particulièrement, tant elle nous paraît faire partie du « système technique » [110] de manière substantielle [14]. Enfin nous trouverons un lien archéologique à ces deux auteurs autour des travaux de Laurent Chrzanowski dont le principal ouvrage a déjà été cité en Partie 1 [81] et qui en plus de cela propose une approche de l'archéologie en lien avec les particularités propres à chaque société humaine [80]. Ce dernier auteur (archéologue spécialisé dans les luminaires) s'intègre donc parfaitement dans la méthodologie de type « histoire des techniques » abordée en partie précédente.

Le cadre général étant construit, il importe maintenant de se concentrer sur la localisation nous intéressant particulièrement, à savoir la ville de Paris, dont les modalités bibliographiques ont déjà été abordées précédemment. A ce propos justement, une auteure nous permettra de faire le lien entre le Paris des mutations urbaines et celui des lampadaires, en la personne de Françoise Choay qui décrit les changements de fonction du préfet de la Seine au travers de son ouvrage sur Haussmann [133]. Il est alors question pour le préfet de « récupérer » de nouvelles attributions qui jusqu'alors ne lui incombaient pas, parmi lesquelles le nettoyage des rues et l'éclairage public. Nous parlerons donc de ce changement d'attributions qui, sous des airs anodins, fait passer l'éclairage du statut de « police » soit « La politique [...] sans remise en question de l'ordre établi » [134] à celui de politique au niveau préfectoral. Avant cela (sur le plan purement chronologique) il sera nécessaire de s'intéresser à tous les prémices de l'éclairage public en tant que système puis réseau urbain, à partir du moment où ces prémices présenteront des sources satisfaisantes. Ce qui sera le cas, grâce à une production d'ouvrages relativement prolifique entre 1894 et 1925, s'intéressant spécifiquement à l'éclairage public de la ville de Paris.

La synthèse bibliographique qui va suivre nécessite une mise en contexte, tant elle a tendance à se concentrer sur certaines époques plutôt que sur d'autres. Nous précisons toutefois que le commentaire qui va suivre est issu d'une réflexion personnelle trouvant elle-même son origine dans le constat de cette surproduction historique dans un volet très court. Cette époque est donc marquée par la fin des « Grands Travaux » sur le territoire parisien, nous sommes alors en plein dans ce que l'imaginaire collectif et certains historiens appellent la « Belle Époque » [135], caractérisée notamment par une confiance en l'avenir, en la technique et un progrès social constant. Bien que l'expression ait été forgée dans les années 1930 sur une base de nostalgie, elle est caractéristique d'un état de pensée de cette époque, lui-même contemporain de grands changements dans la vie urbaine parisienne. Quoi de plus cohérent, dans ce cas, que de voir fleurir des ouvrages faisant la part belle à la technique urbaine, aussi spécialisée celle-là soit-elle. L'émulsion littéraire et technique de

l'époque est aussi contemporaine des expositions universelles et d'avancées techniques remarquables, amenant de nombreux auteurs à prendre de la hauteur afin d'analyser les changements techniques urbains en cours.

Il existe tout d'abord un ouvrage non scientifique du critique de théâtre Édouard Fournier [136] datant de 1854. Ce dernier se livre à un récit historique linéaire des objets techniques servant à produire de la lumière. Lui fait suite un livre reprenant « pratiquement mot pour mot » [137] ce dernier et écrit par l'archiviste Henry René d'Allemagne [138]. Ces deux ouvrages s'intéressent surtout à l'objet technique et s'éloignent donc de notre spectre d'analyse, celui du réseau, explicité en Partie 1. Une thèse retraçant avec précision cette histoire technique concentrée sur l'artefact a été soutenue en 2018 par Benjamin Bothereau [137]. Nous ne pouvons que souscrire à son intention de s'émanciper du récit linéaire et de « l'hagiographie de l'inventeur » (*ibid.*). De plus, nous aimerions contribuer à une ouverture proposée en conclusion de cette thèse et qui est la suivante.

« Plus largement, il faudrait alors questionner dans quelle mesure le changement d'échelles accompagnant le passage de la lanterne à huile (ou à chandelles) à l'éclairage au gaz, soit d'unité autonome et autosuffisante à un « système », une infrastructure en « réseau », incluant les tuyaux de canalisation, les unités de production et la propre temporalité du gaz, génère de nouveaux discours et de nouvelles médiations (résistance mais aussi promotion) entre citadins et artefacts d'éclairage. »

Benjamin Bothereau - *À la lanterne ! Modes d'existence d'un objet banal, entre imaginaire technique et politique. Invention, économie urbaine, publics et circulations du «réverbère», Paris, Barcelone, XVIIIe siècle* [137].

Le premier auteur qui nous permettra ceci est un ingénieur des Ponts & Chaussées, Henri Maréchal, et dont l'ouvrage se nomme très simplement « l'éclairage public à Paris » de 1894 [139]. Il y décrit de manière très précise l'évolution des techniques et ses implications sur l'organisation municipale en remontant jusqu'au XIV^{ème} siècle. L'état de l'art gagne en précision technique à mesure que l'on se rapproche de l'époque contemporaine de l'auteur et la fin de l'ouvrage comporte des cartes et mesures précises sur le réseau d'éclairage public parisien de la fin du XIX^{ème} siècle. Un ouvrage fondateur et dont sont issues la plupart des informations relatives au réseau d'éclairage public parisien de 1830 à 1890.

Lui succède directement le livre d'Eugène Defrance : « Histoire de l'éclairage des rues de Paris » de 1904 [140] et qui s'en inspire énormément, reprenant la plupart des gravures et réflexions sans citer leurs origines. L'ouvrage est d'ailleurs, bien que précis et s'étalant sur une longue période, sans réel intérêt scientifique. Ce dernier point s'explique en partie par le poste qu'occupait l'auteur au moment de la rédaction, celui de *Secrétaire général de la société nationale des conférences populaires*, une structure très prisée de l'époque et dont le but était l'instruction des adultes à de multiples disciplines. Son ouvrage comporte toutefois une quantité très importante de précisions sur la politique et l'organisation de l'éclairage public, depuis 1318 jusqu'à 1883 et il est possible, en croisant les sources, d'y trouver des informations fiables.

Sur un ton proche, citons l'ouvrage de Gaston Cadoux intitulé « L'éclairage à Paris, Londres et Berlin » de 1904 [141] et, dans une moindre mesure, « La vie des grandes capitales » de 1908 [142]. Cet auteur d'études concernant Paris aurait été *Sous-Chef de bureau au Secrétariat du Conseil Municipal* à la Mairie de Paris [143], ce qui expliquerait le ton employé (souvent élogieux) à l'endroit des aménagements parisiens. Les comparaisons qu'il a pu effectuer entre les réseaux d'éclairage public de Paris, Londres et Berlin offrent toutefois de solides outils analytiques, si l'on garde à l'esprit la caractéristique partielle de l'auteur. Nous aurons l'occasion de réactualiser ces comparaisons afin d'offrir une illustration de la spécificité de l'éclairage public, souvent en lien direct avec les mutations urbaines particulières de la ville dans laquelle il se déploie. Les travaux de 1916

d'Auguste-Philippe Herlaut [144] sont, quant à eux, « plus sérieux » [137] et conservent un spectre d'analyse linéaire tout en adoptant un point de vue édilitaire.

Enfin le dernier auteur dont nous désirons parler est encore une fois un ingénieur des Ponts & Chaussées, puisqu'il s'agit de Roger Boutteville et de son ouvrage : « L'éclairage à Paris » de 1925¹⁷⁰. La date de parution de ce dernier n'est plus contemporaine à la Belle Époque et le sujet du livre est surtout le passage à l'éclairage électrique, ainsi que les différentes problématiques qu'un tel changement technologique implique. Il conserve toutefois une partie archivistique et permet de croiser les informations des auteurs précédent, notamment grâce à une partie sur les rénovations du réseau d'éclairage du début du XXème siècle.

L'histoire de l'éclairage public étant fortement liée à celle de l'électricité au cours du XIXème et (surtout) du XXème siècle, nous ne saurions faire l'impasse sur les tenants de cette discipline. Le premier étant l'historien des techniques François Caron dont une partie du travail est directement lié à la ville de Paris et dont un certain ouvrage collectif intitulé « Paris & ses réseaux : naissance d'un mode de vie urbain » [145] contient de nombreuses et précieuses informations sur l'émergence des réseaux techniques parisiens au XIXème siècle et XXème siècles. Parmi les articles de cet ouvrage, celui d'Alain Beltran [146] nous a particulièrement intéressé¹⁷¹ et nous reviendrons plus longuement sur son analyse du réseau électrique parisien [9]. Ces deux auteurs ayant notamment réussi à produire une œuvre technique, historique et urbaine souvent centrée sur Paris, leurs réflexions seront donc particulièrement structurantes dans la construction d'une histoire technique du réseau d'éclairage public parisien.

Enfin il ne s'agit pas d'un auteur mais nous aimerions parler également d'une institution à laquelle cette thèse doit beaucoup de ces connaissances historiques, à savoir le Mémoire de l'Électricité, du Gaz et de l'Éclairage (MEGE). Il s'agit à la fois d'un musée et d'un centre d'archives consacré aux activités d'EDF et GRDF¹⁷² dont le travail de classification systématique de documents et matériels a été une source fondamentale pour la thèse. La plupart des informations concernant l'histoire de l'électricité et de l'éclairage public à Paris provient des rapports municipaux et des rapports d'EDF.

La recherche scientifique évoluant de concert avec les intérêts sociétaux, il nous reste une partie bibliographique à aborder, celle du lien entre l'éclairage public et l'environnement. Sur une modalité proche de la fin de la Partie 1, nous parlerons dans le sous-chapitre suivant des ouvrages traitant des effets de la lumière, consécutivement à son installation.

SOUS-CHAPITRE 2.1.4 – ÉCLAIRAGE ET ENVIRONNEMENT, SUR LA TRAME NOIRE

La plupart des généralités concernant les conséquences environnementales de l'éclairage public ont été abordées en Partie 1, notamment des auteurs comme Challéat, Kobler et Falchi [5], [108], [147]. Dans cette partie nous présenterons donc des recherches plus spécifiquement axées sur le territoire français et la ville de Paris. Le premier axe se décline autour de la notion de « Trame Noire » qui est une nouvelle manière d'aborder l'aménagement du territoire. Pour rappel les notions de « Trames vertes » et « Trames Bleues » désignent toutes deux des « continuités écologiques ». En cela, elles servent à garantir aux espèces sauvages de pouvoir circuler à travers leurs « réservoirs écologiques » et de maintenir une biodiversité par le brassage des gènes notamment [148]. Ce type d'aménagement est utilisé lorsque l'urbanisation, l'artificialisation des sols ou le tracé d'un réseau technique menacent de « séparer » des réservoirs écologiques. Il s'agit de forêts et prairies dans le cas de la trame « verte » et de lacs et rivières dans le cas de la trame « bleue », la continuité

¹⁷⁰ Concernant précisément l'histoire de l'éclairage public parisien.

¹⁷¹ Notamment car son spectre d'analyse se rapproche de notre propre méthode, entre histoire des techniques urbanisme.

¹⁷² Respectivement « Electricité De France » et « Gaz Réseaux Distribution France ».

permettant aux espèces de se déplacer entre les réservoirs (souvent des forêts ou des lacs) afin de préserver une biodiversité synonyme de stabilité en général.

La logique de la trame noire est de fonctionner de la même manière mais en considérant l'obscurité comme une donnée écologique indispensable à certaines espèces nocturnes. Plus précisément, l'obscurité « s'ajoute » aux trames vertes et bleues pour des espèces dont l'activité est concentrée surtout au début et à la fin de la nuit (crépuscule et aube) [149]. Ainsi pour certaines espèces animales nocturnes, dont le cas le plus emblématique est la chauve-souris, la lumière artificielle agit comme un « mur écologique » les empêchant d'avoir accès à des zones de reproduction ou de nourriture et restreignant d'autant plus leur mobilité.

C'est là que la problématique d'aménagement du territoire devient plus complexe qu'avec les corridors écologiques que constituent les trames vertes et bleues. Il est en effet nécessaire de connaître, si l'on veut élaborer une trame noire, quelles sont les zones que l'on éclaire et celles laissées dans l'obscurité. Les études « photométriques »¹⁷³ permettent d'avoir une idée spécifique en amont mais leur compilation sur une ville comme Paris serait à la fois trop complexe et volumineuse. Il est alors indispensable d'adopter une approche géographique sur l'ensemble d'un territoire par exemple.

C'est cette logique qui a poussé la Mairie Paris à commandé au LNE (Laboratoire Nationale de métrologie et d'Essais) un « ortholuminoplan » de la ville de Paris. Sous ce néologisme se cache un ensemble de photographies géoréférencées, assemblées et « normalisées » afin d'obtenir en résultat final une vue aérienne de la ville de Paris de nuit. Cette vue aérienne est visible en Figure 29 et permet d'avoir une idée générale du rendu final. Il faut néanmoins garder à l'esprit que l'ensemble des données contiennent 1 100 images, soit une photographie aérienne toutes les 3 secondes, l'ensemble ayant des coordonnées géographiques utilisables pour une étude de type SIG (Système d'Information Géographique).



Figure 29 - Ortholuminoplan de la ville de Paris

Le rapport associé aux données a permis de mettre en évidence des « points chauds », c'est-à-dire des zones de « sur-éclairage » manifeste. D'autres études ont alors été menées afin d'objectiver les zones de sur-éclairage avec le concours de l'École Nationale Supérieure de Géographie (ENSG) et ayant pris la forme d'un premier rapport en 2018 [150] puis d'un second en 2019 [151]. Ces deux études ont proposé une méthodologie nouvelle d'analyse des conséquences environnementales de l'éclairage public à partir d'images aériennes de la ville de Paris. Ces études ayant été commanditées à la fois par la Mairie de Paris et par l'opérateur du réseau d'éclairage public (Evesa), elles constituent, à notre sens, une modalité nouvelle de la

¹⁷³ Ce nom est donné aux études effectuées en amont de l'installation d'un éclairage public et qui permettent de simuler les surfaces éclairées en fonction des technologies choisies et de leur agencement.

gestion de l'éclairage public, en aval de son processus d'installation. Nous parlerons plus en détails des résultats de ces études et de ce que cette nouvelle méthodologie augure quant à la gestion future de l'éclairage public au niveau territorial. Il est toutefois important d'avoir à l'esprit la source de ces données et leur fonction, dont la production possède une véritable proximité avec cette thèse et dont nous avons encadré les travaux de recherche.

Il est presque temps de nous lancer dans l'étude historique *stricto sensu* de l'éclairage public parisien. Avant cela, il nous paraît indispensable d'effectuer un détour afin d'expliquer la méthodologie faisant le liant entre nos sources bibliographiques et les conclusions que nous pourrions en tirer.

SOUS-CHAPITRE 2.1.5 - POINT METHODOLOGIQUE PREALABLE

Ce sous-chapitre fera à la fois office de liant et de préambule au *corpus* d'étude sur le réseau d'éclairage public parisien. Comme la présentation bibliographique a pu le laisser présager, le *corpus* de cette deuxième partie sera essentiellement interdisciplinaire en faisant appel à des références historiques, urbanistiques, politiques et techniques. Il nous incombe alors de proposer une méthode de recherche qui puisse respecter ces différents socles scientifiques tout en permettant l'émergence d'une théorie du réseau d'éclairage public parisien. La structure qui nous a paru la plus à même de porter ces ambitions a donc été pour nous la chronologie, sous la forme classique et linéaire d'un schéma fléché. **Cette chronologie sera au cœur du chapitre 2.2 appelé « Historiographie du réseau d'éclairage public » et dont le but sera de construire une compréhension heuristique de l'éclairage public parisien au travers du récit de ses événements datés et de la mise en cohérence de ce récit. La technique et le système que cette dernière sous-tend constitueront une réflexion de fond sur l'ensemble de cette chronologie.**

Autour de cette historiographie seront présents deux autres chapitres, un en amont et un en aval. Le chapitre 2.2 (en amont donc) permettra de construire le cadre territorial dans une précision nécessaire à la compréhension de ce qui constitue les « mutations urbaines » sur le territoire parisien. Son utilité réside dans l'obligation de comprendre le cadre géographique et urbanistique de notre objet d'étude et de pouvoir facilement identifier à quels processus de mutations le réseau d'éclairage public participe-t-il et desquels découle-t-il. Le chapitre 2.4 (en aval) nous permettra de prendre de la hauteur et d'élaborer une théorie globalisante de la participation historique du réseau d'éclairage public aux processus de mutations urbaines. Il nous permettra de comprendre les liens ténus entre technique et société, et nous fera rentrer dans l'analyse contemporaine, prélude indispensable aux chapitres 3 et 4 qui pousseront l'analyse au-delà de la réflexion historique.

Le chapitre qui va suivre est donc l'amont du *corpus* et nous tenterons de comprendre, avec lui, la notion de territoire parisien en lien avec son histoire, cadre indispensable de notre analyse.

CHAPITRE 2.2 - PARIS, TERRITOIRE ET HISTOIRE

SOUS-CHAPITRE 2.2.1 – LE « TERRITOIRE » DU PARIS ANCESTRAL

Cette rédaction débutera par la définition du terme choisi pour localiser le cas d'étude (l'incise) et de la présentation historique d'une période antérieure à l'analyse infrastructurelle qui suivra. Tout d'abord attardons-nous sur la notion de « territoire » qui n'a, au premier abord, rien d'une évidence. Nous avons fait le choix d'utiliser ce terme, plutôt que celui de « ville » ou de « zone » ou « région » par exemple par sa caractéristique non-restrictive (en comparaison des autres termes) et également pour les définitions académiques qui lui sont associées. Ainsi lorsque l'on parle de « territoire », il est possible de faire référence à la définition qu'en avait proposé Claude Raffestin comme d'un « espace transformé par le travail humain » [152]. **Cette notion se rapportant à celle de « travail humain »¹⁷⁴ illustre les entremêlements constants entre le territoire et les objets techniques d'origine humaine s'y trouvant, s'inscrivant dès lors dans le cadre**

¹⁷⁴ Soit un labour ou une activité permettant la transformation de la matière et/ou la production de connaissances.

analytique que nous recherchions. Pour rappel, ce cadre se situe au croisement de la théorie des réseaux en urbanisme et de la tradition monographique en géographie. Le « territoire » selon Raffestin correspond alors parfaitement au paradigme épistémologique de notre étude.

La validité de ce terme peut être confirmée en élargissant le spectre d'analyse, par exemple avec la consultation du « Dictionnaire de la géographie » de George et Verger [153]. Celui-ci qualifie de manière polysémique le terme comme relevant d'une « appartenance juridique » (territoire national), d'une « particularité naturelle » (territoire montagneux par exemple) ou culturelle (la Bretagne ou le Pays basque en France par exemple). Précisant que les notions pouvaient aussi se mélanger et s'entrecroiser, les auteurs invitent à une définition contextuelle s'apparentant à la méthodologie monographique de la géographie. La notion « d'appartenance juridique » se verra vérifier dans la suite de l'étude, tant le réseau d'éclairage public parisien accompagnera la création et le développement du territoire municipal¹⁷⁵.

Nos recherches historiques nous ont ainsi amené à comprendre ce qui constituait le territoire parisien depuis l'Antiquité jusqu'à l'époque contemporaine. Une grande partie de la rédaction ne trouvait donc pas sa place dans une étude de l'infrastructure d'éclairage public, celle qui concernait la période précédant le « Paris moderne » du XIX^e siècle. Nous avons toutefois décidé de fournir cette rédaction en Annexe 6 afin que soient présentes ces analyses historiques. Les chapitres qui suivront proposent donc une analyse démarrant au début du XIX^e siècle et ont pour prérequis une compréhension très générale de ce qui constituait Paris auparavant.

SOUS-CHAPITRE 2.2.2 – PARIS MODERNE. LA VILLE COMME UN ORGANISME, EN PLEINE MUTATION

CONTEXTE POLITIQUE

Si l'on devait ne retenir qu'une période pour illustrer les mutations urbaines parisiennes, il se pourrait que le XIX^e siècle soit une des meilleures options. Tout d'abord il s'agit d'une époque fertile en matière d'avancées sociales et techniques (comme vu en Partie 1 de la thèse) mais aussi d'un siècle particulièrement mouvementé sur le plan politique pour la France qui passe du statut de République à celui d'Empire, puis de monarchie, ceci de manière répétée. Enfin en ce qui concerne la ville de Paris, celle-ci verra sa population subir des occupations militaires, mener des insurrections et renverser des pouvoirs dans le cadre de transformations infrastructurelles d'une ampleur rarement atteinte. Afin de donner un ordre de grandeur chiffré à l'ensemble de ces changements, précisons que Paris, au cours de ce siècle, passera de 600 000 habitants à plus de 1 700 000. Comme nous allons le voir, il est impossible de séparer l'évolution démographique, les constructions matérielles et l'organisation politique qui sont autant de facteurs s'entre-influençant dans un système urbain complexe dont l'organisation nouvelle reflètera ces grands changements.

Nous discuterons, dans cette partie, des mutations urbaines qu'a subies la ville de Paris et dont l'origine se trouve souvent dans une série de mutations politiques liées au statut de plus en plus particulier de la ville, qui s'affirmera en tant que lieu central du pouvoir étatique français. Cette politique de la centralité très spécifique qu'a connue la France marquera pour longtemps l'aménagement du territoire français, *a fortiori* en ce qui concerne Paris. Depuis la ville républicaine post-révolutionnaire, la capitale impériale de Napoléon et jusqu'aux Grands Travaux orchestrés par Haussmann et Belgrand, le territoire parisien verra sa forme marquée pour plusieurs siècles et son organisation changée de manière radicale. Afin de ne pas s'enfermer dans une présentation thématique, nous conserverons pour la suite une linéarité chronologique illustrée de dates clés qui nous permettront de comprendre la nature des mutations urbaines à l'œuvre. Avant de nous

¹⁷⁵ Enfin, si l'on désire recouper cette partie-ci avec les réflexions de la Partie 1, il est possible de trouver chez Deleuze et Guattari un concept fortement lié au territoire, celui de « déterritorialisation » [57]. Ce concept trouve sa définition au travers de celui de « territorialisation » désignant un processus de mise en contexte dont le sujet peut être, par exemple : un peuple et l'objet : le lieu d'habitat de ce dernier. Bien que moins opérationnelle que les notions précédentes, cette dernière illustre néanmoins les liens ténus le territoire (au sens géographique) et les humains arpentant ce dernier.

plonger dans cette riche période, gardons à l'esprit que nous construisons encore le cadre d'étude nécessaire à une réflexion de fond sur l'éclairage public parisien qui bénéficiera ainsi d'une contextualisation nécessaire à nos observations.

Tout d'abord il est important de parler du contexte politique de ce siècle, de manière générale et sans rentrer dans les détails. Disons simplement que Paris reste et restera le lieu du pouvoir, capitale de la France que ce soit avec le suffixe « royale », « républicaine » ou impériale. Ce statut sera à mettre en parallèle avec l'évolution du territoire français, dont les modifications auront une influence décisive sur les mutations urbaines de sa capitale. Il s'agit donc d'un siècle marqué par une succession de conflits internes et externes, des changements de régime politique se succédant et une avancée historique sur le plan des sciences qui influera grandement la perception et la planification urbaine. Nous continuerons à évoquer les figures historiques qui illustrent cette période, sans pour autant ignorer l'impossibilité d'essentialiser des changements aussi systémiques aux seuls individus auxquels nous nous référerons. Commençons donc ce tour d'horizon par une vision du Paris en 1806, Napoléon Bonaparte s'est fait couronner Empereur des Français et Paris possède donc le qualificatif de capitale impériale, la ville intègre (ou « absorbe ») notamment le (nouvellement) quartier de Belleville et des travaux d'ordre édilitaire sont amorcés [132]. Des ponts et un début de réseau d'égouts voient le jour ainsi que le creusement du Canal de l'Ourcq censé fournir la ville en eau potable mais qui se révélera vite insuffisant.

La fin de l'Empire et le rétablissement d'une monarchie constitutionnelle que l'on appelle « Restauration » marque la fin des ambitions napoléoniennes pour la ville de Paris. Paris compte en 1815 environ 600 000 habitants et le choléra fait des ravages en raison du manque d'alimentation en eau potable que la Seine et le canal de l'Ourcq ne parviennent à combler [154]. Il est possible ici d'avancer une hypothèse, celle du lien structurel existant entre le régime politique en place, sa perception de ce que doit ou devrait être une « gestion juste » des infrastructures et la « qualité de vie » apportée par ses infrastructures. Typiquement, un pouvoir monarchique, de manière très grossière, pourrait être moins enclin à construire des infrastructures égalitaires qu'un pouvoir républicain. Nous avons conscience que la réflexion peut se révéler simpliste ici, c'est pourquoi nous illustrerons cette hypothèse par plusieurs exemples qui concerneront les infrastructures urbaines en général puis l'éclairage public en particulier (dans le prochain chapitre). Le premier exemple très illustratif est celui du manque criant et chronique d'eau potable de la capitale parisienne, lorsqu'un siècle auparavant un aqueduc sortait de terre afin d'alimenter les jardins du château de Versailles [155]. La priorité du pouvoir n'a donc pas été l'amélioration des conditions de vie parisiennes mais, de manière factuelle, la protection de la capitale royale par une nouvelle enceinte.

Le projet de cette enceinte aux travaux colossaux trouve son origine dans l'importance démesurée qu'a pris Paris dans l'organisation du territoire français, capitale politique, culturelle et démographique, elle doit être protégée à tout prix. D'où l'idée de « l'enceinte de Thiers » du nom du président du conseil¹⁷⁶ alors en fonction et qui en présentera les contours lors d'un discours [156]. Notons que l'enceinte doit inclure Paris mais aussi de nombreuses communes adjacentes, notamment Montmartre, La Villette et Belleville comme visible en Figure 30 selon un schéma cartographique d'Alain Faure [131]. Le territoire parisien s'étend donc de fait, les travaux dureront de 1841 à 1844 et incluront la construction de seize forts et quatre-vingt-quinze bastions. Nous sommes au milieu du XIX^{ème} siècle et la ville de Paris trace, en quelque sorte, une grande partie des limites urbaines qui la suivront durant un siècle et demi (au moins), expliquant la désignation de la zone à l'intérieur de l'enceinte Thiers, appelée *intramuros*¹⁷⁷. On notera que le glacis, la bordure intérieure de l'enceinte sur environ 250 mètres sera considérée comme zone *non ædificandi* (zone non constructible) pour des raisons militaires.

¹⁷⁶ Poste politique qui pourrait être équivalent à celui de Premier Ministre par exemple.

¹⁷⁷ Littéralement « dans les murs ».

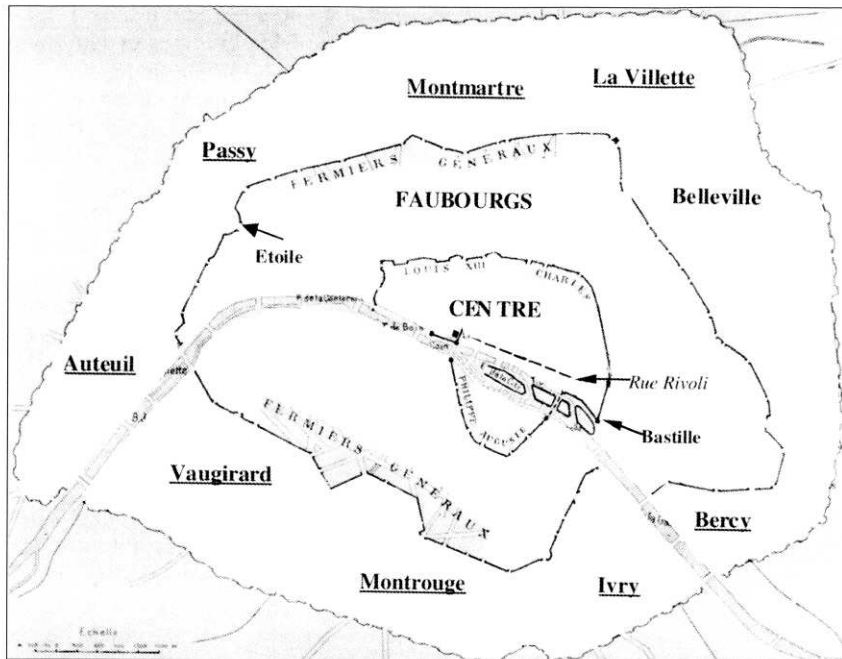


Figure 30 - Enceinte d'Adolphe Thiers englobant Paris et les communes adjacentes (Alain Faure).

De manière concomitante, les réseaux ferrés se développent grandement sur le territoire français à la même époque, accentuant encore la centralité politique et infrastructurelle de la ville de Paris. Les lignes de chemins de fer partent donc, pour la plupart, de Paris et « irriguent » le reste du territoire de manière centralisée en formant une sorte d'étoile, d'où la dénomination d'« étoile de Legrand » du nom de l'ingénieur et homme politique Alexis Legrand, à l'origine du tracé. La loi précisant le financement et les modalités de ce tracé date du 11 juin 1842 [157]. Cette infrastructure permettra à la France de rattraper son relatif retard par rapport aux autres puissances européennes (Angleterre et Allemagne en tête).

En 1850, la ville de Paris compte deux millions d'habitants dont une grande partie d'habitats informels en périphérie [158], [159] et des infrastructures ne permettant qu'une existence précaire aux « classes populaires » [160], [161]. Précisons également que la puissance publique commence tout juste à tenter de contrôler ou au moins réguler la construction de bâtiments dans la ville de Paris. A l'époque, en effet, une grande partie des rues, et certaines infrastructures, relèvent du droit privé et l'idée selon laquelle la possession et la gestion de la voirie incomberaient à la puissance publique en est à ses débuts [162].

Paris a, par ailleurs, essuyé trois insurrections populaires de grande ampleur entre 1789 et 1848, la dernière ayant donné suite à une période troublée qui verra le rétablissement de la république puis (très rapidement) de l'Empire par Napoléon III alors nommé « Empereur des Français ». Les parisiens ont beaucoup participé aux processus révolutionnaires du dernier siècle et la population a montré en quoi une insurrection urbaine pouvait être la pire crainte pour un pouvoir en place et désireux d'y rester, *a fortiori* pour un régime autoritaire¹⁷⁸ [163]. **C'est donc autour de deux idées majeures et parfois en contradiction, améliorer les conditions de vie des Parisiens et construire un espace urbain moins enclin à accueillir une insurrection, que vont débiter l'ère des « Grands Travaux » de Paris.**

CHRONOLOGIE GENERALE DES « GRANDS TRAVAUX »

Comme cela est visible en Annexe 6, la ville de Paris s'est formée de manière vernaculaire au travers des âges, devenant par la force des choses le centre du pouvoir politique français en plus d'une entité

¹⁷⁸ Dont le régime politique français (même pendant la restauration et l'Empire) s'éloigne de plus en plus en raison de la « politisation » de sa population et du partage progressif des pouvoirs.

démographique particulièrement importante avec presque 600 000 habitants au milieu du XIX^{ème} siècle. L'idée de « rationaliser » le tissu urbain existe depuis au moins 1608, date à laquelle le gouvernement royal d'Henri IV effectuera des travaux permettant une liaison entre le Pont Neuf et la porte de Buci. En 1689 suivra la première véritable « percée », c'est-à-dire un chantier infrastructurel dirigé sur la voirie et le plus souvent orchestré par la puissance publique, entre le Pont Neuf et les Halles. Nous verrons dans le prochain chapitre qu'il s'agit également de l'époque à laquelle le réseau d'éclairage public débutera son extension sur l'ensemble du territoire urbain.

Comme expliqué précédemment, les motivations sont nombreuses concernant ces « percées », l'une d'elle étant la croyance hygiéniste voulant que la circulation de l'air empêcherait la propagation de « miasmes » véhiculant des maladies comme la malaria¹⁷⁹. Outre la volonté d'élargir les rues, les travaux concernant les quais de Seine, leur aménagement et la destruction des habitations se situant sur les ponts de la Seine [164]. Le pont Neuf, dont nous avons parlé précédemment, est l'exemple typique de cette nouvelle idéologie urbaine, achevé en 1607, entièrement en pierre et ne présentant pas d'habitations sur sa structure.

Au milieu de ces nouvelles conceptions urbaines naissantes et de ces mouvements politiques arrive la révolution française de 1789 qui marquera beaucoup le pouvoir mis en place plus tard par Napoléon III. Ce dernier avait la particularité d'être élu démocratiquement mais de partager une proximité patronymique et idéologique avec une partie de la noblesse et donc une crainte, que l'on pourrait qualifier de justifiée, d'une insurrection populaire parisienne. En plus de ces considérations, les classes bourgeoises, dont certaines représentaient un soutien politique au souverain, quittaient en masse la capitale à cause des conditions hygiéniques se détériorant, la faute à des infrastructures inadaptées à une telle concentration de population [159], [160].

Naitra alors dans la pensée dirigeante de l'époque l'idée d'assainir la capitale, de favoriser le retour des classes bourgeoises en son centre et de rendre l'espace urbain plus facilement « contrôlable » par des forces armées. Toutes ces prérogatives mèneront à envisager des travaux d'une ampleur massive dans la capitale et qui influenceront pour longtemps sur les infrastructures parisiennes. Ces « Grands Travaux » peuvent être datés de 1853 à 1870 pour la période la plus « intense » pendant laquelle Paris ressemble à un immense chantier, dans les faits les travaux infrastructurels continueront bien après tout au long du XX^{ème} siècle.

Afin de financer cette programmation titanesque, le gouvernement décida de s'endetter sur une base spéculative, procédé ayant l'avantage de ne mécontenter ni la bourgeoisie (réticente aux augmentations d'impôts), ni les classes laborieuses (réticentes aux augmentations des droits d'octroi) sur une proposition de Victor de Persigny, ministre de l'Intérieur de l'époque. Un procédé financier qui conservera une pertinence opérationnelle jusqu'à l'époque contemporaine et mèneront d'ailleurs en 1873 à un *krach* boursier sans précédent dans l'histoire des finances françaises [131]. C'est cette idéologie de la « dépense productive » qui permettra à l'État de prendre à sa charge des travaux à première vue impossibles à financer.

Ce qu'il est important de comprendre ici, c'est la logique générale qui sous-tend ces mutations urbaines et particulièrement le lien structurel qui est ici présent entre technique et société, entre contexte politique et réalisations matérielles. Comme expliqué auparavant, ce sont des raisons sociétales qui mèneront aux réalisations matérielles, d'où l'émergence d'un pouvoir politique qui bien que soucieux de la stabilité de l'environnement social parisien, a le désir d'améliorer les conditions de vie de la population. Cette amélioration des conditions de vie se matérialisera notamment par la construction de logements sociaux [129] mais aussi et surtout par l'accès à deux services fondamentaux pour la population parisienne, l'eau potable et l'assainissement. Afin de parler plus en détails de la manière avec laquelle ces deux services ont changé le visage de la ville de Paris, nous allons introduire deux figures illustratives de cette époque, le préfet de la Seine Georges Eugène Haussmann et le directeur du service des eaux de Paris Eugène Belgrand.

¹⁷⁹ Dérivé de « mauvais air » en italien. Les recherches ultérieures ont prouvé son lien avec les moustiques et donc (indirectement) avec les flaques d'eau stagnantes.

Le premier a été désigné par le pouvoir impérial afin de veiller à la conduite politique des travaux et à leur bonne tenue générale, le second transformera (avec son service et ses confrères ingénieurs) la volonté politique en système technique [126]. La première décision emblématique du pouvoir sera celle de l'annexion des communes adjacentes à la ville de Paris (notamment Montmartre, Montrouge, Bercy et la Villette), étendant les frontières administratives jusqu'à l'enceinte d'Adolphe Thiers. Les nouvelles limites que Paris obtient alors sont visibles en Figure 31 et sont particulièrement parlantes lorsqu'elles sont comparées avec celles de la Figure 32, nous verrons plus tard que la ville conservera longtemps une partie de ces délimitations.

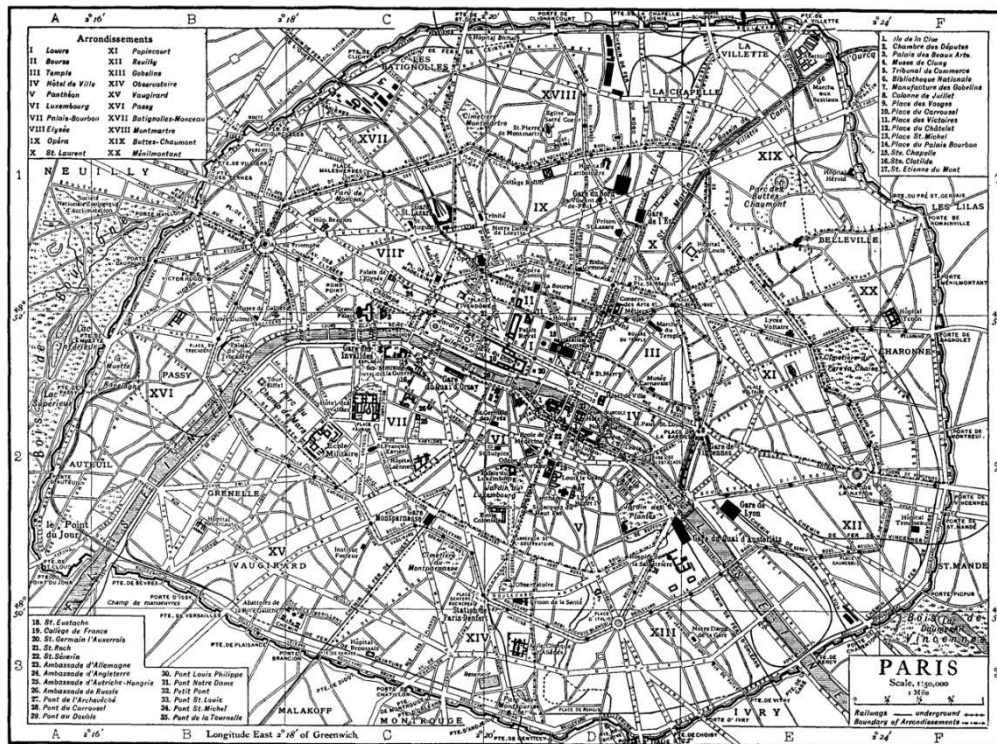


Figure 31 - Carte de Paris (1911) avec l'enceinte de Thiers et ses bastions - *Encycopaedia Britannica, 11th edition (volume 20, page 805).*

La totalité des percées ainsi construites et des infrastructures installées peut être modélisée en trois grands réseaux [132]. Le premier est l'axe Nord-Sud entre les Boulevards Sébastopol et Saint-Michel additionnés à la rue de Rivoli, le second réseau est constitué de l'axe Centre-Périphérie permettant la jonction entre le Paris le plus ancien et le plus récent, enfin le troisième réseau est celui des nouveaux quartiers annexés au premier rang desquels se trouvaient Belleville, Vaugirard et Montrouge.

L'ensemble de percées s'est fait selon des évolutions successives de projets produits par les services de la ville de Paris et de l'État français¹⁸⁰ selon des modalités dépendant des finances débloquées et des infrastructures techniques planifiées. Les sources sont souvent lacunaires et parfois imprécises sur le sujet, c'est pourquoi nous nous référerons à la thèse de Mathieu Fernandez, dont le travail géomatique et historique permet de mettre en relation archives et cartes modernes [122].

¹⁸⁰ Les deux étant des « structures » encore plus entremêlées qu'aujourd'hui.

Le projet impérial peut notamment trouver une illustration cartographique au travers de deux sources majeures, le « Plan de Berlin » (de Morizet en fait) et le « Plan Delesse » dont les axes correspondant aux Grands Travaux sont visibles en Figure 32 et correspondent aux trois réseaux évoqués précédemment. Ce travail cartographique témoigne aussi de l'importance des mutations urbaines de cette époque, au point d'avoir pris en compte, voire influencé en partie, la géographie du sous-sol parisien.

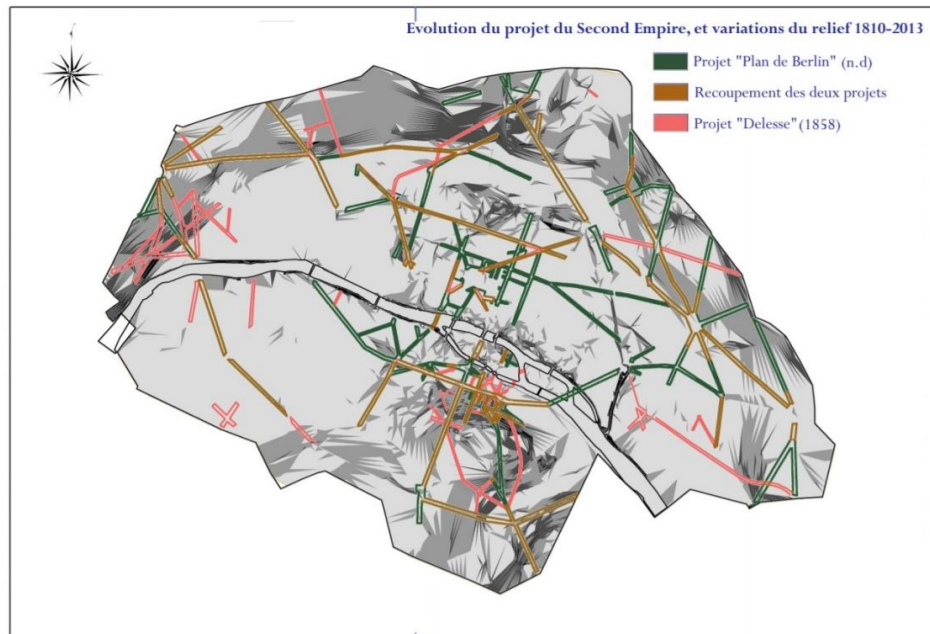


Figure 32 - Superposition du relief et des projets sous le second Empire à Paris. Source : thèse de Mathieu Fernandez (2014).

La question à se poser est maintenant de savoir en quoi ces percées « font réseau » au sens où nous l'avons défini dans la Partie 1 de la thèse. Afin de trouver une réponse, nous devons relire les travaux au prisme des mémoires d'Eugène Belgrand [125], dont les réalisations en termes d'infrastructures hydrologiques ont représenté une révolution en termes d'urbanisme [145]. Le réseau d'assainissement, en premier lieu, se veut une inspiration de la *cloaca maxima* que l'on trouvait à Rome et est, au moment de sa réalisation, le plus grand réseau d'égouts au monde. En suivant la pensée de Saint-Simon explicitée également en Partie 1, les égouts de Paris furent pensés comme un système complet et complexe dont le fonctionnement nécessitait l'implication de l'ensemble du territoire et des autres infrastructures. Nous verrons que le réseau d'éclairage de cette époque contient aussi un caractère systémique et révolutionnaire.

« Du territoire » car les égouts comprenaient un système de drainage empêchant notamment l'inondation des caves lors des crues de la Seine ainsi que plusieurs collecteurs (dont le plus connu est celui d'Asnières) permettant ce drainage. « Des autres infrastructures » car, avec Belgrand, la voirie est pensée comme un tout, à la fois réseau de transport mais aussi support des réseaux d'assainissement permettant l'évacuation des eaux usées et la distribution d'eau potable et non potable. Les travaux de cette époque eurent notamment à leur charge la construction d'un système d'approvisionnement en eau potable pour la capitale, le canal de l'Ourcq servant finalement à d'autres usages que la consommation¹⁸¹. **Cette « idéologie de réseaux » sera un cadre d'analyse privilégié lorsque nous parlerons plus en détails du réseau d'éclairage public et plus particulièrement des époques propices à son déploiement et à son évolution, bref des « mutations urbaines ».**

En termes de foncier, le cadre législatif régissant les façades des immeubles est, la plupart du temps, très restrictif, impliquant la création d'un paysage urbain uniforme le long des percées dans un premier temps,

¹⁸¹ Faisant de Paris une ville qui, à ce jour, possède encore deux réseaux d'eau, un potable et un non potable servant au nettoyage des rues et à l'arrosage de certains espaces verts.

sur d'autres constructions dans un second. Les bâtiments possèdent un deuxième étage orné avec plus de détails et possédant un balcon, tout comme le cinquième étage bien qu'il soit plus sobre. La mise en scène urbaine ne concerne alors plus seulement les bâtiments pris de manière individuelle mais bien l'ensemble formé par leur juxtaposition, lui-même au service de la mise en scène des monuments parisiens comme l'Arc de Triomphe, dont les avenues dégagées ajoutent à sa scénographie.

Cet aspect « esthétique » se fait en total accord avec le reste des aspects comme les réseaux d'eau et la voirie, faisant ainsi passer l'appréhension des transformations urbaines d'une ancienne logique ponctuelle à une nouvelle profondément systémique, voire réticulaire. Rappelant le cadre d'analyse que nous avons proposé en commentaire de la Figure 26. **Ici plus que jamais, les circonstances de ce Paris du XIX^{ème} siècle, propres à accueillir des réseaux techniques généralisés, nous intéresseront particulièrement lors des réflexions du chapitre suivant sur l'éclairage public.** Nous constaterons alors que, concernant l'éclairage public, ce siècle a également été profondément structurant pour le réseau considéré. La pensée de Saint-Simon, orientant l'appréhension de la ville comme un corps traversé par des flux, transparait au travers des décisions politiques et techniques accompagnant ces mutations. Encouragée par la bonne tenue des travaux, malgré le mécontentement d'une partie de la population (notamment la moins aisée) souffrant d'un chantier continu dans certains quartiers, la puissance politique fera passer le nombre de percées d'environ trente à environ soixante-dix¹⁸², d'où les différents « projets » visibles en Figure 32.

Notons qu'à cette époque, l'État décide de manière unilatérale la tenue des travaux, bien qu'il dispose (à l'origine) d'un mandat électif et qu'il ait des comptes à rendre à ses créanciers. La puissance impériale parvient donc à remplir une partie de ses objectifs, avec le retour des classes bourgeoises dans le centre-ville à partir de 1870 et qui persistera au début du XX^{ème} siècle [130]. Quelques enclaves populaires à l'architecture vernaculaire subsistent comme le quartier du « Marais » sur lequel les constructions d'immeubles sont rendus plus complexes en raison de l'instabilité du sol¹⁸³. Ici encore l'environnement géographique et son impact sur les constructions matérielles structurent la segmentation sociale de l'espace parisien, venant ainsi plaider en faveur d'une théorie unissant la technique et la société dans un tout indissociable, les deux concepts s'alimentant réciproquement en permanence [14].

En termes de chiffres, le Paris de 1860 compte environ 1 700 000 habitants dont la partie la plus paupérisée vit dans les bidonvilles de la zone *non ædificandi*, d'où leur dénomination populaire de « zonards », terme qui restera dans la langue française pour désigner les plus pauvres et marginaux des individus. En plus de ces « zonards » de nombreuses personnes vivent dans des conditions bien moins enviables que les classes bourgeoises du centre-ville, encourageant le pouvoir politique¹⁸⁴ à faire construire des cités ouvrières qui auront au départ du mal à trouver des acquéreurs [129]. **Ceci n'empêche pas la France de présenter sa capitale sous son meilleur jour pendant l'exposition universelle de 1867 en partie dédiée aux innovations urbaines de la ville de Paris, mettant au centre de l'attention internationale la matérialisation de l'apogée du Second Empire français.**

Dans une ironie dont seul le récit historique a le secret, succéderont à cet apogée les événements de la « Commune de Paris » consécutifs à la défaite de l'Empire face à la Prusse en 1870. Le but n'est pas ici de dresser une chronologie détaillée de cette période historique dont les débats quant à son fonctionnement sont nombreux et souvent houleux [165], [166]. Il s'agit plutôt de comprendre la manière avec laquelle ces événements sont représentatifs d'une époque et s'inscrivent en partie dans l'histoire urbaine des techniques sur le territoire parisien. Commençons donc par parler du siège que subira Paris entre septembre 1870 et janvier 1871 et qui verra un sentiment patriotique républicain se développer au sein de la population parisienne ayant résisté à ce siège. Sentiment résumé par la citation suivante : « Les insurgés vibraient d'un

¹⁸² Les imprécisions sont à attribuer au choix terminologique. Qu'appelle-t-on vraiment une « percée » ?

¹⁸³ Hypothèse que nous retrouvons dans certains ouvrages mais qui peut s'avérer controversée.

¹⁸⁴ Certains auteurs parlent même de Napoléon III comme d'une personne qui se serait pris d'affection pour le sort des plus démunis. Nous ne sommes pas en mesure d'affirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

patriotisme de gauche que la honte de la défaite exaspérait » [167] et qui illustre l'état d'esprit qui succéda à la défaite de la France.

Sur le plan infrastructurel, l'enceinte de Thiers s'est révélée peu utile face aux progrès de l'artillerie prussienne, sur le plan social, une très grande partie de la population composée d'ouvriers, artisans et professions libérales vit cette défaite comme une trahison des classes dominantes. Les futurs insurgés sont, par ailleurs, échauffés par la ségrégation sociale nouvellement amenée par les « Grands Travaux ». Suite à des situations conflictuelles opposant les tenants de l'ordre impérial et les Parisiens, la Commune de Paris est déclarée à la fin de l'hiver 1871 et le gouvernement fuit à Versailles. Suivra une période de plus de deux mois de gestion autonome de la ville de Paris par les insurgés, dont nous laissons le soin de l'analyse aux historiens compétents et qui sera marquée par un désir de diminution des écarts de richesse, d'égalité et de laïcité.

Cette expérience pris fin après la reprise en main violente de la ville par les forces armées françaises en mai 1871 et les nombreuses arrestations, violences et affrontements meurtriers dans une période que l'on nomme la « semaine sanglante ». Consacrant la victoire de l'État sur les « communards », sera décidée la construction de la basilique du Sacré-Cœur sur la colline de Montmartre, lieu de départ de l'insurrection pour « expier les crimes des fédérés » [168]. La construction religieuse est ici une manière de figer sur le plan matériel un événement à consonances socio-politiques et représente encore une fois le lien essentiel entre les réalisations techniques et la société les encadrant.

Ces évènements ne mirent cependant pas fin aux mutations urbaines de la ville de Paris, dont les travaux continuèrent, à un rythme moins soutenu que précédemment. Le préfet Haussmann étant destitué après la chute de l'Empire et l'établissement de la troisième république, c'est Adolphe Alphand qui prend en charge la suite des évènements en sa qualité de directeur des Travaux de Paris. **De nombreux espaces verts et squares sont redevables à sa vision hygiéniste de ce que doit être une ville. Si nous voulions dresser un bilan, nous pourrions dire que Paris « avance » vers le XXème siècle avec des infrastructures modernes étant le reflet des situations politiques qu'elle a éprouvé, en tant que centre du pouvoir, capitale politique économique et insurrectionnelle. Plus que jamais, l'État conserve un contrôle presque absolu sur la matérialité parisienne, dont les réseaux techniques conserveront une trace jusqu'à nos jours. Ces mêmes réseaux sont le principal vecteur des mutations urbaines en cours et laisseront longtemps une trace dans la matérialité parisienne.**

SOUS-CHAPITRE 2.2.3 – PARIS CONTEMPORAIN. CONFIRMATION DES TENDANCES LOURDES DE DEVELOPPEMENT.

LE PARIS DU XXEME SIECLE ET L'EPOQUE CONTEMPORAINE

Nous sommes donc à la fin du XIXème siècle, qui est retenu sous la dénomination de « Belle Époque » de manière populaire et également par certains courants historiographiques [135], [169]. Cette dénomination émettrice d'un jugement est la conséquence de véritables avancées scientifiques, sociales, techniques et politiques mais aussi d'une comparaison avec les évènements antérieurs (défaite contre la Prusse) et postérieurs (deux guerres mondiales dans la première partie du XXème siècle) amenant à fantasmer une époque insouciant et empreinte de légèreté.

Concernant Paris, il est difficile de ne pas constater l'adéquation du terme avec sa situation, tant le rayonnement culturel de la ville à l'international est important, en grande partie en sa qualité de capitale d'un Empire colonial français particulièrement étendu, du Maghreb à l'Afrique subsaharienne, de l'Asie du Sud-Est à la Polynésie. Une partie de la population parisienne profite grandement de ce rayonnement et des richesses ainsi produites et importées¹⁸⁵, notamment la bourgeoisie la plus aisée dont les individus se fondent

¹⁸⁵ En fonction du paradigme d'analyse choisi, le terme exact pourrait être « volé » si l'on souhaite se placer dans un prisme de critique du « colonialisme », terme d'ailleurs inventé par des socialistes à des fins de critique à destination de la politique coloniale française.

dans la société post-aristocratique [130]. Cette asymétrie du gain sociétal se retrouve dans le bilan des possessions patrimoniales de l'époque, où 10% de la population possèdent 85% de la propriété privée (et 1% en possèdent 55%) [170]. Paradoxalement¹⁸⁶, cette époque voit aussi fleurir les organisations syndicales et partis socialistes dont les vellétés se sont souvent retrouvées opposées à celles de la bourgeoisie.

Cette tension radicale influencera grandement le destin des infrastructures parisiennes dont la gestion incombe à des services encore nommés par le chef de l'État, à savoir les « maires » de chaque arrondissement. Notons que le terme « socialisme municipal » est souvent évoqué dans les ouvrages décrivant les modalités de gestion des réseaux techniques parisiens [145] sans que nous sachions expliquer cette « tendance lourde » des administrations parisiennes, à savoir une gestion municipale marquée par la volonté (manifeste ou devinée) d'offrir des services accessibles à toutes les classes sociales et de conserver les possessions infrastructurelles dans le giron de la puissance publique.

Les habitants de Paris ne pouvant élire de Maire depuis 1800 (et jusqu'en 1975), les maires et adjoints de chaque arrondissement sont désignés par le chef de l'État, dont la couleur politique de la Belle Époque ne les approchait pas essentiellement du socialisme. **Toujours est-il que nous pouvons nous permettre de poser l'hypothèse de cette « tendance lourde » de la gestion des infrastructures urbaines parisiennes, comme marquée par une prééminence de la puissance publique, loin du libéralisme ayant cours par exemple en Angleterre à la même époque.** La comparaison entre Paris et Londres, et plus généralement l'analyse des modalités de gestion des infrastructures, prendra largement appui sur cette hypothèse lorsque nous nous intéresserons plus en profondeur à l'éclairage public.

Avant cela, continuons de parler du contexte historique en précisant que la ville de Paris accueillit à cette époque deux expositions universelles, en 1889 et 1900, lui permettant de mettre en scène les réalisations techniques (l'électricité, dont nous reparlerons, et la Tour Eiffel notamment) et également son Empire colonial et les richesses produites ainsi. **La place de ces expositions universelles, en tant que témoin des avancées techniques de l'époque, est prépondérante et reviendra lorsque nous parlerons des avancées de l'éclairage public, plus particulièrement en ce qui concerne l'éclairage électrique.** Sur le plan des infrastructures, le développement de la voirie et des métros n'est entaché que par la crue de 1910 dont les conséquences ont obligé la ville à payer 400 millions de francs-or en réparations diverses. À peine la ville eut-elle le temps de réhabiliter son métro et réparer les quelques 20 000 habitations endommagées que l'activité économique s'arrêta, en grande partie du fait de la Première Guerre Mondiale. La ville est relativement épargnée par les conflits, dont elle n'aura à déplorer que quelques obus de très grande distance et un bilan (dramatique mais minime pour cette époque) de moins de 300 morts.

La période comprise entre la fin de la Première Guerre Mondiale et le début de la Seconde Guerre Mondiale fut marquée par une sévère crise de logement empêchant une ville à la densité de population la plus élevée de son histoire (2 891 000 habitants intra-muros en 1931) d'offrir un logement décent à ses habitants. Les mutations urbaines sont, à cette époque, très modestes et ne se composent que de quelques logements sociaux construits au niveau de l'ancienne zone *non aedificandi* qui ne permettent même pas de loger l'intégralité des personnes en demande de logement [129]. Une ambition de refonte complète de Paris avait bien été abordée en 1922 sous le nom de « Plan Voisin » conçue par Le Corbusier¹⁸⁷ et qui prévoyait de raser une grande partie des bâtiments du Marais et une partie du reste de la rive droite afin d'y construire des immeubles de type « gratte-ciel » permettant de loger des centaines de milliers de personnes. De manière rétrospective, comme visible en Figure 33, il est possible que ce plan nous apparaisse comme de nature dystopique, étant donné le poids historique qu'a pu prendre Paris durant le siècle nous en séparant. C'est à

¹⁸⁶ Ou conséquemment, en suivant la logique du matérialisme historique.

¹⁸⁷ Charles-Édouard Jeanneret-Gris, de son vrai nom.

la même époque que les Bois de Boulogne et de Vincennes sont annexés par la ville de Paris, respectivement en 1925 et 1929, qui en avait jusque-là la responsabilité sans qu'ils fassent partie de son territoire.

Mise à part ces événements, aucune autre transformation urbaine ambitieuse n'est engagée, ce qui n'apaise pas un climat social largement échauffé par le manque de logements et la montée en puissance des idéaux socialistes. C'est en partie en raison de ce contexte et des manifestations violentes de l'époque (non seulement



Figure 33 - Maquette du "Plan Voisin" de 1922, source : Fondation Le Corbusier.

à Paris mais dans le reste de la France et en particulier à Brest) que les élections législatives de 1936 porteront au pouvoir le gouvernement socialiste de Léon Blum. Au-delà des transformations d'ordre national, les infrastructures ne connaîtront pas de changement radical en raison de l'entrée en guerre contre l'Allemagne en 1940, pendant laquelle la ville aura un rôle à la fois limité stratégiquement et important symboliquement.

La Seconde Guerre mondiale a débuté par une période appelée « drôle de guerre »¹⁸⁸ et marquée par une politique d'armement massif et un « figeage » du conflit en Europe de l'Ouest, soit un moment pendant lequel les États se sont préparés à un conflit massif, sans pour autant engager de combat (sauf en Europe de l'Est). La Ville de Paris a donc eu le temps de « voir venir » un éventuel conflit jusqu'à ses portes et a adapté la gestion de ses infrastructures en conséquence¹⁸⁹. Un détail illustrant cette gestion réside en la décision de repeindre le mobilier urbain en marron afin de dissimuler leur composition en métal précieux en cas d'occupation ennemie. Cette couleur ayant finalement été conservée et constitue aujourd'hui un marqueur esthétique du mobilier urbain parisien [171], ce qui est un exemple d'une caractéristique imposée par un aléa historique et conservée après coup.

Une très grande partie de ces modifications concernant directement l'éclairage public, nous laissons les détails et illustrations de la période comprise entre 1939 et 1945 au prochain chapitre consacré exclusivement à ce réseau. Paris est ensuite déclarée « ville ouverte »¹⁹⁰ et est occupée par les troupes allemandes à partir de 1940, militarisant les infrastructures et se servant des ressources du territoire pour appuyer les conquêtes militaires de l'époque. Au final, la ville est libérée de l'occupation militaire en août 1944, ceci en ayant évité

¹⁸⁸ Période comprise entre la déclaration de guerre de la France et de l'Angleterre en direction de l'Allemagne (septembre 1939) et l'offensive allemande en Europe occidentale (mai 1940).

¹⁸⁹ Nous nous attarderons sur la gestion de l'éclairage public pendant cette période dans le prochain chapitre.

¹⁹⁰ Terme martial permettant aux villes de s'éviter un conflit destructeur et d'accepter, en avance, une occupation potentielle sans y opposer de résistance.

une destruction trop importante de son patrimoine et de ses infrastructures, c'est donc toujours la « Ville des Grands Travaux » qui passera l'épreuve de la Seconde Guerre Mondiale. Nous noterons que ce ne sera pas le cas d'autres villes comme Le Havre, Brest ou Caen qui subiront des destructions tellement importantes que leurs reconstructions patrimoniale et technique sera plus « libre » de suivre de nouvelles doctrines urbanistiques [172].

La capitale de l'État Français (toujours en partie sous sa forme impériale) se lance donc dans la deuxième partie du XXème siècle avec la conservation de ses anciennes infrastructures et sans besoin impérieux de reconstruire la plupart de ses logements et de ses infrastructures techniques. Se pose toutefois la question de fournir aux zones périphériques des infrastructures et des logements décents, les bidonvilles des « zonards » ayant été en partie abandonnés et les logements sociaux ne suffisant pas à répondre à la demande [129]. Un des projets a d'ailleurs été la construction d'espaces verts et de centres scolaires tout le long de la périphérie parisienne, sans finalement avoir été retenu, à part pour quelques stades et écoles.

C'est finalement en 1953 que les soucis de circulation (connus dès 1930) et le manque d'un maillage cohérent avec la région vont amener la ville de Paris à la construction d'un Boulevard Périphérique d'abord routier. Par la suite, avec l'avènement de la voiture individuelle comme moyen de déplacement privilégié des classes moyennes et aisées ainsi que la densification de la région parisienne, ce boulevard deviendra en partie autoroutier [173]. Les travaux durèrent de 1956 à 1973 et constitue encore (au moment de la rédaction de cette thèse) les limites physiques et administratives du territoire parisien¹⁹¹.

Très vite saturé lui aussi, le nouveau Boulevard périphérique est depuis lors un sujet de discorde urbanistique, politique et sociétal en ce qu'il représente la saturation de l'espace parisien et le caractère immuable (actuellement) de ses limites physiques [174]. En guise de bilan de ce cadre historique nous proposons le Tableau 4 rendant compte des différentes enceintes évoquées, en fonction de leurs époques et de la superficie du territoire parisien qu'elles enserment¹⁹². Les données contiennent à l'origine des décimales aux chiffres de superficie, enlevées à dessein¹⁹³.

Tableau 4 - Correspondances entre les enceintes, époques et superficies de la ville de Paris au fil des âges (sources : "Recherches statistiques sur la ville de Paris" et Institut Paris Region, anciennement Institut d'Aménagement et d'Urbanisme)

Enceinte	Époque	Superficie (hectares)
Enceinte gauloise rudimentaire	Antérieure à 53 AEC	9 ha
Enceinte gallo-romaine entourant l'actuelle Ile de la Cité	Du Ier au IIIème siècle EC	53 ha
Enceinte Gallo-romaine et fortifications des rives	Deuxième partie du IVème siècle EC	38 ha
Enceinte carolingienne	Du IXème au XIIème siècle EC	Données manquantes et estimation difficile (vraisemblablement entre 50 et 200 ha)
Enceinte de Philippe Auguste	XIIIème siècle	252 ha
Enceinte de Charles V	Entre le XIVème et le XVIème siècle	439 ha
Enceinte de Louis XIII	XVIIème et XVIIIème siècle	De 567 ha à 1 337 ha
Mur des Fermiers généraux	XVIIIème (à partir de 1788) et XIXème siècle	De 3 370 ha à 3 439 ha
Fortification d'Adolphe Thiers	De 1860 à leur déclassement en 1919	7 088 ha
Périphérique routier et annexion des Bois de Boulogne et Vincennes	Époque contemporaine	10 540 ha

Le « Paris contemporain » est donc une capitale dense, une des municipalités les plus denses du monde d'ailleurs avec 20 755 habitants au kilomètre carré. Également il s'agit d'une ville équipée avec des infrastructures vieillissantes mais également réparties auprès de ses habitants, nous reparlerons à ce propos en détail de la deuxième partie du XXème siècle et du déploiement de l'électricité dans la capitale. Ce

¹⁹¹ Si l'on exclue les cas très particuliers des Bois de Vincennes et Boulogne.

¹⁹² Se référer à l'Annexe 6 pour plus de précisions quant aux aires des enceintes les plus anciennes.

¹⁹³ Pour plus de lisibilité et à cause d'une incapacité à vérifier la véracité des informations, donnant un caractère illustratif plus qu'exhaustif à ce tableau.

déploiement des infrastructures conditionne une nouvelle ville au sens idéal du terme, c'est cette ville organisée autour de son réseau de voirie que nous allons présenter dans le prochain sous-chapitre, le dernier avant d'avoir tous les outils nécessaires pour développer l'histoire de l'éclairage public.

LE PARIS CONTEMPORAIN. LA VOIRIE COMME PREMIER ORGANE DE LA RÉTISTIQUE PARISIENNE

Il ne sera, dans cette partie, nullement question de faire une hiérarchie entre les différents réseaux composant le territoire du Paris moderne mais plutôt d'attirer l'attention sur la caractéristique de centralité de l'un d'entre eux, ayant valeur de moyen dans l'entremêlement rétistique parisien, à savoir le réseau de voirie¹⁹⁴. Nous avons déjà développé une forme de « liste » des réseaux de manière générale dans la Partie 1 de cette thèse et celle-ci peut être reprise telle quelle pour présenter les différents réseaux parisiens. Afin maintenant d'aller au-delà de la présentation, il est nécessaire de parler des modalités d'agencement de certains de ces réseaux et en particulier de celui par lequel beaucoup d'autres transitent, à savoir le réseau de voirie.

Nous avons déjà pu observer précédemment que l'urbanisme tel que pensé lors des Grands Travaux au XIX^{ème} siècle donnait une place prépondérante à la voirie, organe urbain autrefois considéré comme seul espacement des bâtiments, égouts à ciel ouvert et lieu de passage. La pensée urbanistique d'Eugène Legrand, puis d'Adolphe Alphand a permis de transformer ce réseau en un support universel des différents flux du territoire. D'abord en construisant le réseau d'assainissement et d'eau potable puis en suivant en grande partie le cheminement de ce dernier.

Ici le terme de « mutation urbaine » s'avère parfaitement adapté aux circonstances, tant la voirie était à l'origine un élément « organique » de l'agencement urbain¹⁹⁵. **Paris se munit donc d'un nouveau mode de circulation qui, pour reprendre une métaphore saint-simonienne, se veut une « artère » de la ville traversée par les flux de passants, véhicules, marchandises mais aussi eux usées, eau potable et bientôt gaz, électricité (donc, nous le verrons, éclairage) et métro.**

Cette conception d'un réseau urbain « total » est notamment advenue de par la possibilité qu'offrait la logique de « percée » et qui revenait à saisir l'opportunité d'un sous-sol en partie éventré et prêt à accueillir les nouveaux réseaux. Également les techniques d'excavation ne pouvaient que difficilement (jusqu'au début du XX^{ème} siècle) construire des réseaux enterrés sans ouvrir un chantier à ciel ouvert, ce qui rendait la localisation des premiers métros assez restreinte par exemple. Le cas de la Ligne 1 du Métro de Paris est emblématique, suivant les avenues n'ayant pu supporter que du travail à ciel ouvert, les tunnels ayant existé mais n'étant pas associés aux constructions ferroviaires de l'époque [175]. De toutes les manières, qu'il s'agisse du métro, des eaux usées, du gaz ou de l'électricité : le point de départ ou d'arrivée des réseaux techniques aura une chance très élevée d'être localisé sur (ou à proximité) de la voirie.

Une méthodologie d'analyse très efficace, que nous reprendrons à notre compte, est celle de Bruno Faivre d'Arcier [176]. Ce dernier modélise la gestion de la voirie selon trois volets. Le premier concerne les « réseaux » sur le plan technique et implique de percevoir la voirie selon une logique de « flux capacitifs », il s'agit de la méthode classique du « génie urbain » appliquée aux réseaux de voirie, dont nous avons déjà parlé en Partie 1. Le deuxième volet implique une perception de la voirie comme un « espace », un « volume » selon une réflexion très liée à la notion de bâti et que l'on peut attribuer à la manière de voir des architectes et urbanistes. Enfin le troisième volet se base sur une perception de la voirie comme un

¹⁹⁴ Précisons, pour reprendre une partie de la réflexion de la Partie 1, qu'une infrastructure urbaine est un support matériel fournissant des services aux usagers alors que le mot « réseau » fait référence à son organisation et la manière avec laquelle il se déploie. Les deux termes sont donc interchangeables lorsque l'on parle de « réseaux infrastructurels » (la voirie et l'éclairage public par exemple) bien qu'ils désignent deux objets distincts.

¹⁹⁵ Si l'on excepte les quelques « villes nouvelles » jalonnant l'histoire urbaine d'avant le XVIII^{ème} siècle comme Alexandrie (en Egypte), Bagdad (en Irak actuelle) ou même Richelieu (en France). Ces réalisations peuvent d'ailleurs être considérées comme des précurseurs (ou des échos) de l'idéologie hygiéniste.

« domaine » ayant trait à l'unité de l'espace public, il s'agit du domaine des élus et des juristes permettant la légitimité de l'intervention publique sur la voirie. Afin de réaliser une union de ces différentes modalités de gestion, Bruno Faivre d'Arcier propose de les regrouper selon le terme de « gestion patrimoniale », faisant de la voirie un « bien commun ». Une schématisation de sa pensée est d'ailleurs visible en Figure 34.

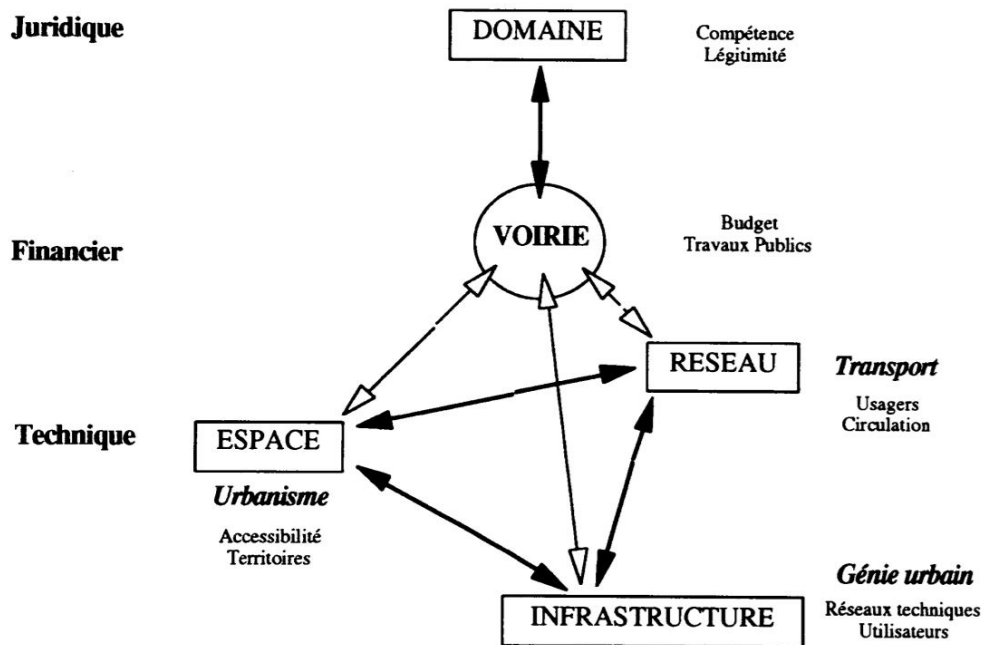


Figure 34 - Les différentes modalités de gestion de la voirie et les éléments associés. Source : Bruno Faivre d'Arcier.

Au-delà de cette « gestion patrimoniale » de la voirie, sa triple perception advient en partie à cause des nouveaux usages qu'elle porte suite au renouveau de la pensée urbaine au XX^{ème} siècle et à l'hygiénisme postérieur à la société saint-simonienne. Il s'agit des nouveaux réseaux techniques déjà abordés, de la conception de la ville comme d'un « organisme » unifié et enfin de la rationalisation de la gestion de l'espace public. Trois axes qui continuent aujourd'hui de cadrer la pensée urbaine en lien avec la voirie et dont la principale matérialisation (voir la cause) et le caractère central *de facto* de la voirie urbaine. En plus de ces considérations, la place prépondérante de la voiture thermique individuelle (abordée précédemment) fait de la voirie un axe logistique encore plus primordial, ce qui modifie et complexifie son organisation, avec la séparation de plus en plus stricte entre « chaussée » et « trottoir » notamment [177].

Cette position est sans cesse remise en cause en fonction des aspirations de chaque espace urbain et les circonstances de chaque époque. Nous verrons d'ailleurs plus tard en Partie 3 que l'espace public matérialisé par la voirie est l'objet de nombreuses projections économiques et technologiques ces vingt dernières années. Maintenant que nous avons élaborer un cadre technique, analytique et historique, il est enfin possible de débiter une réflexion plus précise sur les réseaux techniques parisiens qui nous servira surtout à effectuer une réflexion particulièrement focalisée sur le réseau d'éclairage public.

CHAPITRE 2.3 - CHRONOLOGIE COMPAREE DES RESEAUX TECHNIQUES PARISIENS. FOCUS SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC.

SOUS-CHAPITRE 2.3.1 - LES RESEAUX TECHNIQUES PARISIENS, HISTOIRE ET PRESENT

Une focalisation sur le réseau d'éclairage public nécessite, presque ontologiquement, un préambule général sous la forme d'un « état des lieux » sur les réseaux techniques parisiens. En reprenant une partie de l'inventaire de réseaux techniques présenté en Partie 1 et en l'étudiant par le biais de la réflexion sur la centralité du réseau viaire dans l'organisation rétistique parisienne, il est possible d'élaborer plusieurs observations au sujet des infrastructures de cette ville. **Nous nous poserons donc la question des interconnexions rétistiques autour de la voirie dans l'espace public parisien de manière contemporaine et avec en tête un cadre historique. Quels réseaux parisiens, donc, sont partiellement ou totalement interconnectés par la voirie ?**

- **Le réseau viaire** en sa qualité de support de « flux de déplacements » est ontologiquement lié à la voirie, de manière axiomatique et évidente. Il est composé du réseau routier et du réseau cyclable ;
- **Le réseau de « transport en commun »** est totalement dépendant de la voirie pour une grande partie des transports de surface (bus et certains trams) et est également lié à la voirie en ce qui concerne sa partie sous-terrainne, le Métropolitain ou « Métro » ;
 - D'abord pour son obligation de débiter et finir les trajets des usagers à proximité de la voirie ;
 - Ensuite pour les liens ténus que ses anciennes lignes entretiennent avec les avenues de Paris, qui trouvent une illustration parfaite en Figure 35 proposant une photographie des travaux de la ligne 1 du Métro en 1898. L'excavation rend ici visible l'alignement de cette portion de la ligne avec le réseau viaire parisien ;
- **Le réseau de gestion des déchets**, dépendant en grande partie du réseau précédent, sera lui aussi lié à la voirie de la ville ;
- **Les réseaux faisant intervenir l'eau** sont, dans une grande partie, liés à la voirie ;
 - Le réseau d'eau potable commence sa distribution dans les bâtiments équipés à partir de la voirie ;
 - Le réseau d'eau non potable, puisant dans le Canal de l'Ourcq notamment et alimentant les espaces verts, le nettoyage des rues et les égouts ;
 - Enfin le réseau d'assainissement traitant des sorties des deux précédentes (en plus de l'eau de pluie) et surtout la partie composée des égouts de Paris dont le tracé historique, visible en Annexe 7, suit en partie la voirie parisienne.
- **Le réseau de distribution de gaz**, dont une grande partie originelle suivait partiellement la voirie [178] ;
- **Le réseau de distribution d'électricité basse tension**, dont la distribution implique de finir son cheminement par la voirie [179] ;
- **Enfin le réseau d'éclairage public** est quasiment entièrement lié à la voirie tant son utilité (discutée en Partie 1) est l'éclairage de la voie publique.



Figure 35 - Metro ligne 1 rue Rivoli (1898) - fond Eugène Trutat - conservée au muséum de

Ces réseaux sont donc reliés par la voirie dans l'espace parisien, ce qui implique qu'aucun d'entre eux n'est réellement indépendant et autonome, faisant de la ville des réseaux techniques un système plural, interconnecté et (dans une certaine mesure) fragile [63]. L'on peut d'ailleurs ajouter à cette liste les réseaux de chaleur et de froid ainsi que le réseau de télécommunication dont la connexion résiduelle à la voirie n'en est pas moins existante et surtout qui présente des interconnexions avec certains des réseaux précédents.

Afin de gagner en clarté et en guise de conclusion à ce sous-chapitre sur les réseaux techniques, nous proposons un récapitulatif sous la forme du Tableau 5 qui rappelle les différents réseaux abordés ainsi que certaines données permettant d'avoir un ordre de grandeur quant à leur importance. Précisons que ce travail est issu d'une recherche conjointe avec les étudiants de l'École de Ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP) et sur la base d'un partenariat avec les « Acteurs institutionnels » concernés¹⁹⁶ (Dans le cadre d'une chaire commune). Les quelques cases vides correspondant à des données manquantes en raison de leur caractère critique et donc confidentiel.

*
**

Ces dernières réflexions permettent d'attirer l'attention sur le caractère central et pourtant facilement oubliable [1] du réseau d'éclairage public. Ce dernier se confondant avec le réseau d'électricité en amont et le réseau de voirie en aval. Comment un réseau autrefois complètement absent de l'espace public parisien a-t-il pu acquérir de telles caractéristiques ubiquitaires ? Par quels moyens s'est-il intégré à la formation du système réticulaire du territoire parisien ? En quoi a-t-il accompagné, favorisé ou subi les mutations urbaines de la capitale française ?

C'est à ces questions que nous tenterons de répondre en partie, au travers d'un travail historiographique plus que jamais nécessaire et qui sera au centre du prochain chapitre. Prenant le parti d'un *continuum* édilitaire pour éviter des imprécisions, ce travail aura pour but de déceler les logiques à l'œuvre liant ce qui est désigné par « technique » d'une part et « sociétal » d'autre part.

¹⁹⁶ Nous en profitons pour remercier les étudiants concernés pour leur travail et leur permission quant à l'utilisation des résultats.

Tableau 5 – Tableau de l’auteur récapitulatif des différents réseaux techniques parisiens

Réseau	Caractéristiques	Acteurs institutionnels	Flux
Transports en commun	3148 km de voies (RER, métro et tramway) 4 462,23 km de lignes de bus en Ile-de-France	Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP) Société Nationale des Chemins de Fer (SNCF)	4 706 millions de voyageurs/an 10 583 GWh (consommation 2009)
Routier	1 250 km d’autoroutes et de voies rapides 400 km de voies structurantes 125 926 places véhicules sur voirie	État français DIR (Direction Interdépartementale des Routes) Ville de Paris	5 686 700 000 de déplacements en véhicule par an en Ile-de-France (2018)
Cyclable	81,1 km de pistes cyclables dans Paris intramuros	Ville de Paris	Augmentation
Électrique	200 km de liaisons de 225 000 Volt	Électricité de France (EDF), production Réseau de Transport d’Électricité (RTE), transport Enedis, distribution	12 268 GWh/an
Eau non potable	1 700 km de canalisations	Municipalité(s)	200 000 m ³ /jour
Eau potable	Canal, Marne et Seine (50%) Nappes d’eaux souterraines (50%)	Syndicat des Eaux d’Ile-de-France et délégataires Ville de Paris	514 000 m ³ /jour
Télécommunication		État et opérateurs privés	
Chaleur	+ 500 km de canalisations 25,4 TWh/an produit en 2018	Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU)	4 100 GWh/an (2018)
Froid	1,05 TWh/an A 74 % de la Seine	Climespace (délégataire)	486 GWh/an (2018)
Gaz		Gaz Réseau Distribution France (GRDF) Enedis	9835 GWh/an (2018)
Éclairage public	175 050 points lumineux 64 756 candélabres 31 120 consoles 335 sites d’illuminations	Ville de Paris Evesa (délégataire) Enedis (distributeur d’électricité)	101 GWh/an Coût de plus de 13 millions d’€/an (2018)

La technique sera donc abordée comme une modalité plus que comme une essence au travers des moyens de production de lumière et de leurs modalités de déploiement. Le but poursuivi sera la production d’une chronologie cohérente de l’éclairage public parisien et l’aboutissement d’une réflexion sur les liens profonds qu’il permet d’illustrer entre réseaux techniques et choix politiques.

SOUS-CHAPITRE 2.3.2 - LE RESEAU D’ECLAIRAGE PUBLIC, HISTOIRE ET CHRONOLOGIE

PROTO-ÉCLAIRAGE PUBLIC, LES PREMICES DE LA LUMIERE URBAINE (VIEME SIECLE – MILIEU DU XVIIEME SIECLE)

Les fondations du chapitre qui va suivre sont composées de l’intégralité des chapitres précédents. Maintenant que nous savons ce que signifie le terme « réseau d’éclairage public » et ce qu’il renferme de réalisations techniques, de déploiement politique et d’impacts sociétaux ; maintenant également que nous avons un terrain d’étude et un contexte urbain, il devient possible d’élaborer une réflexion suivant la linéarité des « évènements » ayant ponctué les mutations urbaines parisiennes en lien avec l’éclairage public. Utilisant le paradigme du « tissu sans couture » [14] explicité dans le premier chapitre, ces évènements datés pourront se décliner sous la forme de théories historiques, de décrets éditaires, de bilans techniques (ou comptables) ou encore de changements technologiques. Nous verrons que, peu importe l’époque, la classification d’un « évènement historique » n’est souvent que le reflet d’une tendance lourde dont la caractérisation n’est possible qu’en considérant les mutations urbaines comme transversales à cette classification. **L’ensemble des**

dates considérées pourront être retrouvées sous la forme d'une frise chronologique en Annexe 8 et qui a été pensée pour accompagner ce chapitre¹⁹⁷.

Débutons alors notre chronologie technico-sociétale de l'éclairage public parisien avec le flou général qui règne sur ce territoire tout le long de l'Antiquité et une grande partie du Moyen Age. Comme nous avons pu le voir en Partie 1, sur l'ensemble de l'Europe et sur une partie du Maghreb et des rivages orientaux de la Méditerranée, les dispositifs d'éclairage public ne sont réservés qu'à certains ensembles urbains ayant des besoins bien spécifiques. Parmi ces besoins, l'on trouve le nécessaire maintien d'une activité commerciale dans certaines villes portuaires de grande importance ou bien la volonté de mettre en scène le pouvoir religieux et/ou politique.

Ces attributions ne concordant guère avec le territoire parisien du premier millénaire de notre ère, nous en concluons donc à l'absence quasi certaine d'éclairage public dans ce qui fut Lutèce puis ce qui devint Paris. Cette réflexion est appuyée par les travaux archéologiques de Claude Malagoli [180], appuyant l'hypothèse d'un caractère « nomade » des dispositifs d'éclairage de cette époque¹⁹⁸. Ces moyens d'éclairage se matérialisaient alors dans l'espace urbain comme des points lumineux mobiles suivant les porteurs de lanternes éventuels. Il est toutefois très difficile de prendre position concernant des époques aussi éloignées et nous nous contenterons de dire que tout nous porte à croire que le territoire parisien, depuis qu'il accueille des communautés humaines sédentarisées, ne présente un éclairage public qu'à partir du début daté de notre chronologie.

Ainsi l'Histoire¹⁹⁹ du réseau d'éclairage public débute entre le XIIème et XIIIème siècle dans le contexte d'un Paris sombre et menaçant de nuit car en proie à une insécurité parfois ressentie et parfois réelle. C'est dans ce cadre que certaines sources (l'écrivain Amédée de Bast notamment [181]) mentionnent la présence ancienne de « phares » dans la pénombre de Paris en lieu et place des abbayes de Sainte-Geneviève, Saint-Germain-des-Prés, Saint-Victor et Saint-Martin-des-Champs. Ces dispositifs lumineux s'apparentaient à des lanternes allumées au moins à partir du XIIème siècle sur la plus haute tour des murailles de ces édifices religieux. Matérialisant le privilège accordé aux membres de la classe cléricale de l'époque, à savoir la protection des murailles et la clarté d'un éclairage artificiel.

Nous retrouvons ici la mise en scène du pouvoir religieux qui s'affiche littéralement comme la seule lumière dans la nuit et qui arrive à véhiculer l'image d'une lumière protectrice des honnêtes gens face aux brigands, en atteste la citation ci-dessous attribuée à Jacques de Kersecq, chef brigand de son état.

« Nous n'irons point nous brûler au feu de l'abbaye de Saint-Germain, disaient naïvement les compagnons de Jacques de Kersecq, fameux chef de brigands du douzième siècle, il nous en cuirait trop. »

Amédée de Bast citant Jacques de Kersecq – *Merveilles du génie de l'homme, découvertes, inventions* [181].

Cette citation n'est cependant pas à analyser de manière absolument littérale mais en ce qu'elle rend compte d'une certaine manière de percevoir la lumière entre le XIIème (siècle de la citation) et le XIXème siècle (siècle de la parution du livre d'Amédée de Bast). On pourrait en effet affirmer que cette citation était sortie de son contexte et qu'il y a bien d'autres raisons qui peuvent dissuader des brigands de s'en prendre à une abbaye protégée par des murailles plutôt qu'à des bourgeois habitants de simples logements. Nous sommes ici aux prémices de ce qui constitue un des *leitmotivs* de la volonté politique d'installer un éclairage public, à

¹⁹⁷ Nous en profitons pour conseiller fortement la lecture de la chronologie (Annexe 8) en parallèle de ce chapitre, tant les deux rédactions ont été conçues de manière commune.

¹⁹⁸ Notons que ces travaux se concentrent sur « Le Centre-Est de la Gaule » mais qu'une extrapolation au territoire parisien ne nous paraît pas irrationnelle, surtout au vu des autres arguments concordants.

¹⁹⁹ Nous devrions peut-être dire la « Préhistoire ».

savoir la protection des biens et des personnes au travers de la modification de l'environnement urbain. Cette perception de la lumière comme d'un moyen de modifier les comportements des individus commettant des infractions à la loi et menaçant l'ordre irriguera une très grande partie des déploiements techniques parisiens. Elle sera à relier au rapport de la société occidentale à la nuit abordé en Partie 1 et qui a été beaucoup référencé par certains philosophes [27], géographes [5] et urbanistes [30].

Pour reprendre le cours de notre chronologie, celle-ci ne débute formellement qu'en 1258, peu après la construction de l'enceinte de Philippe Auguste présentée en Annexe 6, avec la tentative du préfet de Paris de l'époque, Etienne Boileau (ou Boylesve) [182] d'imposer un éclairage de chaque façade assuré par les propriétaires bourgeois des bâtiments concernés. Cet éclairage au moyen d'un « pot à graisse » [181] était obligatoire sous peine d'amende et fut le premier cas avéré de production de lumière artificielle à destination de l'espace public parisien avec intervention de la puissance étatique, sous la forme d'un règlement *ad hoc* de Charles V plus précisément.

Malgré une volonté affichée de favoriser cette mise en place, l'ordonnance tombera finalement assez vite dans la désuétude et la plupart des rues ne sont éclairées que par le clair de lune, les lumières religieuses ou les lanternes individuelles que peuvent se procurer les mieux lotis et les chevaliers du Guet. On peut d'ailleurs observer en Figure 36 deux gravures datant du XVIème siècle et présentant l'achat d'une lanterne ainsi que son utilisation par un marchand d'oublies (pâtisserie du Moyen Âge). Les deux gravures sont extraites du livre *Paris la nuit au Moyen Âge*²⁰⁰ à partir de l'ouvrage d'Eugène Defrance [140] et illustrent l'importance de la lanterne dans la vie nocturne du Moyen Âge.



Figure 36 - Gravures du XVIème siècle, "Le marchand de lanternes" et "Le marchand d'oublies et sa lanterne" tirées de *Paris la nuit au Moyen âge* de Hartmann Schopper.

La corporation des lanterniers subira des fusions avec d'autres corporations et restera un métier très reconnu, codifié et important jusqu'au XVIème siècle [140]. La vie nocturne de l'époque (entre le XIIème et le XVIème siècle) était rythmée par le couvre-feu et les patrouilles du guet royal, commandée par le Chevalier du guet, personnage central de la mythologie parisienne. Ce personnage recevait ses ordres directement du roi, chez qui il pouvait se rendre à toute heure « même en bottes » et auquel il rendait compte de la situation de la ville nocturne, ou plutôt de son ressenti de celle-ci. Il jouissait même d'une chanson populaire appelée « Les Compagnons de la Marjolaine » et qui est retranscrite ci-dessous.

²⁰⁰ Ouvrage d'Hartmann Schopper auquel il sera souvent fait référence et, par ailleurs, introuvable en physique ou numérique.

*C'est le Chevalier du guet,
Compagnons de la marjolaine,
C'est le Chevalier du guet
Gai, gai, dessus le quai.*

Les Compagnons de la Marjolaine – Chant populaire du XVIème siècle

La troupe du fameux chevalier était composée de bourgeois armés et en grand nombre, de tel sorte que les troupes de brigands qui représentaient un réel danger entendaient venir le guet de très loin [85]. Ce dispositif servait donc plus à rassurer la population qu'à améliorer la sécurité des biens et des personnes, mise à mal par une société particulièrement inégalitaire dans laquelle les miséreux n'avaient d'autres choix de subsistance que le larcin et le vol nocturne (*ibid.*). Il est toutefois remarquable que l'absence de lumière ait été associée à cette insécurité, lorsque l'absence d'activité semble être une raison tout autant valable.

Toujours est-il que le guet représentait alors (avec ses lanternes) la seule lumière rassurante dans la nuit parisienne pour les habitants y errant, comme le montre les gravures de l'époque et particulièrement celle représentée en Figure 37 et extraite de la même source que les deux précédentes. Vu l'importance du Chevalier du guet, ce n'est peut-être pas totalement un hasard si le premier dispositif avéré d'éclairage public fut installé à proximité de sa résidence près du Châtelet.



Figure 37 - Le guet dans les rues de Paris. Tirée de *Paris la nuit au Moyen Age* de Hartmann Schopper.

C'est donc en 1318 et suite à une ordonnance du roi Philippe V, dit le Long, enjoignant le greffier du Châtelet « à ce qu'une chandelle fût entretenue pendant la nuit, auprès de la porte du palais de ce tribunal, afin de

déjouer les entreprises des malfaiteurs »²⁰¹. Sur le plan technique, il s'agissait d'une simple chandelle unique, protégée par une lanterne en carcasse de bois « garnie de vessie de porc » [183]. L'idée était donc officiellement de protéger ce lieu de pouvoir par une lumière artificielle et de manière rétrospective et analytique, pourrait-on dire, de mettre en scène ce symbole royal et judiciaire au travers du premier éclairage « public »²⁰² du territoire parisien. Ici la lumière artificielle suit les vellétés sécuritaires du pouvoir et l'éclairage urbain est donc, dès ses débuts, associé à la lutte contre l'insécurité nocturne.

Suivront ensuite à la fin du XIV^{ème} siècle (n'ayant pu trouver de date précise) la « Lanterne des Morts du cimetière des Saints-Innocents » et le « Fanal de la tour de Nesle ». Le premier se situe dans la plus pure tradition de mise en scène du pouvoir religieux par un rappel à la spiritualité et à la nécessité, pour les promeneurs, de prier pour les morts lorsque l'on se trouve à ce cimetière, visible en Figure 38.

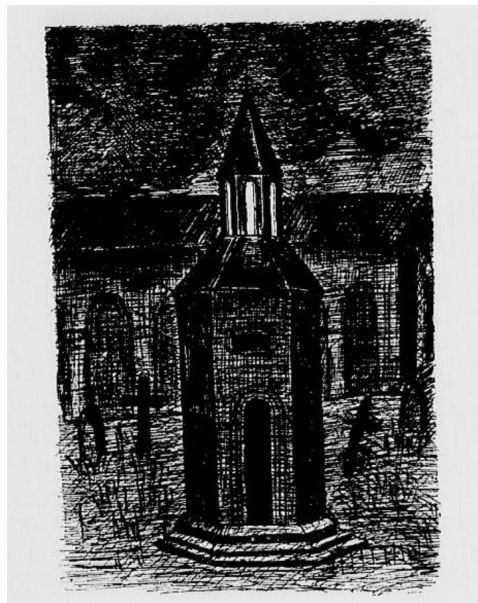


Figure 38 - Dessin à plume de la lanterne des morts du cimetière des Saints-Innocents. Tiré de l'ouvrage d'Eugène Defrance (1904).

Le second est, quant à lui un balisage permettant aux mariners²⁰³ de trouver l'entrée de Paris, située sur l'enceinte de Philippe Auguste et que l'on peut observer sur un tableau largement postérieur à sa construction (datant de 1630) en Figure 39. Nous sommes à l'aube du XV^{ème} siècle et les rares réalisations techniques se rapprochant de l'éclairage public sont motivées par le sentiment de sécurité, la religion et le maintien des échanges commerciaux de nuit.

Si le commerce et la religion constituent des motivations ancestrales d'éclairer la nuit, l'association faite ici entre lumière et sécurité est relativement nouvelle et irriguera une part importante des décisions infrastructurelles parisiennes à l'avenir. Le XV^{ème} siècle sera marqué par un allumage exceptionnel et généralisé sur une grande partie du territoire à l'occasion du passage de l'évêque de Liège dans la ville en 1408. Nous sommes ici aussi dans une logique de mise en valeur du pouvoir politique²⁰⁴ par un événement exceptionnel, la lumière mettant en valeur le souverain. Il en va de même un an plus tard lors de l'allumage généralisé de 1409 à l'occasion de l'arrestation de Jean de Montagu, que l'on qualifiera très sommairement d'adversaire politique à la prise de régence. Les temps troublés de cette époque ont opposé notamment deux dynasties pour l'accession au pouvoir royal, dont Jean de Montagu (prétendant au trône) aura fait les frais

²⁰¹ Ordonnance de Philippe V.

²⁰² Il serait peut-être plus juste de remplacer ce terme par « royal ».

²⁰³ Homme d'équipage d'une péniche, en général un gradé de la marine marchande.

²⁰⁴ L'évêque de Liège étant « Prince-évêque » et exerçant donc une autorité politique sur le territoire liégeois, qui était en conséquence une principauté.

lors d'une arrestation, d'un procès et d'une exécution dans la capitale. L'éphémère éclairage urbain mis alors en place sert à la propagande politique et à la mise en scène du pouvoir.



Figure 39 - "Vue du Pont-Neuf" de Jacques Callot (1630). Tableau représentant la Tour de Nesle avec sa lanterne

Le XVIème siècle sera marqué par de profonds changements, comme vu précédemment la ville de Paris passe de 50 000 à 200 000 habitants et les infrastructures ont donc beaucoup de mal à suivre cet essor. Notre hypothèse est que le désir d'éclairage commence à naître au sein de la population, surtout pour la bourgeoisie et la noblesse au pouvoir. Parallèlement, la corporation des lanterniers se dilue dans d'autres métiers, annonçant le début d'une aire de sédentarité pour l'éclairage des rues parisiennes. C'est ainsi en 1524 que le parlement proclame l'obligation, pour les propriétaires, d'allumer Une chandelle à chaque fenêtre » avant que cette demande ne tombe rapidement dans la désuétude.

Le pouvoir et la bourgeoisie sont, à l'époque, très effrayés par les « mauvais-garçons », bandes armées souvent constituées d'anciens mercenaires démobilisés et ayant recours au pillage pour leur subsistance. L'éclairage public sera ainsi vu, au même titre que les pendaisons et emprisonnements, comme un moyen de lutter contre l'insécurité grandissante en raison du vagabondage des mercenaires en temps de paix. Cette situation de tension nocturne en lien avec des bandes d'anciens mercenaires vivant de manière clandestine en ville durera jusqu'au XVIIème siècle, entre temps, d'autres évènements viendront rythmer la naissance de l'éclairage public.

C'est en 1548 que, pour la première fois, la volonté royale s'inscrit directement dans une logique de prise en charge de l'éclairage public au travers d'une ordonnance datant du 14 novembre 1548 et qui précisait qu'il était nécessaire « d'établir des lanternes au lieu des flambeaux qui ne s'allument que dans les cas de nécessité » [140]²⁰⁵. Encore une fois, cette volonté s'estompa devant le coût élevé de telles infrastructures probablement et dès 1553, on assistait à un retour de l'obligation pour les bourgeois de mettre « chandelles ardentes aux fenêtres des maisons ». Suivant le cours de l'histoire et des personnages ayant marqué son déroulé, l'éclairage public sera aussi mentionné en 1556 dans un décret de l'inénarrable Raoul Spifame²⁰⁶ [184], lequel mentionnait l'allumage de chandelles devant des idoles de manière systématique, comme retranscrit ci-dessous.

²⁰⁵ Sauf mention contraire ou précision supplémentaire, la plupart des citations proviennent des ouvrages d'Eugène Defrance, *Histoire de l'éclairage public des rues de Paris* (1904) et de Roger Boutteville, *L'éclairage Public à Paris* (1925). Pour plus d'informations se référer au premier chapitre de cette Partie 2.

²⁰⁶ Avocat, réformateur et savant ésotérique, Raoul Spifame avait écrit, vraisemblablement dans un état proche de la folie, une série de réformes royales qu'ils signaient « Henri II ». Certaines d'elles (comme le début de l'année au 1^{er} janvier ou la fin des justices seigneuriales) furent plus tard adoptées le plus sérieusement du monde et marquèrent une nouvelle ère juridique et sociale.

« Et quand il sera commandé d'avoir chandelles par les rues, comme on le fait en hiver, en temps suspect de voleries, chacun allumera devant l'image de son patron, et pour ce il y aura toujours un chandelier perpétuel auprès de ladite image »

Raoul Spifame - *Dicaearchiae Henrici, regis christianissimi, Progymnasmata* (1556) [184].

C'est cependant en 1558 que la volonté d'éclairer les rues se matérialise de manière tangible au travers d'un réel début d'infrastructures et d'une ordonnance de la Chambre des vacations²⁰⁷ qui faisait partie d'un règlement daté du 29 octobre 1558. Celui-ci préconisait la chose suivante : « Au coin de chaque rue, au lieu et place des lanternes, les habitants devront mettre un fallot qui restera allumé de dix heures du soir à quatre heures du matin. ». Les dits « fallots » (ou « falots ») pouvaient être des lanternes montées sur un bâton, visible en Figure 40, ou plus simplement des pots contenant de la matière inflammable (résine, suif ou autre). Cette ordonnance permit à la ville de Paris d'être équipée d'environ 1 500 lanternes pour ses 500 rues, soit une grossière moyenne de trois lanternes par rue [140].

Cet équipement sera très vite vendu aux enchères, en 1559, faute de budget pour l'entretenir, le pouvoir royal administrant la ville de Paris n'ayant pas encore les moyens politiques de lever des finances au travers d'un impôt ou d'une dette par exemple. Ici, le désir d'éclairer les rues est présent mais la situation politique fait obstacle à ce dernier, le système postféodal ne permettant pas à la puissance publique (ou à la puissance royale plus précisément) de maintenir cet éclairage en place.

Il faudra attendre 1576 pour qu'un autre déploiement infrastructurel se déroule à Paris, au travers de la volonté de Louise de Lorraine (épouse de Henry II) de placer des statues à l'effigie de la vierge et associées à des récipients à huile à « tous les coins de rue ». En Figure 40 est visible une gravure montrant à quoi pouvait ressembler ce genre de système, qui balaisaient l'espace public pour des raisons religieuses et de volonté royale. Malgré le manque de moyens criants pour l'entretien de ces récipients et donc (encore une fois) l'abandon progressif de cette infrastructure lumineuse, l'idée fut reprise par une ordonnance de police de 1594 impliquant de devoir placer des lanternes « à chaque dizaine ou sections de quartier ».

C'est encore une fois la population qui dut s'occuper de la mise en place de cette ordonnance, pour laquelle les corporations jouaient un rôle essentiel, assurant souvent l'éclairage des quartiers dans lesquels elles opéraient. La même année, l'obligation concernait également les bourgeois et leur domicile, ceux-ci devant placer une lanterne allumée au premier étage de leur maison après neuf heures du soir.

Nous sommes donc encore dans ce va-et-vient typique de cette époque où le pouvoir politique prend à sa charge l'installation d'un éclairage public, en abandonne l'entretien faute de moyens, puis en vient à demander directement à la population la mise en place d'un nouveau système technique et ainsi de suite. Cette alternance des procédés techniques de création de lumière artificielle est un témoin direct des tâtonnements du pouvoir de l'époque, entre féodalité et absolutisme, dont le désir de prise en charge des infrastructures est réel mais qui ne possède pas encore la structure municipale et étatique permettant cette prise en charge.

Notons que le désir de lumière artificielle est encore grandement lié à son association d'avec la sécurité qu'elle est supposée apporter, les activités nocturnes étant existantes mais proscrites dans le Paris du XVI^e siècle. C'est la survenue d'une nouvelle technologie qui donnera de nouvelles raisons d'exister à cet éclairage, celle des lanternes en verre (attestée dans un acte notarial du 8 octobre 1599) [140] et de la diffusion de lumière qu'elles proposent, permettant aux artefacts lumineux de ne plus uniquement assurer le balisage des rues mais bien de produire un environnement nocturne nouvellement éclairé.

²⁰⁷ Organe législatif de l'époque, assurant ce rôle le temps (justement) des vacances.

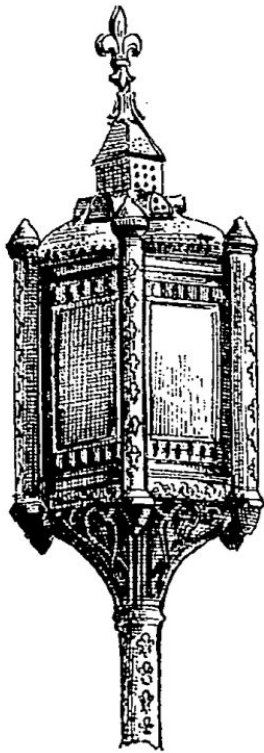


Figure 40 - Gravures montrant un falot fleurdelisé (à gauche) et une statue de vierge avec à sa base un récipient à huile (à droite). Deux systèmes d'éclairage typiques du XVIème siècle à Paris

La nouvelle technologie de diffusion de la lumière, associée à un contexte politique renforçant le pouvoir royal, et donc son influence sur le territoire parisien, va permettre l'émergence de ce qui précède le réseau d'éclairage public au sens propre. A savoir, ce dont nous avons parlé en Partie 1, le passage d'un éclairage constitué de « ponctuations successives » à un « système statique en proto-réseau ». Ce dernier commencera à modifier réellement l'espace nocturne parisien et verra son déploiement motivé par un contexte politique, un désir sociétal et des possibilités techniques nouvelles. **Tous ses aspects formant le « système technique » au cœur de cette évolution de l'éclairage public parisien, permise autant par l'augmentation des pouvoirs régaliens que par les avancées technologiques et l'accès aux ressources nécessaires (en l'occurrence le verre dont la technique de fabrication vient de Venise).** Le prochain sous-chapitre traitera donc du développement de ce système technique au service du proto-réseau parisien entre le XVIIème et le XIXème siècle.

LE PREMIER PROTO-RESEAU, LA CREATION D'UNE POLITIQUE DE L'ECLAIRAGE A L'AGE SOLIDE (1666 – 1730)

Dans la Partie 1, nous avons abordé cette « étape » de la construction du réseau d'éclairage public qui correspond à la dénomination « système statique en proto-réseau » et qui avait la particularité de profiter de ressources abondantes afin de remplir un besoin d'éclairage naissant. Ce « besoin » est ici compris selon son acception sartrienne à son deuxième niveau de « conscience du besoin », c'est-à-dire comme un « projet », une projection des formes de satisfaction, ici un espace urbain nocturne éclairé, et des moyens d'y parvenir, ici l'installation de luminaires à la techniques avancée en ce début du XVIIème siècle. Cette technique avancée n'est bien sûr possible que grâce à l'essor du commerce avec notamment l'Italie²⁰⁸ et plus précisément Venise qui a fourni depuis le XIVème siècle un verre transparent au travers de ses échanges commerciaux [185]. Le procédé est, au XVIIème siècle, connu des artisans français qui parviennent eux aussi à éliminer

²⁰⁸ Ce qui est aujourd'hui « l'Italie ».

les éléments colorants du produit final et fournissent donc au Royaume un verre relativement transparent et à même de rentrer dans la composition des nouvelles lanternes.

Ce contexte sociotechnique favorable au développement du proto-réseau fut encore renforcé par la création d'un conseil de police à Paris, lequel était en charge de la bonne tenue de l'ordre de la cité (origine étymologique du mot « police »). **La police de l'époque possédait un rôle beaucoup plus large qu'aujourd'hui, avec des fonctions administratives et judiciaires étendues. Parmi ces fonctions, l'on retrouve le nettoyage et l'éclairage des rues, taches auxquelles les huit conseillers, en charge chacun de deux quartiers (pour un total de seize quartiers dans Paris), se sont donc affairés.**

On comptera alors, dans un Paris composé de 912 rues, un total de 2736 lanternes installées par ce nouveau conseil de police. Sur le plan technique, les progrès industriels et artisanaux permettent aux lanternes en verre d'être protégées du vent et de diffuser pleinement leur lumière dans les rues parisiennes, maintenant beaucoup moins obscures. Le roi Louis XIV, particulièrement satisfait du travail de son conseil de police, fait d'ailleurs frapper une médaille visible en Figure 41.



Figure 41 - Médaille commémorative frappée en l'honneur des travaux du Conseil de Police de Paris, 1666. Collection de l'Imprimerie nationale.

Cette réalisation témoigne de l'importance que revêtait le développement de l'éclairage public pour le pouvoir politique de l'époque et qui s'en trouva décupler dès 1667, année au cours de laquelle un décret du lieutenant général de la police rendait l'éclairage effectif « même pendant le clair de lune » [140]. On retiendra de cette époque plusieurs gravures rendant compte du changement d'appréhension de l'espace nocturne parisien par les habitants, notamment celle de N. Courad le fils présentée en Figure 42. Cette dernière était d'ailleurs accompagnée de vers qui apportent eux aussi un témoignage quant à la représentation que l'on pouvait se faire de l'éclairage à l'époque et que nous retranscrivons ci-dessous.

« La sonnette a sonné !

Abaisse ta lanterne ;

Quoique l'usage en soit moderne

Il n'en est pas moins estimé »

N. Courad le fils – non daté (XVII^{ème} siècle vraisemblablement)



Figure 42 - L'allumage des lanternes dans les rues de Paris au XVIIe siècle, par N. Courad le fils.

En 1669, l'éclairage des rues de Paris est de plus en plus régulier, ce qui donne d'ailleurs lieu à la fabrication d'une deuxième médaille que l'on peut observer en Figure 43. La création du premier système régulier d'éclairage public revêt ici une importance autant symbolique que pratique, dans un contexte politique marqué par une augmentation démographique et une extension des frontières parisiennes, entourées maintenant par l'enceinte de Louis XIII. La centralité du pouvoir et donc, la centralité de la capitale qu'est Paris, est plus que jamais symbolisée par cette « conquête » de l'espace urbain nocturne.



Figure 43 - Médaille commémorative frappée en 1669 à l'occasion de l'éclairage régulier des rues de Paris

Si le roi règne et que le conseil de police commande, c'est toutefois la population parisienne qui est directement mise à contribution dans l'allumage des dispositifs lumineux, ce dès 1671. Dans chaque quartier, les habitants nommaient un bourgeois chargé à la fois de l'allumage et du mouchage²⁰⁹ des lanternes. La structure sociale très hiérarchisée agissant, le bourgeois prenait en général un « commis » qui prenait lui-

²⁰⁹ Action de couper la partie de la mèche carbonisée et qui pourrait gêner la combustion. Nous y reviendrons un peu plus tard.

même un « aide », cette dernière personne étant celle qui allumait et mouchait réellement, le travailleur en quelque sorte.

Cette organisation régit l'allumage et l'extinction de l'éclairage de l'espace public parisien à heures fixées en fonction des saisons et de manière homogène, en termes de technologie utilisée et d'administration de cette technologie dans la capitale. **Ce « système technique » [112] va permettre à une grande partie des quartiers parisiens de connaître un rapport au temps et à l'espace urbain différent de celui qu'ils avaient jusque-là expérimenté** ; exception faite des quartiers très paupérisés et de l'habitat informel, qui ne bénéficiaient pas de cette infrastructure naissante. Afin de confirmer le caractère « étatique » de l'éclairage public parisien, une ordonnance de Louis XIV datant de 1697 désigne cet éclairage et son effort de mise en place (par rapport aux autres efforts) comme : « aucun dont l'utilité soit plus sensible et mieux reconnue »²¹⁰ et évoquant notamment ses apports en termes de « sûreté [...] commodité »²¹¹. C'est également cette année (1697) que débute le processus de normalisation des distances inter-lanternes, celles-ci étant « posées de cinq à six toises de distance l'une de l'autre, de manière qu'elles fussent directement au milieu des rues »²¹² [137]. Cependant, il faut garder à l'esprit qu'il s'agit encore d'une phase d'expérimentation, ce qui explique l'incertitude des distances inter-lanternes.

La nécessité de poursuivre l'entretien et les installations d'éclairage public semble toutefois faire l'unanimité, à l'exception d'une voix dissidente étant d'origine religieuse au travers des propos écrits dans une lettre de l'Abbé Terrasson. L'homme d'Église reprochant à l'éclairage des rues d'être à l'origine d'une décadence des lettres, tant il encouragerait le peuple à sortir le soir plutôt qu'à étudier chez soi. Il ne nous appartient pas de juger de la véracité de ses propos mais plutôt de les analyser comme un symbole du changement de rythme que la société urbaine de l'époque a vécu. **La nuit parisienne est de moins en moins hostile et de plus en plus accueillante, son arpentage n'est plus seulement l'apanage des marginaux et des gueux, nous assistons à la naissance du désir de nuit urbaine.**

La ville de Paris « brille » au niveau européen pourrait-on dire, tant la haute société composée des cours de nobles et des plus hautes couches de la bourgeoisie possédante est impressionnée par les « efforts » de la ville en matière d'éclairage. **Même si la ville d'Amsterdam a précédé Paris dans la mise en place d'un éclairage public permanent, la capitale française l'aura mis en valeur au point que les auteurs et voyageurs venant de Suisse, d'Italie et de Grande Bretagne ne tarissent pas d'éloges à l'égard de la nuit éclairée parisienne** [140].

Pour reprendre notre terminologie technique, nous sommes encore à « l'âge solide » marqué par un éclairage de plus en plus efficace mais toujours relativement faible et l'utilisation obligatoire de « mouchettes » afin de moucher les dispositifs, soit enlever la partie carbonisée pouvant gêner la combustion. Les deux gravures rassemblées en Figure 44 sont représentatives de ce « temps des mouchettes » avec à gauche une représentation de l'enthousiasme général pour ces nouvelles lumières et à droite l'outil représentant le mieux l'attention constante qu'il est nécessaire d'y porter.

On notera que l'éclairage au clair de lune est partiellement remis en question en 1700 au travers d'une ordonnance, très impopulaire [140], du lieutenant général de police, d'Argenson de son nom. Les perspectives de l'époque vont aussi envisager un projet de « lampe-phare » unique afin d'éclairer tout Paris, dont la réalisation est moins absurde qu'elle n'y paraît avec notre regard contemporain. Son échec sera surtout dû à l'impossibilité, constatée en amont, de fournir un éclairage équivalent pour tous les quartiers à partir d'un seul point. Les techniques évoluent ensuite non seulement du point de vue de la production de lumière mais également concernant son support matériel, ce qui soutient le luminaire et qui est passé d'une simple poignée (pour les luminaires et lanternes du XIV^{ème} siècle) à un support en bois (pour l'éclairage public mis en place sous Louis XIV).

²¹⁰ Ordonnance de Louis XIV de 1697, retranscrite par Eugène Defrance dans son ouvrage de 1904.

²¹¹ *Idem.*

²¹² Soit une distance de 10 à 12 mètres environ.

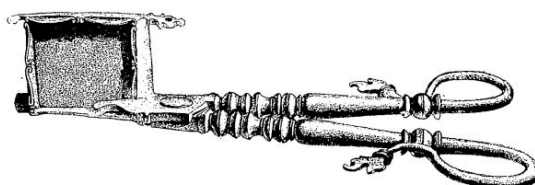


Figure 44 - Deux gravures mettant en scène l'enthousiasme pour l'éclairage public (à gauche) et montrant une représentation d'une mouchette (à droite). Extraites de l'ouvrage d'E. Defrance (1904)

Les progrès techniques continuent au XVIIIème siècle et l'on commença à installer des lanternes suspendues à des fils aux alentours de 1720, comme en témoigne la gravure en Figure 45 qui propose une représentation de la rue de Quincampoix, bénéficiant de ce dispositif. Ce n'est peut-être d'ailleurs pas un hasard si une telle rue était équipée s'un éclairage public si moderne, dont on peut lire au travers de la plume de Marmont du Hautchamp : « *La rue Quincampoix (où était installée la banque générale de John Law) était remplie de commerçants de toute classe, dont la plupart avaient abandonné leur profession pour devenir courtiers [...]* » [186].

C'est donc un quartier particulièrement riche, animé par des affaires financières et des processus d'enrichissement personnel, qui possède le privilège d'un éclairage aussi sophistiqué. Venant apporter un argument supplémentaire en la faveur d'une théorie des infrastructures techniques déterminées par la segmentation sociale de leur lieu d'implantation.

La mort du lieutenant général de la police le 8 mai 1721 eut pour effet de souligner la relation ambigu qu'entretenait (déjà) la population parisienne avec sa police²¹³, avec des funérailles marquées par des protestations populaires [140]. Ne subsiste, comme élément positif de la mémoire collective de cette lieutenance, que le court poème attribué à Voltaire dans un ouvrage intitulé *Sur la police pendant le règne de Louis XIV* [187]. On remarquera que ce dernier, retranscrit ci-dessous, fait explicitement référence à l'éclairage public parisien dans une hyperbole faisant état de « cent mille fanaux » qui aura presque une valeur prophétique quant au développement à venir des lumières urbaines parisiennes.

²¹³ En plus de faire référence à des événements contemporains, où la relation serait plutôt « conflictuelle », cela fait également écho à la Commune de Paris ou à la libération de 1944, événements auxquels la police s'est jointe à l'insurrection (voir l'ouvrage collectif *Police* aux éditions de la Fabrique (2020) et plus précisément le texte d'Éric Hazan).

« L'astre du jour a fini sa carrière,
De cent mille fanaux l'éclatante lumière
Dans ce grand labyrinthe avec ordre me suit,
Et forme un jour de fête au milieu de la nuit. »

Voltaire – *De la police sous Louis XIV* [187]

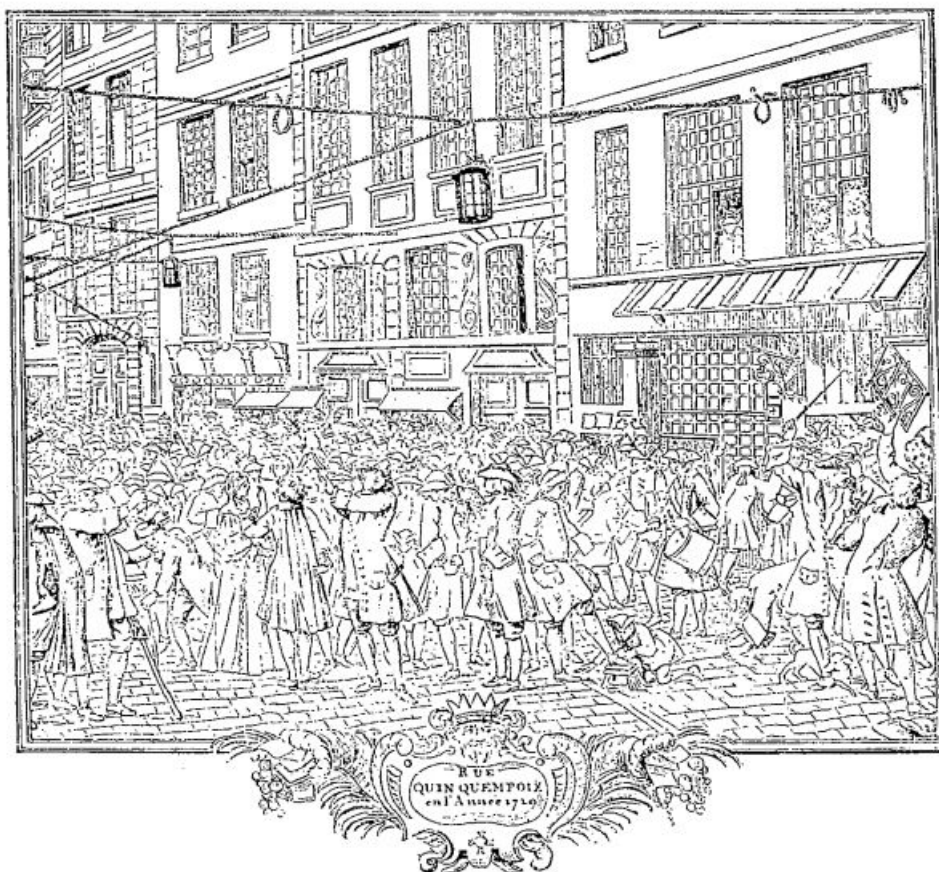


Figure 45 - Les Lanternes de la rue Quincampoix en 1720. D'après Eugène Defrance : "Histoire de l'éclairage public des rues de Paris" (1904)

Nous sommes en 1729 et la ville de Paris compte un total de 5572 lanternes pour environ un millier de rues. Précisons que le décompte des rues à cette époque est extrêmement ardu et que les sources (souvent lacunaires) peuvent diverger en fonction de ce qui est considéré, ou pas, comme une rue. Une année plus tard, en 1733, mourra le dernier Chevalier du guet, Choppin de Goussangri dont la fonction ne sera dès lors plus assurée, le pouvoir jugeant les rues suffisamment sûres pour ne pas s'embarrasser de cette fonction.

Il est temps, à ce propos, d'ouvrir une parenthèse sur un sujet qui suivra le réseau d'éclairage public au travers de toute son existence sous d'autres latitudes que celle de Paris, l'aspect sécuritaire. Nous avons déjà parlé du fait que la littérature scientifique adopte une position que l'on pourrait qualifier « d'agnostique » sur le sujet, une quantité importante d'études anglaises et françaises en atteste [30], [38], [188]–[191]. Nous reparlerons de ces études avec une réflexion critique à la fin de cette Partie 2, mais tout d'abord il est nécessaire de faire le point sur la situation parisienne.

Précisons tout d'abord que la plupart (pour ne pas dire la totalité) des sources historiques ayant été écrites par des membres du clergé, de la noblesse ou de la bourgeoisie, il existe un « biais de témoignage » quant

à la situation de l'époque. Ainsi quand il est question « d'insécurité nocturne », il s'agit le plus souvent du point de vue de la population la plus aisée, ce qui ne signifie pas que ce point de vue n'est pas transposable mais implique d'analyser ces textes avec une attention particulière. Les rues parisiennes du XIV^{ème} siècle étaient donc exceptionnellement « dangereuses » (d'un point de vue aisé rappelons-le) avec des malfrats et autres coupe-jarrets qui auraient utilisé le voile de la nuit comme un moyen de se dissimuler en commettant leurs méfaits²¹⁴.

Les rues parisiennes étaient certes sombres mais aussi désertes et c'est ce dernier facteur qui nous paraît le plus structurant dans la perpétuation de crimes par une partie de la population. Bien sûr gardons à l'esprit que cette insécurité était bel et bien réelle, en témoigne les meurtres de marchands d'oublies, présentés en Figure 36, au début du XVIII^{ème} siècle qui obligèrent la police à interdire cette ancienne pratique, notamment car les meurtriers s'emparaient de la tenue des marchands afin de passer inaperçu [140]. Les rues deviendront, par la suite, plus sûres, concomitamment au développement de l'éclairage public parisien. Notre hypothèse est qu'il ne s'agit, ni d'une conséquence directe, ni d'une coïncidence sans fondement, les deux événements (éclairage des rues et baisse de l'insécurité) étant à lire au travers d'une évolution conjointe de l'espace urbain d'une part et de la société française d'autre part.

Rejetons dès alors la théorie d'inspiration cléricale qui voudrait que les malfrats soient naturellement repoussés par la lumière et qui, pour nous, a attiré à la perception occidentale de la nuit dont nous avons parlé en Partie 1. Mettons également partiellement de côté la théorie qui voudrait séparer de manière absolue l'éclairage des rues de la baisse de l'insécurité lorsque les deux ont une même origine : le développement de la puissance publique et l'appropriation de l'espace nocturne. Voyons donc l'éclairage public (parisien) comme un témoin, celui d'une puissance publique mettant en place des infrastructures mais également une police et ne comptant plus uniquement sur des ordonnances à destination de sa population. Cette nouvelle puissance étatique et sa police imposent une nouvelle gestion des conflits mais aussi des éléments les plus marginaux de la population ce qui, de manière concordante avec la diminution de conflits sur le territoire français²¹⁵, amène à moins craindre la survenue de bandes armées composées d'anciens mercenaires.

Si la misère existe toujours, elle est moins armée et elle se conjugue à une amélioration des conditions de vie d'une partie de la population, caractérisée par une hausse démographique et une baisse de la mortalité [192]. **Concernant l'espace nocturne, ce dernier est maintenant un lieu de vie plus seulement réservé aux marginaux dans lequel la présence de personnes de manière continue pourrait être une des raisons de la baisse de l'insécurité, découlant de l'éclairage public mais n'en étant pas une conséquence absolument directe. Ce n'est donc pas une infrastructure technique qui a modifié le comportement de certains individus mais un système sociotechnique qui, dans son intégralité, subit des changements structurels. L'éclairage public accompagne ici les mutations urbaines et y participe dans leur aspect sociétal le plus profond, à savoir l'appropriation de l'espace public et des activités en découlant, rendant caduque la théorie techno-solutionniste voulant faire de l'éclairage public un « outil technique » faisant baisser la criminalité. C'est cette réflexion qui constituera une grande partie du reste de cette thèse, celle qui consiste à affirmer (arguments à l'appui) que, dans un espace urbain aussi vaste et complexe, il n'est de problèmes techniques qui ne soient également sociopolitiques.**

Sur le plan technologique, l'âge solide s'achève petit-à-petit et les chandelles seront bientôt remplacées par des réceptacles à huile, dont on connaissait l'existence mais qui bénéficient maintenant d'un carburant accessible et (nous le verrons) d'inventions structurantes dans la diffusion de la lumière produite.

²¹⁴ Comme analysé plus-haut, nombre de ces bandes organisées, appelées « mauvais garçons » selon l'usage vernaculaire, étaient d'anciens mercenaires dont la vie n'était rythmée que par les combats et qui ne connaissaient pas (ou ne voulaient pas connaître) d'insertion sociale en temps de paix.

²¹⁵ Métropolitain uniquement, car nous sommes au début du développement des puissances coloniales.

LE SECOND PROTO-RESEAU, DEVELOPPEMENT ET CIRCONSCRIPTION D'UN SYSTEME D'ECLAIRAGE PUBLIC AUX AGES LIQUIDE ET GAZEUX (1744-1852)

Au milieu du XVIII^{ème} siècle, les rues sont donc beaucoup mieux éclairées qu'auparavant et une partie de la population parisienne découvre la possibilité de continuer ses activités au-delà du coucher du soleil. Dans ce contexte, un certain Bourgeois de Châteaublanc, ingénieur mécanicien²¹⁶, présenta en 1743 le premier système de production de lumière artificielle fonctionnant à l'huile et « réverbérant » la lumière ainsi produite. Ce premier réverbère augmentera le rayon de diffusion et la qualité de la lumière artificielle urbaine et bénéficiera, de la part du pouvoir royal, de « lettres patentes » en 1745, soit une sorte de brevet permettant à son possesseur de bénéficier de privilèges particuliers. En l'occurrence, Bourgeois de Châteaublanc possédait la reconnaissance royale sur la paternité de son invention et pu ainsi effectuer ses premiers essais directement dans l'espace public, rue Dauphine plus précisément. Ces réverbères, dont une gravure est visible en Figure 46, sont au départ bien trop onéreux pour constituer une technologie diffusible à toute la ville, en cause (selon nos hypothèses) un prix encore trop élevé de l'huile d'éclairage et des procédés de fabrication plus complexes, nécessitant un travail spécialisé.

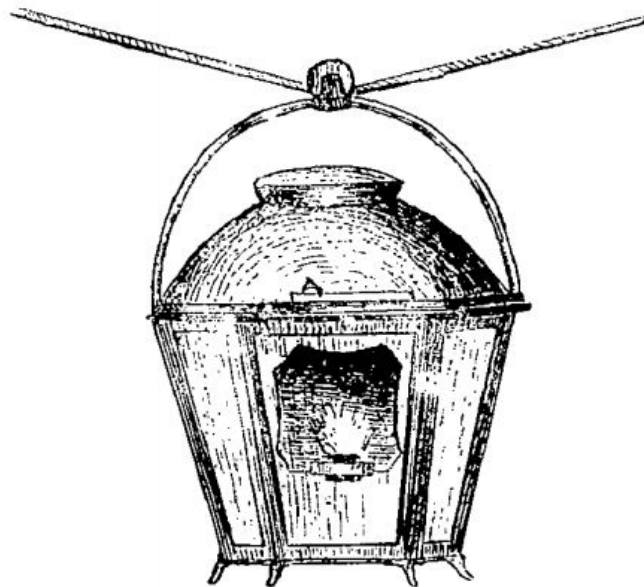


Figure 46 - Gravure type des premiers réverbères à huile en 1745, extrait de l'ouvrage de E. Defrance (1904).

Ce siècle sera aussi et surtout marqué par le concours de l'Académie des sciences qui existait pour « *obtenir la meilleure manière d'éclairer une grande ville en embrassant autant que possible la sûreté, la durée et l'économie* » [140]. Ce concours était lancé sous l'impulsion de M. de Sartine, le ministre (ou maître) des requêtes, une haute fonction administrative sous l'Ancien Régime et qui témoigne de l'importance attribuée à l'éclairage public par la puissance publique. Un prix était également associé au concours, dont la valeur varie en fonction des sources, tantôt de « cent pistoles » [140] ou « 2000 livres » [183]²¹⁷, ce qui équivaut à une somme très importante et inédite pour un concours de ce type.

Les récits divergent ensuite sur le déroulé exact du concours, on sait toutefois avec certitude que le scientifique Antoine Lavoisier y présentera un mémoire qui posera les bases de ce que l'on nommera la

²¹⁶ Horloger à l'origine et inventeur présumé d'un « canard artificiel » en 1736, dont la présentation lui vaudra d'ailleurs une accusation pour calomnie suivie de deux ans d'emprisonnement.

²¹⁷ Un « pistole » pouvant être l'équivalent de 10 livres mais également désigner un écu d'or espagnol ou « doublon » (pour une double pièce), il est possible de considérer ces sommes comme équivalentes.

« photométrie » soit l'étude scientifique des phénomènes optiques permettant un positionnement optimal des sources lumineuses. Sur le plan technique, c'est finalement Bourgeois de Châteaublanc qui sera le gagnant définitif du concours et de la somme finale, vraisemblablement en 1769, année au cours de laquelle il obtiendra (avec d'autres associés) la permission d'installer son dispositif sur l'ensemble de l'espace urbain. Précisons cependant que cette version des faits très axée sur le territoire de Paris fait l'impasse sur les circulations internationales de l'objet technique. Plus précisément, gardons-nous d'ériger un individu en figure tutélaire d'une innovation technique et considérons plutôt ce mode de narration comme convenable dans notre cas, le réseau nous intéressant plus que l'artefact en dernier ressort. Nous conseillons par ailleurs ardemment la lecture de la thèse de Benjamin Bothreau [137] qui propose une réflexion beaucoup plus élaborée sur l'itinéraire d'un tel objet technique.

Pour revenir à notre spectre d'analyse, il s'agit ici du premier exemple d'une « délégation de services publics » concernant l'éclairage public. La ville confiant à un opérateur économique, ici pour une durée de vingt ans, la fourniture d'un service en échange du paiement pour celui-ci, 350 000 livres par an pour être précis [140]. Notons que les riverains de l'époque ont vu leurs taxes augmenter substantiellement afin de pouvoir installer ce nouvel éclairage public, l'huile étant relativement onéreuse même si elle était un déchet des abattoirs, lesquels la fabriquaient à partir de tripes de porc. Il est possible d'avancer le nombre de 2 400 réverbères dans les rues de Paris, une estimation que l'on peut trouver dans un mémoire de Bourgeois de Châteaublanc datant de 1765 et qui précise que, sans son invention, 3 200 luminaires seraient nécessaires. **La gravure en Figure 47 illustre relativement bien le changement de paradigme urbain,** la scène ne montrant plus une zone restreinte autour d'un seul luminaire (comme précédemment) mais l'entièreté de l'espace éclairé et permettant de se promener, lire ou observer les lumières.



Figure 47 - Enthousiasme des Parisiens devant les réverbères à huile de Bourgeois de Châteaublanc, extrait de l'ouvrage de E. Defrance (1904).

Parmi les rues qui seront équipées, on trouve les remparts qui entourent la ville, qui constituent encore l'enceinte de Louis XIII, et marquent la première étape d'une circonscription de l'éclairage public dont les limites seront strictement les mêmes que celles du territoire municipal.

Ainsi l'éclairage « se démocratise » au XVIIIème siècle pourrait-on dire, bien que les quartiers les plus aisés restent les mieux éclairés. L'illustration la plus symbolique de cet état de fait se trouvera en 1777 au travers de l'installation d'un système d'éclairage à destination de l'ensemble de la route royale séparant Paris de Versailles et dont les cinq lieux éclairés serviraient à agrémenter les trajets de la noblesse, notamment de Marie-Antoinette, épouse de Louis XVI²¹⁸.

Une avancée technique remarquable de cette même époque est celle d'Ami Argand, un scientifique venant de Genève et qui inventa ce que la postérité pourrait retenir comme la lampe d'Argand ou « lampe à double courant d'air et à cheminée ». L'idée étant de substituer les mèches classiques à des mèches plates permettant le passage de l'air et l'incorporation d'une cheminée permettant la circulation de l'air ainsi qu'une combustion plus complète et dont une illustration est visible en Figure 48. Les documents de l'époque attestent d'une efficacité lumineuse « dix à douze fois plus importante » [140] en comparaison des anciennes technologies. Sans vouloir rentrer dans une mise en récit dont nous ne pouvons vérifier la véracité, il est possible d'affirmer qu'Argand n'a pu installer son dispositif à Paris et est parti le faire à Londres (*ibid.*). Il est également admis que, en revenant à Paris plus tard afin de proposer à la municipalité son invention, il découvrit qu'un pharmacien s'était approprié son invention et en avait équipé certaines rues, l'histoire lui rendit une reconnaissance qu'il n'eut jamais (en France).

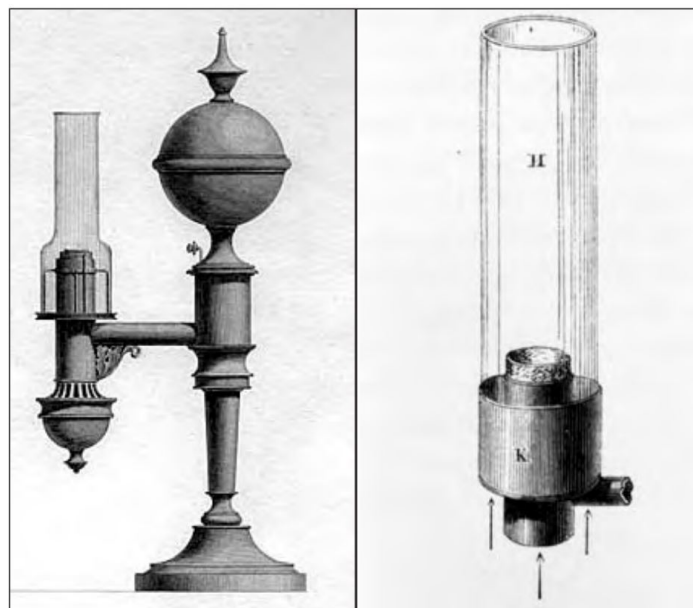


Figure 48 - Lampe d'Argand et détails. Extrait des *Merveilles de la science* de Louis Figuier (1867-1869).

De manière contemporaine à cette meilleure combustion obtenue pour les lampes à huile, leur combustible passa des tripes de porcs au colza grâce au procédé d'un certain Leroy-de-Lille et qu'on appelle « épuration ». Cette nouvelle huile permettait d'obtenir une flamme plus blanche et avec beaucoup moins de fumée. Nous sommes alors à la fin du XVIIIème siècle et la ville de Paris s'appête à être le théâtre de changements politiques d'une importance capitale sur le plan politique²¹⁹ et urbanistique qui ne se stabiliseront guère avant au moins un demi-siècle. En ce qui concerne les infrastructures permettant d'éclairer

²¹⁸ Notons que l'attribution de l'éclairage de cette route directement à Marie-Antoinette et très probablement le fait d'interprétations postérieures à sa construction.

²¹⁹ Précisons qu'il ne s'agit en aucun cas du « seul théâtre ».

les rues de nuit, les quelques trois siècles de perfectionnement technologique et organisationnel ont permis à la lumière urbaine de devenir « pratique » [140]. Ce que l'on peut entendre par-là c'est la cohérence d'ensemble et la plus grande facilité et stabilité de gestion qu'un observateur extérieur peut constater entre les difficiles débuts du XV^{ème} siècle et le niveau d'éclairage systématique et étendu qui est obtenu au XVIII^{ème} siècle. Cet aspect donne d'ailleurs lieu à un recensement des lanternes par quartier de la ville dont la Figure 49 constitue une reproduction.

1 ^{er} quartier.	La Cité	4 13 lanternes.
2	— Saint-Jacques-la-Boucherie	1 83
3	— Sainte-Opportune	1 53
4	— Le Louvre ou Saint-Germain-l'Auxerrois.	1 95
5	— Le Palais-Royal	2 84
6	— Montmartre	3 00
7	— Saint-Eustache	2 47
8	— Les Halles	1 42
9	— Saint-Denis	3 06
10	— Saint-Martin	4 15
11	— La Grève	2 00
12	— Saint-Paul	1 75
13	— Saint-Avoye ou de la Verrerie	1 73
14	— Le Temple ou le Marais	4 60
15	— Saint-Antoine	3 34
16	— La place Maubert	3 00
17	— Saint-Benoît	3 07
18	— Saint-André-des-Arts	3 11
19	— Le Luxembourg	3 96
20	— Saint-Germain-des-Prez	4 00
	TOTAL	<u>5,694</u>

Figure 49 - Tableau indiquant le nombre de lanternes par quartier de Paris, 1780. Extrait de l'ouvrage d'E. Defrance (1904).

Nous pouvons donc affirmer (avec une plus grande certitude) qu'à la veille de la Révolution française, on peut compter un total de 5 694 lanternes dans la capitale. Parmi celles-ci la majorité fonctionne à l'huile de colza et les quartiers les plus centraux bénéficient même du système mis au point par Ami Argand. S'il est toujours compliqué de connaître avec certitude la quantité de luminaires présents sur l'espace public à une date donnée, il l'est plus encore de connaître les technologies précises qui le constituent. C'est pour cela que nous préférons parler de « périodes » pendant lesquelles certains dispositifs ont connu un essor et d'autres un recul. **Cette modalité de réflexion permet, de plus, d'acter une réalité pour ce qui est des innovations et changements technologiques concernant l'éclairage public : leur diffusion est progressive et implique la cohabitation, sur le même territoire urbain, de plusieurs technologies d'ères différentes.**

Cette manière de considérer l'histoire et l'évolution des techniques sera valable pour toutes les époques abordées et a attrait à la « perméabilité » des différents âges techniques abordée en Partie 1. Les événements relatifs à la Révolution française ont amené l'éclairage public à être « désorganisé » selon les mots de Charles Malégarie [193]. L'époque n'est, en effet, pas vraiment propice à l'entretien d'une infrastructure urbaine, *a fortiori* lorsque celle-ci était autant liée à un pouvoir royal autant contesté, depuis Louis XIV et sa volonté de relier ce service à la lieutenance générale de police.

Dans une ironie à consonance dramatique dont seule l'Histoire a le secret, les dispositifs lumineux, que l'on appelait à l'époque « lanternes » devinrent alors le symbole de la justice populaire et de l'animosité envers les classes cléricales et nobiliaires. Cette construction sociopolitique d'un objet en apparence très technique s'explique pour plusieurs raisons, la première tient à la dimension hautement symbolique d'une infrastructure représentative du pouvoir royal sur la vie parisienne, la seconde a attrait à la simple « praticité » que représente une lanterne, en tant que potence potentielle déjà installée dans l'espace public.

Enfin la troisième et plus importante raison tient simplement du concours de circonstance qui a fait d'une lanterne en particulier le symbole de cette justice expéditive révolutionnaire. Il s'agit de la lanterne située à la place de Grève (actuellement place de l'Hôtel-de-ville) et qui a servi à la première exécution, celle du nouveau Contrôleur général des finances Joseph François Foulon.

Cette place est visible en Figure 50 sous la forme d'une gravure d'époque représentant le « Procureur Général » portant la parole à une foule attentive. Cette mise en scène faisait partie de la dynamique de l'époque et le choix de cette place est aussi dû à la position de cette dernière, centrale et faisant face à un buste de Louis XIV, comme pour prendre à témoin un symbole de la monarchie vacillante. Le *Discours de la lanterne aux parisiens* est également le titre d'une brochure rédigée par Camille Desmoulin [194], avocat et figure de la révolution, certaines éditions utilisant d'ailleurs la gravure évoquées précédemment comme illustration.

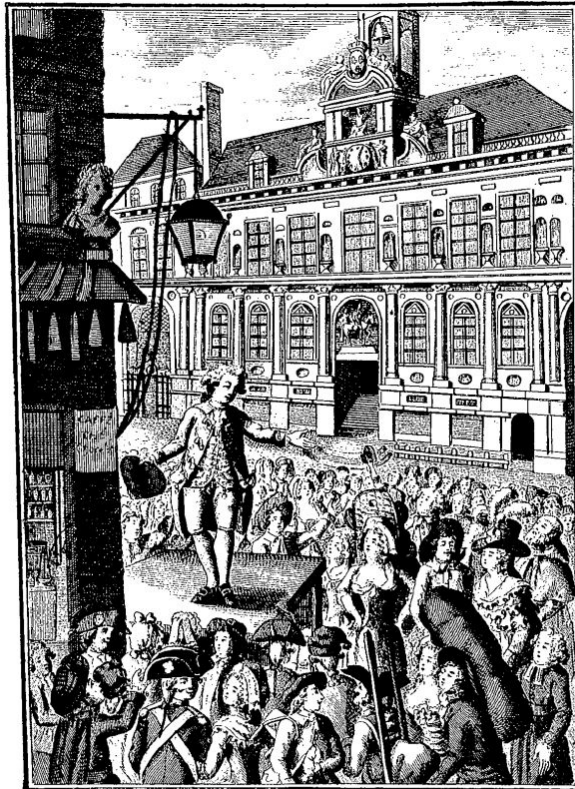


Figure 50 - "Discours de la lanterne aux Parisiens, le Procureur Général portant la parole.", gravure d'époque, extrait de l'ouvrage d'E. Defrance (1904).

La mythologie de la lanterne comme potence populaire précéda donc celle de la guillotine dans l'imaginaire révolutionnaire, dont on retrouve également la présence dans le chant *Ça ira* et qui évoque « Les aristocrates à la lanterne ».

Il est par ailleurs possible d'observer en Figure 51 plusieurs dessins révolutionnaires de propagande, le premier montrant les têtes de Louis XVI « Le traître » et Marie-Antoinette « La panthère autrichienne », suggérant en sous-main leur exécution. Les deux autres mettant en scène la pendaison d'un abbé et la personnification des lampadaires comme des « lanternes patriotiques » poursuivant le général d'Alton, qui transporte lui-même des têtes coupées.

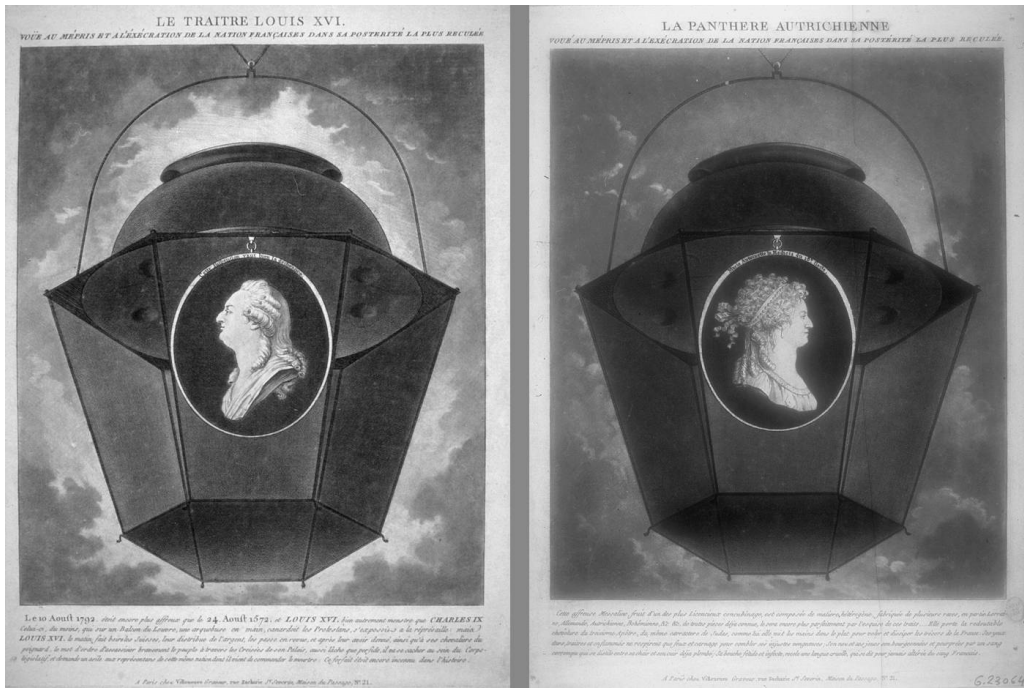


Figure 51 - Collection de dessins de propagande révolutionnaires mettant en scène les "lanternes".
Sources : Gallica, site de la BNF (Bibliothèque Nationale de France).

Le cri « A la lanterne ! » est ainsi devenu une exclamation habituelle pour les révolutionnaires, qui transformèrent ainsi une infrastructure associée à la sécurité nocturne en symbole des exécutions populaires et de la « revanche » d'une partie de la population sur les classes les plus favorisées [137]. Il est tout-à-fait possible, sans une once de cynisme, de retenir cette utilisation de l'éclairage public comme le premier exemple de diversification des usages de l'infrastructure, au-delà de son simple pouvoir éclairant.

La fin de la Révolution française, en 1799, la fin du directoire et le début du consulat, qui deviendra assez vite un Empire dirigé par Napoléon, amènera une stabilité sociale et politique ainsi qu'une gestion renouvelée de l'espace public. Comme expliqué plus haut, les travaux infrastructurels parisiens de l'époque sont surtout d'ordre édilitaire et, à notre connaissance, ne concernent pas l'éclairage public.

Cependant durant ce temps, la technique continue d'évoluer avec un point de bascule remarquable autour de l'invention du gaz d'éclairage attribuée à Philippe Lebon en 1800, dont nous avons parlé en Partie 1. Ce dernier propose d'ailleurs à la Ville de Paris son invention, démonstration à l'appui au travers de l'éclairage de l'hôtel Seignelay, loué pour l'occasion. Cette proposition n'aura pas le succès escompté et l'on restera, à Paris, sur un éclairage utilisant l'huile, avec une innovation qui rendra la mouchette inutile en 1812, la *Lanterne de Maëstricht*, qui pouvait brûler sur le long terme sans que l'on ait besoin de s'occuper de sa mèche.

L'éclairage à huile conserve donc sa prééminence, bien que celui au gaz commence à faire son entrée par le biais d'entrepreneurs venus de Londres, ainsi de Winsor qui parvient à faire éclairer le Palais du Luxembourg au gaz en 1815, préparant les esprits à l'arrivée du gaz dans l'espace public. **Le décompte de 1817 fait état de 4 645 réverbères pour un total de 11 941 becs fonctionnant à l'huile de colza**. La diminution du nombre de réverbères depuis 1788 est d'origine inconnue mais pourrait être imputée aux temps de troubles politiques de la Révolution française et de ses conséquences.

En ce qui concerne l'éclairage au gaz, les démonstrations de Philippe Lebon et de Winsor ont réussi à ancrer l'idée d'une lumière publique fonctionnant grâce à ce carburant, car c'est en 1818 que la ville de Paris effectue ses premiers essais d'éclairage public au gaz. Cette époque est aussi celle d'une idéologie et d'une modalité de gestion du travail humain et des marchandises : le capitalisme. Importé en quelque sorte des Pays-Bas et de l'Angleterre, cette idée de l'accumulation de richesse comme but, de l'échange marchand comme moyen et de la propriété privée comme condition va profondément influencer la gestion des infrastructures urbaines. Comme cela est visible en Figure 52, différentes compagnies utilisent alors une partie de l'espace urbain pour produire, transporter et vendre des biens et des services, en l'occurrence du gaz utilisé principalement pour l'éclairage privé à ses débuts.

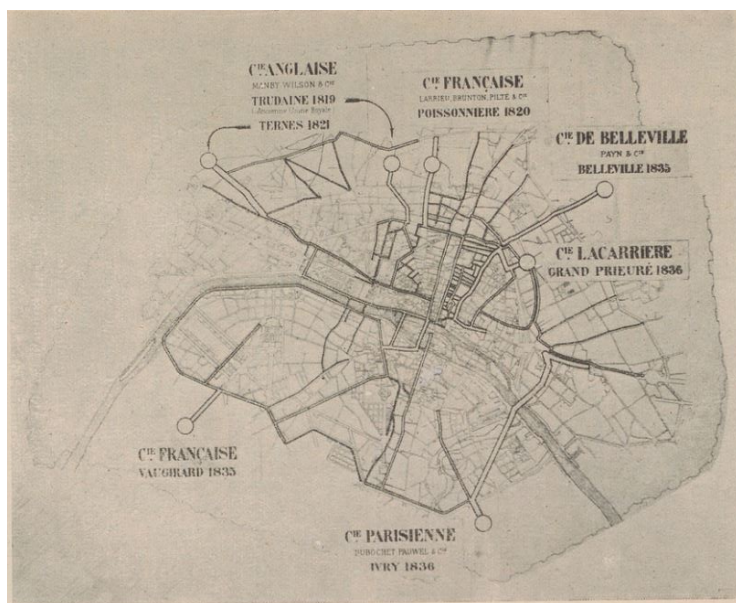


Figure 52 - Carte municipale des différentes compagnies de production et de distribution de gaz à Paris entre 1820 et 1836. Source : Gallica, site de la BNF (Bibliothèque Nationale de France).

La puissance publique devra gérer ces nouvelles activités et créera ainsi des régimes juridiques d'occupation de l'espace public qui seront des témoins solides du rapport qu'entretient une population et sa classe dirigeante aux activités économiques. Nous parlerons plus tard de toutes les modalités ayant existés lorsque nous ferons le bilan de l'éclairage public contemporain. Pour le moment au XIX^{ème} siècle retenons seulement que la puissance publique « permet » à des entreprises de vendre un service directement à ses riverains ou par l'intermédiation d'un organisme municipal. En tous les cas l'idée de « bien public » est tout autant naissante (en quelque sorte) que celle de « propriété privée », ce qui implique une certaine forme de « tâtonnement » quant aux dispositifs permettant d'encadrer le capitalisme à destination des riverains.

Pour reparler de l'éclairage public, l'on compte en 1821 : 12 672 becs pour 5035 réverbères, le modèle le plus répandu étant le modèle dit « de Vivien » qui est une amélioration du système d'Argand, soit une mèche plate permettant la circulation de l'air et une combustion optimale. L'éclairage au gaz peine encore à se frayer un chemin dans l'espace public parisien, contrairement à Londres où il a (littéralement) pignon sur rue. La raison principale de cette conservation de la technologie précédente est la méfiance envers le gaz qui n'est pas injustifié, l'explosion de gaz du 26 août 1821 au Palais-Royal en étant l'exemple parfait.

Cette méfiance est toutefois largement relayée et parfois alimentée par des journaux politiques comme le *Drapeau blanc*, la *Gazette de France* et la *Quotidienne* qui manifestent une vive hostilité à l'égard de l'éclairage au gaz. Il est possible de voir, dans ce lent développement, la peur de l'effondrement de l'industrie de l'huile de colza également, qui est un fait avéré en Angleterre où les baleiniers craignaient pour leur filière, mais il ne s'agit à Paris que d'une simple hypothèse. En avril 1829, les premiers candélabres à gaz sont installés et leur forme reconnaissable marquera l'imaginaire esthétique des nuits parisiennes dont la gravure en Figure 53 est un bon exemple.

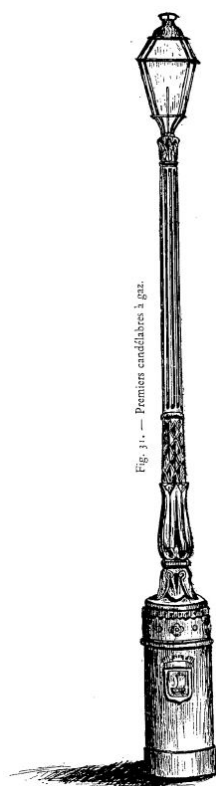


Figure 53 - Gravure d'un des premiers candélabres à gaz.
Extrait de l'ouvrage d'E. Defrance (1904).

Un bilan remarquablement précis de 1832 apparaît dans l'ouvrage d'Henry René d'Allemagne [138] et fait état d'une consommation annuelle de 773 566 livres d'huile pour alimenter 5 322 réverbères contenant 12 422 becs. Le témoignage du doyen des allumeurs de réverbères de l'époque nous apprend aussi que de modestes efforts sont mis en en place afin d'installer les premiers lampadaires à gaz. **Comme cela est donc suggéré, l'huile est toujours prédominante avec 12 816 becs fonctionnant à l'huile pour 203 au gaz, le tout réparti sur les 6 273 lampadaires de Paris en 1835.**

Le gaz se développe en faisant valoir sa plus grande facilité de transport (par les conduits), son pouvoir éclairant et son coût de moins en moins prohibitif, en raison de son procédé de fabrication. En effet lorsque l'on désire fabriquer du coke (sous-produit de la houille, un type de charbon), le « gaz de houille » est produit par distillation pendant le procédé. Très vite il est produit directement pour éclairer et n'est plus seulement considéré comme un produit marginal de la production de coke²²⁰. Il se déferra ainsi petit à petit de sa mauvaise réputation et viendra remplacer certains lampadaires à l'huile à partir de cette époque. La conception des candélabres se normalise et l'on voit également apparaître les premières véritables « consoles » non plus posées sur un mat mais directement accrochées aux façades, dont la Figure 54 fournit une parfaite comparaison d'avec son équivalent « à mat ».

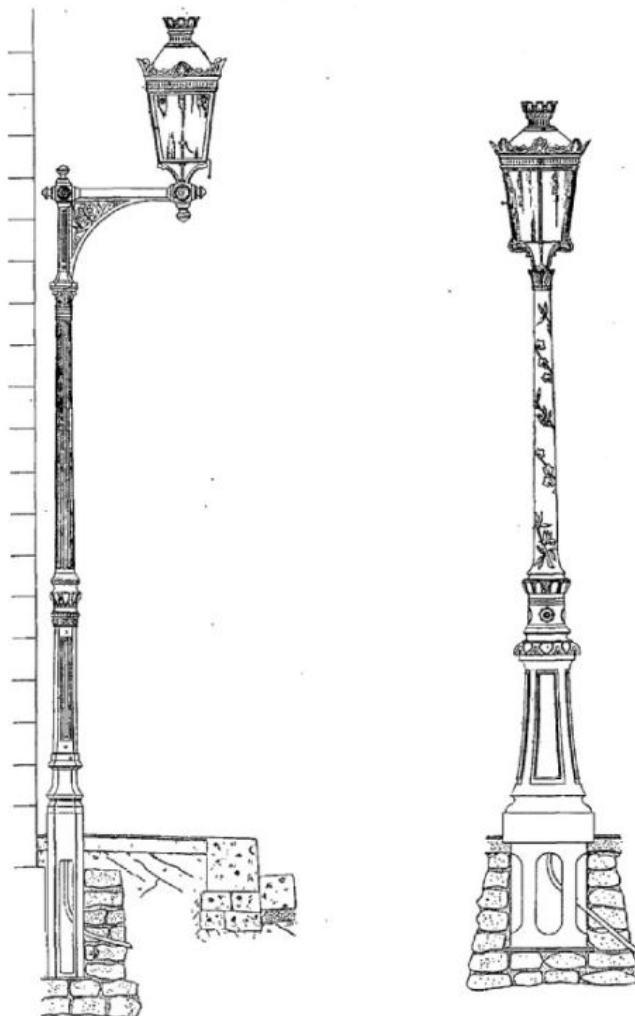


Figure 54 - Candélabre console et candélabre nouveau modèle (Oudry). Extrait de l'ouvrage de Henri Maréchal (1894).

²²⁰ Sans trop nous étendre, le coke sert notamment de combustible et est aussi utilisé dans certains procédés sidérurgiques.

De manière contemporaine, l'énergie électrique à destination de l'éclairage public fait son arrivée avec, pour la première fois, l'utilisation de lampes à arc afin d'éclairer un espace public place de la Concorde en 1844. Des témoignages de 1848 [86] montrent toutefois que cette technologie est, à l'époque, très circonstanciée et surtout utilisée dans les lieux privés comme les salles de théâtre ou pendant les travaux de nuit, en cause les difficultés de production et de stockage de l'électricité de cette époque.

Ayant un pouvoir éclairant plus puissant que l'huile et maintenant plus pratique, l'éclairage au gaz conquiert (rétrospectivement) très rapidement toute la capitale avec un total de 13 133 becs fonctionnant au gaz en 1852. On notera d'ailleurs que l'intensité de ce dernier est, à l'époque, fonction de la lune et de son éclairage. Différentes technologies de « becs » existent sans que leur énumération ne nous paraisse pertinente au sein de cette réflexion. Nous noterons toutefois que les progrès en termes de photométrie sont manifestes avec l'utilisation d'unités comme le « carcel », ancêtre du candéla et inspiré de l'inventeur Bertrand Guillaume Carcel qui ne créait que des lampes fragiles à destination de personnes aisées. Cette unité se définit de la manière mentionnée ci-dessous.

« La Carcel est l'unité de lumière en France. C'est la quantité de lumière fournie par la lampe Carcel, étalon brûlant à l'heure 42 grammes d'huile de colza épurée. »

Eugène Defrance – *Histoire de l'éclairage des rues de Paris* [140]

C'est aussi à cette époque que le livre de l'historienne Simone Delattre identifie une modification sociétale de la perception de la nuit [195]. La nuit commence en effet à exister sous la forme d'un passé fantasmé qu'elle analyse au travers d'une réflexion historique et romanesque. L'éclairage public de plus en plus présent commence à « désenchanté » la nuit [27] et on observe aussi, à cette époque, l'affirmation de la figure du « peuple nocturne » [195] de manière antagonistique. Pour nous, ces observations s'inscrivent dans une forme de naturalisation de la lumière artificielle, celle-ci étant la conséquence d'une nuit dont le « règne » [6] est en train de définitivement se terminer. L'aboutissement de cette naturalisation sera, bien plus tard, la considération, par l'usager, de l'éclairage public comme un acquis, ne se remarquant que par son absence [1].

Ces avancées techniques et ces modifications de perceptions montrent à quel point l'éclairage public a évolué en tant qu'infrastructure physique, en tant que besoin social, que bien marchand et même en tant que mythologie propre à une temporalité urbaine. La culture de l'époque peignant le lampadaire comme « un appui pour pochard » autant qu'elle produisait des chansons à la grandeur du gaz. Sur le plan urbanistique, l'infrastructure se connecte et commence à ressembler de plus en plus à un réseau, plus précisément à ce que nous avons appelé en Partie 1 un « Système dynamique-rétistique ». Toutefois l'éclairage public est pour le moment segmenté en termes de gestion et de matérialité et ce ne sera que grâce aux fusions et unions que nous traiterons dans la prochaine sous-partie qu'apparaîtront les premiers vrais exemples de réseaux.

LES RESEAUX D'ECLAIRAGE PARISIENS (1855 – 1913)

LE TEMPS DES COMPAGNIES

En reprenant la définition de « réseau » actée en Partie 1 et qui nous a permis de comprendre les prérequis nécessaires à l'éclairage public pour être considéré, effectivement, comme un réseau, **nous pouvons alors dater l'apparition du premier réseau d'éclairage public parisien en 1855 lorsqu'est officialisée la « fusion » des six compagnies gazières. Soit le regroupement de la Compagnie Anglaise, la Compagnie Française Poissonnière, la Compagnie de Belleville, la Compagnie Lacarrière, la Compagnie Française Vaugirard et la Compagnie parisienne (toutes présentes en Figure 52) afin de créer la « Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz ».** Cette unification est loin d'être anecdotique, car dans

un premier temps, elle fournit une sorte de compromis entre la gestion purement publique (ou auparavant royale) de l'ensemble de l'éclairage des rues parisiennes et les vellétés capitalistiques des entrepreneurs de ce XIX^{ème} siècle. Proposons alors une parenthèse concernant la gestion de ces compagnies privées et ce qu'elle révèle du climat politique et idéologique d'une ville éclairée.

Rappelons aussi que cette époque fait directement suite à la deuxième Révolution française de 1848 et que le pouvoir politique est globalement méfiant à l'égard des classes populaires et acquis à la bourgeoisie (et non aux différentes noblesses comme auparavant). Nous entrerons bientôt dans le cycle des Grands Travaux évoqués plus haut dont un des objectifs réside en le retour des bourgeois dans le centre-ville ; leur permettre de faire fructifier leurs affaires dans l'espace public est donc raccord avec les vellétés de l'époque. Le second Empire français gère ses infrastructures techniques de la manière avec laquelle son orientation politique l'y détermine, ici il s'agit de l'encadrement public d'affaires privées. D'ailleurs, symbole important, la gestion de l'éclairage public incombe désormais à la préfecture de la Seine et non à la police, actant un changement de perception du « statut politique » de l'éclairage (et de l'institution policière également). C'est un décret daté de 1859 qui actera ce nouveau statut [193] et permettra à la préfecture de faire rentrer les lampadaires dans « l'idéologie urbaine Haussmannienne » en normalisant l'espacement de 20 à 35 mètres

Cette influence des affaires privées dans l'espace politique est à considérer de manière très relative en France, où la puissance publique garde un droit de regard important sur ce qui se passe en ville, a fortiori à Paris qui est (plus que jamais) la matérialisation du pouvoir national. Comparons par exemple la France avec l'Angleterre, Paris avec Londres sur le plan de la gestion des lumières urbaines. Tout d'abord les mots sont importants et la différence est palpable entre les deux manières de nommer la lumière artificielle urbaine. Plus précisément nous avons, d'un côté, « L'éclairage public » français et, de l'autre, « *The street light* »²²¹ anglais, soit deux concepts très différents sur le plan de la sémantique qui font écho à deux manières également radicalement différentes d'aborder la ville et les lieux « publics ». Cette dualité s'exprime notamment au travers d'écrits datant de ce siècle [141], [142] et autour d'ouvrages plus récents traitant de ces différences [196], [197] desquels il est possible de retenir plusieurs réflexions quant à la manière de considérer ces ensembles urbains.

Tout d'abord, Paris est souvent perçue, de manière rétrospective mais aussi par des observateurs contemporains, comme l'achèvement de plusieurs siècles de gestion centralisée et étatique, découlant de la culture politique française et de la place prépondérante de l'État (royale, impériale et républicain) dans les affaires urbaines (le chapitre précédent confirmant en partie cette vision). Londres, de son côté, serait plutôt la matérialisation du « laisser-faire » quant aux affaires urbaines, idéologie héritée du mercantilisme anglais et de l'importance des affaires privées (d'abord entre nobles, puis entre bourgeois) dans la gestion de la capitale impériale (puis royale). **En résulte deux objets urbains qui ne cessent de fasciner par leurs différences et les liens qu'ils entretiennent²²², à savoir une ville de Paris dense, planifiée et administrée, à mettre en comparaison avec une ville de Londres étalée, construite en fonction des besoins marchands et laissée (en partie) à la discrétion de ceux-ci.**

Les modalités de gestion des lumières urbaines constituent une illustration remarquable de cette dualité, « l'éclairage public » étant à Paris une « affaire d'État » dès le XIV^{ème} siècle alors que dans les rues de Londres, les entreprises d'éclairage fournissent un service qui est rémunéré par la municipalité. Celle-ci étant un « client » parmi d'autres, lorsque l'entreprise ne se charge pas elle-même de percevoir l'argent des riverains, se substituant ainsi à la puissance publique. Nous aurons largement l'occasion de développer cette comparaison lorsque nous parlerons de l'époque contemporaine et des fonctions que pourra revêtir le réseau d'éclairage. **Ce que cette parenthèse met en évidence c'est la « tendance lourde » des modalités de gestion des infrastructures urbaines, reflet du climat sociopolitique traversant les villes.** En l'occurrence la ville de Paris se démarque par un « contrôle » des infrastructures techniques même lorsque celles-ci sont installées

²²¹ De manière littérale : « La lumière de rue ».

²²² En atteste les précédents ouvrages cités, les « liens » étant surtout le fruit d'une intense rivalité de leurs nations respectives.

et gérées par des entreprises privées, notre hypothèse est que cette tendance lourde influencera en très grande partie les mutations urbaines et agira comme une grille de lecture autant que comme un vecteur idéologique.

Ce « contrôle » s'illustrera notamment avec la création, en 1961, d'un laboratoire spécialisé dans la vérification du respect des normes, en matière d'éclairage public, par les différents opérateurs de l'espace urbain. Ce laboratoire est aujourd'hui toujours en activité et possède un rôle dans la normalisation des infrastructures d'éclairage de Paris, la Ville de Paris exerce son droit de regard sur l'éclairage de son domaine. Un décompte datant de 1870 [193] nous indique que la ville de Paris compte, à cette époque « environ 32 000 appareils à gaz à l'intérieur de la nouvelle enceinte », ce qui fait référence au territoire maintenant élargi car comprenant l'annexion des communes limitrophes, comme expliqué dans le chapitre précédent. Le gaz reste donc prédominant et les « Grands Travaux » sont en train de remodeler une ville qui a, quasiment²²³, atteint la taille finale qu'elle conservera jusqu'à l'époque contemporaine soit le début du XXème siècle.

L'éclairage électrique fera tout de même son apparition sur une modalité que nous retrouverons souvent dans la gestion des infrastructures parisiennes, une innovation privée largement encadrée par la puissance publique. Ainsi de l'éclairage, en 1878, de la Place de l'Opéra, de son avenue et du Théâtre Français par des bougies Jablochhoff et des lampes à incandescence d'Edison. On notera qu'à l'époque, le manque de confiance envers la fiabilité de l'éclairage électrique amena à la conception de candélabres « mixtes » pouvant fonctionner au gaz et à l'électricité. Est visible en Figure 55 deux photographies montrant un candélabre électrique de la Place de l'Opéra et un « mixte » d'une avenue parisienne. L'existence de ces deux moyens



Figure 55 - Photographies d'un candélabre électrique de la Place de l'Opéra (à gauche) et d'un candélabre mixte gaz et électricité (à droite). Extrait de l'ouvrage de R. Boutteville.

²²³ Les limites définies par les remparts extérieurs seront légèrement élargies au XXème siècle.

public déjà présent sur la Place de l'Opéra pour les raisons précisées dans la citation ci-dessous et qui fait référence à la possibilité, pour Paris de généraliser l'éclairage électrique.

« il paraît convenable d'écarter de manière absolue toute question d'où pourrait surgir des difficultés imprévues »

Alain Beltran – *Paris et ses réseaux, naissance d'un mode de vie urbain* [145], [146].

Sans que nous partagions, spécifiquement, ce constat d'une « occasion manquée », force est de constater que la Place de l'Opéra n'est, en 1882, plus éclairée à l'électricité. Il est ici utile de rappeler notre hypothèse de la « tendance lourde » des infrastructures techniques parisiennes, que nous rattachons aux modalités de gestion administrée et centralisée du pouvoir étatique (et donc municipal). C'est cette politique du temps long, en comparaison des infrastructures londoniennes par exemple, qui nous apparaît être à l'origine de cet apparent retard de la ville de Paris sur d'autres. En outre, parler d'un « retard » nous paraît être un jugement normatif qui ne trouve pas forcément de justification, chaque ensemble urbain ayant des besoins spécifiques en fonction de sa géographie, de ses habitants et de sa matérialité.

Ainsi d'une ville de Paris dont la « non adoption » des technologies innovantes est à relier à la volonté de son administration de pouvoir avoir suffisamment de recul afin d'en favoriser l'installation sur l'ensemble de l'espace urbain. *A contrario* de la ville de Londres, dont les habitudes politiques amènent les pouvoirs publics vers une posture plus libérale, lui permettant de bénéficier des infrastructures les plus « innovantes » au prix d'une irrégularité d'installations, celles-ci se faisant au rythme des fluctuations du marché.

Il n'est nul besoin de vouloir hiérarchiser ces modèles politiques entre eux pour constater leurs profondes divergences, les origines politico-culturelles de celles-ci et leurs influences majeures sur les infrastructures techniques. Pour revenir à Paris, la période comprise entre 1879 et 1888 est également celle de la percée de l'électricité dans les usines et foyers, servant à alimenter la force motrice et les premiers systèmes d'éclairage électrique domestique. Il n'est pas anodin de rappeler que c'est l'éclairage public qui a permis cette entrée de l'énergie électrique à des fins domestiques et industrielles, les opérateurs prenant à leur charge la production depuis des centrales qu'ils possédaient.

Ainsi en 1882 paraît une autorisation de branchement de l'énergie électrique chez les particuliers, qui ne sera jamais réalisée, vraisemblablement pour des raisons de faible rentabilité, en témoigne la demande de la Compagnie Générale d'Électricité, laquelle réclamait (la même année) une concession générale afin de pouvoir effectuer les économies d'échelles nécessaires à la bonne tenue de ses comptes.

Il faudra attendre 1888 pour voir arriver les premières « permissions » concernant la distribution d'électricité (en partie confondue avec l'éclairage public à l'époque). Cette modalité juridique d'occupation de l'espace public implique notamment une liberté très étendue de la puissance publique dans la manière d'attribuer les lots à des opérateurs économiques ainsi qu'une possibilité de modification des termes du contrat même lorsque celui-ci est en cours.

Suivant une logique de service public et étant à relier à ce qu'Alain Beltran appelait le « socialisme municipal » [146], ces secteurs promettaient des profits confortables au centre et des pertes non négligeables en périphérie. Les secteurs ont donc été tracés depuis le centre vers les périphéries en compensant à chaque fois une zone « rentable » par une zone « de perte » et en fixant des tarifs encadrés par la Mairie afin que chaque habitant puisse bénéficier d'un raccordement électrique. Bien sûr, les habitants devaient toujours payer leur raccordement à un prix élevé pour les classes populaires, ce qui nous amène à largement relativiser le terme de « socialisme municipal », ce système s'apparentant plus à un capitalisme très largement encadré par la municipalité.

Quoi qu'il en soit, la municipalité a, à l'époque, rejeté purement et simplement l'idée d'un monopole ou de ce qui avait été avancé plus haut comme une « concession générale », ce faisant la Ville fait *de facto* le choix d'une juxtaposition de concessions privées concurrentes et d'un secteur municipal. Ce dernier englobait quelques quartiers, notamment les Halles de Paris, et conservait un équipement de production et de distribution d'électricité à destination de certaines zones spécifiques concernant l'éclairage public principalement.

La durée est fixée à 18 ans pour ces concessions ou « permissions » et comprend, comme évoqué précédemment, de fortes contraintes matérielles et financières pour les entreprises qui doivent à la fois générer du profit et proposer un service public égalitaire. Nous reviendrons d'ailleurs plus bas sur la réalisation matérielle de cette idée de « service public » et en quoi elle est la résultante d'une interprétation socio-politique d'une réalisation technique, c'est-à-dire un argument de plus en faveur de la confusion entre technique et société.

LE TEMPS DES SECTEURS

Revenons à nos « secteurs » dédiés à l'éclairage électrique, ceux-ci sont donc au nombre de six et ont été conçus de manière à permettre à toutes les entreprises de générer des profits au centre et d'assurer un service public en périphérie. **A cela s'ajoute une hypothèse personnelle et qui tient à la « persistance historique » des réseaux techniques, car ce découpage de l'espace urbain n'est pas sans rappeler celui opéré par les services techniques de la ville en 1860 et donnant les « secteurs de distribution statistiques » de la distribution du gaz dans un objectif d'éclairage public [139].**

La juxtaposition de ces deux cartes, extraites de l'ouvrage d'Henri Maréchal et visible en Figure 57 nous porte à croire que les secteurs formés par la distribution du gaz, qui sont le résultat des contingences topographiques dans la distribution du combustible à partir des usines de production, ont préparé la formation des six secteurs de l'éclairage public électrique visibles en bas de la même figure.

Cela est visible malgré la « fusion » des deux périmètres au sud de la Seine et l'intégration du périmètre central des Halles au secteur de la Compagnie parisienne de l'air comprimé²²⁵. Précisons qu'il n'y a pas, à notre connaissance, de continuité organisationnelle entre les éclairages au gaz et à l'électricité, bien que les conduites de gaz aient été réutilisées pour distribuer l'électricité lors des basculements technologiques.

Les nouveaux secteurs de l'éclairage électrique ne font pas réellement « suite » aux périmètres de l'éclairage au gaz dans la mesure où les deux technologies, et donc les deux typologies de segmentation de l'espace urbain, vont cohabiter pendant quasiment un siècle. Notre analyse de la persistance de cette segmentation nous invite à considérer les nouveaux secteurs comme présentés dans les pages suivantes.

*

**

²²⁵ Dans le lexique technique de cette époque, « périmètre » désigne les zones d'alimentation de l'éclairage au gaz et « secteur » les zones de concession de l'éclairage électrique.

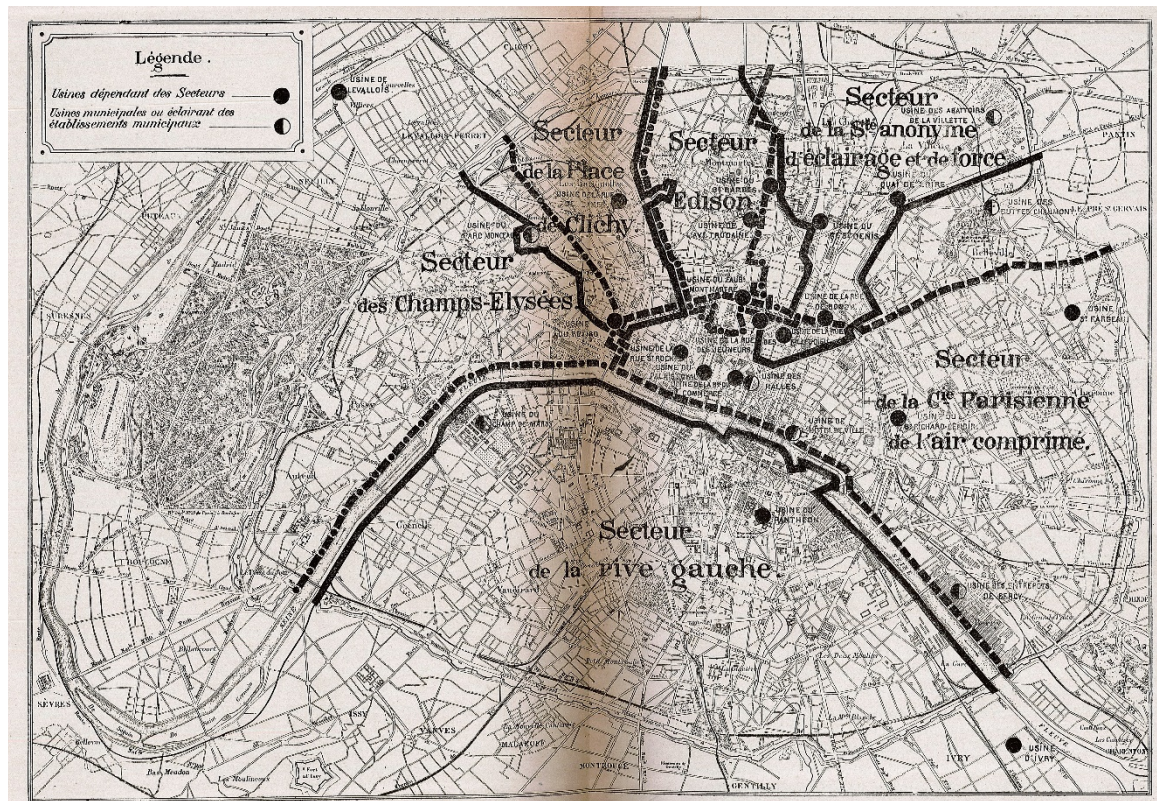
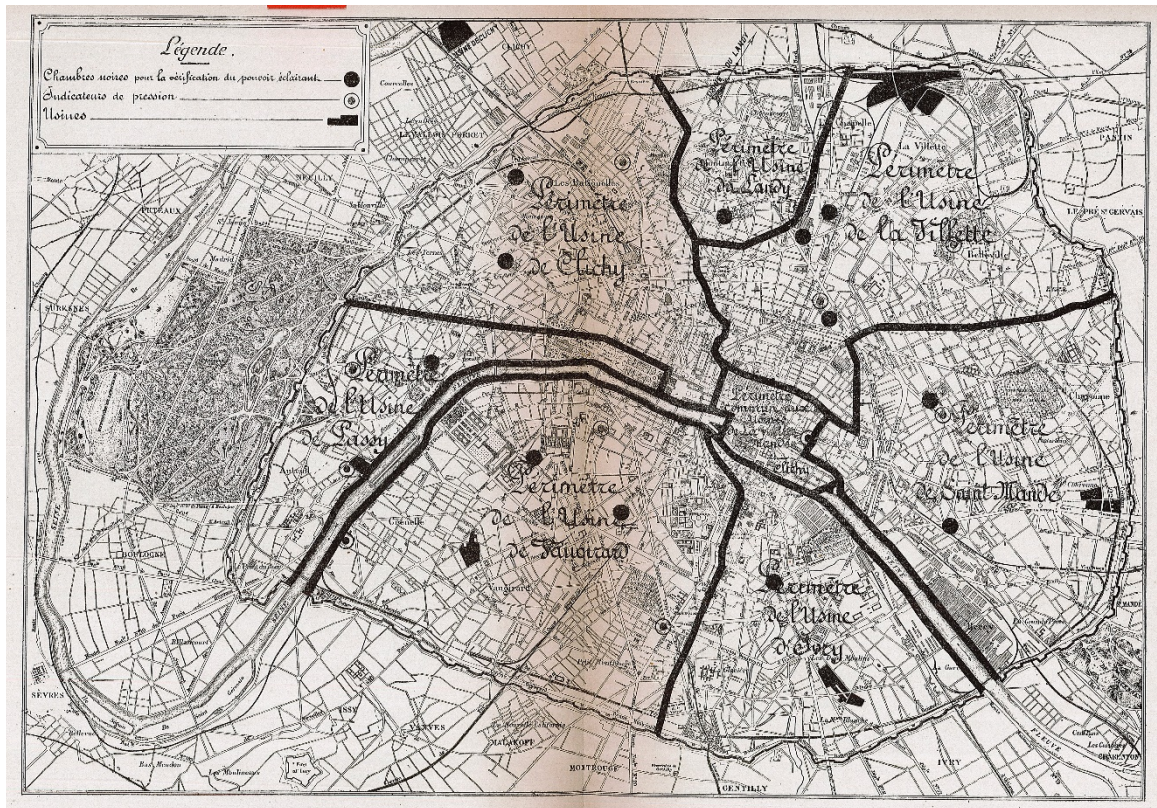


Figure 57 - Carte indiquant les secteurs d'alimentation statistiques des usines à gaz pour l'éclairage public en 1860 (en haut) et carte indiquant les secteurs des concessions privées ou permissions de l'éclairage à l'électricité en 1894 (en bas), H. Maréchal (1896).

- **Secteur des Champs-Élysées**, englobant l'ancien périmètre de l'Usine de Passy ainsi qu'une partie du périmètre de l'Usine de Clichy ;
- **Secteur de la Place de Clichy** qui correspond au périmètre de l'Usine de Clichy amputé de la partie laissée au secteur des Champs Élysées ;
- **Secteur Edison** composé du Périmètre de l'Usine du Landy ainsi que d'une extension au Sud, autrefois une enclave du périmètre de l'Usine de la Villette ;
- **Secteur de la Société anonyme d'éclairage et de force** qui correspond au périmètre de l'Usine de la Villette amputé de l'enclave en question ;
- **Secteur de la Compagnie Parisienne de l'air comprimé** correspondant au périmètre de l'Usine de Saint-Mandé en plus du périmètre commun du centre de Paris ;
- **Secteur de la rive gauche** qui correspond à la « fusion » des périmètres de l'Usine de Vaugirard et de l'Usine d'Ivry.

Tous ces secteurs forment donc, chacun de leur côté, les infrastructures originales de l'éclairage public parisien, partagées entre obligation de service public et tropisme du profit. Ces contraintes matérielles et financières très fortes incluent notamment une importante redevance, des prix que les opérateurs considèrent comme « bas » et révisables à la baisse par la municipalité et une obligation de raccordement aux usagers le demandant à partir des façades des bâtiments²²⁶.

La notion de « Service Public » est toutefois à analyser à l'aune de la conception que les administrateurs de l'époque en avaient, une conception asymétrique en fonction de la nature des citoyens considérés. Rappelons que le suffrage censitaire n'a été abolie qu'en 1850 et que celui mis en place à sa suite ne concernait que les citoyens masculins, témoignant d'une époque où l'universalisme pouvait être conditionné à des prérogatives de genre, de classe et de possessions matérielles. **C'est une information en apparence « purement » technique qui nous permettra de valider cette hypothèse, à savoir la typologie d'alimentation des secteurs précédemment abordés et plus particulièrement la différence entre, d'un côté, les secteurs « rive gauche » et « Champs-Élysées » et, de l'autre les autres secteurs que l'on appellera, pour des raisons de simplification, les secteurs « du nord ».** La compréhension des analyses qui vont suivre est conditionnée à la classification des techniques d'éclairage électrique en Partie 1 et notamment au chapitre concernant les différences entre régime alternatif et régime continu.

Ce que l'on peut remarquer immédiatement sur la carte inférieure de la Figure 57, c'est la quantité de centrales que l'on trouve dans les secteurs du nord, beaucoup plus importante que les quelques centrales des secteurs *rive gauche* et *Champs-Élysées*. Ceci s'explique, non pas par la puissance plus importante qu'il serait nécessaire de déployer mais par la typologie de production et de distribution d'électricité à l'œuvre et surtout les conditions d'installation matérielle des centrales que cette typologie sous-tend. **Les secteurs du « sud » sont ainsi alimentés en courant continu, permettant de n'installer qu'un petit nombre d'usines fournissant une puissance beaucoup plus importante, les usines étant situées à Levallois pour le secteur *Champs-Élysées* et à Panthéon et Ivry pour le secteur *rive gauche*. A la différence de tous les secteurs du « nord » qui, alimentés en régime continu, ne bénéficient pas d'une puissance aussi importante et doivent (ou peuvent) construire de petites usines à proximité des infrastructures à alimenter, le courant continu ne pouvant être transporté sur de trop longues distances.**

²²⁶ Rappelons que l'éclairage public et la fourniture d'électricité domestique sont, à cette époque, très confondus.

Vient alors la question de l'explication, du processus de décision qui a amené à choisir des technologies différentes pour des secteurs différents, en rappelant qu'au XIX^{ème} siècle, il n'existait pas de consensus sur le régime optimal à adopter afin d'éclairer ses rues ou d'alimenter ses usines. Un début de réponse peut se trouver autour du nom d'un des secteurs, celui d'*Edison*, farouche défenseur du régime continu comme expliqué en Partie 1. **Cependant cela n'explique qu'un choix parmi tous les secteurs et, en dernier ressort, les conditions contractuelles des concessions privées rendent la ville arbitre des décisions d'installations de centrales et de choix de régimes. La réponse se trouve, de manière très simple, dans l'ouvrage d'Henri Maréchal, lorsque ce dernier explique les raisons ayant poussé les autorités à installer des centrales à courant alternatif et plus précisément lors de sa description des quartiers en question, avec en premier lieu le secteur des Champs Élysées comme expliqué ci-dessous.**

« Le Secteur des Champs-Élysées embrasse un vaste triangle [...]

Les maisons de luxe abondent dans ce secteur. Dans le voisinage du Bois de Boulogne on rencontre également de très belles maisons de rapport contenant des clients tout indiqués pour une exploitation électrique. En revanche la population est peu dense, circonstance défavorable, car elle oblige à développer beaucoup la canalisation.

Dès lors, afin de diminuer les pertes de charge, les hautes tensions s'imposaient. On y a trouvé outre cet avantage : c'est de pouvoir éloigner l'usine productrice d'électricité, de Paris et de s'éviter ainsi les réclamations qu'occasionnent souvent dans les grandes villes, la fumée de charbon brûlé sous les chaudières et les trépidations produites par les machines.

On s'est placé dans le voisinage immédiat de la Seine, à Levallois-Perret. Cette proximité du fleuve devait être recherchée en vue de l'arrivée par bateau des approvisionnements de houille et du puisage direct en rivière de l'eau nécessaire à la condensation de la vapeur »

Henri Maréchal - *L'éclairage à Paris*, page 245, 1894 [139].

Plusieurs facteurs régissent donc ici l'utilisation de la haute tension, par extension du courant alternatif permettant de le distribuer et du réseau idoine, ce dernier conduisant « Les hautes tensions directement chez les abonnés » [139]. Il en va de même pour l'éclairage public dont les transformateurs se situent directement dans l'espace public et font office de « nœuds » pour ce réseau. On notera d'ailleurs qu'après l'expiration de la concession en 1908 il était prévu que le Secteur « devra abandonner gratuitement sa canalisation à la Ville de Paris » [139], ce qui donne le ton des concessions de l'époque, desquelles la Ville pouvait tirer du patrimoine en échange d'une exploitation limitée dans le temps. Nous verrons plus tard qu'il n'en fut pas exactement ainsi pour la partie du réseau vouée à l'éclairage public.

Quoi qu'il en soit, le choix du courant alternatif est aussi motivé par la nécessité de ne pas déranger les riverains, dont on aura bien souligné la condition aisée, bourgeoise dirait-on à l'époque, au travers de ses possessions patrimoniales. Vient ici un triple conditionnement pour ce courant, géographique avec la proximité de la Seine pour la centrale, sociale avec l'envie d'éloigner la production et enfin socio-urbanistique avec la faible densité urbaine, découlant directement des habitudes et possibilités de cette classe sociale. L'on peut observer, en Figure 58, ce à quoi pouvait ressembler une usine de cette envergure, vouée à alimenter en haute tension tout un secteur de Paris.

Concernant le *secteur rive gauche*, il est également ici question du type de population concernée mais en insistant sur la présence d'« un nombre considérable d'écoles, de lycées et d'institutions appartenant soit à la Ville, soit à l'État. » [139]. Notons d'ailleurs que si l'on compare les prix moyens du kilowatt installé, en Figure 59 le courant continu coûte plus cher à l'installation que l'alternatif, vraisemblablement grâce aux économies d'échelle.

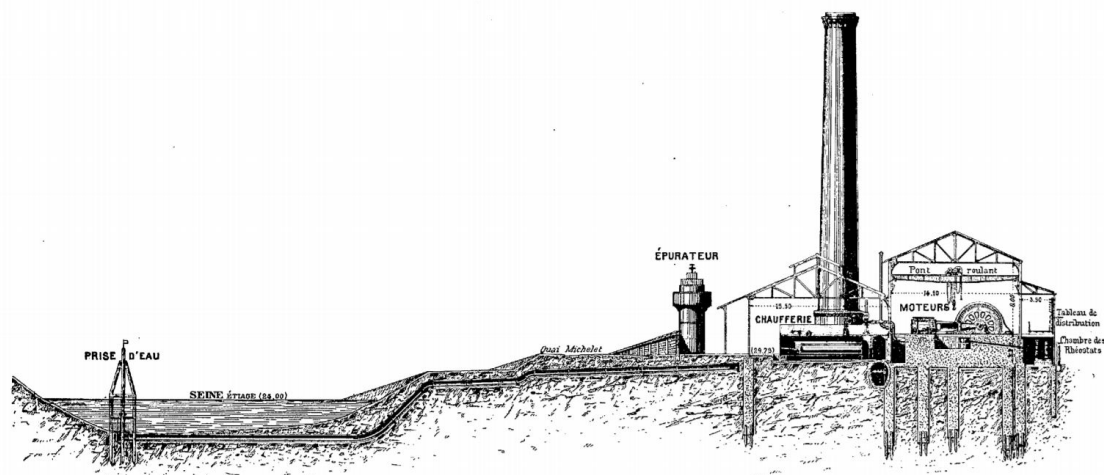


Figure 58 - Usine de Levallois, coupe transversale. Extrait de l'ouvrage d'Henri Maréchal (1894).

Afin de valider cet argumentaire, il convient de s'intéresser également aux choix ayant motivé l'installation d'usines à courant continu dans les quartiers « du nord ». En ce qui concerne le *Secteur de la Société Anonyme d'Éclairage et de Force*, il est clairement énoncé que la quantité d'usines de plus petites tailles, six pour être précis, est justifié par le « système de distribution adopté et par la disposition du secteur qui présente certaines zones de consommation assez déterminées » [139].

Ce qu'il faut comprendre ici, c'est que les zones présentant des consommateurs potentiels sont suffisamment éloignées pour ne pas s'embarrasser avec une distribution « haute tension » et lui préférer la multiplicité d'usines en courant continu à basse tension. Il n'est par ailleurs fait aucune mention des habitants de ce quartier et de leur proximité avec ces mêmes usines, construites pour certaines à proximité des lieux d'habitation, comme cela est visible sur la carte en Figure 57. Précisons à ce propos que les usines à courant continu présentent moins de désagréments que celles à courant alternatif, en raison notamment des tensions plus faibles en jeu et donc de la taille plus modeste de l'infrastructure productrice d'électricité.

	Dépense totale	Prix du kilowatt installé.
Courant continu à basse tension	282.000 ^f	1.175 ^f
Courant alternatif à haute tension	334.000	1.012
Totaux généraux et moyennes	616.000 ^f	1.080 ^f

Figure 59 - Prix du kilowatt, Henri maréchal (1894)

En ce qui concerne le *Secteur Edison* il est fait mention d'une « zone excessivement dense dans laquelle des théâtres, des hôtels, de nombreux cafés, de grands magasins, ont naturellement besoin de beaucoup de lumière » [139]. Outre qu'il n'est, là encore, pas fait mention des populations pouvant être impactées par la présence d'usines en plein Paris, l'Histoire des techniques nous rappelle que la Compagnie Edison, farouche défenseuse du courant continu (voir Partie 1) n'aurait vraisemblablement pas pu choisir une autre technologie. Parmi ces usines, celle de l'avenue Trudaine visible en Figure 60 et possédant des moteurs d'une puissance de 300 chevaux (les mêmes que l'on retrouve à l'usine de Levallois fonctionnant en alternatif et située en périphérie de la ville), pourrait être l'origine de désagréments urbains pourtant absents des réflexions de l'époque.

Il est par ailleurs fait mention du *Secteur de la place Clichy* comme présentant « 2 500 km, en ligne droite » et nécessitant donc « un système de distribution spécial afin de réduire les pertes en charge ». Ici, le courant

alternatif aurait pu être un choix tout désigné mais les incertitudes de l'époque et la tendance des quartiers de la zone « nord » en ont décidé autrement.

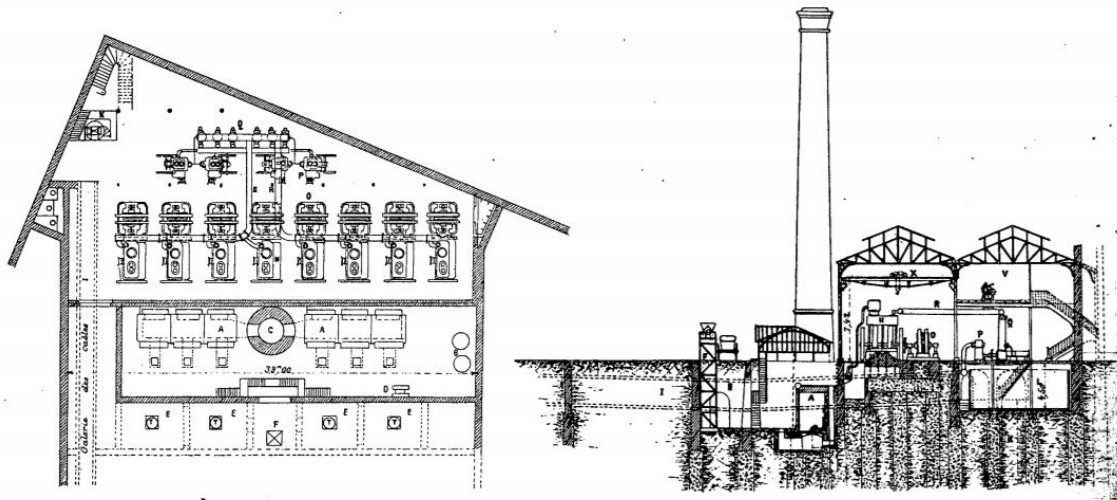


Figure 60 - Usine de l'Avenue Trudaine, plan et coupe transversale. Extrait de l'ouvrage d'Henri Maréchal (1894).

Ce réseau spécial était d'ailleurs celui dit « à 5 fils » soit cinq câbles dans lesquels on maintient une différence de potentiel de 110 volts, un système qui « ne va pas cependant sans une certaine difficulté » [139] et qui marquera une partie du réseau d'alimentation et d'éclairage public du nord-ouest parisien. Précisons qu'encore une fois il n'est nullement fait mention des habitants vivant à proximité de l'usine de la rue des Dames (seule usine du secteur). Les réseaux et usines des Halles et du Palais Royal sont plus anecdotiques, tant leurs infrastructures publiques ne servaient qu'à alimenter ou éclairer des bâtiments publics de manière très spécifique.

En ce qui concerne, donc, les secteurs gérés par la municipalité, il s'agit de structures bien spécifiques ayant vocation à éclairer des zones emblématiques et à développer les connaissances techniques au sein de la Ville de Paris. L'objectif affiché était de conserver une partie du service sous le « giron » du public, vraisemblablement pour ne pas se retrouver démunie en cas de basculement vers une gestion complètement publique. Cette décision s'illustre par cette citation extraite d'une analyse *a posteriori* de la décision du Conseil de Paris du 31 mars 1888 et que nous retranscrivons ci-dessous.

« Aux yeux du conseil une usine municipale devait permettre de comparer utilement les divers systèmes de production de l'énergie électrique et de déterminer exactement le prix de revient du nouvel éclairage »

Henri Maréchal – *L'éclairage à Paris*, 1894 [139].

Ceci a amené la ville à conserver deux systèmes de distribution étant le reflet des deux types de réseaux à ce moment dans la ville de Paris. Précisons aussi que le « réseau municipal » [139] ne subit pas une délimitation spécifique quant à sa distribution, la Ville se réservant le droit de canaliser, si elle le désire, n'importe quelle rue parisienne. Cette dernière condition explique que les canalisations privées ne peuvent se trouver à moins d'un mètre de distance des façades dans la plupart des rues et à moins de soixante centimètres dans les rues considérées comme « étroites ».

L'idée de « tester » chaque technologie afin de comprendre laquelle pourra être la plus appropriée se matérialise techniquement en Figure 61 où l'on peut observer une coupe transversale de cette usine municipale. Sont inscrits en-dessous des générateurs, la technologie à laquelle ils s'apparentent, à savoir des

Dynamos « Edison » et « Desrozières » en courant continu et des dynamos « Ferranti » en courant alternatif. Il ne nous apparaît pas nécessaire de préciser ici les ampérages, voltages et caractéristiques autres, qui sont disponibles dans les sources bibliographiques [139].

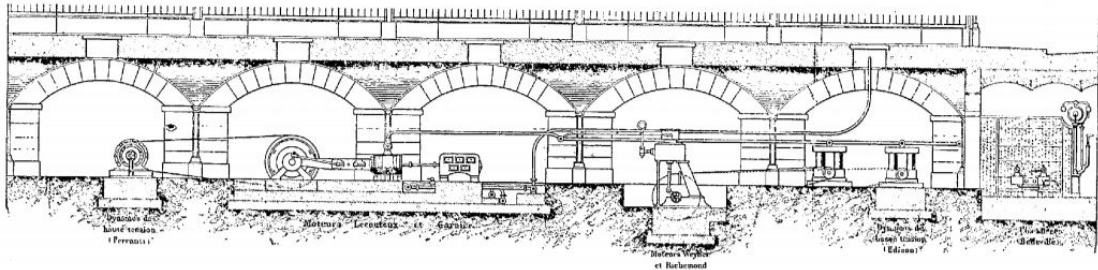


Figure 61 - Usine municipale des Halles, coupe transversale. Extrait de l'ouvrage d'Henri Maréchal (1894)

Ici, la politique de la ville aura largement influencé les formes que prendront les réseaux techniques urbains, en l'occurrence l'espacement des canalisations électriques par rapport aux façades et les connexions électriques de typologies très différentes du quartier des halles, symboles infrastructuraux d'un marché privé sous contrôle étroit de la puissance publique. Le réseau électrique naissant à destination de l'éclairage public prendra une forme dont il gardera trace tout le long de son existence et qui est, comme cela est visible en Figure 62, l'héritage des choix techniques passés. En somme, la segmentation gestionnaire en différents secteurs aura impliqué directement une segmentation infrastructurale en plusieurs réseaux, la seconde étant un processus beaucoup moins facilement réversible que la première.

Faisons, avant d'aller plus loin, un bilan du « basculement » de l'éclairage vers la technologie électrique et de ce que ses modalités d'insertion dans un espace urbain en plein mutation illustrent d'un climat politique précis, d'une conception particulière de l'espace public et de son utilisation. Nous avons ainsi pu constater que, jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle, l'éclairage public était à Paris une compétence précise et quasiment exclusive de l'appareil public, la Ville en l'occurrence très liée à l'État français. Les débuts du capitalisme d'initiative privée de ce même siècle et les expériences d'éclairage des villes de Londres et Amsterdam ont amené la municipalité parisienne à appréhender différemment l'éclairage public, reflet des modifications politiques de l'époque.

L'éclairage des villes possède ainsi une matérialité urbaine nouvelle ayant subi des mutations, celles-ci sont catégorisées comme « techniques » et « infrastructurales », ce qui ne révèle pas forcément l'entière des témoignages qu'elles sous-tendent. En l'occurrence, plusieurs faisceaux de preuve nous portent à croire que les choix infrastructuraux régissant l'éclairage électrique parisien possédaient un important déterminisme sociopolitique se déclinant en deux volets.

- **Premier volet, le contrôle des pouvoirs publics.** Ou plus exactement l'importance, du côté de la Ville, de fournir un cadre restrictif suffisamment fort pour pouvoir contrôler voire reprendre en main l'évolution du réseau, même si ce dernier est géré et possédé par un opérateur privé. En découle une segmentation du réseau en plusieurs « secteurs », chacun avec ses spécificités techniques et sa forme réticulaire propre ;
- **Deuxième volet, le caractère socio-déterminé des zones bénéficiant de l'éclairage public.** Déjà soulevé avec les technologies d'éclairage à l'huile et au gaz, cet aspect devient ici particulièrement visible tant il semble présider au choix d'un régime de courant électrique. Les quartiers les plus bourgeois de la capitale que sont le Sud et le quartier des Champs-Élysées [130] bénéficiant d'un

régime alternatif en raison de la volonté d'éloigner les usines du centre-ville et de distribuer correctement un habitat espacé. Les populations plus modestes, prolétariennes et miséreuses ne bénéficiant pas de cet égard concernant les choix technologiques, elles doivent assumer la présence d'usines à courant continu au cœur des quartiers résidentiels.

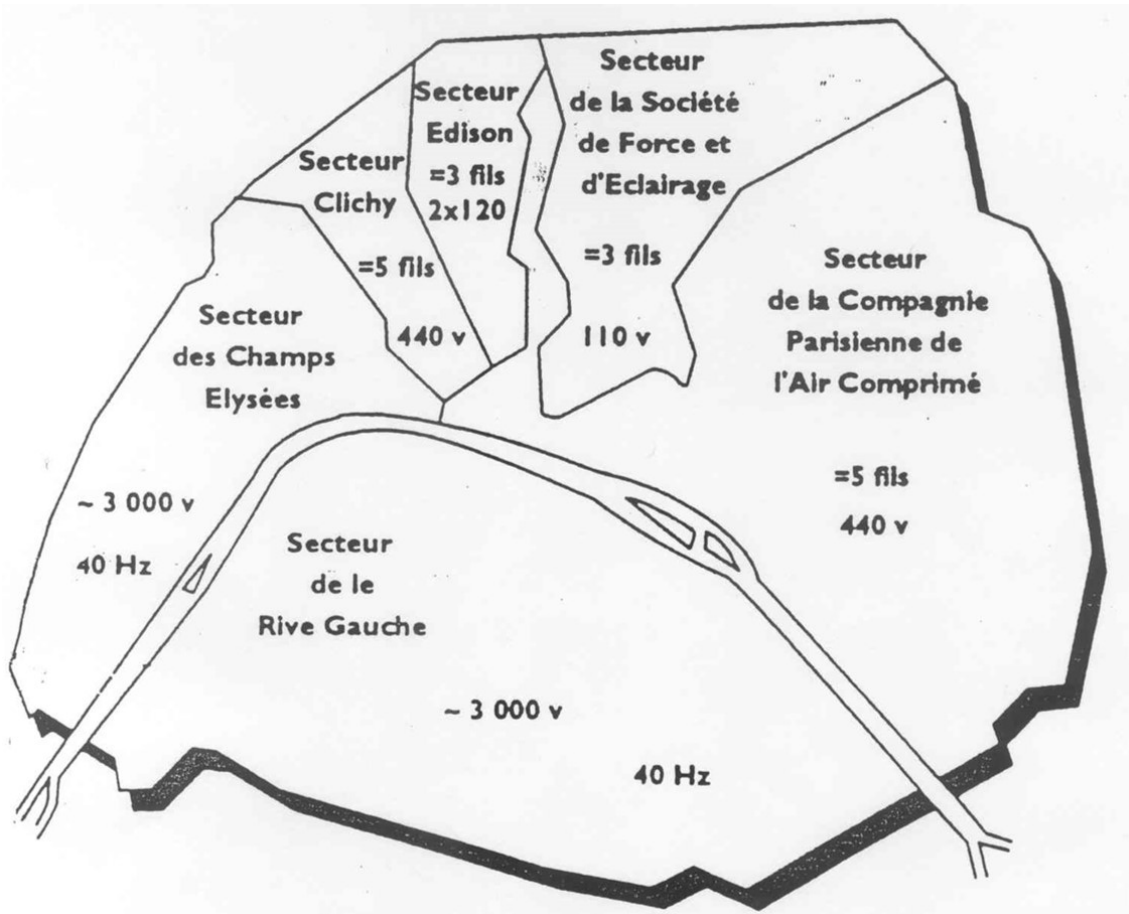


Figure 62 - Réseaux Electriques de Paris en 1889, archives du gestionnaire de l'éclairage public Evesa.

Il s'agit ici d'une analyse *a posteriori* et nous ne pouvons conclure à une volonté manifeste de la Mairie d'équiper les quartiers modestes avec une technologie moins pérenne. Toutefois, même sans volonté affichée, les justificatifs de choix technologiques relèvent d'une certaine conception des infrastructures publiques soumise à des présupposés quant à la population visée. A cela s'ajoute une grande liberté laissée aux entreprises privées, en raison de connaissances encore parcellaires sur le caractère optimal d'une technologie plutôt qu'une autre. **Une méconnaissance relevée de manière très pertinente par la citation de Charles Malégarie retranscrite ci-dessous.**

« Pouvait-on en 1890 préférer avec quelque raison valable et sans contestation possible un système de distribution plutôt qu'un autre ? Assurément non et c'est là une des principales raisons qui avaient conduit le Conseil municipal à écarter l'idée d'un réseau unique pour Paris. »

Charles Malégarie – L'électricité à Paris (1947) [193].

Reprenons donc, à notre compte, ce qu'Alain Beltran désignait comme du « socialisme municipal » en parlant de la politique parisienne qui, selon ses travaux, serait à l'origine d'un retard technologique sur le plan des infrastructures électriques. Ce terme nous paraît ici très pertinent mais incomplet, car il ne met en évidence qu'une partie du paradigme politique à l'œuvre dans les choix techniques, en l'occurrence ce que nous avons appelé le « premier volet », soit l'encadrement de la gestion par la puissance publique. Le terme de « socialisme » semble de plus indiquer une direction politique caractérisée par une importante redistribution des richesses et surtout une opposition structurelle au capitalisme lorsque les marchés publics parisiens de l'éclairage public se consistaient en un capitalisme, largement encadré par la puissance publique certes, mais toujours un capitalisme.

L'organisation dite de « socialisme municipal » s'est, par ailleurs (comme l'a écrit Alain Beltran), grandement appuyée sur une forme de lobbying particulier, celui de la presse industrielle et de l'influence de l'argent des possesseurs des entreprises privées sur le débat qui structurerait leurs activités [146]. **Enfin le caractère particulièrement socio-déterminé des infrastructures techniques nous oblige à préciser les mécaniques à l'œuvre au-delà d'un seul terme monolithique. L'histoire des réseaux techniques parisiens nous semble suffisamment particulière pour mériter cela, à la fois marquée par la segmentation sociale de ses habitants mais également bâtie sur une conception forte et structurante du « service public », elle révèle à sa manière les idéologies politiques de son époque et leur influence sur les mutations urbaines qui lui sont sous-jacentes, c'est cela, la tendance lourde de l'éclairage public parisien.**

Conséquemment aux événements précédents advient la création d'un réseau monophasé de distribution de l'éclairage public en 1889. Il est ici utile de faire une parenthèse afin d'expliquer ce qu'est un réseau « monophasé » et sa différence avec un réseau « diphasé » ou « triphasé ». Premièrement il ne s'agit que de réseaux transportant un courant alternatif qui, de manière très synthétique, posséderont *a minima* deux fils dans lesquelles sera véhiculé un courant sinusoïdal, comme expliqué en Partie 1. Pour rappel, le régime alternatif permet d'augmenter la tension (exprimée en Volts) afin de réduire le courant (exprimé en Ampères) lors du transport du courant, d'où les plus grandes distances pouvant être parcouru par une puissance équivalente²²⁷. Ainsi le courant monophasé possède deux conducteurs, lesquels sont en décalage d'une « phase », d'où son nom, il est assez simple à installer car il ne nécessite que deux conducteurs, voire même un seul et un fil « neutre » dans certains cas. Il est caractéristique de l'éclairage public et des courants domestiques basse tension, car s'il est simple à installer, il a l'inconvénient d'être problématique pour alimenter une force motrice, la puissance « s'annulant » régulièrement lorsque les courants se « croisent ».

Nous parlerons plus tard des courants polyphasés qui iront dans le sens d'une évolution technologique du réseau de distribution électrique. **Contentons-nous ici de dire qu'en 1889, la ville de Paris a fait un choix technologique majeur en « normalisant » le courant alternatif autour du premier réseau de distribution public, celui-ci entraînera une baisse du prix du KWh de manière continue jusqu'en 1939.** Cette dernière information nous indique que ce choix technologique a aussi permis d'effectuer des économies d'échelle suite à sa généralisation. C'est à la même époque, en 1890, que nous pouvons ressortir une évaluation des « dépenses de service » pour l'éclairage public (toutes technologies confondues) à 5 millions de Francs [183].

C'est une partie de cette dépense précédemment citée (celle pouvant être attribuée à l'éclairage électrique) qui a permis à l'électricité d'être distribuée à travers l'espace urbain par le biais de la puissance publique qui, comme nous l'avons vu, a utilisé les expérimentations des différentes entreprises privées afin d'en dégager un choix technologique optimal. Malgré ce début prometteur, une partie importante de la puissance installée à Paris, 45% pour être précis, était directement le fruit de producteurs-consommateurs gérant eux-mêmes leur électricité.

²²⁷ La formule $P = U \times I$ qui correspond à la phrase « la puissance électrique est égale au produit de l'intensité et de la tension » permet de se figurer cette vérité. Notons qu'en courant alternatif, ces valeurs sont fonctions du temps.

C'est aussi dans ce contexte largement favorable à l'électricité que l'éclairage au gaz véhicule des innovations tout-à-fait remarquables, comme pour tenter de contrer l'avancée importante de l'éclairage électrique et de son plus grand pouvoir éclairant. Celle qui nous intéresse se nomme « éclairage au gaz surpressé » et consiste à appliquer au gaz une pression importante afin d'en augmenter la quantité de mouvement, entraînant ainsi une plus importante puissance lumineuse suite à une combustion « plus efficace ». Afin de fournir des ordres de grandeur, nous pouvons utiliser l'unité ayant cours à l'époque, à savoir la « bougie », ainsi le gaz surpressé entraîne une consommation de 1,06 litres de gaz par bougie et par heure en comparaison des 1,62 litres pour son pendant « classique ».

De plus, il arrive à combler certaines attentes qui étaient de dépasser les 1 000 bougies produites par un éclairage à arc, ceci en combinant quinze allumeurs, le faisant passer à 3 200 bougies, ce qui est tout simplement « énorme » pour du gaz d'éclairage. C'est ce dispositif expérimental, et peu efficace, qui est présenté à l'Exposition Universelle de 1900 pourtant largement consacrée à l'électricité, et visible en Figure 63. Ce dispositif n'est pas encore à même d'être installé dans l'espace public en raison de l'entretien très lourd que nécessitent les compresseurs ainsi que tout le réseau, en plus de sa consommation encore trop importante.



Figure 63 - Dispositif d'éclairage au gaz surpressé présenté à l'Exposition Universelle de 1900. R. Boutteville (1925).

C'est donc l'électricité qui, jusqu'en 1902, poursuit son déploiement dans l'espace public parisien, forte de l'autorisation municipale circonscrivant l'installation d'un réseau de distribution uniforme sur tout le territoire parisien, réseau dont on rappelle qu'il s'inspire du réseau alternatif de distribution de l'électricité basse tension à destination de l'éclairage des quartiers au sud de Paris. Une pause infrastructurelle est à noter entre 1902 et 1907 pendant laquelle le réseau ne subit pas d'évolutions majeures,

pause que nous analysons comme la conséquence d'une réflexion interne à la municipalité parisienne, laquelle réfléchissait à l'avenir de son réseau électrique et à l'organisation de sa gestion future.

Alain Beltran analyse, quant à lui, cet arrêt de l'évolution du réseau comme la résultante de « conditions contraignantes » pesant sur les concessionnaires [9]. **En ce qui concerne le prix de l'électricité, celui-ci baisse toujours et, par rapport au tarif pratiqué en 1890, le coût a baissé de 30% à 70% en fonction des secteurs concernés.** Sur le plan technique, la distribution se fait en diphasé en raison des difficultés que posent le monophasé pour l'alimentation de la force motrice, comme expliqué précédemment. Le diphasé est un courant possédant deux conducteurs déphasés et un neutre, il est important de noter que le déphasage des deux courants « non neutres » est de 90°, ce qui implique que la puissance ne « s'annule » jamais car elle n'est en aucun cas égale à zéro²²⁸.

L'année 1904 marque quant-à-elle une évolution technologique remarquable au travers de la fin de l'utilisation lampes à arc à électrodes à l'air libre. Les progrès techniques permettant maintenant d'industrialiser les atmosphères conditionnées pour les électrodes, permettant une meilleure gestion des processus à l'œuvre, les électrodes « brûlant » plus longtemps et avec un meilleur rendement. C'est également en 1904, le 6 août pour être précis, que le préfet de Paris crée une commission pour étudier le régime futur de l'électricité à Paris. Malgré ces réflexions en cours et les avancées considérables de l'industrie, l'électricité n'est encore réservée qu'à une partie aisée de la population et un arrondissement très populaire comme le 20^{ème} ne possède aucune canalisation électrique en 1905.

Il s'agit aussi d'une époque marquée par des mouvements sociaux importants et des grèves successives qui concernèrent les lieux de production de l'électricité entre 1906 et 1907. Il est possible d'imputer ces contestations aux conditions de travail très dures et au cadre juridique de l'époque. Celui-ci était très favorable aux propriétaires des moyens de production qui a été qualifiée *a posteriori* de « capitalisme paternaliste » en référence à l'attitude des propriétaires qui détenait aussi les moyens de subsistance et de reproduction matérielle [198]. Des consommateurs « critiques » de l'époque, soient surtout des banques et journaux politiquement en phase avec cette critique, se dotent de capacités électrogènes et n'utilisent le réseau qu'en cas de secours. **Nous sommes ici dans une configuration beaucoup plus classique de l'influence du contexte sociopolitique sur le développement des réseaux techniques urbains.**

De manière contemporaine aux événements évoqués précédemment (autour de l'année 1900), apparaissent les premiers problèmes de gestion du réseau de distribution d'électricité, encore très confondu avec le réseau d'éclairage utilisant l'électricité. Nous observons toujours différents secteurs construits selon une logique de « service public » avec un centre rentable et une périphérie ne proposant pas de potentiels profits, de par l'absence d'une clientèle suffisamment fortunée. Cette logique de fonctionnement ne permettra pas l'émergence d'une tarification adaptée aux couches populaires, les entreprises se concentrant en priorité sur le développement des sources de profits les plus sûres [146].

Ainsi il existe une véritable « inégalité », pourrait-on dire, avec d'un côté les secteurs les mieux lotis comme celui des *Champs-Élysées* qui réalise des profits très substantiels en raison de la typologie socio-économique des habitants qu'il dessert, que l'on pourrait qualifier de « population bourgeoise » [130]. Ceci alors que ses tarifs n'ont que très peu baissé depuis sa création (d'environ 12%) alors que les progrès technologiques et organisationnels ont permis des baisses beaucoup plus significatives dans d'autres secteurs (de l'ordre de 30% à 70 % sur cette même période). De l'autre côté le *Secteur Air Comprimé* victime de sa très grande taille et de « choix techniques discutables » [146], ne put verser de dividendes à ses actionnaires, faute de profits, pendant une longue période.

La description de ces spécificités techniques et surtout le projet de leur appliquer un jugement axiologique *a posteriori* nous apparaît être un exercice périlleux. Notre discipline ne s'inscrivant pas immédiatement dans l'étude de l'électricité comme Alain Beltran par exemple, qui s'est adonné à cette réflexion. Néanmoins il est

²²⁸ Le terme « en quadrature » est parfois utilisé.

possible de faire un état des lieux des différents moyens existants, en ce début de XX^{ème} siècle, pour véhiculer l'énergie électrique dans la capitale afin de se rendre compte de la pluralité de ses techniques, de leurs spécificités et de ce qu'elles augureront en termes d'évolutions ultérieures du réseau. Nous proposons ci-dessous une liste, secteur par secteur, des différents choix techniques.

- Dans le *Secteur Éclairage et Force*, il s'agit d'un courant continu 110 volts que nous supposons à deux fils (le deuxième étant le « neutre » relié à la terre²²⁹) ;
- Dans le *Secteur Edison*, un courant continu 2 × 110 volts à trois fils ;
- Dans le *Secteur Clichy*, un courant continu 4 × 110 volts à cinq fils ;
- Dans le *Secteur Air Comprimé*, également un courant continu 4 × 110 volts à cinq fils ;
- Dans le *Secteur Champs-Élysées*, il s'agit d'un courant alternatif monophasé ;
- Enfin le *Secteur Rive Gauche* bénéficie lui aussi d'un courant alternatif monophasé.

Ces différents choix techniques sont souvent analysables au prisme de l'environnement socio-économique qui conditionnait les choix de leur développement²³⁰, sur la même logique que ce qui avait été développé précédemment pour expliquer la différence de choix technologique existant entre les secteurs alimentés en courant alternatif et ceux alimentés en courant continu. Nous n'analyserons pas en détail chacun des choix technologiques qui sont certaines fois le fait de contingences propres à des arbitrages internes à chaque entreprise que nous ne pourrions évoquer ici. Cependant les différences observables sont le témoin d'un réseau électrique subissant un développement très inégal et donc d'un réseau d'éclairage public ne pouvant pour le moment espérer de continuer son développement sur l'ensemble du territoire parisien.

Le « temps des secteurs » avait ici montré ses limites et les choix de chaque entreprise éloignaient de plus en plus la ville de Paris de l'horizon d'un réseau unifié, allant ainsi à l'encontre des tendances lourdes de ses infrastructures techniques. C'est ce contexte qui a amené le système entier à entamer une profonde modification de son fonctionnement en 1907, date à laquelle débutera une « période transitoire » devant préparer l'unification des réseaux et qui durera six années jusqu'en 1913. Ce temps prévu pour la transformation a été obtenu à la suite de longues tractations entre la puissance publique et les représentants de l'industrie. La première préférant une unification et une normalisation rapide des techniques, les seconds désirant une liberté accrue et *a minima* un temps étendu pour se préparer à « l'union des secteurs » [146].

LE TEMPS DE L'UNION, LA NAISSANCE DE LA CPDE

C'est au bout de cette période, et plus précisément le 1^{er} janvier 1914, que sera officialisée l'union avec la naissance de la *Compagnie Parisienne de Distribution d'Électricité* ou CPDE qui assumera la gestion de la totalité du territoire parisien pendant presque trente ans.

Durant cette transition sera affirmé de manière progressive le monopole absolu de l'éclairage électrique au travers des entreprises qui constitueront la CPDE. Cette vision monopolistique était autrefois largement contestée par la *Compagnie de l'Est parisien* qui s'occupait de la gestion d'une partie des tramways et assurait,

²²⁹ Cette réflexion restera valable pour tous les courants continus de cette liste.

²³⁰ C'est-à-dire un courant continu pour alimenter les quartiers populaires et les manufactures du « nord », avec des usines en pleine ville et un courant alternatif pour les habitations plus cossues et les « lieux d'études et de culture » du « sud », avec des usines en banlieue.

en sus, l'éclairage électrique de certaines voies, notamment les avenues de la République et Gambetta. De même pour la compagnie du *Métropolitain* qui éclairait notamment le pont de Passy. Reprenant progressivement la gestion des portions d'éclairage de l'espace public n'étant pas sous son giron, la CPDE unifiera également ses moyens techniques et orientera les nouvelles canalisations électriques vers du courant alternatif diphasé de 12 300 volts en 42 périodes, contrairement à une grande partie de l'Europe et du monde qui avaient opté pour un courant triphasé de 50 périodes.

Cette différence pourrait se justifier par une note anonyme de 1906 attribuée à un élément municipal de l'époque et qui précisait que le choix du triphasé « favorisera les constructeurs allemands ou suisses au détriment des français » [146]. Il pourrait donc s'agir d'un choix technique porté par des ambitions économiques encadrées par la nation, ce qu'on appellerait aujourd'hui du « protectionnisme » visant à favoriser le tissu industriel du pays plutôt que celui des nations voisines. **Notons qu'une grande partie du réseau étant hérité de l'époque des secteurs, il existe à cette époque une cohabitation de fait entre les anciens moyens de distribution d'électricité et les nouveaux unifiés.**

Ce réseau électrique verra également son utilisation s'élargir au-delà de l'éclairage des rues, qui constituait auparavant une de ses principales raisons d'exister, et qui permettra d'équilibrer les « courbes de charge journalières » et d'ainsi permettre un meilleur rendement du matériel. Les demandes en électricité ne concernent plus seulement la nuit tombée mais aussi la pleine journée avec en premiers lieu la force motrice des usines près des cités ouvrières et la force thermique pour les boulangeries. C'est donc la multiplicité des services annexes qui permet un développement complet de la distribution électrique dans la ville, une logique de pluralité servicielle qui aura des échos un siècle plus tard.

Pour en revenir spécifiquement à l'éclairage public, le gaz est toujours utilisé dans les quartiers pas ou peu alimentés en électricité et le gaz surpressé fait même son apparition sur le Boulevard Raspail suite à des innovations allemandes le rendant plus rentable. Toujours gérée par la municipalité, l'éclairage au gaz reste une solution très répandue et suffisante pour la plupart des quartiers « populaires » qui n'ont pu bénéficier des canalisations électriques nécessaires au changement de technologie, le gaz étant réputé plus dangereux et de moins en moins intéressant économiquement.

En 1913, l'éclairage public est évalué à huit millions de Francs en dépenses de service, ce qui marque une augmentation de trois millions de Francs par rapport à 1890, ce qui (même sans prendre en compte les phénomènes d'inflation ou de dévaluation) nous amène à constater l'importance croissante que prend l'éclairage en termes de dépenses pour la municipalité parisienne. **Le 31 décembre de cette même année, c'est la fin officielle de la « période transitoire » et le début du monopole de la CPDE sur la distribution de l'électricité qui aura progressivement vocation à remplacer l'éclairage au gaz.** Le réseau d'éclairage public tend vers une unification technologique, patrimoniale et gestionnaire, au gré des aléas politiques, sociaux et techniques qui accompagneront son développement tout le long du XXème siècle.

LE RESEAU UNIFIE D'ECLAIRAGE PUBLIC (DE 1914 A 1946)

LE TEMPS DU MONOPOLE PRIVE

Cette nouvelle modalité technico-administrative du réseau d'éclairage public s'inscrit dans une ère socio-culturelle marquée par le début d'une série d'affrontements d'échelle mondiale et la fin de ce que l'on a appelé rétrospectivement la « Belle Époque ». D'un côté, la confiance absolue en l'avenir des Européens s'érode, les villes s'urbanisent et le territoire s'industrialise, de l'autre les populations les plus marginalisées et paupérisées reprennent en main leur destinée. **Le rapport à l'avenir, à la propriété, à l'État, à l'argent et à la technique est sur le point de basculer, ce qui ne sera pas sans incidence sur les réseaux techniques urbains et notamment le plus visible d'entre eux, notre réseau d'éclairage public.** Celui-ci se maintiendra sur une augmentation constante du nombre de points lumineux et une croissante très importante des dispositifs fonctionnant à l'électricité au détriment de l'éclairage au gaz. **Cette affirmation est vérifiée par l'ensemble des sources provenant des archives de la Marie de Paris, de la CPDE et d'EDF (Électricité De**

France), suite à une compilation de différents rapports retrouvés dans les archives de l'association MEGE à Paris [199], [199], [200] et de l'ouvrage de Charles Malégarie [193].

Nous parlerons également ici des différentes typologies de réseaux électriques présent à Paris, non pas pour juger la qualité de distribution ou la pertinence des choix technologiques mais comme un témoin de la diversité des moyens techniques développés et de ce qu'ils disent de l'environnement sociétal dans lequel ils adviennent. Nous reprendrons les termes génériques de l'électricité utilisés dans le milieu industriel et en histoire des techniques, à savoir des expressions désignant les « tensions », « postes » et « stations » et dont il est possible de retrouver une explication dans le lexique.

Pour revenir sur le passage progressif d'un éclairage fonctionnant en courant continu à un éclairage fonctionnant en courant alternatif, il existe deux volets explicatifs à cela. Le premier concerne l'artifice lumière en tant que tel et nécessite un renvoi à la Partie 1 dans laquelle nous avons expliqué que les « lampes à arc » n'étaient stables qu'en courant continu, ces dernières représentaient alors le principal moyen d'éclairage aux côtés de l'incandescence des filaments, maintenant sous atmosphère contrôlée. Il se trouve que la prépondérance des lampes à arc et la difficulté à brancher des transformateurs de courant alternatif en « parallèle »²³¹, contrairement aux dynamos en courant continu, constitue le premier frein à l'hégémonie de la distribution en courant alternatif.

Le courant continu était donc souvent préféré, malgré le fait qu'il ait l'inconvénient d'attaquer par électrolyse les conduites sous la chaussée et pouvait même provoquer des explosions en cas de proximité avec du gaz d'éclairage. Deux barrières à la prépondérance du courant alternatif, lequel ayant par ailleurs des avantages conséquents décrits précédemment, qui ont été dépassées par les avancées des sciences et de l'industrie et qui résonnent comme une confirmation des propos d'un certain G. Claude en 1892 que nous retranscrivons ci-dessous et qui se basent sur des incidents dus au courant continu.

« Un moyen beaucoup plus radical (pour supprimer ce genre d'incidents) consisterait dans la substitution aux courants continus des courants alternatifs, dont les canalisations, ne présentant pas les mêmes causes d'altération, se maintiennent, comme on sait, en bien meilleur état. Mais pour en arriver là, il reste encore de grands progrès à réaliser avant de rendre les courants alternatifs susceptibles d'une application aussi commode et aussi générale que les courants continus »

G. Claude – *L'industrie électrique*, 10 octobre 1892 [201].

C'est autour de ce contexte sociotechnique que la Première Guerre Mondiale arriva et entraînera une importante difficulté à maintenir le niveau de service en place. Ceci s'explique par une série de raisons dont la plus évidente est le manque de main d'œuvre, une très grande partie, environ la moitié [145], des employés ayant été appelée au front. Une partie des affrontements ayant lieu au Nord de la France, il devient difficile d'obtenir du charbon, nécessaire à la production d'électricité et de gaz, de plus les importations depuis l'Angleterre ne suffisent pas à combler le déficit de production nationale.

La CPDE, qui bien que dans une situation monopolistique reste une entreprise privée ayant vocation à faire du profit, accuse une stagnation de ses recettes en 1917 (pour un volume des ventes doublé) [145]. Cette dernière étant à mettre en relation avec la baisse de consommation d'éclairage et de force motrice et est visible dans le Tableau 6. En conséquence, la CPDE vivra son premier mois déficitaire au cours de l'année 1915 puis en comptera cinq au cours de l'année 1918. Dans le cas d'une entreprise capitaliste du début du vingtième, cela signifie que les investissements seront marginaux quant à l'entretien du réseau afin de maintenir un déficit périodique absorbable sur une année. **Cette logique de fonctionnement amènera le**

²³¹ Aussi appelé « branchement en dérivation » en électricité, dans lequel au moins deux branches sont connectées par des nœuds communs.

réseau à présenter un « état physique désastreux » [146] à la fin de la guerre et sera (nous l'analysons ainsi) le premier argument en défaveur d'une gestion privée à but capitalistique du réseau d'éclairage public.

Tableau 6 - Comparaison des données économiques de la CPDE entre 1913 et 1917, à partir du travail d'Alain Beltran.

Année	1913	1917
Consommation de l'éclairage (en millions de kWh)	60,9	31,5
Consommation de force motrice (en millions de kWh)	22,4	125
Volume de ventes	x	2.x
Recettes en millions de Francs (tarif à la baisse ou bloqué)	44,2	45,7

La guerre arrivant à son terme, la reprise économique débute et avec elle le retour d'une gestion assainie du réseau d'éclairage, qui a par ailleurs de moins en moins à voir avec le réseau de distribution d'électricité. **La période de « l'entre-deux guerres » sera marquée par une évolution constante de la consommation d'électricité à destination de l'éclairage public.** Une évolution que Charles Malégarie [193] a recensé et que nous retranscrivons dans Tableau 7 et qui nous interroge grandement quant à la différence d'ordre de grandeur d'avec Alain Beltran (de l'ordre d'un facteur soixante tout-de-même) et qui pourrait avoir plusieurs origines.

Tableau 7 - Consommation d'éclairage public à Paris entre 1914 et 1938 selon Charles Malégarie

Années	Consommations en kWh
1914	1.200.000
1920	1.250.000
1926	6.650.000
1930	11.000.000
1934	21.500.000
1938	31.500.000

Outre la possibilité d'une erreur dans le recueil des données, il est possible que Malégarie se soit basé sur des chiffres provenant de la Mairie de Paris (et non de la CPDE comme Beltran), il est également possible que la différence entre « consommation d'éclairage » et « consommation d'éclairage public » soit à l'origine de cette différence. Toujours est-il que nous mettons de côté une analyse absolue des consommations afin de nous concentrer sur une analyse relative, à savoir celle de l'évolution de la consommation au cours des décennies. En l'occurrence celle-ci augmente fortement à partir de 1920 pour atteindre 31.500.00 de kWh en 1938, résultat de l'urbanisation toujours croissante de Paris et du remplacement du gaz basse pression par de l'électricité à filament à partir de 1920.

Malégarie compare également les différences de « rente » attribué au concessionnaire et à la Ville de Paris en fonction des années et plus précisément, à la page 559 [193], le partage de cette rente. Celle-ci est plus ou moins équilibrée en fonction des années avec une décennie entre 1920 et 1930 qui profite surtout à la Ville de Paris. Puis, entre 1930 et 1939, une qui profite aux deux entités avant que l'on accuse une baisse substantielle de la rente totale sous l'occupation (qui passe de deux millions à cinq-cent mille Francs).

Ce partage de la rente du capital indique à sa manière la condition étrange du réseau électrique et d'éclairage parisien. **Ce dernier appartient de facto à la ville, est géré et pensé par une entreprise privée et apporte des**

bénéfices aux deux entités, il est une représentation infrastructurelle de la position ambiguë de la France de cette époque sur les débats socio-économique, entre le l'économie centralisée d'inspiration marxiste en URSS et le capitalisme fortement encadré par l'État aux États-Unis²³².

En ce qui concerne l'architecture régionale permettant d'acheminer l'électricité haute et très haute tension jusqu'à Paris, celle-ci est pensée de manière centralisée et adoptée suite au développement du transport d'électricité en régime alternatif [193]. Ce qui signifie que, dorénavant, il n'est presque plus question de produire de l'électricité au sein de Paris. De plus, les gestionnaires du réseau commencent à percevoir les limites d'une gestion « secteur par secteur ».

Cela amène la CPDE à uniformiser l'éclairage de l'ensemble de la ville, bien que celui-ci reste profondément marqué par les choix techniques d'antan et donc la segmentation sociale de l'urbain parisien. Néanmoins les efforts sont bien existants et notamment visibles en Figure 64 où l'on observe un équilibre relatif de « l'éclairage urbain intensif » à travers l'ensemble de la municipalité. On notera notamment que les quartiers du nord, plus populaire, bénéficient maintenant de cet éclairage intensif apporté par le nouveau réseau, qui assume la distribution de l'électricité à destination de l'éclairage et des autres usages.



Figure 64 - Plan de Paris de 1923 présentant les voies pourvues en éclairage urbain intensif, extrait de l'ouvrage de Roger Boutteville (1925).

Contrairement aux quartiers du sud et de l'ouest qui conservent le réseau en courant alternatif déjà mis en place dès la fin du XIXème siècle et dont nous avons parlé précédemment. Cette dichotomie doit être retenue, tant pour ses origines que pour ses conséquences que nous aborderons plus loin dans la rédaction. En termes de « dates-clefs », il est possible de retenir l'année 1924, au cours de laquelle la CPDE préconise officiellement

²³² A cette époque les « blocs » ne sont pas encore formés et ces deux entités ne bénéficient pas encore du statut de « modèle » pour les pays de la « vieille Europe ». Toutefois on peut noter que la Grande Dépression a fait basculer un dérèglement des marchés nord-américain vers une économie inspirée du protectionnisme et de forts investissements publics. De son côté, l'URSS s'industrialise à un rythme très soutenu dans une logique de plus en plus centralisée.

le remplacement des anciens et vétustes réseaux en courant continu « 3 fils » (en voie de disparition) et « 5 fils » (rarissimes) par un Réseau Alternatif Complémentaire (RAC).

C'est une année plus tard (en 1925) que cette même compagnie devra changer de stratégie quant à son approvisionnement en électricité, cette dernière étant largement dépassée dans son autoproduction par une consommation qui atteint les 400 millions de KWh en 1925 (éclairage et force motrice confondus) [146].

Abandonnant progressivement l'objectif d'une totale autonomie productive, la CPDE et la Ville de Paris se tourneront vers la production nationale, ceci grâce aux progrès concernant le transport d'électricité en Haute et Très Haute Tension. Nous sommes aux prémices d'une forme très particulière d'aménagement du territoire et qui se caractérise par l'électrification de ce territoire et plus précisément la construction de lignes à Haute Tension entre les principales agglomérations (ici Paris) et les barrages hydroélectriques.

L'opérateur ainsi délesté de la production pourra s'atteler pleinement à la « rationalisation » du réseau de manière analogue à la mise en place du Réseau Alternatif Complémentaire (RAC) précédemment abordé. **Attestera de ce début de rationalisation du réseau la carte visible en Figure 65 et extraite de la contribution d'Alain Beltran à l'ouvrage « Paris et ses Réseaux »** [146]. L'organisation infrastructurelle parisienne conserve le « stigmate » d'une très forte segmentation impliquant des choix techniques très différents, cependant l'union des secteurs et le récent monopole ont permis d'aplanir les contrastes rétroactives, notamment au nord si l'on compare cette carte à celle présentée en Figure 62.

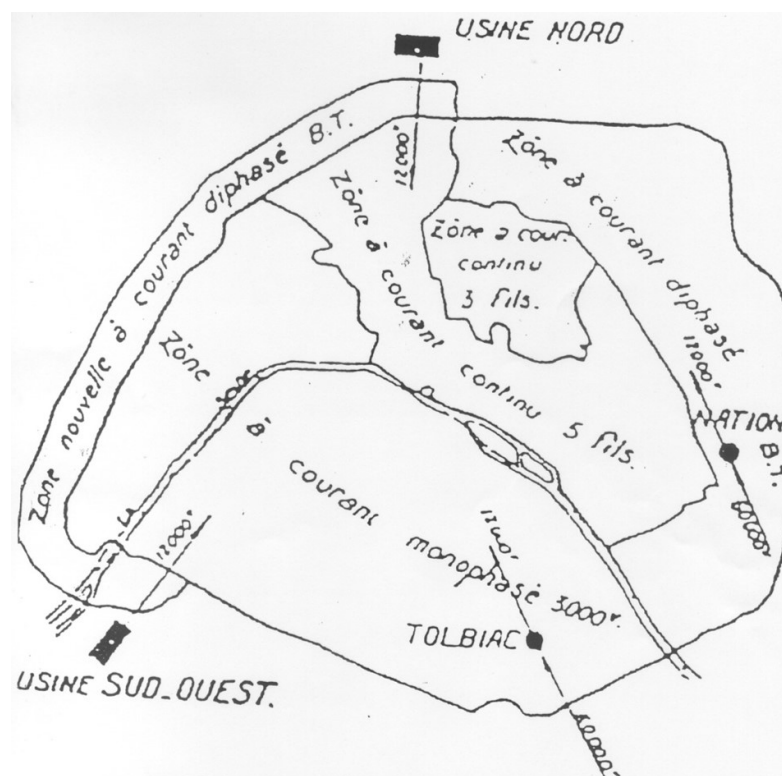


Figure 65 - Réseaux Basse Tension de la CPDE, extrait de la contribution d'Alain Beltran dans l'ouvrage "Paris et ses réseaux" (1990).

Il n'y a maintenant plus que deux zones distribuant du courant continu, qui comme écrit plus haut, se réduiront au fur et à mesure de l'avancée des travaux. On note également que du courant alternatif diphasé vient distribuer les limites extérieures de la ville ainsi qu'une partie du nord-est et que les secteurs historiquement équipés en alternatif monophasé (*Rive gauche* et *Champs-Élysées*) conservent ce type de courant. Les travaux d'unification technique continueront et ne seront même pas impactés par la crise de 1929 que la CPDE traverse sans heurts majeurs en raison d'un maintien de la demande et même (pour partie) de son augmentation.

Il est ici pertinent de constater qu'un réseau unifié est visiblement plus résilient malgré ses disparités technologiques et que si la guerre mondiale l'a entravé dans son évolution, une crise économique pourtant destructrice pour de nombreuses entreprises a été ici vécue comme une contingence de plus. Nous analysons ceci comme un autre argument en faveur d'un monopole (privé ou public) dont la puissance publique se saisira plus tard.

Il faudra attendre le 7 juin 1930 pour la fin effective des travaux d'unification du réseau d'éclairage public parisien, de manière concomitante au réseau de distribution électrique, les deux étant toujours largement confondus. Le budget prévisionnel aura été dépassé de 130% et une partie des installations est toujours alimentée en courant continu, les travaux de remplacement prendront encore quasiment 30 ans.

De manière parallèle à ces événements, on notera en 1930 la création de l'Association Française de l'Éclairage (AFE) qui aura vocation à organiser et légitimer la parole des professionnels de l'éclairage artificiel à un niveau légal et politique. L'éclairage (surtout électrique) s'institutionnalise ainsi et permet un regroupement des connaissances scientifiques et des pratiques industrielles. La période qui suivra cette fin d'unification sera marquée par une modernisation du réseau et par peu d'extensions, le Réseau Alternatif Complémentaire (RAC) continue d'être installé là où il manquait à l'appel et les éclairages au gaz et au courant continu perdent de plus en plus de terrain.

L'éclairage est maintenant une part intégrée des aménités urbaines parisiennes et ce pour une population de plus en plus diversifiée socialement, à une époque où les classes les plus marginalisées voient arriver les congés payés et le droit du travail. Ainsi d'une infrastructure qui tend de plus en plus vers un éclairage équitable et de l'entreprise portant cette équité de lumière, dont la politique intérieure aura d'ailleurs été marqué par une attention particulière à « l'action sociale » envers ses salariés et rassemblée plus tard par le même Charles Malégarie dont il était question précédemment [202].

La mutation urbaine est ici la conséquence d'une mutation sociale et le déclencheur d'une transformation infrastructurelle, liant effectivement les aspects techniques et sociétaux dans un « tissu sans coutures »[14], [113] dont nous avons parlé au début de cette partie. **Après le temps des secteurs, l'union et son monopole ont permis au réseau d'être pensé comme un objet urbain et les modifications qu'il subit s'inscrivent dans cette uniformisation de son architecture technique.** L'éclairage public parisien va maintenant se retrouver face à un événement très important selon plusieurs critères, celui de la Seconde Guerre mondiale en tant qu'infrastructure d'une ville occupée.

LE TEMPS DE LA SECONDE GUERRE MONDIALE

Faisons, en premier lieu, un bilan du réseau d'éclairage public à la veille de ce second conflit mondial, en prenant la voie d'une comparaison qualitative et quantitative par rapport à ce même réseau à la veille du premier conflit mondial et donc, de manière coïncidente, à la veille de l'unification effective des secteurs. Par rapport à l'année 1913, le réseau électrique possède alors (en 1939) une puissance de pointe six fois plus grande²³³ et la somme de sa production et de son achat de courant est huit fois supérieure à cette même valeur autrefois mesurée. La longueur totale des canalisations électriques a été multipliée par 2,5 en partie à cause d'une superposition de certains réseaux, notamment les réseaux en courant continu « 3 fils » et « 5 fils » et le nouveau Réseau Alternatif Complémentaire (RAC).

On notera une modification « visible » du patrimoine lumineux lors de cette période avec l'incorporation d'abat-jour à une partie du patrimoine existant et surtout le remplacement de certains luminaires par des « veilleuses », sortent de petites lampes venant se connecter à côté du luminaire classique, ce dernier étant éteint. Ces mesures avaient pour but de prévenir la détection aérienne de la ville de Paris, en raison du progrès

²³³ Rappelons que le réseau de distribution étant très lié avec le réseau d'éclairage à l'électricité, il est compliqué d'obtenir une quantification relative uniquement à l'éclairage. Nous prenons le postulat d'un ordre de grandeur équivalent.

des bombardements aériens et de la facilité avec laquelle l'aviation ennemie pouvait localiser les cibles potentiellement illuminées.

La propagande relative à ce « camoufrage des lumières » ainsi que des clichés de leur mise en place effective sont visibles en Figure 66, grâce aux archives de l'association MEGE. Ces installations sont le signe des premiers effets « périphériques » que l'éclairage public amène avec lui, en l'occurrence l'identification facilitée d'une potentielle cible de bombardement, ceci par la faute d'un éclairage s'étant développé sur tout l'espace urbain.



Figure 66 - Propagande sur le "camoufrage des lumières" à gauche et installation d'une veilleuse en conséquence à droite, archives de l'association MEGE

Ces installations techniques ne laisseront pas de trace de leur passage après-guerre ou bien de manière très superficielle, en revanche l'autre modification consécutive aux affrontements laissera, elle, une trace de son passage longtemps après la fin du conflit. Il s'agit de la peinture choisie pour recouvrir le mobilier urbain en cuivre et donc principalement les candélabres qui étaient composés de ce métal précieux, dont l'autorité municipale craignait qu'il attise la convoitise d'un éventuel occupant. Il est donc possible d'observer en Figure 67, des employés de la CPDE appliquant de la peinture marron sur les candélabres entre 1939 et 1940.

Notons que cette couleur particulière a par la suite été conservée par la municipalité et qu'aujourd'hui la majorité du mobilier urbain parisien historique (horloges, candélabres et feux de signalisation principalement) conserve cette peinture normalisée, à l'exception des ouvrages placés dans les parcs et qui sont peints, eux, en verts. Même s'il ne s'agit que d'un choix esthétique, il est étonnant et signifiant de noter que son existence est liée à un contexte géopolitique, celui de la peur qu'un occupant pille une partie du mobilier urbain, et a finalement « fait école » en s'inscrivant dans la mythologie parisienne en tant que marqueur du mobilier de cette ville.

Pour reprendre une partie de la narration déjà abordée dans le chapitre sur l'histoire de Paris, cette ville fut finalement occupée par l'armée allemande, ce qui eut une implication directe sur la vie des Parisiens et également sur l'infrastructure technique. En plus de la peinture « marron » appliquée de manière préventive et qui laissera longtemps son empreinte, l'occupant et la municipalité sous son joug continuèrent les opérations de « camoufrage des lumières ». Craignant les bombardements, d'abord anglais puis surtout

américains, on continua à installer des abat-jours et des veilleuses. Notons que *de facto* la fin du monopole complet de la CPDE peut être datée au 30 juin 1940 suite à la débâcle de l'armée française et à la prise en main de la municipalité et de ses infrastructures par l'occupant allemand.



Figure 67 - Employés de la CPDE appliquant de la peinture marron sur les candélabres en cuivre, archives de l'association MEGE.

De manière générale, le réseau interne à la ville de Paris n'a presque pas été touché, en revanche le réseau d'interconnexion extérieure aura beaucoup souffert de la fin des affrontements, jusqu'à la libération de la ville pendant l'été 1944. L'on peut donc observer en Figure 68 des images de Paris pendant l'occupation allemande, ces clichés montrant les effets de cette présence militaire et du conflit sous-jacent sur l'infrastructure technique.

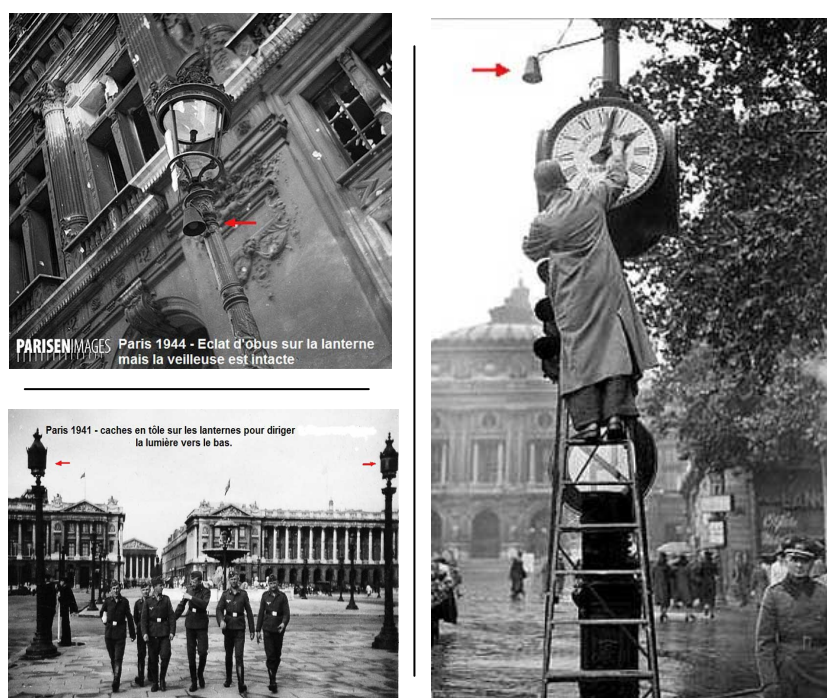


Figure 68 - Photos de luminaires parisiens sous l'occupation allemande entre 1942 et 1944, extraites des archives de l'association MEGE.

On peut donc observer les mêmes abat-jours que précédemment, en plus d'un luminaire brisé par un éclat d'obus et de veilleuses devant permettre un meilleur camouflage en cas de bombardement. La présence militaire allemande a donc affecté de manière périphérique l'infrastructure publique, comme dit plus haut.

La libération de la capitale adviendra et avec elle la reprise en main politique par un pouvoir français. **Cet épisode précédera la fin de la guerre et le début d'une gestion nouvelle des réseaux techniques, elle-même héritière de nouveaux concepts et idéologies sous-tendant la possession de ces outils encadrant la fourniture d'un service public. C'est de cette gestion publique et des implications qu'elle entrainera jusqu'à notre époque contemporaine dont nous allons parler dans la prochaine partie.**

LE RESEAU PUBLIC (A PARTIR DE 1946)

ÉLECTRICITE DE FRANCE, OPERATEUR D'ÉCLAIRAGE PUBLIC PARISIEN

Au milieu du XXème siècle, l'époque est marquée par des nationalisations d'outils de production et une socialisation des services en France. Formant un gouvernement « d'union nationale » comprenant des gaullistes, des socialistes et des communistes, les nouveaux corps politiques français au pouvoir institutionnaliseront la sécurité sociale autour de la santé, augmenteront les prélèvements, impôts et cotisations. Ils créeront en ce sens des entreprises publiques ayant pour vocation de mettre en place directement la vision étatique d'aménagement du territoire. C'est en 1946 que verra ainsi le jour EDF (Électricité De France), par un vote largement majoritaire à l'Assemblée nationale, sur une proposition portée par Marcel Paul, alors ministre de la Production industrielle affilié au Parti Communiste Français (PCF). **Il est, à ce propos, pertinent de noter que si l'idée d'une nationalisation de l'électricité et d'un monopole complet sont aujourd'hui à rattacher pleinement aux spectres d'idées marxistes, cela était une vision beaucoup plus partagée en 1946, où l'énergie était perçue comme un « bien national » dont l'État devait assumer la gestion complète.**

Quelle qu'en soient les justifications politiques, EDF fut effectivement créée et les infrastructures énergétiques effectivement nationalisées en 1946. La ville de Paris n'échappa pas à la règle, d'autant plus que la libération n'a pas modifié son statut très particulier, l'inféodant de fait à l'État français²³⁴. EDF assume ainsi la gestion complète des infrastructures d'éclairage de la ville de Paris et « transforme », en quelque sorte, l'ancienne CPDE en sa « Direction de l'éclairage public de la ville de Paris ». Le réseau d'éclairage électrique, en passe de remplacer complètement les derniers vestiges de l'éclairage au gaz, devient propriété totale de la municipalité²³⁵ et sa gestion la responsabilité totale d'EDF. Cela ne changea pas le quotidien immédiat des travailleurs en place à l'époque qui se contentèrent de « changer de casquette » selon les dires d'un responsable de l'association MEGE. En revanche ce qui changea radicalement, ce fut le but final du réseau d'éclairage et les outils à sa disposition pour y arriver, ce dernier devient (pour de bon) une infrastructure publique, ce qui lui permettra de s'émanciper d'un impératif de profit et de se diriger vers des transformations macroscopiques de sa structure, laquelle ne pourra se défaire absolument de son historicité²³⁶.

²³⁴ Précisons ici qu'il n'est nullement question d'assimiler directement l'État à EDF, chaque entité ayant un fonctionnement bien distinct. Il est simplement question de souligner que le passage d'un monopole privé à un monopole public (appartenant de fait à l'État) est un événement signifiant dans la manière d'appréhender le réseau d'éclairage public.

²³⁵ Jusqu'à présent, le statut de « permission » inscrivait une propriété de fait mais non effective à la date donnée.

²³⁶ A cette époque, rappelons-le, deux réseaux de courant alternatif coexistent, un monophasé très ancien de tension 3kV et un diphasé de tension 12kV [203]. Les réflexions visant à préparer une unification technique vont bon train dès cette époque. Nous verrons plus bas que ce processus prendra un temps considérable et qu'il ne sera jamais réalisable en dehors du cadre technique normatif déjà tracé par les choix d'antan. De manière parallèle, les progrès techniques permettent d'utiliser l'éclairage électrique à des fins de mise en scène de l'espace public et en particulier des monuments historiques parisiens, ce qui est le cas de l'Arc de Triomphe qui sera illuminé tous les soirs à partir de 1952.

En terme de date, si EDF a été fondé en 1946 et si la gestion de l'éclairage public est assumé de fait assez vite, il faudra attendre 1955 pour que la convention entre la Ville de Paris et l'entreprise nationale cristallise cette gestion sous une forme juridique [204]. Le « Traité de concession » ainsi signé durera entre les deux entités pendant 35 ans et permettra à EDF d'être le gestionnaire unique et direct du réseau d'éclairage parisien jusqu'à la renégociation du contrat qui ne surviendra pas avant 1990. L'année 1955 marque aussi la fin très probable du courant continu à destination de l'éclairage public en faveur du courant alternatif, dont le réseau s'est enfin étendu partout dans les quartiers du nord de la ville.

Toujours sur le sujet du changement technologique infrastructurel, c'est en 1957 qu'un rapport interne à la Ville de Paris [205] rend compte d'un « abandon progressif » du réseau d'éclairage au gaz, dont la technologie est presque définitivement tombée dans la désuétude en raison des progrès de production et de transport de l'électricité. Cependant, il n'est pas suffisant de posséder un réseau d'électricité en courant alternatif à travers toute la ville si les typologies et fréquences diffèrent en fonction des quartiers, cela était en tout cas l'avis de la toute nouvelle direction de l'éclairage public parisien d'EDF. Celle-ci se mit alors à financer et exécuter des travaux conséquents avec pour objectif de tendre vers un réseau qui serait exclusivement « en triphasé »²³⁷, il est d'ailleurs important de préciser que ces services cherchaient à aller vers cet idéal sans forcément être aveugles à la difficulté de l'exercice.

Le premier poste de transformation en triphasé de la ville de Paris fut achevé en 1963 et avait une puissance (en sortie) de 20 kV, la logique d'architecture suivait un ensemble de couronnes concentriques reliées et traversées par six artères. EDF rationalise ainsi sa distribution d'électricité sur l'ensemble du territoire parisien, une distribution qui sera d'ailleurs très utile à l'éclairage dans les quartiers du nord de Paris, autrefois cantonnés au courant continu. **Mais alors, on est en droit de se demander ce qu'il advint du réseau au sud plus bourgeois, à savoir Rive Gauche et Champs-Élysées. Justement, ce dernier eut droit à des travaux afin d'adopter également le courant triphasé mais en ce qui concerne la distribution d'électricité uniquement. Le réseau qui servait, au sud, à l'éclairage et aux autres distributions finit par ne servir qu'exclusivement à l'éclairage, le reste des usages étant assuré par le nouveau réseau triphasé.** De sorte que, lorsque l'on analyse uniquement le réseau électrique dévolu à l'éclairage public, le rythme des évolutions à venir faisait tendre la structure de ce dernier vers une dichotomie technique présentée comme suit.

- **Au Nord, un réseau d'éclairage « entremêlé »** avec le réseau d'électricité classique ;
- **Au Sud, un réseau d'éclairage « propre »,** séparé du réseau d'électricité classique.

Cette dichotomie et son lien ténu avec le réseau de distribution d'électricité participèrent à justifier le maintien de la gestion de l'éclairage en tant que direction interne à EDF, le réseau de lumière du Nord n'étant qu'un cas particulier du réseau d'électricité au sens large. Quoi qu'il en soit, la différence entre les deux parties du réseau marquera une différence de taille quant à la gestion future de l'éclairage public, ce dernier ne revêtant pas les mêmes modalités en fonction de son caractère « propre » ou « entremêlé ».

Le premier impliquant par exemple que la totalité du réseau puisse être coupé facilement si on le désire (en journée par exemple), le second nécessitant d'être plus attentif aux « branches que l'on désire couper », afin de ne pas incommoder les consommateurs tiers. Nous reviendrons plus tard sur les implications contemporaines de cette dichotomie qui (il est important de le rappeler) est due à des choix anciens mues par des velléités économiques, sociales (ce qui n'est pas antithétique, loin de là) et même politiques.

²³⁷ Voir plus haut et dans le glossaire pour une explication des différentes typologies concernant le courant alternatif.

Pour reprendre une formulation chère à la sociologie [206] et qui pourrait très bien s'appliquer ici : « Tout se passe comme si » les réseaux techniques d'aujourd'hui gardaient en eux les stigmates des fractures sociales d'hier. Plus clairement, le « fait social » inhérent aux choix d'installation des réseaux a, par « effet domino », imposé une certaine architecture au réseau d'éclairage public, même si son existence actuelle pourrait être remise en cause. Ce que nous entendons par « fait social » réside en la différence de localisation et de typologie d'habitat des populations parisiennes au XIXème et XXème siècle. En somme, le réseau garde « trace » des choix non-techniques, ce qui est un argument massif en faveur de la théorie du « tissu sans couture » [14], [113].

Pour revenir à la gestion opérationnelle du réseau d'éclairage, celui-ci engage donc une direction spécifique d'EDF, dévolue spécifiquement à ce rôle. Cette structure emploie un total de 825 agents en 1973, pour des missions allant parfois au-delà de l'entretien du réseau. A ce titre il arrive aux employés d'EDF d'assurer des travaux exceptionnels ou la gestion de situations particulières à proximité de points lumineux par exemple. Étant donné la présence quasi-totale de l'infrastructure lumière dans la ville, les interventions sont nombreuses et amènent la concession à assurer de très nombreuses missions normalement réservées directement aux services municipaux, ce qui constitue rétrospectivement une des premières causes des refontes futures de ce contrat.

En effet nous verrons que la quantité de personnel connaîtra une baisse drastique au cours des quarante années qui suivront, une baisse à mettre en relation avec la modification des missions qui seront attribuées aux structures assurant la « gestion de l'éclairage public » dans une acception qui sera plus restreinte. Sur le plan technique, c'est la lampe à « Vapeur de Mercure » de la famille technologique de la photoluminescence qui est prépondérante à l'époque, laquelle possédait une température de couleur de 4000 kelvins. Cette technologie amène le « paysage nocturne » sur des teintes beaucoup plus « froides »²³⁸ que la technologie à incandescence (température d'environ 2500 kelvins).

L'année 1973 sera marquée par un premier calcul de la part de l'éclairage public dans la consommation totale d'électricité en France et qui représente donc 2% du total [207]. La même année, le « choc pétrolier »²³⁹ a des conséquences importantes sur la consommation d'énergie en France et les illuminations récemment arrivées dans l'espace public sont éteintes de manière à faire des économies. De manière concomitante, le terme « ambiance lumineuse » commence à faire son apparition parmi les éclairagistes, gestionnaires et architectes. Bien qu'il soit difficile de prouver l'existence d'un lien entre la fin de l'abondance énergétique et le début d'une conception holistique de l'éclairage urbain, il est possible d'en supputer l'existence.

Sans lien direct, c'est également cette année qu'EDF produit une carte du réseau électrique parisien, laquelle nous informe de la haute concentration de travaux sur les réseaux électriques de l'époque, notamment dans le but de « migrer » ceux-ci vers un courant alternatif en triphasé comme expliqué précédemment. **Il est notable en Figure 69 que les typologies d'alimentation sont encore nombreuses et différentes à cette époque, préfigurant la durée et la difficulté de telles travaux.**

La migration vers du courant triphasé à 20 000 volts durera en effet jusque dans les années 2000 en ce qui concerne la distribution électrique et le courant monophasé des quartiers du sud sera même encore présent au moment de la rédaction de cette thèse. Plus précisément la vétusté²⁴⁰ des câbles du réseau empêche de faire circuler un courant triphasé, malgré la capacité des postes de transformations en présence. Toutes ces considérations nous amènent à penser le réseau d'éclairage public comme une infrastructure se gérant sur un temps relativement long, tant les aménagements et rénovations d'aujourd'hui sont déterminées par les choix

²³⁸ Au sens galvaudé du terme, vu en Partie 1.

²³⁹ Terme désignant une augmentation soudaine du prix du pétrole, due en partie à l'augmentation de la demande et à la stagnation de l'offre.

²⁴⁰ Due à leur très grande ancienneté (parfois plus de 60 ans), ce qui fournit aussi une indication sur la qualité de l'équipement et de son entretien.

EDF une baisse du nombre d'agents et une redéfinition partielle des missions, ce qui ramena la direction de l'éclairage public parisien à 650 agents en 1987 et à un resserrement des activités autour de l'éclairage public uniquement. Ce procédé est aussi un prélude à la préparation d'un nouveau type de contrat que la concession monopolistique et unilatérale négociée préalablement.

Cette année 1987 marque aussi l'apparition des lampes à iodures métalliques, plus compactes que les technologies précédentes. Sur le plan infrastructurelle, le réseau diphasé existe encore, comme cela est visible en Figure 69, mais n'alimente plus que 20% de la puissance nécessaire pour tout Paris (toute activité confondue). Il paraît probable qu'une partie de l'éclairage du nord de Paris fonctionnait encore en diphasé à cette époque, bien qu'aucune source ne l'atteste formellement.

FIN DU MONOPOLE ET SYNTHÈSE DE L'HISTOIRE TECHNIQUE

L'année 1989 sera une année charnière pour l'éclairage public, parisien d'une part et général d'autre part, comme en atteste les chiffres présentés dans le Tableau 8. Dans la capitale française, EDF assure pour la dernière année la gestion de l'éclairage public et de ses 150 000 points lumineux, jusqu'au 31 décembre pour être précis, avant la signature d'un nouveau contrat changeant la relation entre les deux entités publiques. En ce qui concerne l'éclairage public au sens général du terme, on assiste à la naissance de « l'urbanisme lumière » dans la droite lignée de ce qui était déjà « l'architecture lumière » et qui consiste à ne plus aborder l'éclairage public de manière ponctuelle mais aussi comme un système. Ce qui nous semble judicieux aux vues des conclusions de la Partie 1 sur le caractère hautement systémique de cette infrastructure. Les premiers Schémas Directeurs d'Aménagement Lumière (SDAL) font leur apparition à cette même époque et permettent aux municipalités de gérer la ligne directrice de leur éclairage public.

Dans cette dynamique de reprise en main de l'éclairage par la puissance publique, le nouveau contrat est signé en 1990 entre EDF et la Ville de Paris, ce dernier place la concession dans des limites temporelles, alors fixées à dix ans à partir de la signature. En termes d'agents employés, leur nombre est ramené à 384 au sein de la direction de l'éclairage d'EDF, permettant à la municipalité parisienne de reprendre à sa charge les activités connexes à l'éclairage public (travaux de voirie, gestion de la circulation et de divers situations exceptionnelles). La concession des signalisations lumineuses tricolores²⁴¹ est également remportée par EDF pour deux ans ainsi que celle du périphérique au sein d'un *consortium*, ces deux lots étant séparés du reste. Dans la foulée, de nombreux bâtiments parisiens sont mis en lumière, notamment Notre-Dame de Paris.

Sur un plan technologique, la lampe à induction, une variante de la lampe photoluminescente à vapeur de Mercure, fait son apparition en présentant des caractéristiques de longévité remarquables (supérieure à 60 000 heures). La place du Tertre est notamment éclairée grâce à cette technologie mais le reste du patrimoine ne suivra pas forcément cette lancée, vraisemblablement à cause du prix conséquent de cette technologie. **Une année plus tard, en 1992, la création du MEGE fait entrer l'éclairage public parisien dans une logique de conservation de la mémoire technique et organisationnelle, ceci grâce à d'anciens employés d'EDF. La direction de l'éclairage public connaîtra d'ailleurs une séparation déterminante de l'entreprise publique en 1993 avec la création de Citelum qui devient une filiale d'EDF, lui permettant d'embaucher du personnel du secteur privé et non plus seulement public dès 1994.** La même année que l'apparition des lampes aux iodures métalliques et à brûleur céramique, dont les caractéristiques (Indice de Rendu des Couleurs et durée de vie) lui permettent une large diffusion²⁴².

²⁴¹ Aussi appelés « feux de circulation ».

²⁴² Nous sommes au milieu des années 90, juste après la chute de l'URSS (Union des Républiques Socialistes Soviétiques), cette époque marque un changement dans la manière d'appréhender à la fois l'économie au sens large par l'État [210] et même tout particulièrement les services publics [211]. La tendance lourde de l'économie étatique de l'après-guerre en France se mue progressivement dans une conception mixte entre le néolibéralisme américain ayant influencé les « thérapies de choc » en ancienne Union Soviétique et Allemagne de l'Est d'une part et la gestion centralisée, étatique et (à l'origine) d'obédience socialiste d'autre part. Le tout se traduisant non plus par des entreprises publiques comptant sur le fonctionariat et avec peu

EDF n'échappera pas à ce mouvement, tout comme sa filiale Citelum qui verra l'entrée de capitaux privés en 2000, en l'occurrence de Dalkia qui, à l'époque, était possédée par une entité privée²⁴³. Ce contexte politico-économique explique de manière sous-jacente les évolutions à venir concernant la possession et la gestion du réseau d'éclairage public. Celles-ci sont à mettre en relation avec la réapparition du poste de maire à la Ville de Paris et plus généralement avec le moindre rôle de l'État et le retour de la municipalité comme puissance adjudicatrice²⁴⁴. L'essor du néolibéralisme ayant paradoxalement permis un retour d'une forme de gestion municipale comme nous le verrons plus bas.

La même année, les débats concernant les problématiques de sur-éclairage se font de plus en plus vifs, obligeant l'AFE à adopté une position claire sur le sujet, ce qu'elle fera en parlant de « nuisances lumineuses » ce qui a un impact sur la manière de traiter le problème. **Le sujet du sur-éclairage environnemental se politise de plus en plus et avec lui une dualité entre les tenants d'une théorie de la « pollution lumineuse » et ceux de la « nuisance lumineuse ». Cette différence dans la logique d'analyse des problématiques environnementales ne concernera évidemment pas uniquement Paris mais bien l'ensemble des acteurs du secteur de l'éclairage public au moins en France.** En 2002, d'ailleurs, des astronomes font part de leurs inquiétudes quant à la cohabitation de l'éclairage public sous sa forme actuelle et de la possibilité d'observer le ciel, en tout cas à proximité relative des grands ensembles urbains. Cette problématique ne sera pas immédiatement abordée dans la municipalité parisienne et il faudra attendre les années 2010 pour que des études commencent à être pensées en ce sens²⁴⁵.

Pour revenir aux relations de gouvernance qui se structurent entre la municipalité et l'État, l'année 2009 marquera un tournant avec un différend opposant la Ville de Paris à EDF et concernant la possession patrimoniale de trente-six « postes sources » transformant de la Très Haute Tension en Haute Tension. EDF s'est en effet attribué, de fait, ces transformateurs grâce à l'interprétation d'une loi du 9 août 2004²⁴⁶ lui permettant de retirer des biens industriels du bilan des « biens concédés » de manière totalement unilatérale. Cette affaire donna lieu à un papier très sévère de la *Chambre régionale des comptes d'Ile-de-France*, un organe territorial (servant de juridiction financière) de la *Cour des Comptes* dont le rôle est de « vérifier l'emploi des fonds publics et de sanctionner les manquements à leur bon usage. »²⁴⁷. Le problème réside dans l'interprétation abusive de la loi de la part d'EDF, qui a donné lieu à une action unilatérale alors qu'un accord était nécessaire de la part de la Mairie [212]. Un accord à l'amiable a finalement pu être trouvé entre les deux entités, ce qui n'empêche pas d'analyser cet épisode comme l'illustration parfaite de la dynamique actuelle des services publics parisiens, dont la gestion incombe de moins en moins directement à l'État²⁴⁸.

A partir de cet épisode, il devient relativement aisé d'inscrire ce qui suit dans une dynamique déjà en cours de construction au cours des décennies précédentes, à savoir l'ouverture de la concession au marché, selon une logique d'appel d'offre. Ce dernier eu lieu entre 2009 et 2011 et reste un épisode extrêmement compliqué à commenter et analyser, d'une part en raison de son caractère récent et donc du manque d'informations

d'objectifs de rentabilité, mais sur des entreprises privées à capitaux d'État pouvant à la fois fournir un service public et dégager des marges bénéficiaires sur le territoire français et « à l'international ».

²⁴³ Pour être précis, à cette époque il s'agit de Vivendi Environnement qui deviendra Véolia et qui partage une partie du capital de Dalkia avec EDF.

²⁴⁴ En contact direct avec les opérateurs économiques (publics ou privés) susceptibles de se voir déléguer un service public.

²⁴⁵ Etudes qui seront présentées plus bas.

²⁴⁶ Code de l'énergie, article L. 322-4.

²⁴⁷ Site de la *Cour des Comptes*, rubrique « fonctionnement » : <https://www.ccomptes.fr/fr/nous-decouvrir/fonctionnement>

²⁴⁸ Ce qu'il faut comprendre ici de manière générale, c'est que les lois régissant les possessions patrimoniales publics peuvent donner lieu à des interprétations. En particulier concernant le réseau d'éclairage public, qui a été possédé par de nombreuses entités publiques et privées différentes au cours de son existence. En l'occurrence, si l'article L. 322-4 du code de l'énergie permettait à EDF de « prendre possession » de ces transformateurs, la Cour des Comptes (organe de contrôle de la régularité des comptes publics) a jugé « abusive » cette décision unilatérale. Non pas « illégale » mais bien « abusive », ce qui montre que ce conflit est de nature politique en plus d'être d'ordre légal et financier.

archivistiques disponibles à son sujet. D'autre part en raison de l'importante et légitime opacité qui entoure le choix d'un délégataire par la Ville de Paris, spécifiquement en ce qui concerne un marché aussi important, sur une décennie et dont le prix se compte en centaines de millions d'euros²⁴⁹.

Face à la connaissance importante qu'avait acquise l'entreprise Citelum, un consortium formé des groupes Bouygues, Vinci, Fayat et Aximum se constitua afin de fournir une réponse à l'appel d'offre. Ce qu'il est possible d'affirmer sans doute, c'est que ce consortium, qui s'appelle Evesa, a finalement remporté cet appel d'offre et obtenu la concession du réseau d'éclairage pour une durée de dix ans. Il n'est pas encore possible de connaître avec précision les raisons ayant justifié ce choix de la part de la puissance publique²⁵⁰.

Dans les faits, une grande partie des opérateurs²⁵¹ ont conservé leurs postes en « changeant de casquette » pour reprendre la terminologie d'un des conservateurs de l'association MEGE. L'ensemble des cadres, agents administratifs et personnel de direction a cependant été totalement renouvelé. De plus les objectifs de ce nouveau marché s'inscrivaient dans un nouveau cadre juridique appelé le MPE pour « Marché à Performance Énergétique ». Ce nouveau cadre obligeait le délégataire à présenter les résultats de sa bonne gestion sous la forme d'indicateur mettant particulièrement l'accent sur des économies d'énergie, avec pour objectif une baisse de 30% de la consommation imputable à l'éclairage public.

L'utilisation massive des LED a fortement contribué à la bonne tenue de ces objectifs. Cette technologie, grâce à de récents progrès, pouvant produire une lumière « chaude » plus à même de correspondre à l'ambiance lumineuse parisienne, dont la température de couleur se situerait plus volontiers en-dessous des 3000 kelvins²⁵². Également, le contrat prévoyait la construction d'un nouveau système de télégestion, l'ancien étant la propriété d'EDF, nous aurons l'occasion d'aborder ces deux points dans le prochain chapitre qui propose un état des lieux du « présent » de l'éclairage public.

Ce chapitre est sur le point de s'achever avec, en guise de synthèse, le Tableau 8 qui contient un recueil des différents chiffres avancés concernant la quantité de points lumineux sur le territoire parisien, assorti de commentaires relatifs à leur gestion économique et politique.

²⁴⁹ Le coût de la concession est grossièrement estimé à 500 millions d'euros sur dix ans selon des sources internes. Sans qu'il soit possible d'obtenir un détail précis de ces dépenses.

²⁵⁰ Toutes les personnes rencontrées lors de cette thèse affirme qu'il y aurait un « vice de forme » dans la réponse de Citelum ayant justifié l'arrivée du nouveau délégataire. Il est cependant impossible de vérifier cette information avec certitude.

²⁵¹ Dans ce type de marché, certaines clauses du contrat obligent le nouveau délégataire à embaucher les agents opérationnels.

²⁵² D'après le *Mémo interne relatif à la doctrine d'éclairage parisienne* de Evesa (2015).

Tableau 8 - Référencement quantitatif général des points lumineux parisiens, assorti de commentaires relatifs à leur gestion.

Année	Démographie ²⁵³	Nombre de Points lumineux	Commentaire
1558	290 000 habitants	1500	
1559	<i>Idem</i>	0	Tout le patrimoine ou presque a été vendu
1666	450 000 à 500 000 habitants	2736	
1729	550 000 habitants	5572	
1769	580 000 habitants	2400	Les réverbères permettent de mieux éclairer avec moins de matériel. La baisse du nombre de points lumineux (de « foyers ») reste inexpliquée par nos sources historiques
1788	600 000 habitants	5694	
1817	500 000 habitants	4645	Diminution du parc sans doute due à la Révolution française
1821	700 000 habitants	5035	
1832	800 000 habitants	5322	
1835	900 000 habitants	6273	
1852	1 000 000 habitants	13 733	En large majorité du gaz même si l'huile est toujours une technologie présente
1870	1 800 000 habitants	32 000 appareils à gaz basse pression	La nouvelle enceinte de Paris qui vient après l'annexion de certaines communes limitrophes, augmente la superficie. A noter qu'une autre source avance le nombre de 20 000 foyers.
1890	2 500 000 habitants	50 000, gaz basse pression	L'éclairage public est évalué à 5 millions de Francs en dépenses de service
1910	2 800 000 habitants	53 800, gaz basse pression 2 000, électrique	Débuts expérimentaux du gaz haute pression
1913	2 900 000 habitants		L'éclairage public est évalué à 8 millions de Francs en dépenses de service
1920	2 900 000 habitants (stagnation en raison de la guerre)	51 200, gaz basse pression 2 100, haute pression 2 500, incandescence	Première diminution du parc au gaz
1930	2 890 000 habitants	35 800, gaz basse pression 6 800, gaz haute pression 10 000, incandescence	
1940	2 800 000 habitants	14 300, gaz basse pression 5 700, gaz haute pression 28 500, incandescence	Même le gaz haute pression tend à diminuer
1950	2 800 000 habitants (stagnation en raison de la guerre)	3000, gaz basse pression 4 700, gaz haute pression 33 600, incandescence 500, fluorescence	
1953	2 850 000 habitants	35 833 foyers en surface - 33 690 lampes à incandescence - 1 471 lampes fluorescentes	

²⁵³ Valeurs arrondies et dont certaines ont été obtenues par extrapolation à partir d'estimations internes à la municipalité parisienne et d'ouvrages historiques cités dans le chapitre précédent. La mesure de la population *intramuros* a pour objectif d'être comparée avec la quantité de foyers lumineux.

1956	2 800 000 habitants	3000 gaz (confondus) 37 200 incandescence 4 400 fluorescence Ou alors 39 993 foyers en tout (dont 35 563 incandescence et 3 583 fluorescents en fonction de la source, ici EDF)	
1957	<i>Idem</i>	42 096 foyers au total - 35 124 lampes à incandescence - 5 628 lampes fluorescentes	
1960	<i>Idem</i>	46 858 foyers au total - 33 611 lampes à incandescence - 10 712 lampes fluorescentes	
1963	2 780 000 habitants	52 950 foyers au total - 31 074 lampes à incandescence - 18 823 lampes fluorescentes	78.012 GWh de consommation sur un an
1965	2 600 000 habitants	57 642 foyers en surface - 27 347 lampes à incandescence - 26 972 lampes fluorescentes - Le reste en d'autres technologies	90.292 GWh de consommation sur un an
1966	<i>Idem</i>	59 975 foyers en surface - 26 100 lampes à incandescence - 30 619 lampes fluorescentes - Le reste en d'autres technologies	93.649 GWh de consommation sur un an
1989	2 100 000 habitants	150 000 points lumineux	140 GWh
2004	2 180 000 habitants	151 000 points lumineux	153,34 GWh
2011	2 250 000 habitants	195 500 points lumineux - 62 500 candélabres - 30 000 consoles	146,40
2018	2 200 000 habitants	188 852 points lumineux - 65 480 candélabres - 31 105 consoles - 15 197 à but « d'illumination »	104,17 GWh de consommation sur un an (Diminution qui fait vraisemblablement suite à une logique d'économies d'énergie)

Si l'on voulait décrire et analyser succinctement la forme et la gestion du réseau d'éclairage public actuel, ce dernier présente encore une réelle dichotomie entre sa partie « Nord » et sa partie « Sud ». Comme cela est illustré en Figure 70, selon un rapport interne de l'opérateur actuel du réseau (Evesa), la gestion de l'ensemble du patrimoine rétistique lumineux est très différenciée entre la partie au nord qui est branchée sur le « réseau public », soit le réseau d'électricité en courant alternatif mis en place par EDF d'une part. Et d'autre part la partie au sud qui dispose de « postes dédiés », soit des postes électriques²⁵⁴ desservant uniquement le réseau de la Ville de Paris dévolu à l'éclairage public et géré par l'opérateur délégataire.



Figure 70 - Dichotomie contemporaine du réseau d'éclairage public parisien, d'après un rapport interne de l'entreprise Evesa (2015).

Il est criant de constater que cette séparation est la même que la séparation entre le courant alternatif « monophasé » et le « diphasé » au XXème siècle, elle-même issue de la séparation du « temps des secteurs » au XIXème siècle. Bien que cela ne soit pas connu des agents d'Evesa et de la Mairie de Paris, d'après nos sources en tout cas, la dichotomie structurelle et technique du réseau d'éclairage parisien trouve son origine dans des séparations arbitraires, économiques, sociales et dont l'origine est même politique.

Cette séparation s'est conservée au fil des années et a fini par s'institutionnaliser au point d'en faire oublier le caractère purement contingent de sa justification. **La manière avec laquelle la répartition sociale de la population parisienne²⁵⁵ à une époque donnée a pu influencer sur la structure d'un réseau technique plus d'un siècle plus tard est une illustration et un argument presque trop parfait en faveur de la théorie du « tissu sans couture »** [14], [113] et de son adéquation avec les objets technico-rétistiques urbains.

Il est également possible de relier ces observations avec la théorie de la « dépendance de sentier » ou « dépendance au chemin emprunté » [213]. Issu à l'origine des sciences économiques, ce principe permet d'expliquer comment des choix passés peuvent avoir plus d'impacts que des analyses présentes sur l'état d'un objet. En l'occurrence, il s'agit ici d'une dichotomie actuelle qui n'a d'autre justification, quant à son

²⁵⁴ Le terme « poste électrique » implique usuellement l'existence d'un transformateur, ce qui n'est pas tout le temps le cas pour le réseau parisien. *A minima* un poste est un « nœud » à partir duquel ne sera desservi que le réseau dévolu à l'éclairage public et ce nœud contient souvent un transformateur permettant de faire passer la moyenne tension en basse tension.

²⁵⁵ Rappelons qu'à l'origine, il s'agit d'une segmentation dont les choix techniques ont été motivés en partie par des constats sur la typologie d'habitats et d'habitants, comme expliqué précédemment.

existence, que le poids des anciennes décisions techniques. Le coût en investissement est alors tellement élevé qu'il fige le réseau d'éclairage dans son état actuel, pas forcément optimal mais découlant de sa trajectoire précédente²⁵⁶.

Ainsi, si l'on désire reprendre notre schéma présenté en Partie 1 et l'adapter au contexte parisien, il est possible que cela ressemble à ce qui est présenté en Figure 71 et qui illustre plus visuellement la nature de la séparation et des différences de gestion entre les deux réseaux d'éclairage public parisien. En effet, on perçoit assez facilement qu'il sera nettement plus aisé de contrôler une extinction générale avec un « réseau propre » dont seuls les nœuds seront à gérer par rapport au « réseau public » dont on ne pourra arrêter d'alimenter des nœuds qui servent à d'autres usages qu'à celui d'éclairer la nuit.

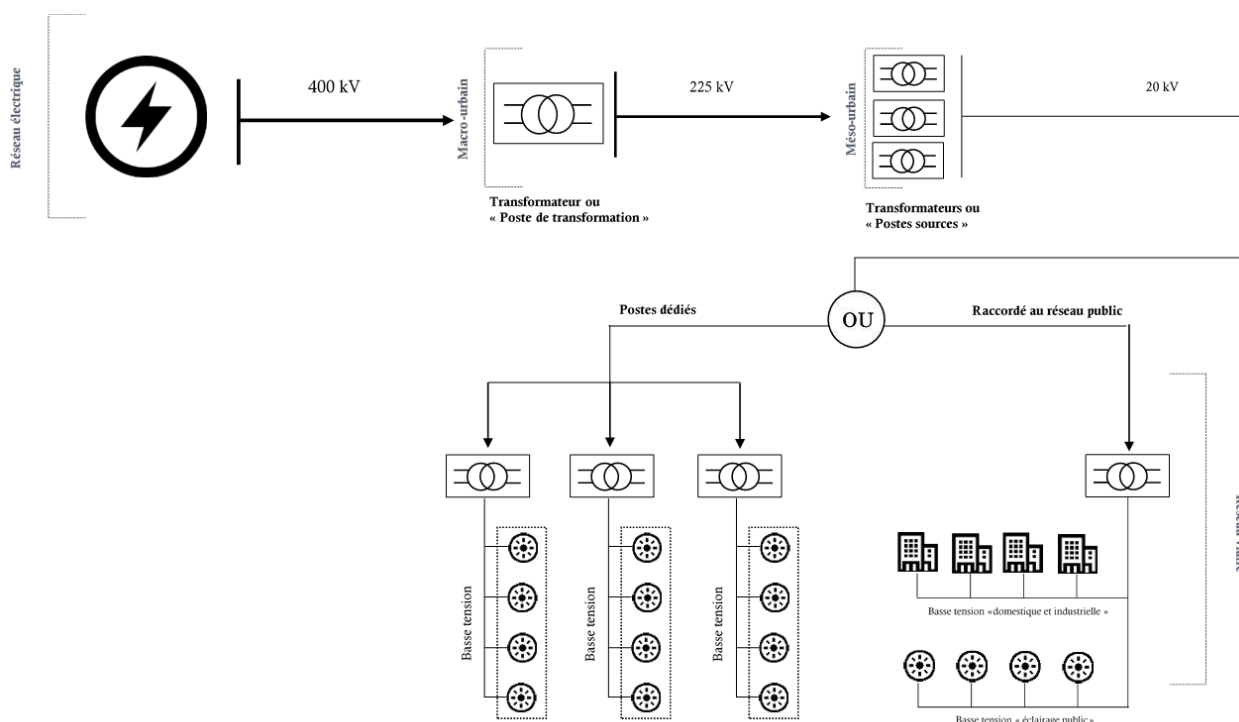


Figure 71 - Schéma de l'auteur du réseau d'éclairage public parisien illustrant sa dichotomie structurelle.

Le réseau continue évidemment d'évoluer et il n'est pas dit que sa structure dichotomique, bien que séculaire, ne s'homogénéise pas dans les décennies à venir. En ce sens tous les travaux contemporains sur le réseau technique parisien impliquent de procéder à un raccordement sur « postes sources » sur le même modèle que dans les quartiers du sud mais en installant systématiquement un courant triphasé. Cette organisation des réseaux électriques (ici pour l'éclairage public) de Paris se retrouve dans le SDAE (Schéma Directeur des Armoires Électriques) dont l'existence atteste encore une fois du caractère programmatique des infrastructures parisiennes.

Une homogénéisation technique peut être contraignante sur le court terme mais l'étude historique du réseau a démontré qu'une différenciation technique pouvait s'accroître avec le temps. Sans constituer un réel danger en soi, cette dichotomie oblige à fournir une gestion différenciée et donc à engager (sur le long terme) plus de ressources dans l'entretien de l'infrastructure. **En somme, le réseau subit des transformations inhérentes à ses modalités de gestion, soit dans le cas présent un réseau au Nord qui tend à gagner de**

²⁵⁶ L'on peut aussi parler de « poids des habitudes ».

l'indépendance par rapport au réseau électrique classique d'Enedis²⁵⁷ car justement la gestion de cette infrastructure n'est plus uniquement à la charge d'EDF.

Notre fresque historique s'arrêtera en 2021, année pendant laquelle la Ville de Paris choisira son nouveau délégataire, entre un renouvellement d'Evesa, un retour de Citelum (EDF) ou l'émergence d'un nouvel opérateur, toutes les options restent envisageables au moment de la rédaction de cette thèse²⁵⁸. Ce qui est certain, c'est que le prochain marché aura pour forme juridique celle d'un MGP (Marché Globale de Performance) dont la gestion devrait être plus flexible pour la Mairie de Paris par rapport au MPE (Marché à Performance Énergétique) dont les indicateurs comprenaient surtout des économies d'énergie. A des fins de comparaison facilitées entre les différentes modalités de gestion abordées concernant le réseau d'éclairage public, nous avons conçu le Tableau 9.

Ce tableau permet de plus facilement appréhender les différences entre ces modalités et surtout le témoignage qu'elles portent de leur époque et de la culture politique qui a régi leur émergence. Nous avons inclus les régimes du Partenariat Public Privé (PPP) et de la Privatisation qui, bien que non utilisés à Paris, offrent un point de comparaison par gradient avec les autres modalités, allant de la Régie (puissance publique à son exercice maximale) jusqu'à la privatisation (puissance privée à son exercice maximale).

Le MGP est une approche innovante de marché public que nous aurons l'occasion d'évoquer en Partie 3 et Partie 4, notamment en raison des implications qu'il pourra avoir sur le réseau d'éclairage public, ses fonctions et ses usages futurs. Avant cela, il est nécessaire de décrire l'état actuel du réseau d'éclairage plus en détails, afin de comprendre la nature des évolutions à venir. Le chapitre actuel nous a permis de comprendre en quoi le réseau d'éclairage public accompagnait et témoignait des mutations urbaines parisiennes au fil de l'histoire, le prochain nous invitera à anticiper la nature des évolutions futures au prisme de l'état technique et politique actuel.

²⁵⁷ Filiale d'EDF en charge de l'installation et de l'entretien du réseau électrique de distribution.

²⁵⁸ En fin de rédaction, le groupement porté par Citelum (filiale d'EDF) a finalement remporté le nouveau marché.

Tableau 9 - Tableau descriptif des différentes modalités de gestion du réseau d'éclairage public parisien observées au cours du temps.

Dénomination	Régie	Permission	Délégation	Marché à Performance Énergétique (MPE)	Marché Global de Performance (MGP)	Partenariat Public Privé (PPP)	Privatisation
Description	L'entité publique assure en interne (avec son propre personnel) la gestion du service. Celle-ci peut être autonome (financièrement) ou personnalisée.	Mode de gestion ou la puissance publique « permet » à une entreprise d'exercer une activité de service sur le domaine public. Utilisée pour l'éclairage public au début du 20 ^{ème} siècle, ce mode de gestion impliquait un pouvoir total de la puissance publique sur les modalités du contrat avant et pendant celui-ci.	Modalité qui se définit par l'obligation pour le délégataire que ses rémunérations soient « substantiellement liées au résultat d'exploitation ». Il en existe plusieurs types : - Régie intéressé. La puissance publique prend un associé (et non un concessionnaire) pour gérer le service ; - Une concession, où le risque est également transféré. Le concessionnaire prend à sa charge, l'exploitation, l'entretien et les investissements ; - Un affermage, où la collectivité assure les investissements et perçoit un loyer.	Marché très spécifique à bons de commande mis en place en 2009 à la suite du Grenelle de l'environnement. Ce marché à bons de commande a été taillé sur mesure de manière à atteindre rapidement les économies d'énergie fixées par le Grenelle. La puissance publique délègue l'exploitation et la maintenance à un opérateur tiers, puis fonctionne avec des bons de commande en ce qui concerne les parties dites d'ATMO (Assistance Technique à Maitrise d'Ouvrage). En dernier ressort, les économies d'énergie constituent le principal indicateur de jugement de la bonne tenue du marché.	Ce type de marché se construit sur la même base que le MPE. Il diffère en ce qu'il permet d'englober plus d'indicateurs que les simples économies d'énergie. Il convient en général aux projets complexes demandant (souvent mais pas obligatoirement) un dialogue compétitif dans son mode d'attribution. Il offre l'avantage d'un contrôle de la collectivité, d'une co-construction avec les candidats et opérateurs économiques et d'un large spectre de déploiement.	Utilisé dans le cas (le plus souvent) où la collectivité n'a pas les moyens d'assurer un investissement substantiel. La collectivité prend donc un « partenaire » qu'elle rémunère pour assurer le service. Le partenaire n'a pas la propriété du bien public mais peut en assurer les investissements et en est responsable. Le « loyer » payé par la collectivité n'étant pas comptabilisé dans le calcul de la dette, ce type de contrat peut s'avérer commode pour des raisons comptables.	La puissance publique « vend » le bien public et opère un transfert complet de propriété à un opérateur économique (en l'occurrence privé). Elle peut garder un contrôle (notamment juridique) sur la bonne tenue des engagements en matière de service public. Celui-ci sera néanmoins moins important que dans les autres formes de contrats.

CHAPITRE 2.4 – LE PRESENT DU RESEAU D’ECLAIRAGE PUBLIC, HERITAGES ET EVOLUTIONS

SOUS-CHAPITRE 2.4.1 - ÉVOLUTION RECENTE, UNE REVOLUTION ?

UN NOUVEAU MARCHÉ ET DES ECONOMIES D’ENERGIE

Notre objet d’étude, le réseau d’éclairage public parisien, a donc une historicité marquée par le cadre de ses modalités de gestion. L’analyse de cette histoire technique s’arrête là où débute la compréhension de la situation présente, celle de la gestion contemporaine de l’infrastructure en question. Avec comme base de réflexion l’histoire échafaudée dans le chapitre précédent, nous dresserons dans celui-ci une monographie infrastructurelle de l’éclairage public parisien. Ce premier sous-chapitre sera ainsi l’occasion de revenir sur les transformations de l’éclairage public consécutives à l’organisation du nouveau marché, le MPE (Marché à Performance Énergétique). Nous verrons que les nouveaux objectifs du marché porteront avec eux de nouvelles technologies d’une part (la LED) et également un nouveau moyen de contrôler le réseau à distance (la télégestion). L’explication de cet état présent nous permettra d’amorcer la prospective quant au futur du réseau d’éclairage public et aux idéaux urbains qu’il pourra sous-tendre.

Avant cela, intéressons-nous de manière très opérationnelle à ce nouveau marché, le MPE, celui-ci fonctionne donc sur un principe de « bons de commande ». **C’est-à-dire qu’une fois la gestion « quotidienne » du réseau assurée, la puissance adjudicatrice pourra demander des réfections et des aménagements spécifiques qu’elle fournira au prestataire, ce dernier assurant l’ATMO (Assistance Technique à Maitrise d’Ouvrage).** En plus de cela, la nouvelle entreprise gestionnaire pourra proposer des programmes de modification du patrimoine (qui appartient toujours à la Ville de Paris rappelons-le). Ces modifications ont pour objectif d’opérer une baisse de la consommation de la partie du parc qui sera remplacée ou modifiée²⁵⁹.

Sur le plan géographique et organisationnel, le gestionnaire d’éclairage public conserve une partie de son ancrage (bâtiment appartenant à la Mairie de Paris dans le 15^{ème} arrondissement) et de sa structure (dichotomie dans la gestion comme expliqué dans le chapitre précédent). Ce qui va changer, en revanche, c’est la consommation enregistrée par la Ville de Paris, au titre de son réseau d’éclairage public, pendant la décennie de la délégation. La facilité d’accès à ce changement technologique précis (le LED) nous permettra d’en connaître les justifications et les modalités organisationnelles.

Commençons donc avec le cadre de cette réduction de la consommation d’électricité. Il s’agit à l’origine d’un engagement public pris par la Mairie de Paris et affirmé dans son « Plan Climat » de 2018 [214], ce document programmatique précise les orientations générales de la municipalité dans l’objectif de réduire la consommation d’énergie, de ressources et les émissions de gaz à effet de serre de la municipalité²⁶⁰. La réduction de 30% de la facture électrique de l’éclairage public provient donc du volet concernant la baisse de la consommation énergétique. Cet engagement se réfère d’ailleurs à une mesure de consommation effectuée en 2004, servant d’année étalon.

Le MPE (Marché à Performance Énergétique) est donc une construction légale spécifiquement pensée pour réaliser ce genre d’objectifs dans le cadre d’un marché délégataire. De manière interne à Evesa, la réalisation de ces objectifs a été assurée grâce à des études programmatiques mettant en avant un indicateur en particulier, celui du « kWh économisé par euro dépensé ». La maximalisation de cet indicateur permet en

²⁵⁹ Si le prestataire poursuit bel et bien un objectif de baisse du niveau de consommation du parc sur le long terme.

²⁶⁰ Il est important de préciser que l’origine de cette électricité est abordée dans une autre partie de ce document programmatique. Le débat reste ouvert sur l’importance, ou non, de développer une production d’énergie encadrée par la Mairie ou bien de choisir différemment les fournisseurs (en définissant ce qui peut être considéré comme une source « durable »). Ce débat dépasse cependant le cadre de cette thèse.

effet au délégataire de réaliser ses objectifs de la manière la plus efficace qui soit avec les ressources dont il dispose.

De manière rétrospective, cette organisation a été efficace, tant elle a entraîné une baisse substantielle de la consommation dans le délai imparti, comme cela est visible en Figure 72. On peut y observer un graphique extrait du rapport d'activité d'Evesa datant de l'année 8 d'exercice, soit entre juillet 2018 et juillet 2019. Le rapport précise également que la LED s'est généralisée dans son utilisation sur l'ensemble des opérations du « Plan Climat » et qu'elle représente aujourd'hui « 100% de la technologie utilisée »²⁶¹ [215]. **Il est aussi précisé que le gain moyen pour un « projet climat » reste constant à environ « 75% » [215]. C'est cette dernière information qui est capitale, tant elle illustre les changements structurels à l'œuvre du fait de la technologie LED. Cette manière de s'éclairer n'engage pas des économies marginales, elle est à la source d'économies d'énergie substantielles.**

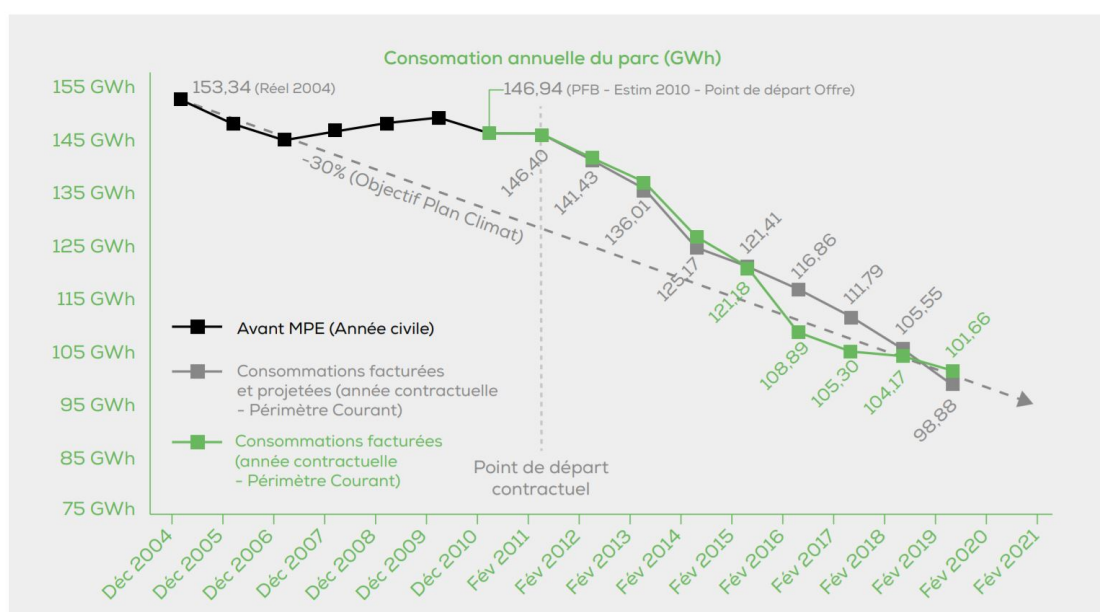


Figure 72 - Synthèse de la baisse de consommation due au Plan Climat, extrait du rapport d'activité Evesa année 8 (2019).

Pour comprendre l'importance de cette baisse de consommation énergétique, il est nécessaire de se reporter au Tableau 8 et de chercher l'époque à laquelle le réseau d'éclairage public consommait « si peu » d'énergie. En suivant les tendances lourdes d'évolution de consommation, on ne retrouve ces ordres de grandeur que dans les années 70, pendant lesquelles le parc comptait autour de 100 000 « foyers ». A consommation similaire, le parc actuel compte, quant à lui, 188 000 points « lumineux », soit quasiment le double²⁶². Notons au passage que le nombre de points lumineux a doublé tandis que la population a, pour sa part, diminué.

Cette comparaison entre l'éclairage parisien des années 1970 et celui des années 2010 donne le ton de la tendance évolutive du réseau. Ce dernier ayant d'abord connu une forte expansion de son nombre de luminaires à population constante, voire déclinante, avant de se stabiliser et de baisser sa consommation d'énergie par des mutations technologiques internes (passage à la technologie LED). **En somme, tout se passe comme si le réseau d'éclairage public possédait une existence liée au contexte de disponibilité**

²⁶¹ Toujours dans le cadre d'une « Opération Plan Climat ». Les rues ne rentrant pas dans cette typologie de gestion conservent les technologies dont elles sont équipées.

²⁶² Il existe une confusion entre les termes « foyers » et « points lumineux » qui, vraisemblablement désignent la même chose, à savoir l'ensemble du support, de la source lumineuse et des éventuels accessoires.

énergétique avec lequel il cohabite. Bien que cette réflexion puisse sembler évidente de trivialité, elle ne saurait se prévaloir d'une démonstration.

Ainsi de la même manière que la présence de carburant a influé sur la présence ou non d'éclairage public et sur le type de technologie utilisée, l'abondance ou le besoin de limitation d'énergie électrique provoque lui aussi des changements d'ordre technologique sur l'ensemble du réseau. Nous avons vu que l'avènement de l'éclairage à l'huile était lié à l'industrie baleinière au Royaume-Uni (Partie 1) et à l'industrie agro-alimentaire produisant de l'huile de boyaux puis de l'huile de colza en France (chapitre précédent de cette Partie 2). De manière analogue, les villes européennes, et plus particulièrement Paris, se sont éclairées au gaz car il constituait un sous-produit de la houille, présent en abondance. **Aujourd'hui le réseau d'éclairage public continue de suivre cette tendance lourde liée au contexte géopolitique et à la disponibilité des ressources énergétiques. En plus d'accompagner les mutations urbaines au fil des siècles, les lumières de la ville sont un témoin de la disponibilité énergétique d'une époque donnée.**

De manière très cohérente, la maximalisation de l'indicateur « kWh économisés par euros dépensés » a entraîné un remplacement des portions technologiques les plus énergivores par de la technologie LED dans des proportions très substantielles, au regard de la part qu'a pris cette dernière. A ce sujet il est important de préciser que n'ayant pu trouver d'archives techniques fiables sur la part des différentes technologies d'éclairage en 2011, la marginalité des LED est une hypothèse. Une hypothèse justifiée par des propos recueillis au sein du rapport d'activité « année 1 » d'Evesa dans lequel est évoqué un « déploiement progressif de la technologie LED » au cours des années ayant suivi la rédaction du rapport (2012) [216]. Cette hypothèse concorde également avec les observations d'un article de la revue *Science Advances* dont l'objet est la corrélation entre la quantité de lumière envoyée dans le ciel et l'apparition des luminaires LED [217].

Outre la conclusion, que nous pourrions aborder plus tard, les dates avancées quant à l'arrivée de la technologie LED en tant que moyen privilégié d'éclairer les espaces publics sont postérieures à 2005 et sont à retrouver autour de 2010. Il ne nous paraît donc pas incohérent de penser que les LED n'était qu'une technologie marginale d'éclairage public à Paris entre 2011 et 2012.

UNE PLURALITE TECHNOLOGIQUE

En analysant la répartition cartographique actuelle des technologies d'éclairage public, nous pourrions en déduire les zones qui étaient autrefois les plus consommatrices et qui sont maintenant celles équipées en LED, selon le principe de la maximalisation de l'indicateur précédemment évoqué. Les différentes technologies qu'il est possible d'isoler à partir de la base de données d'Evesa trouvent leur place dans l'arbre décrivant les technologies d'éclairage public développé en Partie 1. L'extraction depuis la base de données a permis de produire le Tableau 10 regroupant les différentes « occurrences » des technologies en question. Nous avons classé les occurrences dans un ordre décroissant et avons indiqué leur part (en pourcentage) dans le total du patrimoine.

En ce qui concerne la proportion des différentes technologies, on remarque immédiatement que la LED s'est insérée de manière durable dans le réseau d'éclairage public avec une proportion de 19,36% sur l'ensemble du patrimoine étudié ici. La lampe à décharge fonctionnant au Sodium (basse, haute et très haute pression) est toujours prépondérante avec plus de 50% de présence sur l'ensemble du patrimoine. Le reste des technologies reste relativement marginal avec une proportion inférieure à 10%, même si la technologie « iodures métalliques » est, de loin, la plus présente des marginales avec 9%. La répartition est ensuite un élément qui nous aidera à comprendre en quoi les modifications technologiques actuelles sont liées à un contexte politique en lien avec un désir de baisse de la consommation.

Il est important de d'abord marquer une pause pour expliquer en quoi le terme « politique » peut être rattaché au « Plan Climat » de la Ville de Paris qui revêt un caractère « écologique ». Tout simplement car l'organisation d'une ville, d'une cité, sur des questions écologiques reste à classer dans la catégorie du « politique » tant le processus de prise de décision est déterminant quant à l'existence des choix possibles et de leur réalisation. On notera que certaines occurrences n'ont pas été retenues comme nécessaires à cette

étude, notamment les objets appelés « galerie de service » (891), « lanternes pompiers » (4), « mixte » (104), « plots de jalonnement » (3 246) et « vide » (3189). La raison est que, outre leur faible nombre, ces classifications ne concernent pas directement des technologies mais plutôt des usages spécifiques.

Tableau 10 - Technologies retrouvées dans la base de données patrimoniale d'Evesa en 2019 avec leurs occurrences et pourcentages, classées de manière décroissante.

Technologie	Occurrences	Pourcentages
Sodium Haute Pression (SHP)	60 923	36,11%
(Sodium haute pression existantes)	(21 465)	
(Sodium haute pression substituées)	(39 458)	
LED	32 667	19,36%
Sodium Basse Pression (SBP)	25 257	14,97%
Iodures métalliques²⁶³	15 222	9,02%
Ballons fluorescents²⁶⁴	11 656	6,91%
Tubes Fluorescents	11 598	6,87%
Cosmopolis²⁶⁵	7 703	4,57%
Induction	1 611	0,95%
Sodium Très Haute Pression (STHP)	1 106	0,66%
Fluo compact²⁶⁶	739	0,44%
Incandescence	186	0,11%
Halogène	53	0,03%

Ensuite, ce que signifie « consommer moins » n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît et lorsque l'on regarde les caractéristiques intrinsèques des différentes technologies, un indicateur qui paraît limpide sur le sujet comme les lumen/Watt (lm/W) est en fait à analyser de manière plus précise. En effet, en termes de lumens émis par Watts consommés, la technologie « Sodium » semble bien plus efficace que la LED comme vue dans la Partie 1. Avec pour la LED une moyenne de 75 lm/Watt et pour la Sodium Basse Pression une moyenne de 160 lm/Watt. Cependant, dans l'équation finale, il n'y a pas que cet indicateur qui compte mais aussi les caractéristiques inhérentes au flux lumineux, or le flux lumineux de la LED offre l'avantage d'être « directionnel ».

Cette caractéristique signifie tout simplement que la lumière émise par un luminaire LED le sera dans une direction précise, comparativement au Sodium qui (comme la plupart des technologies « à décharge ») diffuse sa lumière dans plusieurs directions et nécessite des abat-jours et réflecteurs afin de canaliser le flux lumineux. Cette remarque explique en partie la perte nette d'intérêt pour le « ballon fluorescent », un type de lampe fluorescente émettant de la lumière dans toutes les directions et donc relativement peu (en comparaison du total) dans une direction « utile ». **Ce besoin de consommer moins d'énergie avec les technologies les plus efficaces, énergétiquement et en termes de flux lumineux, sera à l'origine de l'état actuel de la répartition technologique du patrimoine parisien d'éclairage public.** Répartition que nous nous proposons d'étudier par comparaisons successives, à commencer par le lien qu'il est possible d'établir, de manière rétrospective, entre l'émergence de la technologie LED et le recul de la technologie « ballons fluorescents ».

Ainsi comme cela est visible en Figure 73, les LED sont présentes à peu près partout sur le territoire parisien et particulièrement au nord de la ville (18^{ème} arrondissement et 19^{ème} le long du canal de l'Ourcq), au centre

²⁶³ Autre nom de la lampe à halogénures métalliques.

²⁶⁴ Type de lampe fluorescente ayant une forme caractéristique sphérique, de « ballon ».

²⁶⁵ « Cosmopolis » est une marque du constructeur Philips rentrée dans le vocabulaire usuel industriel. C'est tout simplement une lampe à décharge avec un brûleur en céramique et un *driver* permettant des ajustements de tension. Concernant le gaz en lui-même, il s'agit d'halogénures métalliques vraisemblablement.

²⁶⁶ Nom usuel de la lampe fluorescente.

(1^{er} arrondissement) et plus marginalement au sud-est et le long de l'avenue des Champs-Élysées. En comparaison, les « ballons fluorescents » sont présents le long du périphérique ouest et possèdent quelques foyers disparates répartis sur le territoire et visibles en Figure 73. Ce qui est frappant, c'est l'absence totale de ballons fluorescents dans les zones qui présentent la plus forte concentration de LED, que l'on peut considérer comme une coïncidence mais qui mérite d'être envisagée comme corrélation. Le lien entre présence concentrée de LED et absence de ballons fluorescents peut s'expliquer par la baisse substantielle de consommation énergétique qu'il est possible de réaliser en « remplaçant » la technologie à décharge par de l'électroluminescence.

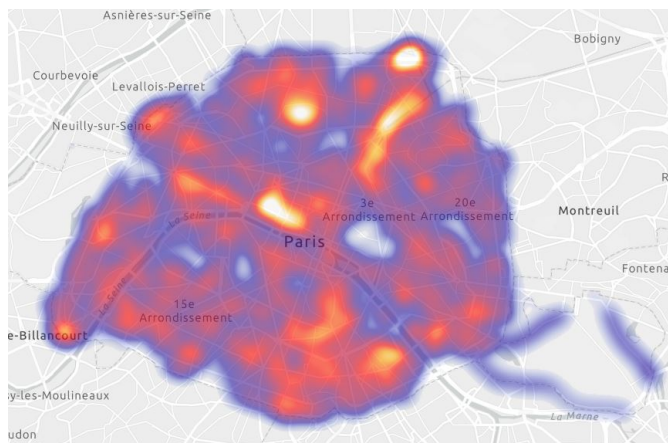


Figure 73 - Répartition relative (de haut en bas) des technologies « LED » et « Ballons fluorescents » sur le territoire parisien en 2019.

Cette théorie est aussi validée par la nécessité de maximalisation de l'indicateur « kWh économisés par euros dépensés » qui trouve ici toute son expression. Bien sûr cela ne signifie pas que les ballons fluorescents furent la seule technologie visée par ces rénovations, par exemple les bords du canal de l'Ourcq sont éclairés par des lampadaires historiques appelés « lampadaires lyres » pouvant être équipés de lampe à décharge (sodium notamment) ou de LED mais ne pouvant spécifiquement devenir des « ballons fluorescents ». Cependant il apparaît comme cohérent que les ballons fluorescents soient une « cible privilégiée » pour ce genre de processus de rénovation du patrimoine parisien.

Cet exemple de « remplacement technologique » est aussi le signe d'un changement de justification d'installations techniques sur le territoire parisien. Là où l'éclairage du XIX^{ème} et du début du XX^{ème} siècle étaient déterminés fortement par la classe sociale des populations concernées, celui de ce début du XXI^{ème} semble plus influencé par des considérations écologiques. **Il est possible de résumer ce changement**

de paradigme technico-politique en décrivant l'infrastructure lumineuse comme étant passé de « socio-déterminé » à « écolo-déterminée »²⁶⁷. Cela n'empêche pas le réseau d'être toujours marqué par la répartition des populations, ni de subir des modifications qui seront toujours déterminés par des facteurs sociaux à l'avenir. Toutefois, cette nouvelle détermination est un argument de plus en faveur d'un réseau d'éclairage témoin des changements politiques de l'époque qui supporte ses modifications technologiques et structurelles. Si l'on considère les autres technologies évoquées dans le Tableau 10, il est possible de les répartir en trois catégories.

La première est la « catégorie périphérique » et concerne les technologies avec une concentration particulièrement élevée autour du boulevard périphérique. Rappelons que l'éclairage de cette partie du territoire parisien présente des caractéristiques particulières à prendre en compte, à tel point qu'il représentait (dans les années 60) un marché spécifique séparé du reste du réseau parisien. Les spécificités de l'éclairage du périphérique sont notamment liées à son utilisation principalement automobile et ce que cela implique sur la doctrine en vigueur. Quoiqu'il en soit, le résultat fut un « partage » du périphérique visible en Figure 74 entre les lampes « Sodium Basse Pression » (14,97%), les iodures métalliques (9,02%) et dans une moindre mesure la technologie « Cosmopolis » (4,57%).

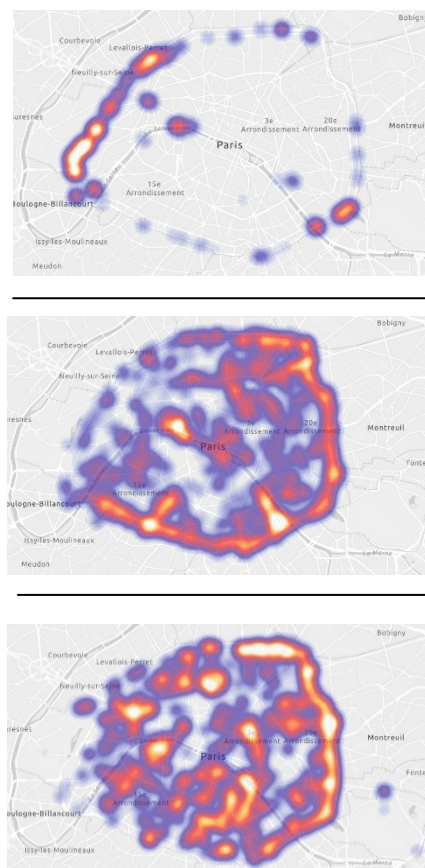


Figure 74 - Répartition relative (de haut en bas) des technologies "Sodium Basse pression", "iodures métalliques" et "Cosmopolis" sur le territoire parisien en 2019.

La deuxième est la « catégorie pléthorique » et regroupe les technologies présentant à la fois une part importante du total du patrimoine et dans le même temps une répartition sur l'ensemble du territoire. Deux technologies peuvent être « classées » dans cette catégorie comme visible en Figure 75, il s'agit des technologies « sodium haute pression » et « tubes fluorescents ». La première est la plus importante

²⁶⁷ Le terme « énergétique-déterminé » serait peut-être plus approprié.

technologie du territoire parisien avec 36,11% de part dans le total, la seconde est beaucoup plus marginale avec 6,87% mais possède une forte concentration au sein de ses foyers, lesquels sont répartis à travers tout le territoire.

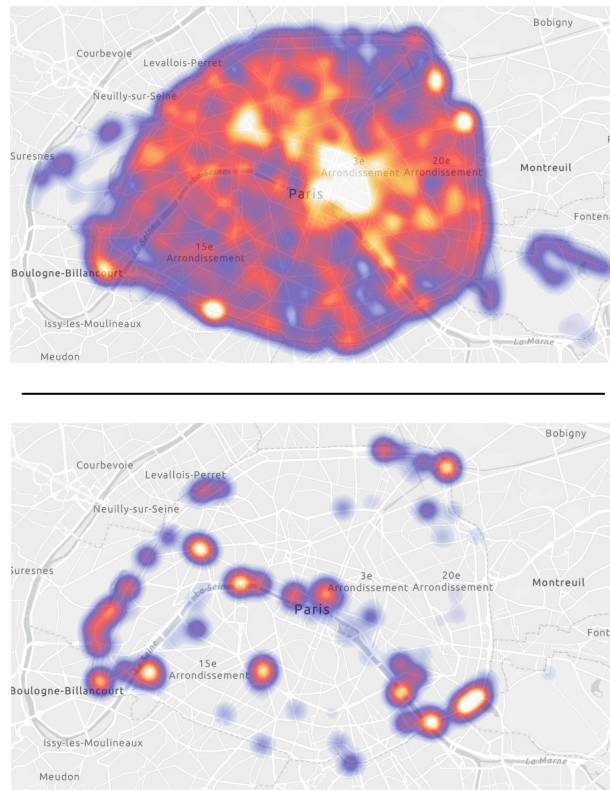


Figure 75 - Répartition relative (de haut en bas) des technologies "Sodium Haute pression" et "Tubes fluorescents".

Enfin, les autres technologies présentant des concentrations inférieures à 1% ne constituent pas un objet valide pour ce genre d'analyse cartographiques à cette échelle. La répartition des technologies sur le territoire parisien nous paraît donc liée à des contingences d'ordre écologique, doctrinaire ou situationnel plus qu'à des différences de « traitement » des quartiers (que l'on analysait auparavant). Le réseau a donc bien subi une transformation en ce qui concerne sa finalité, à savoir la production de lumière et plus particulièrement les moyens techniques de celle-ci.

Le réseau parisien subit au final une mutation représentative de ses nouvelles modalités de gestion, moins étatiques et plus « municipales », les premiers changements concernant les « extrémités » de ce réseau et sont les plus faciles à modifier. D'autres changements arrivent de manière concomitante et concernent, eux, les « nœuds » du réseau, soit les postes électriques, qu'ils possèdent, ou non, des transformateurs²⁶⁸.

LES NŒUDS DU RESEAU

Les changements inhérents aux postes ont à voir avec le SDAE (Schéma Directeur des Armoires Électriques) et plus généralement avec l'architecture générale du réseau électrique parisien. Les modifications de ce type sont également plus lentes et complexes, notamment car les câbles électriques enterrés (une spécificité parisienne évoquées dans le Chapitre sur l'histoire de Paris) demandent de lourds travaux pour être modifiés. Il en résulte une plus grande inertie pour les postes électriques et donc les « nœuds » du réseau que pour ses « extrémités ». Atteste de cette inertie la Figure 76 qui propose la localisation cartographique de

²⁶⁸ Rappelons que le terme « poste » désigne classiquement un nœud de réseau électrique possédant un transformateur. La sémantique usuelle du mot l'a fait évoluer vers un nœud avec ou sans transformateur.

l'ensemble des éléments répertoriés comme « postes » dans la base de données de l'opérateur du réseau d'éclairage public, à savoir Evesa. Il est important de préciser que dans cette catégorie sont compris plusieurs types d'éléments, sur les 15 471 que compte la carte, comme listés ci-dessous.

- Les « **Armoires de commande** » qui sont des armoires accessibles depuis la rue ;
- Les « **BST pour Boites Sous Trottoir** » qui sont donc enterrées ;
- Les « **Postes** » à proprement parler, qui contiennent donc un transformateur MT/BT (de moyenne vers basse tension) ;
- Les « **Transformateurs HT/BT** » qui sont au nombre de deux et sont situés à l'extérieur (bordure ouest) du périphérique, ce sont deux transformateurs particuliers, qui ne représentent donc pas la logique générale du réseau ;
- **Surtout une catégorie « vide »** qui contient 15 294 postes soit plus de 98,8% des éléments.

Plusieurs commentaires sont possibles concernant cette carte, à débiter par l'imprécision de la catégorie « vide » qui regroupe une majorité écrasante de postes. Cette nomination catégorielle s'explique vraisemblablement par le nombre important de « nœuds » du réseau ne rentrant dans aucune catégorie « classique » de la distribution électrique. Cela pourrait avoir attrait à l'historicité du réseau, ayant imposé des connexions non-orthodoxes au fil des transformations et des modalités de gestion. Sur un autre sujet, on remarquera la forte concentration des postes au Nord, exactement selon la typologie nord-sud héritée des choix sociopolitiques du XIX^{ème} siècle. Ceci s'explique par la difficulté de « décider » de l'affiliation d'un nœud propre à l'éclairage public au Nord de Paris, cette partie du réseau étant, rappelons-le, partagée entre l'éclairage public et la distribution d'électricité pour d'autres usages²⁶⁹.

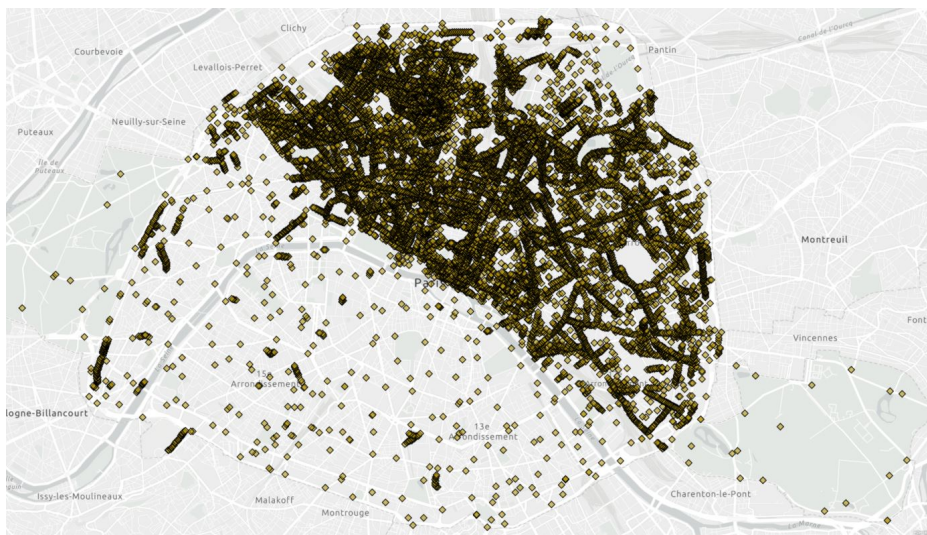


Figure 76 - Positions géoréférencées des 15 570 postes électriques du réseau d'éclairage public parisien, exportées depuis la base de données de l'opérateur Evesa en 2019.

²⁶⁹ Distribution qui s'effectue, depuis 2011, par un tout autre opérateur que celui de l'éclairage public. Ceci en raison de la perte du marché par la filiale d'EDF.

On remarquera aussi que les quelques concentrations de postes dans le sud du territoire sont réparties sur le périphérique et correspondent donc à des technologies bien précises, en l'occurrence les « Sodium basse pression » que l'on peut observer en Figure 74 et (dans une moindre mesure) les « tubes fluorescents » observables en Figure 75. Nous ne possédons pas d'explication quant au nombre plus important de postes correspondant à ces technologies. Enfin la faible concentration de postes dans les bois de Boulogne et de Vincennes s'explique par les branchements très particuliers de ces lieux, dits « branchements longs » et qui sont dus à la typologie des bois²⁷⁰.

LA TELEGESTION DU RESEAU

Cette répartition de postes aura une implication substantielle sur un autre aspect du réseau, son contrôle à distance, aussi appelé usuellement « asservissement » ou « télégestion ». En effet l'allumage et l'extinction des points lumineux ne se fait pas à heure fixe mais en fonction de la luminosité constatée sur le territoire à éclairer. Sur Paris, cette luminosité est d'ailleurs mesurée depuis les années trente par des cellules photosensibles permettant d'objectiver le moment opportun pour allumer les lumières de la ville [193]. Afin de simplifier la gestion de cet allumage et pour profiter pleinement des avantages de l'électricité concernant le contrôle à distance de l'éclairage, EDF installa le réseau *Pulsadis*²⁷¹ sur l'ensemble du réseau au cours de la deuxième moitié du XXème siècle.

Ce système appartenait, non pas au gestionnaire du réseau d'éclairage mais à celui du réseau électrique, en l'occurrence EDF. Il consistait en l'implantation de boîtiers récepteurs sur le réseau d'éclairage public, ceux-ci, lorsqu'ils reconnaissaient le signal envoyé via le réseau électrique, déclenchaient l'allumage ou l'extinction du point lumineux ou de la grappe de points lumineux. Cela permettait, en somme, d'allumer le réseau en fonction de l'ensoleillement²⁷² via un signal passant par le réseau électrique.

Nous ne nous étendrons pas outre mesure sur ce premier système, tant il ne constitue qu'un prélude au système de télégestion actuel qui constituera notre cœur d'analyse. Plusieurs informations peuvent être cependant retenues concernant le système *Pulsadis* [218]. Tout d'abord ce système ne permet pas de gérer un éclairage « au point lumineux », car de manière structurelle le signal utilise le réseau électrique et l'impulsion déclenchant l'allumage ou l'extinction empruntera donc la totalité du réseau. Bien qu'il soit possible d'envoyer plusieurs types de signaux en utilisant plusieurs fréquences, ce contrôle à distance ne s'opère que sur plusieurs typologies de points lumineux et non sur chacun des points.

Une description grossièrement métaphorique suggérerait que ce système s'apparenterait plus à un « interrupteur de typologies d'éclairage de la ville » plus qu'à une véritable « commande à distance de chacun des points lumineux ». Dans un second temps, ce système étant propriété du fournisseur d'énergie et non de l'opérateur de l'éclairage public, nous pouvons conjecturer de plus grandes difficultés à y apporter des modifications sur le long terme. Pour les deux raisons évoquées ici, la Ville de Paris et l'opérateur du réseau ont donc opéré un changement de système de télégestion. Ce nouveau système, usuellement nommé « système d'asservissement » a notamment trois objectifs opérationnels que nous pouvons lister ci-dessous [219].

- **Constituer un système dont la Ville serait propriétaire ;**
- **Permettre un contrôle du régime d'allumage centralisé ;**
- **Apporter une remontée d'information sur l'état du réseau d'éclairage.**

²⁷⁰ Ne nécessitant à l'origine aucune distribution autre que celle de l'éclairage public.

²⁷¹ Il s'agit d'un système breveté et d'une marque déposée par EDF.

²⁷² Toujours capté via des cellules photosensibles.

De manière à répondre à ces objectifs, le nouveau système de télégestion a été pensé différemment du précédent. Plus question donc d'emprunter le réseau électrique mais plutôt de construire un réseau propre et indépendant permettant la connexion de chaque Boitier de Commande de l'Éclairage Public (BCEP) à l'opérateur de manière centralisée et bilatérale (envoi de commande et retour d'informations sur l'état). Ce nouveau « sur-réseau » se matérialise par un remplacement du boitier de commande *Pulsadis*. Chacun de ces boitiers se voyant changé en BCEP.

Ce nouveau déploiement est représenté via un outil informatique nommé *Street Light Vision* (SLV) et permettant de connaître (outre la position géographique), l'état de fonctionnement du boitier. Ceux-ci sont visibles en Figure 77 sur fond d'une vue satellite du territoire parisien, obtenu après extraction de la base de données cartographique grâce à l'outil SLV. La figure contient également la position cartographique des Points d'Accès Haut Débit (PAHD) du système, soient les vingt-neuf points faisant la liaison entre le réseau radio et le réseau internet.

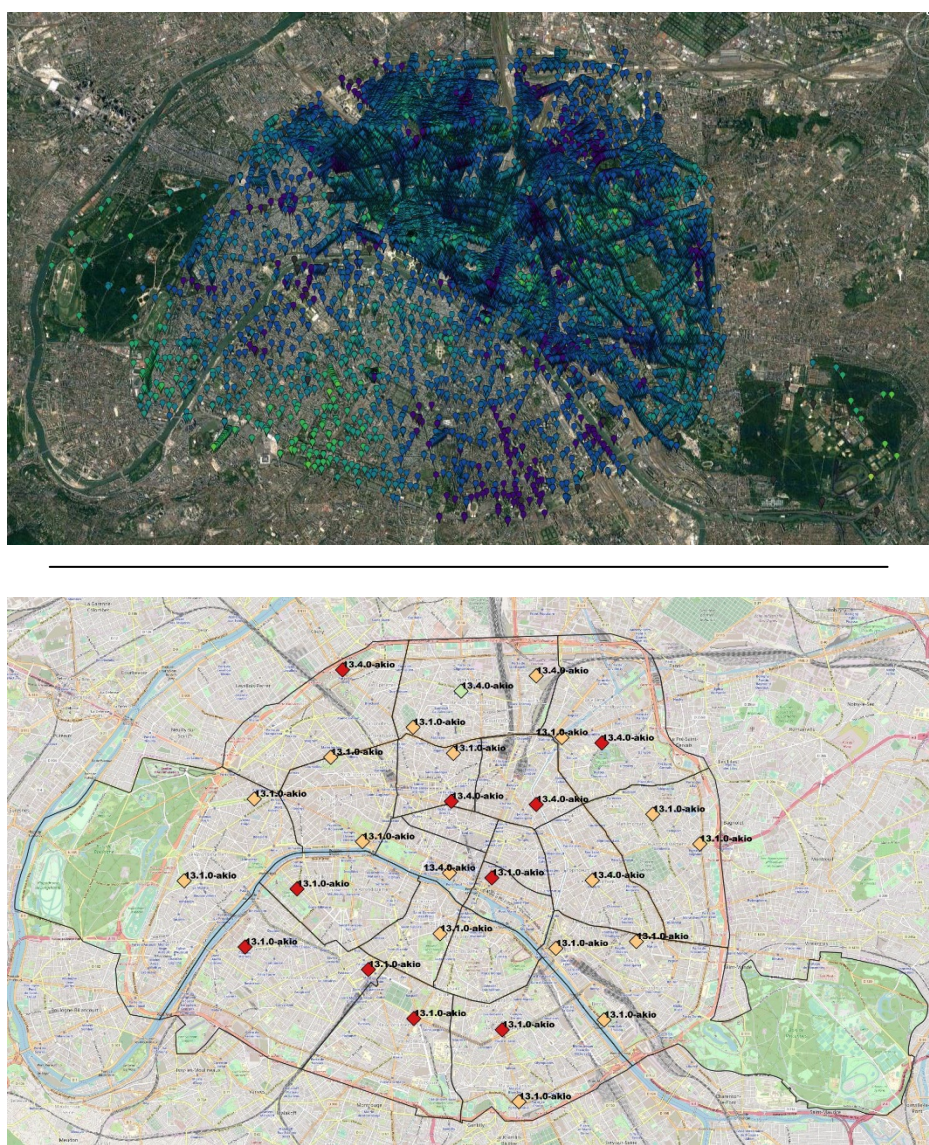


Figure 77 - Vue satellite du territoire parisien comprenant la position de l'ensemble des BCEP (Boitiers de Contrôle de l'Éclairage Public) et des PAHD (Points d'Accès Haut Débit). Extraction à partir de l'outil "Street Light Vision" (2019).

Si l'on voulait décrire simplement le fonctionnement de ce « sur-réseau »²⁷³, l'on pourrait dire que les BCEP communiquent chacun entre eux via un réseau radio. Ce sont ensuite les Points d'Accès Haut Débit (PAHD) qui opèrent un lien entre ce réseau radio et le réseau Très Haut Débit (THD) de la Ville de Paris. Ce dernier réseau étant relié à Evesa et aux cellules de luminosité offrant l'information sur la pertinence d'allumage de l'éclairage public. Il est donc possible de parler de « réseau maillé bidirectionnel » en raison de la connexion des différents chainons et de la capacité du réseau à effectuer des retours d'information.

Ce qu'il est important de comprendre sur ce nouveau réseau de télégestion, c'est que tous les BCEP peuvent communiquer entre eux via le réseau radio, pour peu qu'ils se trouvent à une distance permettant cette communication. Cette structure permet au réseau de toujours être fonctionnel, même dans l'éventualité où un de ses éléments serait « en panne ». De plus un calendrier interne à chaque BCEP permet un fonctionnement selon des statistiques d'ensoleillement historique, assurant un donc une continuité de service même si un boîtier est totalement coupé du reste du système. Ce nouveau réseau présente donc des caractéristiques de résilience et de résistance fortes en cas d'incidents.

Afin de clarifier la compréhension de ce réseau, nous avons estimé nécessaire la production d'un schéma simplificateur en reprenant les principales modalités de fonctionnement en Figure 78. Ce dernier rend notamment compte de la relative centralisation du contrôle et de l'information du « sur-réseau » et donc, en sus, du réseau d'éclairage public.

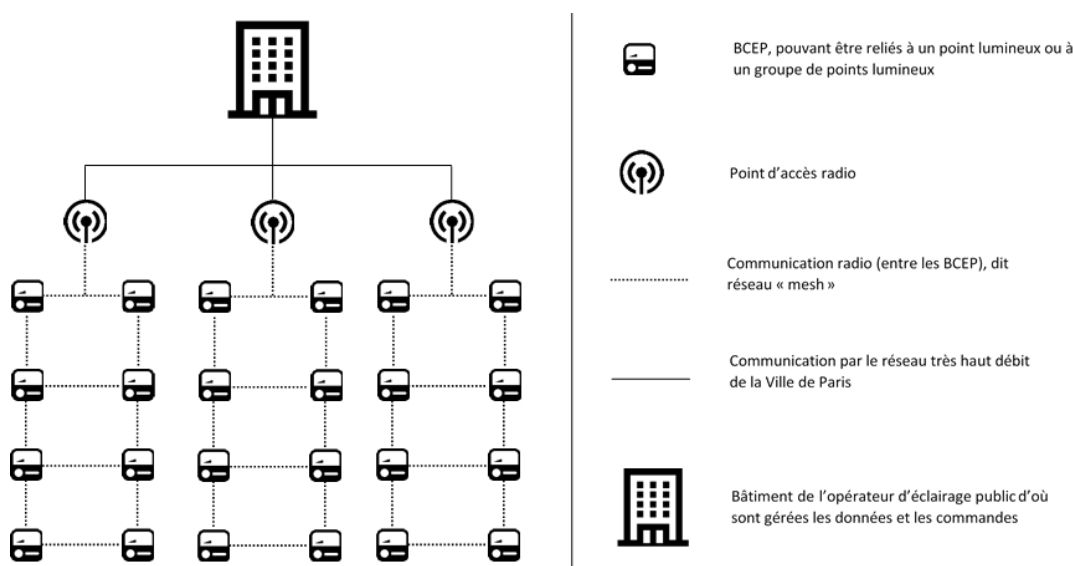


Figure 78 - Schéma de l'auteur décrivant le "sur-réseau" assurant la télégestion de l'éclairage public parisien.

Deux remarques sont nécessaires à ce niveau-là, la première concerne la répartition des BCEP visible en Figure 77 et est à inscrire dans la continuité de notre théorie sur l'historicité du réseau. Il apparaît clairement que la répartition des BCEP suit celle des postes qui suit elle-même celle de la dichotomie « nord-sud » du réseau. **En somme, les évolutions les plus récentes du réseau d'éclairage public sont conditionnées par des choix techniques structurels vieux de plus d'un siècle. Le réseau d'éclairage public semble toujours agir comme un témoin des mutations urbaines, gardant en mémoire, au sein de sa structure, les stigmates de décisions politiques justifiées par une ségrégation social séculaire.**

La seconde remarque tient à ce que ce nouveau « sur-réseau » apporte avec lui de nouvelles fonctionnalités inhérentes au réseau. Celles-ci résident dans l'appellation « bilatérale » dont nous avons parlé et qui implique,

²⁷³ Ce terme a été choisi car il correspond à l'existant, à savoir un réseau de télécommunication venant se superposer « sur » le réseau d'éclairage public existant.

ou pourrait impliquer, qu'il soit possible d'envoyer et de recevoir des informations à partir du « sur-réseau ». Ainsi en reprenant notre schéma du réseau d'éclairage public parisien, il est possible d'y inclure la gestion centralisée des points lumineux ou grappes de points lumineux comme visible en Figure 79. Cette possibilité est amenée par la présence des BCEP et le fait que ces derniers peuvent servir à transmettre des informations qui seraient collectées là où ils sont déployés.

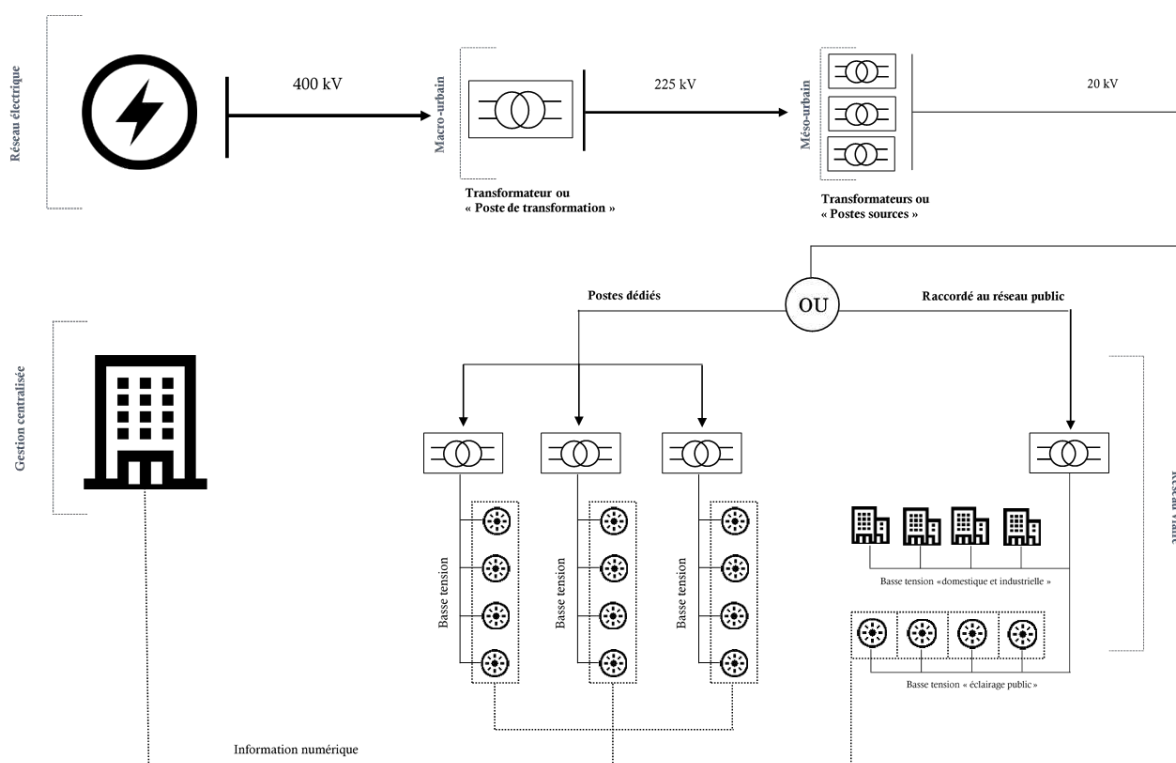


Figure 79 - Schéma de l'auteur du réseau d'éclairage public parisien, illustrant sa dichotomie structurelle et sa gestion centralisée.

Cette possibilité reste à un point théorique pour le moment et ne dépasse pas le stade de l'expérimentation sur le territoire parisien. Cependant elle fait partie des facteurs faisant émerger de nouveaux idéaux et, avec eux, de nouveaux marchés, pour le réseau d'éclairage public. Nous prendrons le temps de nous attarder sur ces nouveaux idéaux urbains et sur leur lien avec les technologies nouvelles (la LED) et les moyens de télégestion innovants (les BCEP) dans la prochaine partie. C'est en effet ici que s'achève notre histoire technique du réseau d'éclairage parisien, laquelle doit simplement être complétée par la prochaine partie ayant attrait aux conséquences de l'éclairage plus qu'à sa technicité propre.

SOUS-CHAPITRE 2.4.2 – LES CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES DE L'ECLAIRAGE

ACQUISITION DE DONNEES ENVIRONNEMENTALES

Nous avons déjà parlé, dans la Partie 1, des concepts de « nuisances lumineuses » et « pollution lumineuse » comme autant de nouvelles perspectives de recherches quant aux impacts de l'éclairage artificiel sur l'environnement²⁷⁴. Cette thèse a également fourni un cadre ayant permis l'encadrement de deux études

²⁷⁴ Le terme est à comprendre au sens large, il s'agit de « ce qui entoure, ce qui environne » et de tout ce que cela implique en termes d'écosystèmes et de fonctionnements (en l'occurrence) nocturnes.

directement liées à ces concepts et à tout ce qu'ils impliquent en termes d'évaluation des conséquences de l'éclairage public parisien. Nous n'aborderons pas ces études de manière exégétique, car une partie des résultats et de la méthode nous éloigne de l'étude du réseau à proprement parlé, qui reste notre principal axe de réflexion dans cette thèse. Néanmoins, une partie des résultats ayant directement à voir avec l'organisation *a posteriori* du réseau d'éclairage public et de sa gestion, il nous a paru nécessaire d'évoquer ces résultats. Plus précisément, ce que ceux-ci augurent quant aux modalités techniques et organisationnelles futures de l'éclairage artificiel sur le territoire parisien.

Avant de parler des résultats il est nécessaire de s'intéresser aux données qui ont été mises à notre disposition et à la manière avec laquelle les études ont ensuite été menées. **Les données en question consistent en une série de photographies géoréférencées que nous avons déjà présentées au début de cette Partie 2 en Figure 29, le résultat final étant l'obtention de cet ortholuminoplan.** L'acquisition de ces données a été rendue possible grâce au LNE (Laboratoire National de métrologie et d'Essais) qui, mandaté par la Mairie de Paris, a effectué un vol au-dessus de l'agglomération. Ce vol, selon 18 axes à 900 mètres d'altitude, visibles en Figure 80, a permis l'acquisition d'un total de 1 100 images en haute résolution²⁷⁵, elles-mêmes géoréférencées grâce à un *GPS*²⁷⁶ et un système référentiel²⁷⁷.

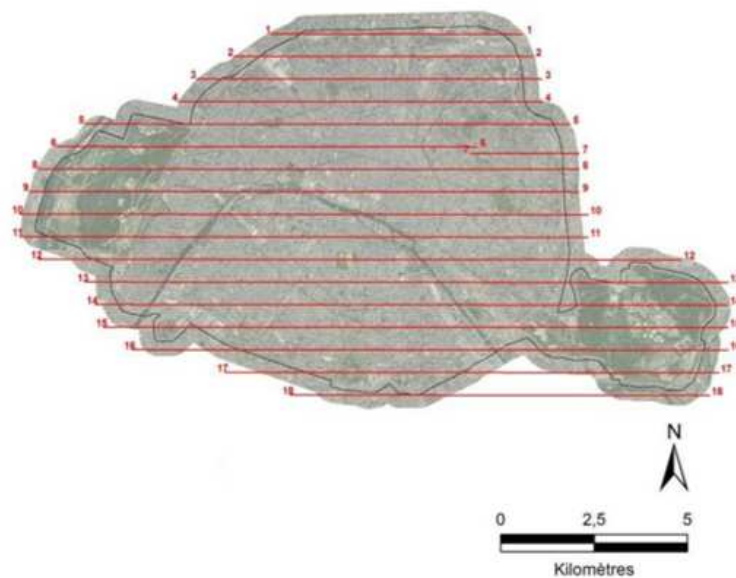


Figure 80 - Axes de vol lors de l'acquisition des données par le LNE au-dessus de l'agglomération parisienne, extrait du rapport du LNE.

Ce qui a permis d'obtenir des images géoréférencées de la ville de Paris la nuit, avec une résolution de 30 cm. Leur assemblage et leur « normalisation » ont pour résultat la Figure 29 qui permet une étude précise de la lumière émise à la verticale pendant une nuit de février entre 2h et 3h du matin au-dessus de Paris [220]. L'objectif principal de cette étude restant l'analyse de ce qui se rapprocherait de la « pollution lumineuse »²⁷⁸, le LNE aura fourni à la Ville de Paris un inventaire de ce qui a été nommé les « Points Chauds » (PC) soient les endroits particulièrement plus « lumineux » de manière relative. Est notamment visible en Figure 81 un

²⁷⁵ Une taille de 4 256 × 2 832 pixels, pour une emprise au sol de 1 200m × 850m par image.

²⁷⁶ *Global Position System*.

²⁷⁷ Instrument fournissant une position en fonction d'une autre position initiale.

²⁷⁸ Ici il s'agit, pour être précis, de la « lumière artificielle émise à la verticale » qui est prise pour une composante de la pollution ou de la nuisance lumineuse. Les débats scientifiques sont encore en cours et le consensus académique n'est pas arrêté sur la question de la définition de ces termes et de leurs liens avec cette lumière artificielle émise à la verticale.

des plus emblématiques points chauds de la capitale, à savoir la Place Charles de Gaulle, avec laquelle on peut aussi constater la résolution qu'implique cette acquisition de données.

A partir de ces données et de ce constat d'irrégularités dans la diffusion verticale de lumière artificielle, la Mairie de Paris a missionné son opérateur de réseau sous contrat, à savoir Evesa, afin d'objectiver des résultats plus précis. Il en a résulté une série de trois études cartographiques mettant en lien le patrimoine cartographié du réseau d'éclairage public, des données de la villes de Paris et les informations de cet ortholuminoplan. Ces études sont présentées succinctement ci-dessous.

- **Une étude « interne » à Evesa**, ayant impliqué des étudiants ingénieurs cartographes ainsi qu'un élève missionné de l'EIVP (École d'Ingénieurs de la Ville de Paris) ;
- **Une première étude cartographique complète dans le cadre du mémoire de fin d'année de l'ENSG** (École Nationale Supérieure de Géographie) effectuée en 2018 par Manon Payoux et Zacharie Aoulad ;
- **Une seconde étude en partie basée sur les résultats de la première et toujours effectuée dans le cadre d'un partenariat avec l'ENSG**, en 2019 par Enola Sengeissen et Oriane Sobreira.

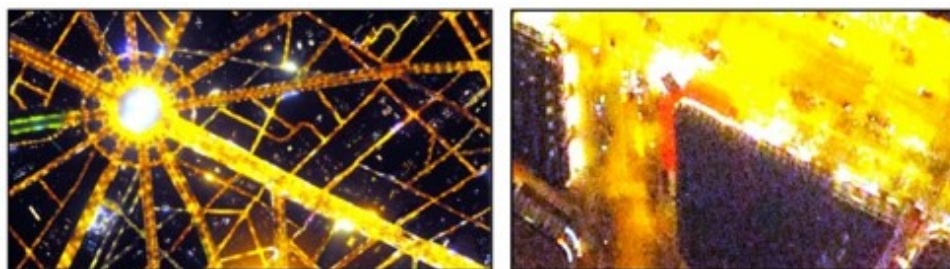


Figure 81 - Résolution des images de l'ortholuminoplan, Place Charles de Gaulle.

Nous proposerons dans la prochaine partie une rapide revue des résultats de ces différentes études et de la portée de leurs conclusions sur le réseau d'éclairage parisien et sa gestion. L'objectif final étant la construction d'un nouveau référentiel sur les implications possibles de ces conclusions sur le réseau physique et sur les rapports entre la puissance publique et ses délégataires, à l'aune des nouvelles connaissances.

MESURER ET ANALYSER LA POLLUTION LUMINEUSE

PREMIERE ETUDE, INTERNE A EVESA

La première étude, dite « interne » à Evesa, avait pour objectif de « défricher » la base de données cartographique et produire les premières typologies d'émissions de lumière artificielle à la verticale. Plus précisément, il s'agissait de comprendre comment l'intensité lumineuse²⁷⁹ relative pouvait être mise en relation avec des données générales de classification de l'espace urbain parisien (domaines public et privé notamment) ainsi qu'avec les données patrimoniales d'Evesa (les types de technologies notamment). Le premier résultat fut une séparation entre les points chauds pouvant être dus aux voitures, ceux liés à l'espace public (donc potentiellement à Evesa) et ceux relevant du domaine privé. Le résultat est visible de manière

²⁷⁹ Le terme peut être sujet de débat tant il ne désigne pas (ici) le phénomène physique mesuré en candélas. Comme expliqué en Partie 1, la lumière est un phénomène particulier, à la fois onde et corpuscule, dont l'influence sur l'environnement peut être décrit au travers de multiples composantes (luminance, éclairement, flux lumineux et intensité lumineuse notamment). Ici, l'étude ayant un objectif comparatif, c'est la différence d'intensité entre différentes zones qui est donc la plus importante.

cartographique en Figure 82 et permet un premier élan de réflexion sur le caractère pluriel de la « pollution lumineuse »²⁸⁰.

Ce premier constat permet une sorte de « dédouanement » de la part de la Ville de Paris et de l'opérateur d'éclairage public, car il apparaît manifeste que le parc d'éclairage public n'est pas l'unique responsable de ce facteur de pollution lumineuse. Qui plus est, il est possible que les émissions de lumière à la verticale relevant du secteur privé soient plus nombreuses que celles relevant du secteur public, impliquant qu'un

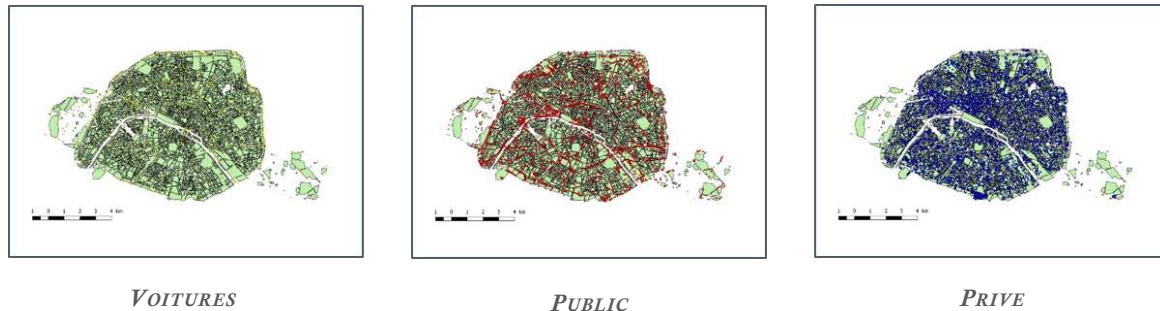


Figure 82 - Répartition des points chauds dans les zones automobiles, les domaines public (hors zones réservées aux voitures) et privé.

programme de réduction de la pollution lumineuse devrait (s'il désire être réellement efficace) inclure des contraintes à destination des acteurs privés en plus des engagements du secteur public.

Bien que ce premier constat soit « dédouanant » pour la puissance publique, il ne dispense pas cette dernière d'une analyse approfondie de son parc d'éclairage public et plus particulièrement des technologies « responsables » de cet éclairage vertical.

En Annexe 9, l'on peut observer ces résultats et constater la prépondérance des lampes à induction et des ballons fluorescents à proximité des « points chauds ». Il apparaît donc que certaines technologies sont plus susceptibles (statistiquement) que d'autres de contribuer à la pollution lumineuse. Cette dernière remarque permet d'envisager la création d'un programme effectif de réduction de cette dernière, sur le même modèle que le « plan climat » ayant régi la transition technologique vers les LED dont nous avons précédemment parlé.

Ainsi d'une première étude qui a permis d'y voir plus clair sur la manière avec laquelle cet ortholuminoplan peut être un précieux outil dans l'évaluation, voire dans le contrôle, de la pollution lumineuse. Elle pose cependant le problème d'une trop grande dépendance vis-à-vis du concept impérieux de « point chaud », sans doute éloigné d'une réalité nécessitant des indicateurs « surfaciques » et non « ponctuelles ». De plus une étude selon une méthodologie rigoureuse inspirée des sciences géographiques permettrait d'aborder d'autres perspectives de recherche.

DEUXIEME ETUDE, COLLABORATION AVEC L'ENSG

La seconde étude dont nous parlerons est la première menée en association avec l'ENSG (École Nationale Supérieure de Géographie) et ayant permis la création d'une méthodologie d'étude rigoureuse et reproductible dont une représentation schématique est disponible en Annexe 10. Cela a également été l'occasion d'aborder la problématique de la mesure aérienne du sur-éclairage d'un point de vue surfacique, ceci grâce à l'élaboration du concept de « Surface Hyper Lumineuse » (SHL). **Une SHL peut être grossièrement définie comme une surface référencée géographiquement et dont l'intensité lumineuse relative la positionne comme source potentielle de pollution lumineuse.**

Bien sûr le choix du niveau d'intensité lumineuse limite est laissé à la discrétion de la personne en charge de l'étude et sera substantiellement sujet à débats. Ce que cette nouvelle logique de fonctionnement implique

²⁸⁰ Rappelons qu'il s'agit plus ici de « la lumière artificielle émise à la verticale ».

cependant, c'est la nécessité d'effectuer une « polygonisation » des parties de l'ortholuminoplan étudiées d'une part, visible en Figure 83, et une réduction du nombre de couleurs (visant à simplifier les traitements informatiques) d'autre part, visible en Figure 84. **Ces deux processus sont complémentaires, tant ils permettent d'envisager différemment la manière d'étudier la lumière artificielle sur un plan cartographique.**

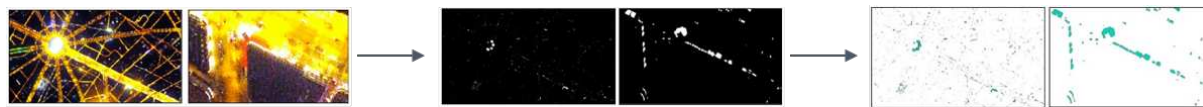


Figure 83 - Exemple d'un processus de polygonisation des SHL (Surfaces Hyper Lumineuses) autour de la place Charles-de-Gaulle.

Lorsque la polygonisation des SHL permet une étude surfacique beaucoup plus rapide des zones extrêmement lumineuses, la réduction du nombre de couleurs (ici à 255 couleurs) facilite grandement les calculs plus généraux visant à classifier les niveaux d'éclairage. Afin de compléter cette étude, il est ensuite nécessaire de fonctionner avec un système de *buffer* (littéralement « tampon ») autour des zones potentiellement émettrices de pollution lumineuse.

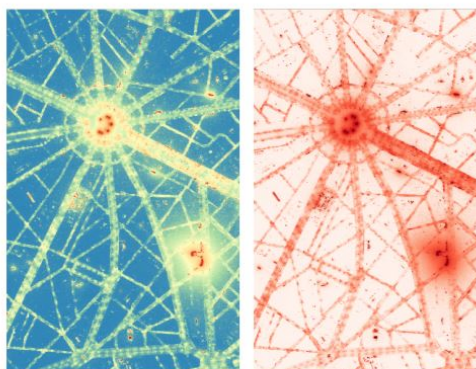


Figure 84 - Exemple de passage en 255 couleurs sur deux palettes différentes, autour de la place Charles-de-Gaulle.

Ces zones pouvant être publiques ou privées, déclinées en plusieurs typologies (éclairages, restaurants, commerces, etc.). Le *buffer* ayant lui aussi une existence surfacique, il « suffit » ensuite de repérer les intersections entre ceux-ci et les SHL afin de connaître les typologies urbaines les plus potentiellement émettrices de pollution lumineuse. Les résultats de cette étude sont visibles en Annexe 11 de manière graphique et sur le Tableau 11 extrait du rapport final avec les pourcentages de chaque typologie.

Tableau 11 - Part des typologies urbaines les plus responsables des SHL, extrait du rapport final de l'étude de l'ENSG sur l'ortholuminoplan.

Couche	Nombre d'entité totale de la couche	Nombre d'entité de la couche dans un rayon de 5 mètres des PC	Pourcentage
Eclairages publics	143668	9557	6,7
Restaurants	11623	1692	14,6
Commerces	35370	4132	11,7
Hotels	1592	546	34,3
Monuments	29	8	27,6
Feux tricolores	1275	111	8,7

Ce qui est immédiatement remarquable, c'est la part relativement élevée des hôtels, monuments et commerces en tant que typologie potentiellement responsable de la pollution lumineuse, selon la méthode des SHL. En plus de cela, la comparaison avec la quantité d'entités à proximité des PC (« points chauds ») vient argumenter en faveur de la complémentarité de cette étude surfacique comme nécessaire à la compréhension globale des sources d'émissions de sur-éclairage. Une réflexion selon des typologies plus poussées encore et en incluant d'autres données internes à Evesa permettra d'envisager le futur de ce type d'études dans une stratégie de réduction de cet éclairage à la verticale. C'est de cette réflexion complémentaire dont il sera question dans le prochain paragraphe.

TROISIEME ETUDE, CONSOLIDATION DU TRAVAIL AVEC L'ENSG

La dernière étude ayant eu lieu sur l'ortholuminoplan a pris acte des avancées des précédentes afin de proposer une description plus précise des entités potentiellement responsables du sur-éclairage. L'idée a d'abord été de critiquer la typologie différenciant le domaine « public » du « privé » en notant par exemple que les gares relèvent du domaine public sans pour autant être sous la juridiction de la municipalité.

Cette différence de classification peut aboutir au retrait de 20% de la surface considérée auparavant comme « publique » et réduit donc d'autant la quantité de points chauds ou de SHL imputables directement à la municipalité. Il a ensuite été question de mesurer la densité de points chauds par « parcelle », une unité de segmentation du territoire urbain. Cette mesure est visible en Figure 85 et permet d'appréhender ce qui pourra devenir une étude programmatique donnant les parcelles regroupant le plus de points chauds et donc les plus enclines à subir des rénovations diminuant cette densité.

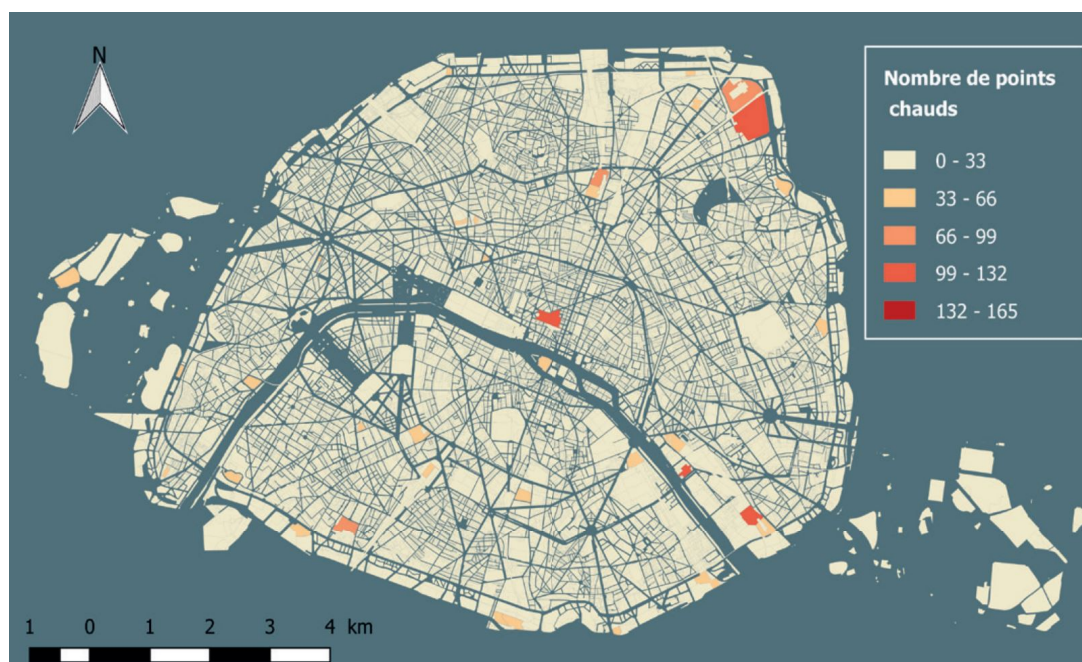


Figure 85 - Densité de « points chauds » par parcelle dans la ville de Paris.

Sur un autre sujet et en reprenant le concept de SHL, des calculs ont été effectués afin de déterminer les technologies d'éclairage et les ULOR²⁸¹. Ces deux travaux calculatoires ont été réalisés sur des zones restreintes afin de pouvoir mener les calculs, car il n'était matériellement pas possible d'effectuer ceux-ci sur l'ensemble du parc. La segmentation des deux zones « A » et « B » est visible en Figure 86 et donne une idée de la représentativité de ces territoires. Les résultats sont, quant à eux, visibles en Annexe 12 et donnent à voir un nouvel aspect de l'étude de l'ortholuminoplan et de sa capacité à orienter notre compréhension du

²⁸¹ *Upward Light Output Ratio*, un ratio mesurant la part de flux lumineux émise au-dessus d'une ligne horizontale et ayant été explicitée en Partie 1.

phénomène de la « lumière émise à la verticale ». Ainsi l'ULOR apparaît définitivement comme n'ayant manifestement pas d'influence notable sur les SHL, ce qui n'est pas le cas du type de technologie.



Figure 86 - Segmentation de l'ortholuminoplan en deux zones "A" et "B".

Il est clair que les « lampes à induction », la technologie nommée « lampe mixte », la lampe « fluo compact » et la « lampe halogène » possèdent des liens corrélatifs avérés avec la présence de SHL. **En somme, un programme de remplacement des technologies pourrait définitivement être avoir des effets de réduction de l'éclairage à la verticale, voire de la pollution lumineuse, pour la part concernée au sein du parc d'éclairage public.**

Cette étude a aussi été l'occasion d'étudier un outil permettant la création d'une couche cartographique « devanture de commerce » dont l'utilité principale pourra être la comparaison avec les SHL. Cette couche se justifie par la nécessité de penser les parcelles comme émettrices de lumières en grande partie au-delà de leurs « localisations parcellaires », donc en partie sur le domaine public.

Il a également été possible de comparer la quantité de « Points Chauds » avec les données mesurées d'éclairement au sol fournies par Evesa, ces dernières étant géoréférencées. En résulte une non-corrélation qui appelle à approfondir les études mais qui pourrait être un début de preuve sur la non-justification d'un sur-éclairage vertical par un fort éclairage au sol. Des exemples de ces deux études : la couche cartographique et la non-corrélation, entre « points chauds » et « fort éclairage au sol », sont visibles en Figure 87 (la partie de droite montrant de nombreux points chauds dans un lieu ayant peu d'éclairage et peu de points chauds dans un lieu à fort éclairage).

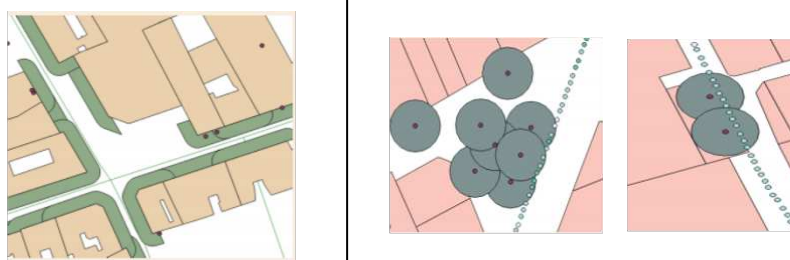


Figure 87 - Exemples de création de la couche "devanture de commerces" et de la non corrélation entre points chauds et éclairage au sol.

Enfin, un des principaux résultats de cette étude fut l'approfondissement du calcul du nombre de points chauds selon une typologie de commerces plus précise. Ceci donne un calcul absolu en Annexe 13 et surtout en moyenne sur la Figure 88 qui permet de faire ressortir le rôle prépondérant des kiosques, grands magasins, concessionnaires automobiles, stations essences et magasins d'alimentation générale (d'une surface de plus de 300 m²) dans la production de points chauds. Cette manière d'aborder le sur-éclairage vertical pourrait permettre d'influencer le deuxième volet d'une politique de réduction de la pollution lumineuse, à savoir des contraintes de gestion et des règles incitatives ciblées par typologies de commerces.

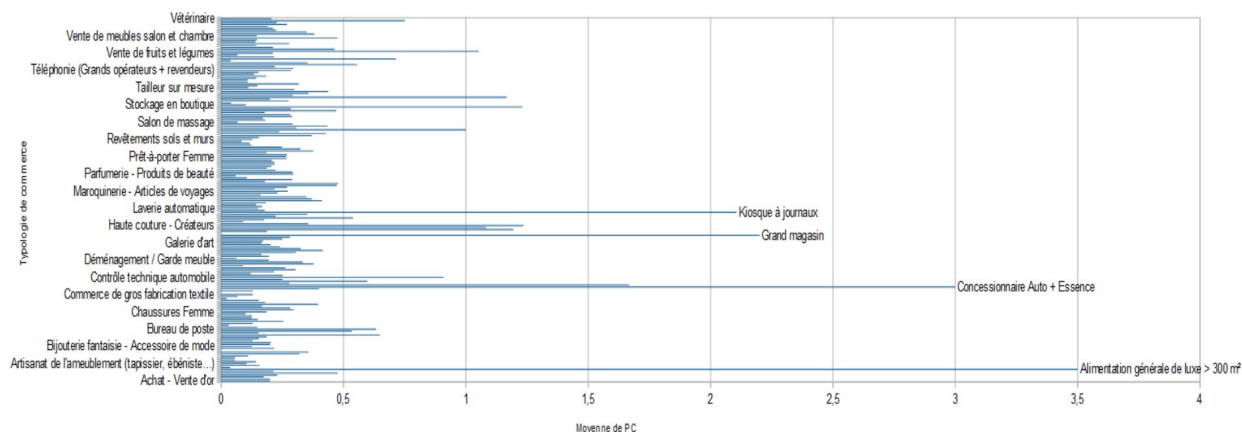


Figure 88 - Nombre moyen de Points chauds autour des commerces selon une typologie plus précise

L'ensemble de ces hypothèses, pistes de réflexions et résultats laisse entrevoir la possibilité d'une étude programmatique visant à la réduction de la pollution lumineuse dans les métropoles. Concernant la Ville de Paris, le prochain MGP (Marché Global de Performance) contiendra des ébauches d'indicateurs sur cette réduction de lumière à la verticale. La recherche scientifique semble démontrer, pour le moment, qu'il sera possible d'objectiver en partie ces indicateurs et de les inclure dans une démarche pluriannuelle de réduction de la pollution lumineuse.

La tenue d'un séminaire regroupant des chercheurs d'horizons différents (urbanistes, ingénieurs, architectes, opticiens, métrologues et écologues notamment) à l'Université Gustave Eiffel²⁸² a permis de conclure à la nécessité d'un consensus interdisciplinaire sur cette question de la pollution lumineuse. Nous avons notamment pu y présenter ces différents résultats et reprendre un schéma du fonctionnement que nous avons proposé pour une note contributive à l'appel d'offre du futur MGP, visible en Figure 89.

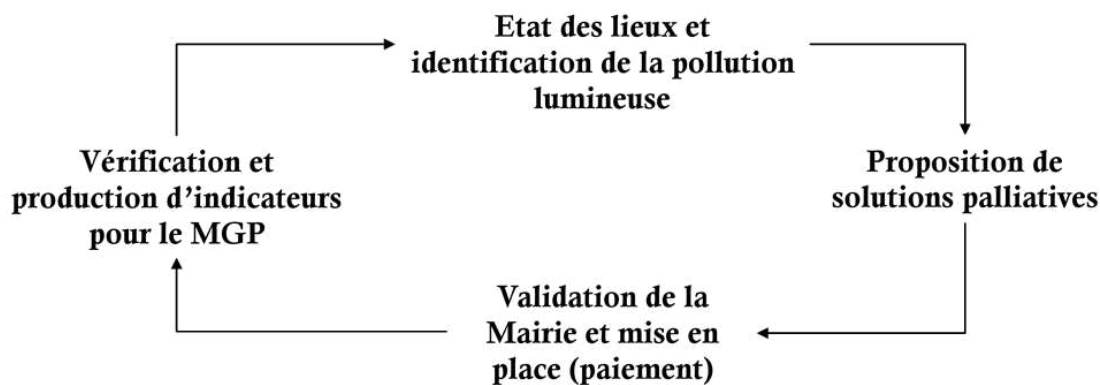


Figure 89 - Fonctionnement schématique d'un programme de réduction de la pollution lumineuse.

Ce principe de fonctionnement pourrait reprendre les grandes lignes programmatiques du « Plan Climat » évoqué précédemment et y adjoindrait une réglementation à destination du secteur privé et du public hors juridiction municipale. C'est vers cela, à notre sens, que se dirige la gestion du réseau d'éclairage parisien, qui voit son futur déterminé en partie par les conséquences de ses choix passés et par la prise en compte de l'impact environnemental qu'il sous-tend.

Notre réseau d'éclairage public a donc un passé un présent et un futur, nous tenterons de comprendre plus amplement les précisions de ce futur dans les prochaines parties. Avant cela il nous incombe de préciser

²⁸² Site de l'Université de Paris-Est Marne-la-vallée (UPEM).

les contours de notre conception de cet objet urbain et de la théorie globalisante qui découle de l'étude de son existant, ceci dans le prochain sous-chapitre.

SOUS-CHAPITRE 2.4.3 – LA TECHNIQUE ET LE POLITIQUE

DU SOCIÉTAL AU POLITIQUE

Si l'on suit rigoureusement les enseignements de la théorie du « tissu sans coutures » proposé notamment par Madeleine Akrich [114], technique et société sont liés au sein d'un même système à la fois matériel et idéologique. En somme la société « fait technique » et la technique « fait société ». Allons plus loin en considérant le politique comme une déclinaison du sociétal, comme le fait sociétal attribué à l'organisation de la cité au stade basal, voire de l'État si l'on élargit le spectre. Cette manière d'envisager le terme de « politique » permet de lui substituer presque invariablement le concept de « société » dans le cas où l'objet étudié serait de nature urbaine, ce qui est bien évidemment notre cas. Ainsi, technique et société faisant chemin commun dans la construction de la matérialité, technique et politique pourrait avoir un destin similaire dans la construction d'une matérialité urbaine. C'est une partie de la thèse défendue par Joël Idt au travers de son analyse de certains « projets urbains » [221], à Paris, Lille et Chartres²⁸³.

Faisant le point sur une analyse du fait politique, notamment dans sa dimension urbaine très axée sur l'État il fut un temps et dorénavant en conversion vers une prise en compte de l'importance des municipalités, il nous invite à reconsidérer le rapport local entre technique (l'administration) et politique (les élu(e)s). Il est d'abord nécessaire, pour cela, de se poser en rupture par rapport aux anciennes méthodes analytiques dans lesquelles « l'expression du politique » [221] était vue comme avant tout comme une réalité de nature étatique [222]. C'est entre 1970 et 1990 que les élus locaux vont prendre un poids croissant dans la gestion politique locale en France [223] et induire, de ce fait, un moindre pouvoir de l'État dans les actions urbaines locales.

Une fois actée cette décentralisation du fait politique en faveur des élus locaux, il est ensuite important de comprendre la nature de la relation entre l'administration urbaine d'une part et les décisions politiques d'autre part. C'est l'objectif d'une triple critique des anciens modèles analytiques formulée par Joël Idt et qui visera à dépasser certaines méthodes rendues caduques par la réalité contemporaine des politiques publiques. Ces modèles sont notamment ceux du marxisme, voyant l'État comme un simple outil à disposition d'une classe dirigeante qui, elle seule, dicte la matérialité du monde à la fin du XIX^{ème} siècle [115], [224] ; également le modèle wébérien supposant l'administration comme tout simplement dépourvue d'autonomie [225].

Cette triple critique de conceptualisation de l'administration prend appui sur trois volets, **le premier étant le volet organisationnel**, supposant que des marges de manœuvre (plus ou moins larges mais toujours existantes) sont propres aux techniciens, ces dernières leur permettent d'adapter le discours politique à leur réalité matérielle. Dans cette adaptation se situe une marge à laquelle le fonctionnaire, le technicien pourra décider de la marche à suivre dans la mise en place de ces politiques.

La seconde concerne le jeu d'acteurs et s'attaque directement à la séparation doctrinaire entre technique et politique qui induirait une décision purement linéaire descendant de l'élu vers l'administration, en se basant sur les travaux de Lucien Sfez [226]. Les allers-retours consubstantiels à la forme réelle de la prise de sa décision et à sa confrontation avec son application impliquent que les frontières entre acteurs politiques et acteurs techniques sont plus effacées qu'il n'y paraît au premier abord.

Enfin le troisième volet se situe sur le contenu même des « savoirs techniques » et des « problèmes politiques » qui « peuvent être abordés comme des construits sociaux » [221] selon une méthode analytique que l'on retrouvera en sociologie chez des auteurs comme Michel Callon et Bruno Latour [227]. Dès lors,

²⁸³ La thèse en question ne serait se résumer à une transposition du « tissu sans coutures » dans un monde urbain tant elle développe une vision critique de la gestion contemporaine de l'urbanisme sur trois terrains d'études de manière croisée. Néanmoins la méthodologie et la bibliographie nous ont paru pertinents dans le cadre de notre analyse.

les sphères de la technique et du politique, que l'on pourrait croire séparées, apparaissent en réalité comme connexes au sein même de leur définition, de par leur nature de construits sociaux.

Cette méthode générale de compréhension des politiques publiques s'inscrit dans notre conception du « tissu sans couture » appliquée aux infrastructures urbaines. La présence, tout le long de l'histoire du réseau d'éclairage public²⁸⁴, de justifications politiques dans sa matérialité technique trouve son écho théorique au travers des concepts présentés dans ce chapitre. Il apparaît primordial de penser, de manière générale, le réseau d'éclairage public comme une infrastructure dont les justifications et les finalités sont tout autant techniques que politiques.

En plus de cela, l'approche contemporaine de Joël Idt nous aide à comprendre la nature des plus récentes évolutions dans la gestion des infrastructures urbaines, notamment le désengagement progressif de l'État, dans la gestion générale de la municipalité parisienne. En l'occurrence le retour du « Maire de Paris » et de la gestion particulière de l'éclairage public au travers de la fin du monopole d'EDF. Ce désengagement étatique se couple d'un désengagement politique, conséquence d'une professionnalisation de la politique municipale [228] et d'une légitimation par les connaissances techniques de plus en plus importante, illustrée par la prépondérance de la figure de « l'expert » [229]. Cela correspondant également à la gestion assurée par une succession d'appels d'offres au cours desquels, depuis les années 90, la Mairie de Paris délègue la gestion du réseau d'éclairage public à d'autres, les « experts » qui sont ces opérateurs économiques, privés ou publics.

Les références à ces méthodes d'analyse s'arrêteront là, tant elles sont ensuite conditionnées par un objet d'étude bien particulier, celui du « projet d'aménagement urbain » [221]. Nous pouvons cependant reprendre, à notre compte, ce concept de « projet » appliqué à un contexte urbain, tant il contient en lui une explication des modalités de gestion les plus récentes de l'éclairage public. Le fonctionnement « par projet » [230] se caractérisant notamment par sa finitude temporelle, sa non-répétition *a priori*²⁸⁵ et, dans une certaine mesure, son lien structurel avec la production de valeurs marchandes [230].

Dans notre spectre d'analyse, cette modalité de « projet » revêtira également un caractère politique tant elle est conditionnée par des conditions de relation entre acteurs publics et privés, comme la place de l'État, des municipalités, des opérateurs économiques et la finalité de la distribution d'un service. Le « projet » fait en effet suite à plusieurs décennies de « programme » étatique, faisant lui-même suite à une ère de « production continue » de nature mercantile. En somme si nous devons décrire grossièrement les trois « ères » de modalités de gestion de l'éclairage public électrique à Paris, nous produirions la liste ci-dessous.

- **L'ère de production continu mercantile, de 1860 à 1946**, pendant laquelle l'État²⁸⁶ agit comme un arbitre (au pouvoir important) de l'espace économique. Les différents opérateurs privés poursuivent une volonté de production de valeur dans un cadre fixé par la puissance publique et dans une temporalité non définie *a priori*. Sur le plan économique, il s'agit d'une époque fortement marquée par les entrepreneurs et les initiatives privées en France ainsi que par de fortes inégalités de patrimoines et de revenus [170], [231] ;
- **L'ère de la planification programmatique publique, de 1946 à 1990**, pendant laquelle l'État agit directement comme opérateur du réseau d'éclairage selon une logique de service public décorrélée d'une production de valeur marchande. Cette époque sera aussi, en France, celle d'une très forte taxation, notamment des hauts revenus et même directement des très hauts patrimoines (*ibid.*) ;

²⁸⁴ Que nous considérons comme une forme d'« aménagement urbain » en tant qu'infrastructure technique ayant attiré à la forme physique de la ville.

²⁸⁵ Justifiée par la non-certitude du futur lointain qui caractérise les situations nécessitant un fonctionnement « par projet ».

²⁸⁶ La municipalité au travers de l'État français.

- **L'ère de la délégation par projets, de 1990 à nos jours**, pendant laquelle l'État se désengage partiellement de la gestion municipale parisienne au profit de la Mairie. Des contrats d'une durée de dix ans sont signés entre la puissance publique et un opérateur économique (public ou privé) lequel prendra des engagements quant à la bonne distribution du service et aura pour objectif la production de valeur marchande. Une époque marquée par une augmentation des inégalités (*ibid.*).

Ainsi, ce dont la nouvelle logique « par projet » témoigne quant à la gestion du réseau d'éclairage public parisien, c'est son statut plus que jamais entremêlé avec le contexte économique et politique. **En somme le réseau d'éclairage public est à la fois témoin et objet des politiques publiques, ceci au travers de ses évolutions techniques. Le concept de « mutation urbaine » est, en aval de la forme technique du réseau, un conditionnant idéologique et organisationnel, car c'est la forme de l'urbain qui déterminera celle de son éclairage.** Comme le montre le lien tenu entre les autres réseaux, les limites institutionnelles et l'éclairage public dans le Chapitre 2.3.

En amont, les mutations urbaines sont une partie intégrante de la matérialité du réseau, comme cela a été démontré avec le réseau de télégestion, autrefois propriété d'EDF et maintenant possédé par la puissance publique, bien que mis en place par un opérateur privé²⁸⁷. Ce qui répond en partie à nos questionnements sur la participation du réseau d'éclairage public parisien aux processus de mutations urbaines, en apportant la réponse suivante : « il en est partie intégrante, conditionné en amont et les ayant intégrées (les mutations urbaines) en aval ».

Cette première partie de la réponse n'est cependant basée que sur une analyse des politiques publiques, de nature déductive. Elle nous permet de conclure quant à ce qui a existé mais ne nous apporte pas encore de réponse quant à ce qui existe. La complémentarité d'une analyse sociologique, de nature inductive, à notre réflexion pourrait se résumer autour d'une citation de Joël Idt, inspiré par une réflexion de Christine Musselin.

« la sociologie de l'action organisée repose sur une démarche inductive alors que les analyses des politiques publiques sont plus souvent hypothético-déductives »

Joël Idt & Sophie Musselin – *Le pilotage des projets d'aménagement urbain : entre technique et politique* [221] & *Sociologie de l'action organisée et analyse des politiques publiques : deux approches pour un même objet ?* [232]

Nous voilà donc avec la nécessité, afin de compléter notre réflexion, de poursuivre une analyse inductive à caractère sociologique. L'objet précis de cette analyse sera proposé dans le sous-chapitre suivant, au travers d'une comparaison de notre objet d'étude central avec son pendant d'une autre localité.

PERSPECTIVES SOCIOLOGIQUES, VERS LA « VILLE INTELLIGENTE »

Sur quoi pouvons-nous baser une analyse sociologique du réseau d'éclairage public ? La réponse à cette question pourra toujours trouver sa justification propre selon une logique tautologique. **Ce que nous proposons, c'est de nous baser sur deux piliers réflexifs, un premier issu d'un état de fait et un second issu d'une étude comparative.** L'état de fait est tout simplement celui qui a souvent régi aux orientations

²⁸⁷ Ce qu'il faut comprendre ici, c'est que la dichotomie du réseau d'éclairage qui se retrouve dans celui de télégestion a été intégré à l'existence matériel et contractuel de l'éclairage public au point d'en être un élément essentiel dans la passation de ce dernier. C'est pour cela que nous parlons d'une mutation « en aval », comme intégrée à « l'ADN » du réseau pour filer la métaphore.

des « ateliers » et « groupes d'études » en lien avec le monde professionnel au cours de la thèse. **Ceux-ci, depuis que nous partageons leur espace professionnel, ont démontré un tropisme généralisé vers un terme utilisé de manière systématique et néanmoins polymorphique, celui de « Ville Intelligente » ou *Smart City*.**

Notons que la dénomination changeante, le champ lexical restait lui le même, lié aux « nouvelles » technologies dites « numériques », à savoir à ce qu'on appelle les TIC (Technologies de l'Information et de la Communication). Ce faisceau d'indices ne peut que nous inviter à considérer ces termes comme important et ces technologies comme structurantes, au moins en termes de représentation auprès des acteurs du réseau d'éclairage public. Le terme est notamment présent dans le MGP (Marché Global de Performance) et dans les documents relatifs à la description du nouveau réseau de télégestion. Il apparaît alors comme cohérent de le traiter sur un plan sociologique, sans être dupe des finalités techniques du terme *Smart City*²⁸⁸, ce pourquoi le traitement par la théorie du « tissu sans couture » nous permet de concevoir cette jonction²⁸⁹.

Surtout, ce que cette double comparaison nous apprendait, c'est le destin commun au réseau d'éclairage public et à la représentation de la *Smart City*. Ces deux objets sont des témoins essentiels du contexte politique qui les engendre et les étudier séparément permet d'arriver aux mêmes conclusions quant à la caractérisation d'un ensemble urbain par rapport à un autre. En l'occurrence, cela permet de caractériser Londres comme une municipalité « libérale et décentralisée » à côté de Paris « administrée et programmatique » comme le montre le Tableau 12.

Tableau 12 - Comparaison croisée des municipalités de Paris et Londres au travers des tops "Smart City" et de la gestion de leur réseau d'éclairage

	Position	Londres	Paris
Réseau d'éclairage urbain	Réseau urbain en amont	« Street Lights » Libéralisme Décentralisé Innovation rapide	« Éclairage public » Administré Circonscriit Innovation répartie
Ville Intelligente	Réalisation	Sur-réseau délégué Permissivité des entreprises	Sur-réseau possédé Gestion municipale ou contrôle fort
Classement et notation	Mise en récit en aval	Validation optimale Modèle économique issu du privé (bornes wifi)	Validation modérée Concept de « service »

Ce dernier inclut notamment une colonne « position » qui permet de concevoir le réseau d'éclairage public comme une forme de prérequis à une réalisation technique utilisant les TIC (par exemple un réseau de télégestion), elle-même précédant une « mise en récit » qui trouve son pinacle dans les classements sous la forme de « tops ». Cette forme aboutie de construction d'un récit urbain par la technique trouvera même des

²⁸⁸ Ce premier pilier est complété par un second qui nous vient d'un travail présenté au moment d'un colloque international à l'*Ecole d'architecture de la ville et des territoires* de Marne-la-Vallée en 2018 [233]. Lors de celui-ci, nous avons effectué une comparaison sur la gestion historique des réseaux d'électricité de Paris et Londres selon des modalités proches de l'historiographie présentée ici dans le Chapitre 2.3. Les données, plus lacunaires, sur le réseau d'éclairage londonien nous permettaient de conclure à une évolution de la gestion de ce dernier en lien direct avec les représentations de l'espace public qui existaient Outre-Manche [141], [196]. Autrement dit la ville de Londres se distinguait de Paris par une place très importante laissée à l'initiative privée ainsi que peu de gestion programmatique en amont des installations. Pour résumer cela brièvement, les opérateurs économiques considéraient la municipalité comme un « client » important certes mais un client tout de même (au même titre qu'une usine ayant de forts besoins d'éclairage par exemple. La comparaison ne s'arrêtait pas là, elle nous permettait aussi de nous intéresser à un autre objet, celui des classements *Smart City* et de la place qu'occupaient les deux municipalités dans ceux-ci et surtout selon quels arguments. Il apparaissait clairement que Londres était « positionné » toujours devant Paris selon des critères à la fois changeant et arbitraires et dont certains sont consultables en Annexe 14.

²⁸⁹ Pour rappel, « technique » et « société » étant séparées de manière arbitraire, la sociologie des techniques permet un traitement indifférencié de l'objet technique au travers de son existence sociale.

échos géopolitiques, au travers de la compétition que peuvent se livrer les métropoles dans la recherche d'une image optimale à renvoyer au monde²⁹⁰.

Ce deuxième pilier nous convainc quant à l'impérieuse nécessité de mener une étude approfondie des liens pouvant être constatés entre le réseau d'éclairage public parisien et le terme de *Smart City*, ceci selon deux aspects. Le premier consistera en la définition sociologique de la *Smart City*, soit celle qui émanera des acteurs opérant avec ce terme, grâce à la définition qu'eux-mêmes en auront. La Partie 3 apportera une réflexion sur cet aspect notamment grâce à une prise de position épistémologique sur une définition *a priori* puis à une confrontation de celle-ci à un *corpus* sociologique issu d'entretiens qualitatifs auprès des acteurs en question.

Le second aspect permettra de réunir les deux objets « réseau d'éclairage public » et « *Smart City* » au sein du territoire parisien. La réflexion prendra alors appui sur un *corpus* de type « recherche-action »²⁹¹ basée sur un ensemble d'ateliers auxquels nous avons pu participer et en partie contribué à diriger en tant qu'agent du délégataire parisien d'éclairage public (Evesa) et avec le concours d'entités publiques (directions de la Mairie de Paris) et privés (entreprises du secteur « numérique » et du « BTP »²⁹²). **La réunion de l'étude historique du réseau et de ses représentations sociologiques nous semble donc la plus à même d'apporter la réponse finale quant à sa participation aux mutations urbaines contemporaines.**

²⁹⁰ "Comme *Smart City*, Paris n'a rien à envier à Londres!", citation d'Anne Hidalgo, Maire de Paris en 2019 et disponible sous la forme d'un article du journal *La Tribune* : <https://www.latribune.fr/regions/smart-cities/20141114trib580dfadc4/comme-smart-city-paris-n-a-rien-a-envier-a-londres-anne-hidalgo.html>

²⁹¹ Le terme est souvent employé dans le cadre de travaux en géographie et sociologie ayant une finalité associative ou humanitaire. Ici, s'agissant d'une thèse effectuée au sein d'un opérateur économique, la finalité sera tout autre.

²⁹² Bâtiments et Travaux Publics.

SYNTHESE DE LA DEUXIEME PARTIE

Cette partie de la thèse est à considérer comme la charnière de notre réflexion, ceci pour plusieurs raisons. Notamment car elle se concentre sur un objet précis, circonscriptible et matériel, le réseau d'éclairage public parisien. Mais aussi et surtout car elle mobilise tous les outils mis en place en première partie et est indispensable à la réflexion qui sera développée dans les troisième et quatrième parties.

Afin de satisfaire toutes ses attentes, elle se base sur une bibliographie plurielle, mobilisant l'histoire urbaine et technique parisienne bien sûr mais aussi l'analyse critique de l'histoire des techniques et des conséquences environnementales de l'éclairage. La méthode utilisée ici a été la description du territoire sur lequel notre étude allait porter, description dont une extension est aussi disponible en Annexe 6 et Annexe 7. Une fois le cadre précisé, le travail historiographique des techniques d'éclairage a pu se dérouler. Il a permis notamment la production d'une chronologie complète consultable en Annexe 8 et qui offre des repères temporels des évolutions techniques et politiques de l'éclairage public tout le long de son existence parisienne.

Cette étude du passé de l'éclairage a d'ailleurs permis de mettre en évidence son caractère sociotechnique et plus précisément la manière avec laquelle le déploiement de ce réseau technique était lié à des circonstances sociales et politiques. C'est avec ces constats d'entrecroisement de la technique et de la société que l'étude du « présent » du réseau a été engagée. Une étude qui a d'ailleurs confirmé nombre de nos hypothèses en actant la conservation d'une architecture en « dichotomie » héritée de choix sociotechniques d'antan et parfaitement observable en Figure 57 et Figure 70. Cette théorie spécifique de l'organisation du réseau parisien a été complétée ensuite par celle des conséquences environnementales de l'utilisation de ce réseau et notamment l'explicitation de ce qui est parfois appelé la « pollution lumineuse ».

La partie s'est achevée par une réflexion sur la place du politique dans les « projets d'aménagement » urbains en l'appliquant à nos observations et conclusions partielles sur l'éclairage public parisien. Cela nous a permis l'élaboration d'un socle théorique solide et renforcé par une étude de cas parisienne précise. Un socle qui nous permettra d'élaborer une théorie des trajectoires actuelles du réseau d'éclairage public, une fois que nous aurons répondu à certaines questions sur sa gestion présente, dans la troisième partie de cette thèse.

PARTIE 3 – LA « VILLE INTELLIGENTE »

EXPLIQUEE PAR SES ACTEURS

INTRODUCTION DE LA PARTIE 3

La Partie 1 de la thèse nous apprenait que le réseau d'éclairage public pouvait être considéré comme un objet d'étude urbain digne d'intérêt sur le plan scientifique. Lorsque la Partie 2 prenait acte de ces conclusions afin de produire une étude sociotechnique du réseau d'éclairage parisien, **la Partie 3, elle, servira à développer un autre axe d'étude indispensable à une réflexion complète sur le territoire parisien.** Résumons donc notre cheminement jusqu'ici, nous avons appris que la lumière artificielle se constituait sous la forme d'un réseau afin de « repousser la nuit ». La conséquence directe de ces réflexions a été l'élaboration d'une théorie générale de construction du réseau d'éclairage public en lien avec le développement des villes sur les plans techniques, urbanistiques, sociaux et politiques²⁹³.

Cette théorie a par la suite été confrontée au « cas d'étude parisien » afin d'en valider les principales conclusions²⁹⁴, nous permettant de constater une intrication encore plus forte que prévue (sur ce territoire précis) entre la formation du réseau et la structure sociale l'engendrant. **Nous buttions enfin sur les évolutions les plus récentes faisant sortir le réseau d'éclairage public de son cadre utilitariste premier, à savoir (en dernière instance) un réseau électrique fournissant de la lumière. Le nouveau « cadre » contemporain permettant de décrire le réseau d'éclairage public inclue une capacité (au moins partielle) de pilotage à distance ainsi que des ambitions et projections d'utilisations multiples de ses extrémités et ramifications.** L'ensemble de ces nouvelles caractéristiques, à savoir le « pilotage » et les « nouveaux usages » ainsi que les technologies relevant des TIC²⁹⁵ associées, peut être regroupé sous une appellation panoramique²⁹⁶ : celle de *Smart City* ou « Ville Intelligente »²⁹⁷.

Le développement de ce pan de connaissances aura pour objectif de préparer une Partie 4 qui se voudra unificatrice et posera les bases d'une théorie actant du caractère sociotechnique du réseau d'éclairage public parisien, ceci dans le cadre des évolutions récentes faisant intervenir des nouvelles technologies et de nouveaux usages. Or, la nécessité de comprendre ces évolutions récentes et le devoir d'analyser *a posteriori* les origines de ce terme nous incombent de comprendre et de poser un regard critique sur le terme de « Ville Intelligente » et sur son lien avec l'éclairage public. La structure de rédaction encadrant cette partie sera semblable aux précédentes, en proposant une présentation bibliographique de la *Smart City* en amont du *corpus* de recherche²⁹⁸. Cette revue de littérature se basera en partie sur les réflexions précédentes qui (en Partie 2) avaient mis en avant des autrices et auteurs ayant largement creusé la réflexion sur le lien entre technique (ici techniques de la télématique) et société. L'existence de ce lien concernant les techniques de la *Smart City* étant absolument essentielle au dialogue scientifique que nous préparons avec les théories des réseaux abordées dans les Parties 1 et 2.

²⁹³ Voir Partie 1 de la thèse.

²⁹⁴ Voir Partie 2 de la thèse.

²⁹⁵ Technologies de l'Information et de la Communication. Appellation servant à désigner l'informatique, l'audiovisuel, le multimédia, l'interne et l'ensemble des télécommunications associées.

²⁹⁶ Prévenons d'emblée que cette dénomination est le fruit d'un constat dans le milieu professionnel, que nous aurons tout le loisir d'observer dans cette partie, et qu'elle est aussi consubstantielle à la création de cette thèse. Ainsi le financement du travail de recherche ici présent est né d'une interrogation des milieux universitaires et des entreprises de service urbain sur la nature des évolutions constatées dans l'organisation du réseau d'éclairage public et ses perspectives d'évolution.

²⁹⁷ La manière d'écrire ce terme peut bien évidemment être sujette à débat et le sera donc tout naturellement dans les prochains chapitres. Considérons pour le moment les différents termes comme équivalents.

²⁹⁸ Ce *corpus* sera constitué des entretiens sociologiques et de leur analyse.

Une fois cette étape passée, nous pourrions effectuer une présentation critique des théories et familles de pensée existant déjà en direction des termes « Ville Intelligente » et *Smart City* qui nous fera traverser les domaines de l'urbanisme, des sciences de l'ingénieur, de la philosophie et de l'épistémologie. Soit une étude critique de ces disciplines scientifiques, visant à comprendre leurs origines et leurs méthodes. Gardons toutefois à l'esprit que le caractère très récent du sujet ainsi que l'engouement qu'il suscite et la pluralité des moyens de l'aborder à disposition nous amènera à prendre position sur le plan épistémologique. **En somme nous élaborerons notre théorie de la « Ville Intelligente » à partir de l'analyse critique des autres existantes et en préparation de son application sur le territoire parisien.**

CHAPITRE 3.1 – TECHNOLOGIE, VILLE ET INTELLIGENCES

SOUS-CHAPITRE 3.1.1 - TECHNIQUE & SOCIÉTÉ

Revenons dans un premier temps sur trois scientifiques dont la pensée avait déjà irrigué les parties précédentes. En premier lieu, nous retrouvons Madeleine Akrich et ses écrits questionnant la dichotomie (réelle ou supposée) entre « technique » et « société » [14], [77], [114], qui nous avait permis d'inscrire nos écrits dans la théorie du « tissu sans couture » faisant des objets techniques des éléments complètement intégrés aux entités sociétales. Continuons donc avec ce paradigme d'analyse qui nous permet d'envisager les technologies, aussi nouvelles soient-elles, comme intégrées à la société les ayant engrangés, en somme la technique comme élément endogène à la société, sans pour autant ignorer les changements qu'elle pourra elle-même engranger. Dans le sillage de cette sociologie des techniques se situe Bruno Latour et plus particulièrement les ouvrages *Nous n'avons jamais été modernes* [58] et *Aramis ou l'amour des techniques* [74]. Écrits dans lesquels se développe une théorie de la modernité (pour le premier) et une conception sociale des faits techniques urbains (pour le second) et qui malgré leurs conditions littéraires²⁹⁹ rendent compte d'un paradigme d'analyse qui se situe dans la continuité des parties précédentes. L'on pourrait le résumer de cette manière : « il n'est de technique ni de science sans fait social ».

La continuité de la pensée de Madeleine Akrich et Bruno Latour dans cette thèse tient de l'évidence, compte-tenu des parties 1 et 2. A cela nous pouvons également ajouter le nom de Joël Idt et sa thèse précisément analysée dans le dernier chapitre de la Partie 2 [221] qui nous permet d'aborder la « ville » en tant qu'objet d'étude bénéficiant de cet entremêlement constant entre technique et (ici) politique. Ces auteurs ont été choisis pour l'adéquation de leurs pensées et des objets qu'ils ont étudiés avec notre sujet. A savoir une forte transdisciplinarité entre techniques urbaines, fait social et politiques publiques.

Cet appui sur les « techniques » au sens général du terme est un prérequis obligatoire à notre réflexion, qui nous permet de construire une continuité épistémologique entre « réseaux urbains » et « imbrication de la société et de la technique ». Vient ensuite la nécessité de penser la « technologie numérique », non pas dans sa technicité la plus pure mais dans les impacts de sa diffusion et de son utilisation. De ce côté-ci, les écrits de Pierre Musso seront mobilisés en complément de ceux déjà commentés en Partie 1 et Partie 2 [49], [64], [234]. Nous nous intéresserons donc ici à l'analyse qu'il produit en direction du terme de « révolution numérique » dans un article faisant la filiation entre les théories urbanistiques des réseaux et les technologies numériques [235]. Ce dernier met en garde le lecteur contre le risque de voir des discours politiques ou commerciaux émerger afin de justifier une implantation du numérique au nom d'une supposée « révolution ». Traçant son sillon à partir de ce constat, Pierre Musso continue sa réflexion en définissant le terme « numérique » comme s'opposant à « l'analogique » (description continue dans le temps d'un signal d'information), il propose même trois étapes décrivant le processus de « numérisation ».

1. **L'échantillonnage**, où la fonction continue se retrouve remplacée par une suite de valeurs prises dans des « instants périodiques discrets » ;

²⁹⁹ Respectivement un essai et une enquête sociologique romancée.

2. **La quantification** qui peut être décrite comme la partition de l'ensemble des valeurs possibles en un nombre fini de plages (chaque échantillon étant remplacé par une valeur numérique) ;
3. **Le codage**, qui permet de « numériser » réellement l'information [235].

Il situe également historiquement ces transformations dans une cohérence historique dans laquelle le « numérique » serait né d'une rencontre fortuite entre l'informatique et les télécoms dans les années 1960. Époque à laquelle les commutateurs ont été remplacés par des routeurs³⁰⁰ et dont le mouvement continue sur un nombre croissant d'objets. Il est possible de faire un lien direct avec l'essor des technologies dites *IOT* (*Internet Of Things*³⁰¹) dont nous reparlerons dans le deuxième chapitre de cette partie.

Pour reprendre le sens de la réflexion de Pierre Musso, il considère donc que le rapport entre « analogique » et « numérique » s'est aujourd'hui inversé, avec pour exemple le constat que la téléphonie ne représente plus que 20% du trafic sur les réseaux, lorsque les données numériques en représentent 80%. De nombreuses innovations ayant notamment pour origine l'émergence de nouveaux logiciels et les évolutions de l'architecture des systèmes d'information. Il avance ensuite plusieurs facteurs, quatre en tout, pouvant expliquer cette récente émergence de nombreuses innovations dans ce domaine.

- **La « Loi de Moore »**³⁰² qui serait en partie confirmée par les progrès de la micro-électronique ;
- **Le développement de la fibre optique**³⁰³ et de ses satellites technologiques ;
- **La généralisation de l'internet**, du protocole IP³⁰⁴ et de la nouvelle génération de réseaux, souvent appelée *NGN* (pour *Next Generation of Network*) ;
- **Le développement des radiocommunications**, des générations successives de la téléphonie mobile cellulaire et des techniques comme le Wi-Fi³⁰⁵.

Les impacts sociétaux de ces innovations sont notamment les changements d'habitudes, la dématérialisation et surtout le changement de modèle économique, toujours selon Pierre Musso. Un changement que Jérémie Rifkin (dont nous parlerons plus tard dans la rédaction) avait nommé « âge de l'accès » [236] en tant que combinaison de deux économies. La première se nomme « économie de prototypes » et implique des sommes importantes d'argent investies dans la conception qui permet la création d'une clientèle élargie et fidélisée dans les industries de contenus (le modèle de l'entreprise *Microsoft* et de son système d'exploitation *Windows* en est une illustration parfaite). La seconde se nomme « économie des compteurs » et consiste à faire croître les abonnements par agrégation de services dans les industries des réseaux. La combinaison des deux économies est illustrée par Pierre Musso dans son article [235] et est visible en Figure 90 où l'on peut observer la vision simplifiée d'une convergence des économies.

³⁰⁰ De manière très triviale, les routeurs sont des « ordinateurs connectant des ordinateurs ».

³⁰¹ Cette appellation signifie « Internet des Objets » et désigne l'ensemble des objets urbains pouvant être connectés entre eux selon divers moyens (filaire, radio, Bluetooth ou 4G par exemple) ainsi que le système découlant de cette connexion.

³⁰² Expression regroupant un ensemble de théories statistiques et de lois empiriques supposant la poursuite du doublement de la complexité des semi-conducteurs (éléments indispensables à l'électronique de puissance) tous les ans à coûts constants.

³⁰³ Il s'agit d'un fil dont l'âme (partie interne et souvent partie usuelle du fil) possède la propriété de conduire la lumière.

³⁰⁴ Signifiant littéralement *Internet Protocol* (protocole internet).

³⁰⁵ Ensemble de protocoles de communication sans fil et utilisant les ondes radios.

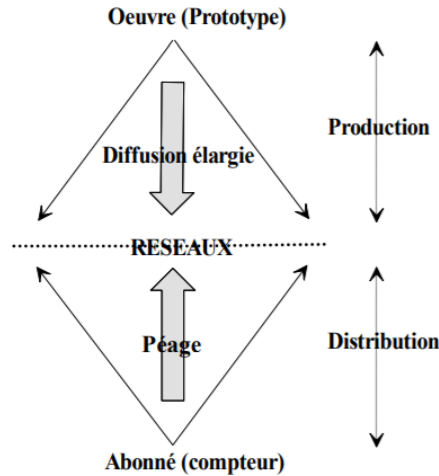


Figure 90 - Schéma de Pierre Musso représentant la combinaison des deux économies à l'oeuvre dans la "révolution numérique" (2008).

Cette nouvelle économie impliquant une industrie et une chaîne de valeurs instable, Pierre Musso y voit la raison du changement de cap des groupes du domaine des TIC²⁹⁵ afin de répondre à cette volatilité du système. La question se pose alors de savoir si cette économie est vraiment « immatérielle », comme le supposent certains commentateurs. Sur ce sujet, il est proposé de souligner la confusion qu'il peut exister entre la « numérisation » de l'économie, abordée ici, et la « tertiarisation » de cette dernière, soit l'expansion de l'économie de services. Si l'économie influencée par la numérisation peut être considérée comme « immatérielle » (ce qui est loin de tenir de l'évidence comme nous le verrons plus tard) cela peut être dû en grande partie au fait que l'économie se transforme aussi en ce qui concerne sa finalité. Passant de la production de biens matériels à la fourniture de services (en tout cas en France), ce que l'on appelle une « économie tertiaire ».

Un autre argument en faveur de la relativisation du terme « révolution » dans « révolution numérique » tient au rappel que fait Pierre Musso à propos des écrits de Bertrand Gille sur le « système technique » déjà mobilisés en Partie 2 [112]. Nous enjoignant ainsi à éviter le déterminisme technologique pouvant s'appliquer par extension au domaine numérique afin de ne jamais dissocier « culture » et « technique » ni « société » et « technique ». Pour éviter de considérer le numérique comme « révolutionnaire » trop facilement, Pierre Musso dresse alors une liste de six marqueurs de la *doxa* des évolutions technologiques dans un objectif préventif.

1. **Biotechnologique**, soit la correspondance (dans un sens puis dans l'autre) entre corps humains et techniques dans le but de convaincre de l'utilité de ces dernières ;
2. **Transformation sociale**, soit la construction d'un récit saint-simonien faisant porter aux réseaux techniques les avancées sociales futures, citant l'exemple des discours de Lénine sur le socialisme scientifique et d'Al-Gore sur les perspectives de luttes contre le changement climatique ;
3. **Pacifisme**, soit la capacité supposée des technologies à contribuer à la paix, ceci en « mettant en réseau » [51] le monde ;

4. **Prospérité**, soit la technique comme réponse à la crise de par son apport de nouvelles activités et donc d'une nouvelle richesse³⁰⁶ ;
5. **Libertaire**, au sens de Proudhon [237], et qui permettrait au réseau technique d'inscrire (voire de déplacer) le politique dans son architecture même, servant ainsi à lutter contre la centralisation ;
6. **Marxiste**, pas forcément marxien, soit l'état des techniques comme déterminant les rapports de production, l'organisation économique et donc les superstructures³⁰⁷.

Un aspect commun à ces six marqueurs de *doxa* est leur capacité à décharger l'utopie sociale sur l'utopie technologique qu'il est possible de mettre en lien avec une certaine vision de la politique advenue à la suite de la chute de l'URRS. Soit une idéologie techniciste se nourrissant d'un désintérêt pour l'émancipation sociale classique et servant notamment les intérêts de la propagande industrielle. De manière inversée, il est possible de remarquer les mêmes mécaniques à l'œuvre en ce qui concerne le « techno-catastrophisme » en inversant le paradigme et les conclusions. De ce double constat, Pierre Musso dresse une conclusion composée de quatre hypothèses présentées ci-dessous.

- **La technique est toujours présente sous la forme d'un « techno-imaginaire » ;**
- **La technique est moins un objet qu'un rapport social, cristallisé et réifié, impliquant toujours l'existence d'un « macro-système » derrière ;**
- **La socialisation des techniques appelle la multiplication des fictions, pour donner du sens aux usages nouvellement créés ;**
- **La technique prend une valeur totémique, nécessitant une analyse critique *a posteriori*.**

L'ensemble de ces hypothèses implique de considérer la « numérisation » comme un processus se déroulant en trois temps. **Tout d'abord une innovation, puis une appropriation qui est supposément plus longue à advenir et enfin la construction d'une représentation de cette appropriation, qui met encore plus de temps.** A cela nous pouvons ajouter le temps de la critique, nécessaire à la déconstruction des appropriations inopérantes ou présentant des effets pervers.

Se baser sur cet auteur nous a paru pertinent car celui-ci présente une filiation avec les théories réalistes présentées en Partie 1³⁰⁸, mais aussi avec la conception du « système technique » de la partie 2 et propose même un rappel à un auteur comme Abraham Moles (présenté en Partie 1 [28]) et plus précisément à ses « mythes dynamiques ». De plus son caractère « critique » s'inscrit dans notre argumentaire de manière cohérente, non sans quelques critiques qui nous emmèneront vers d'autres auteurs et autrices. Notamment dans sa conception du « processus de numérisation » supposé linéaire et qui ne correspond pas exactement à ce que nous observerons sur notre objet d'étude, à savoir une représentation qui prend de vitesse l'appropriation, voire même l'innovation, en piochant dans des répertoires historiques et fictionnels. Pierre Musso nous permet de replacer la théorie en construction dans une cohérence épistémologique d'ensemble

³⁰⁶ Il est possible de retrouver ce genre d'argumentaire dans les débats actuels (au moment de la rédaction de cette thèse) sur l'installation du réseau 5G.

³⁰⁷ Concept marxiste dont son origine se trouve dans les « structures » techniques [115].

³⁰⁸ Plus précisément, nous parlons de l'ouvrage *Critique des Réseaux* [49].

mais nous aurons besoin d'autres réflexions afin de parfaire notre compréhension des effets de la « numérisation » sur les objets urbains.

SOUS-CHAPITRE 3.1.2 – ÉPISTEMOLOGIE DE LA VILLE INTELLIGENTE

INCISE ETYMOLOGIQUE

De manière analogue aux parties précédentes, nous débuterons cette partie par une analyse des étymologies et des définitions des expressions utilisées tout le long de la partie. Le but recherché n'est pas tant l'explicitation de termes dans l'absolu mais bien leur décomposition dans ce contexte précis. Nous étudierons donc les mots « ville » et « intelligente » de manière séparée avant de comprendre ce que leur rapprochement signifie. Commençons donc par le mot « ville », dont l'étymologie provient du latin *villa* désignant la maison de campagne³⁰⁹.

« Agglomération relativement importante et dont les habitants ont des activités professionnelles diversifiées. (Sur le plan statistique, une ville compte au moins 2 000 habitants agglomérés.)

Ensemble des habitants de cette agglomération : Toute la ville est en émoi.

Les habitants des villes, par opposition aux gens de la campagne ou, jadis, de la Cour.

Vie que l'on mène en ville : Préférer la ville à la campagne.

Administration de la ville : Être chauffé par la ville.

Partie d'une agglomération constituant une entité particulière : La vieille ville. »

Dictionnaire Larousse - *Dictionnaire étymologique et historique du Français*, 2019.

L'on comprend tout de suite, en lisant les différentes définitions du mot « ville », que c'est la première de celles-ci qui nous donnera la ligne directrice des autres. Une ville est donc une agglomération « relativement importante » et dont les habitants ont des activités professionnelles diversifiées (mettons de côté l'argumentaire statistique pour le moment). Bien entendu la question « Qu'est-ce qu'une ville ? » est quasiment insolvable sur le plan intellectuel, *a fortiori* lorsque celle-ci se pose dans le cadre d'une approche scientifique, comme s'en réclame les disciplines de l'urbanisme, de la géographie ou du génie urbain.

Il ne nous incombe pas ici de répondre à cette question dans l'absolu mais plutôt de comprendre la représentation vernaculaire d'une « ville » afin de préparer la compréhension de la représentation sociologique de la « ville intelligente ». Considérons donc cette acception consensuelle³¹⁰ qui associe la ville à « une agglomération relativement importante ». Faisons alors de même pour le terme « intelligent », lequel provient du latin *intelligens*, *-entis* et qui nous offre la définition suivante.

« Se dit de l'être humain en tant qu'il conçoit et saisit les rapports entre les choses : L'homme est un être intelligent.

Se dit, par analogie avec l'être humain, d'animaux, de machines automatiques, etc.

Qui fait preuve de discernement, de jugement, de bon sens : C'est un type intelligent.

³⁰⁹ Larousse, *Dictionnaire étymologique et historique du Français*, 2019.

³¹⁰ D'aucuns pourraient qualifier de « triviale ».

Qui dénote l'intelligence : Un regard intelligent.

Se dit d'une machine, d'un véhicule, etc., équipés d'un processeur leur assurant une certaine autonomie de fonctionnement : Voiture, immeuble intelligents. »

Dictionnaire Larousse - *Dictionnaire étymologique et historique du Français*, 2019.

Il existe alors un premier écueil naissant de l'adjonction du terme « intelligent » au terme « ville », il s'agit forcément d'une analogie. Analogie de la ville avec le corps humain, qui est un écueil d'origine saint-simonienne dont nous avons déjà parlé précédemment [123], [235] et aussi analogie de la ville avec la « machine ». Ces deux analogies, si elles ne sont pas surprenantes, n'en restent pas moins simplificatrices à l'extrême en ne rendant aucunement compte de la complexité de définition et de l'humilité intellectuelle nécessaires à l'utilisation du mot « ville ». **Ici réside en quelque sorte le « pêché originel » du terme *Ville Intelligente*, dans son ambition de produire une analogie simplificatrice de l'objet ville, lui retirant toute sa complexité et restreignant le champ d'analyse.** Il en va de même si l'on désire revenir à l'origine anglo-saxonne du terme³¹¹ *Smart City*, dont les termes « *City* » et « *smart* » sont indiqués comme suit³¹².

« *City*

A large town. »

« *Smart*

clever and quick in thought and action. »

Dictionnaire de l'Université de Cambridge - *Cambridge Advanced Learner's & Thesaurus* © Cambridge University Press, 2013.

Soit pour le terme anglais une différence de taille (au sens littéral) pour la définition de ce qu'est une ville, la langue anglo-saxonne ayant à sa portée le mot « *Town* » qui définit les agglomérations. Le terme « *City* » implique alors obligatoirement une condition de grandeur pour désigner : « une grande ville » pourrait-on simplifier en Français. Quant au terme « *Smart* », s'il peut être traduit par « intelligent » en Français, il désigne en Anglais une réalité plus complexe mobilisant une rapidité de réflexion impliquant une rapidité d'action, soit une sorte « d'agilité intellectuelle ».

Ainsi lorsque le terme *Smart City* est né, il a pu être traduit littéralement en *Ville Intelligente* tout en conservant une partie de la définition anglo-saxonne puis réinterprété en « Ville Intelligente » sans contextualisation des origines de son utilisation. Il est alors possible de construire trois définitions générales représentant à chaque fois un niveau de galvaude supplémentaire.

- **L'expression *Smart City* au sens anglo-saxon et supposément premier du terme, désignant l'analogie d'une grande ville avec l'être humain, lequel ayant besoin de faire preuve d'agilité intellectuelle dans le but de résoudre rapidement des situations problématiques ;**

³¹¹ Nous prenons ici de l'avance sur ce qui va suivre dans un souci de cohérence générale, cependant il ne nous paraît pas inutile de s'avancer sur l'origine américaine du terme *Smart City* qui a été traduit par « Ville Intelligente » afin d'en connaître les origines sémantiques.

³¹² *Dictionary, Cambridge Advanced Learner's & Thesaurus* © Cambridge University Press, 2013.

- L'expression *Ville Intelligente*, directement traduite de l'Anglais et désignant l'analogie d'une ville (sans condition de taille) et de l'être humain, lequel ayant besoin de saisir le rapport entre les choses et de faire preuve de discernement, ceci sans condition de rapidité ;
- L'expression « Ville Intelligente », séparée de ces origines anglo-saxonnes et utilisée de manière très littérale³¹³, voire galvaudée. Celle-ci désigne alors l'analogie d'une ville (sans condition de taille) et d'une machine, laquelle ayant besoin de faire preuve d'autonomie.

Ce triptyque de définitions générales nous permettra de mieux comprendre la manière avec laquelle les auteurs que nous présenterons ont utilisé ces différents termes. C'est pourquoi, dans ce qui va suivre, nous nous garderons de tout jugement de valeur à l'encontre d'une éventuelle simplification d'utilisation du terme « Ville » ou « Intelligente »³¹⁴. **Ainsi, sans se contenter des largesses que les auteurs et interlocuteurs pourront prendre avec les termes utilisés, nous ne douterons pas non plus de la sincérité intellectuelle de ces derniers. Prenant acte qu'une représentation simplifie forcément en partie la complexité du réel et que l'essor des « technologies numériques » a la capacité (à tort ou à raison) de générer cette volonté ambitieuse de modélisation d'un objet aussi complexe.**

VILLE INTELLIGENTE, LA VERSION FRANÇAISE

Débutons cette revue de littérature en présentant la modalité de pensée française des études sur la Ville Intelligente³¹⁵, à savoir : **ce que les auteurs francophones se réclamant de la littérature scientifique française ont déjà dit et pensé de ce terme.** Nous étudierons également les auteurs anglophones dans le sous-chapitre suivant et ne manquerons pas de tisser des liens entre les deux « familles de pensée », chacune ayant son cadre de cohérence contraint par l'environnement scientifique qui lui est propre en plus des possibles différences sémantiques abordées précédemment. La première brique de cette partie bibliographique sera à trouver auprès de deux auteurs dont nous avons déjà parlé en Partie 1, il s'agit de Luc Boltanski et Ève Chiapello et plus précisément de leur ouvrage *Le nouvel esprit du capitalisme* [52].

Cette pensée est primordiale si l'on veut comprendre dans quel paradigme s'inscrit une étude critique des mouvements urbains et plus particulièrement (car il s'agit de cela en grande partie) comment l'emprise grandissante des « marchés »³¹⁶ sur « l'objet ville » implique d'en modifier l'étude. Ceci peut s'expliquer par l'analyse du concept de « Cité par projets » [238] qui s'inscrit dans la continuité des différentes « Cités »³¹⁷ déjà évoquées par Luc Boltanski dans un précédent ouvrage [239]. En plus des six cités que sont la *cité inspirée* (valorisant l'originalité), la *cité domestique* (fondée sur la proximité, la tradition et la hiérarchie), la *cité civique* (mettant l'accent sur l'intérêt général), la *cité industrielle* (basée sur l'efficacité et la compétence), la *cité du renom* (se basant sur la réputation) et la *cité marchande* (promouvant la rentabilité et la performance économique). **La cité par projets vient s'ajouter à ces mécanismes de justification déjà existants et qui s'applique relativement correctement au monde de l'entreprise** [238].

Dans ce nouveau modèle, la figure du *manager* agit comme un faiseur de réseau « nouveau héros de la productivité » [52] en décalage avec l'ancien modèle du « patron bourgeois » au sein de ces mécanismes de production de valeur. **En de nombreux aspects, nous pourrions constater que lorsque nous parlerons de Ville Intelligente, il sera fréquent d'y voir un lien avec l'essor du capitalisme urbain et plus précisément**

³¹³ En français et donc galvaudée par rapport au sens d'origine en langue anglaise.

³¹⁴ Peu importe la langue dans laquelle ces termes sont utilisés.

³¹⁵ Le terme sera maintenant écrit sans guillemets ni format spécifique.

³¹⁶ A la fois les mécanismes de finance (structurant les investissements de grande importance) et les mécanismes de création et d'échange de valeur marchande en général.

³¹⁷ Qui n'est pas à comprendre comme une « ville » mais comme un mécanisme philosophique de justification des choix des individus.

L'utilisation de la ville comme d'une nouvelle source de profits (et plus seulement comme une plateforme permettant l'implantation d'une source de profit)³¹⁸. Les villes ne sont, bien entendu, pas des entreprises car, au même titre que les pays par exemple, elles ont un rapport profondément politique à leur environnement et ne fonctionnent pas, *a priori*, sur une optique de profit. Cependant les évolutions récentes des entreprises d'un côté (se substituant parfois aux gouvernements municipaux) et des villes de l'autre (se comportant en agents producteurs de valeur marchande) ont mis à mal cette segmentation radicale autrefois parfaitement opérante. **En résulte des « rapports de pouvoir » inédits entre les gouvernements urbains et les gestionnaires d'actifs (au niveau financier) notamment** [240]. Un mouvement d'ensemble que l'on peut également mettre en parallèle des évolutions concernant la gestion du réseau d'éclairage public parisien évoqué en Partie 2. En somme les villes se détachent de l'influence politique étatique et la frontière se fait un peu plus perméable entre les entreprises et les municipalités.

Il est évident que la perméabilité de cette frontière est déterminée par la localisation des objets considérés, leur cadre législatif et leur environnement économique. Néanmoins, il s'agit, au moins en France, d'un mouvement d'ensemble changeant les rapports de pouvoir entre entités et s'inscrivant dans cette justification de la *citée par projets*, faisant de la figure du *manager* et des réseaux entre individus un élément-clé de l'évolution des villes. **Les réseaux viennent ici justifier une logique de marché mettant en mouvement les objets et les individus dans une optique de profit et la ville est un nouveau lieu de production de cette valeur. La technologie numérique, quant à elle, modifie la structure de l'économie et la finalité des échanges, vers le service plutôt que vers le bien matériel**, comme expliqué précédemment [235]. Cette double analyse s'inscrit pleinement dans la pensée réétistique, comme l'avait écrit Jérémy Rifkin [236], en montrant que le gouvernement urbain, duquel la gouvernance vient se substituer à la politique et le « vernis technocratique » pourraient venir justifier une logique de marché guidée par la plus-value³¹⁹. Sans prendre pour acquis cette logique de plus-value sous-jacente³²⁰, cette réflexion offre un lien conceptuel entre ce nouveau mode de gouvernement urbain et sa concomitance d'avec l'arrivée de TIC³²¹ amenant nouvelles perspectives, nouvelles projections et aussi nouvelles représentations.

*
**

Une fois évoqué le cadre épistémologique nécessaire à la compréhension des théories développées, intéressons-nous donc à ce que la littérature scientifique pense de la Ville Intelligente. Débutons ce tour d'horizon avec un auteur déjà largement abordé précédemment en la personne de Jean-Marc Offner et d'un article intitulé « La Smart City pour voir et concevoir autrement la ville contemporaine » [241] qui nous a semblé pertinent dans sa manière de concevoir la continuité de la Ville Intelligente avec les théories des réseaux en urbanisme. En se posant la question de « ce qui n'a pas été dit » [241] sur le sujet, il en vient à fustiger les théories trop généralistes et à leur préférer une approche plus précise et rigoureuse. Il lie également les technologies numériques aux réseaux dans leur capacité à recycler les « mythes opératoires » [241] dont nous avons parlé en Partie 1 [45]. **Constatant que, contrairement à d'autres mantras comme la « ville durable »** [241], **les buts exacts de la Ville Intelligente sont mystérieux entraînant l'émergence d'un discours contestataire qui semble uniquement changer de sémantique**. Analyse que nous pouvons mettre en lien avec celle de Pierre Musso étudiée précédemment [235] et qui arrivait aux mêmes conclusions concernant la différence entre les thuriféraires et les sceptiques de la « révolution numérique » [235].

Sur le plan épistémologique, Jean-Marc Offner associe la Ville Intelligente à une double tradition, celle des réseaux techniques du XIX^{ème} siècle d'une part et celle des données urbaines de la fin du XX^{ème} siècle

³¹⁸ L'analyse de Boltanski et Chiapello a déjà été mobilisée dans la Partie 1 [52] en ce qui concernait la critique de « l'idéologie réseau » (commune à Jeremy Rifkin [53]). Il nous a donc semblé pertinent de faire ici un parallèle entre « critique des réseaux » et analyse des idéologies à l'œuvre dans les systèmes de production de valeur. Tant nous verrons par la suite qu'une filiation existe entre ces deux pans de réflexion et celui de la Ville Intelligente.

³¹⁹ Se référer à la Partie 1 de la thèse pour une analyse plus complète.

³²⁰ Mais en considérant tout-de-même son existence.

³²¹ Technologies d'Information et de Communication.

d'autre part. **En somme, la Ville Intelligente pourrait être l'aboutissement d'une tendance lourde française se dirigeant vers la création de réseaux techniques d'une part et la production et l'analyse de données urbaines d'autre part.** Validant en partie nos analyses précédentes, il évoque le tournant néolibéral des années 1980, comme un mécanisme ayant forcé les grandes entreprises monopolistiques des services urbains à se tourner vers la conquête de nouveaux marchés. Ceci de manière concomitante au tropisme des firmes informatiques (IBM et Cisco notamment) les conduisant à s'intéresser à « l'urbain » [241], marquant ainsi selon nous le début du capitalisme urbain, la ville en tant qu'objet (et non plus en tant que « plateforme » ou « décor ») de la création de valeurs. L'analyse de Jean-Marc Offner tend à considérer qu'en défaut d'une offre fiable, la demande s'adapte en temps réel, avec pour exemple les marchés de l'énergie et des transports, dont la libéralisation (et la numérisation) a fait perdre en fiabilité au profit d'un surcroît d'informations sur l'instabilité. Rejoignant ce constat avec l'injonction au décloisonnement de l'action publique, vieille rhétorique des milieux économiques privés.

En ce qui concerne les données, il critique le fait que leur fluidité et leur plus grand volume n'ait, au final, pas un réel impact sur l'organisation politique. Cependant, le recueil de données numériques pourrait trouver son sens dans une acception temporelle de l'urbanisme, citant Thierry Paquot et Luc Gwiazdzinski [189]. Et que nous relierons, pour notre part, aux théories d'Antoine Picon qui seront analysées plus bas, soit l'adaptation du temps présent en opposition à la tentative de prévision du moyen terme. Si cette filiation critique et épistémologique s'intègre parfaitement dans la pensée que nous développons, il n'en va pas de même de la suite de l'article. Ce dernier suppose un « ré-enchantement » des rues par la diffusion du *smartphone* et une ambition pour la *Smart City* de sortir du malaise post-Seconde Guerre Mondiale, détecté par Gabriel Dupuy [242] en se dirigeant vers un « urbanisme des usages » [241]. **Une des finalités absolues de la Ville Intelligente pouvant trouver son résumé dans la citation suivante : « Rendre sensible l'importance de la technique dans l'aménagement et le développement des villes » [241].**

Cette perspective sur le futur de la Ville Intelligente nous a paru en décalage avec les critiques du présent, notamment car elle semble embrasser un vocable néolibéral que l'auteur paraissait critiquer précédemment. Parlant notamment de « petits gestes » [241] et de « développement durable » [241] comme autant de caractéristiques futures de la Ville Intelligente et de ses habitants. Nous ne considérons donc pas que les théories présentées ici nous permettent la création d'un cadre abouti pour notre réflexion, ainsi en plus de l'inscription dans les théories urbanistiques déjà mobilisées, il nous est maintenant nécessaire d'en aborder d'autres afin d'affiner nos outils d'analyse.

Dans cette perspective, une méta-étude apparaît comme le moyen providentiel d'effectuer un rapide tour d'horizon des avancées scientifiques sur le sujet. En se gardant toutefois de considérer une telle étude comme exhaustive par principe et en évitant l'écueil consistant à se restreindre à un cadre d'analyse panoramique. Ces précautions prises, l'article d'Albert Meijer (professeur d'innovation à l'Université d'Utrecht) et de Manuel Pedro Rodríguez Bolívar (professeur à l'Université de Grenade) intitulé « La gouvernance des villes intelligentes, analyse de la littérature sur la gouvernance urbaine intelligente » [243] nous propose un tour d'horizon rapide et rigoureux de l'aspect politique de la Ville Intelligente dans la littérature scientifique.

Cette méta-étude regroupant 51 articles propose notamment de relever ce qui constitue, pour les municipalités, une source d'intérêt dans le développement d'une gouvernance qualifiée « d'intelligente ». La question de la définition s'atténue en la considérant comme « floue » par essence, se référant notamment à Tranos et Gertner (2012) [244], ce qui n'empêche pas (selon les auteurs) les municipalités d'utiliser ce terme flou avec une ambition de promotion à l'égard de leur ville [245]. En plus de ces connaissances générales, les auteurs relèvent des positions plus clivantes comme celle, que l'on pourrait qualifier de « gestionnaire » ou « managériale », issue de Torfing et al. [246] et avançant la chose suivante.

« Cette idée s'intègre bien dans la perspective propre à la gestion publique, qui souligne que la résolution des problèmes sociétaux n'est pas simplement une question de définition des politiques appropriées, mais bien plus une question managériale d'organisation de collaborations solides entre le gouvernement et les autres parties prenantes »

Torfing et al. - *Interactive Governance : Advancing the Paradigm* [246]

Cette position, supposant les « problèmes sociétaux » comme relevant presque entièrement de la sphère gestionnaire (ou managériale) et non des politiques appropriées pose une controverse par rapport à nos premières observations. Nous avons en effet pris acte du caractère sociopolitique de la technique dans les interactions que celle-ci propose avec les individus dans la Partie 2. **Ce paradigme nous semble désuet dans la manière qu'il a de considérer la politique comme un décor au service du règlement des problèmes sociétaux, lesquels ne seraient dus qu'à des organisations et communications défailtantes. En somme, il s'agit de l'aboutissement absolu de la « Cité par projets » abordée dans le chapitre précédent, où la figure du *manager* vient transcender l'ensemble de l'organisation sociale en tant que « faiseur de réseaux » mettant fin à des querelles de communication.**

Dans cet ensemble, la « gouvernance interactive » de Torfing et al. [246] se présente comme un des meilleurs moyens de « faire réseau », soit la *Smart City* en tant qu'utopie réalisatrice de la « Cité par projets » de Boltanski et Chiapello [52]. **Le moyen d'effacer pour de bon toute référence à la politique dans la gestion des interactions sociétales au sein d'une ville, laquelle (la politique) étant remplacée par l'idéal gestionnaire des « bonnes pratiques » et de la « communication entre parties prenantes ». Si nous réfutons cette analyse en tant que descriptive du réel, nous la prenons pour ce qu'elle est selon nous. C'est-à-dire un mécanisme de justification des choix des individus et une projection de ce que devrait être (pour les tenants de ce paradigme) la Ville Intelligente. Cette manière de concevoir la technologie et son rapport avec la ville sera un des piliers de notre analyse des représentations sociologiques de la Ville Intelligente.**

Poursuivons cependant la lecture de notre méta-étude [243] en précisant que les auteurs de celle-ci ont identifié trois « définitions » générales en ce qui concerne la Ville Intelligente et une majorité de non-définitions dans les articles étudiés. **Ainsi, la plupart des articles ayant fait l'objet de cette revue de littérature ne s'embarrassent pas d'une définition et conçoivent la Ville Intelligente comme un terme « allant de soi » ou bien ne considèrent pas sa définition comme un prérequis obligatoire à la poursuite de l'analyse.** Parmi les écrits ayant toutefois pris la peine de proposer une définition, les typologies d'explication peuvent se regrouper selon trois groupes comme présentés ci-dessous.

- **Technologies intelligentes**, pour laquelle le recours au TIC revient de manière régulière ;
- **Personnel intelligent**, adoptant un angle « ressources humaines » sans pour autant perdre de vue l'aspect technologique de la question. Il est à noter que le terme « personnel intelligent » signifie souvent de manière unilatérale « détenteur d'un diplôme » [247] ;
- **Gouvernance intelligente**, pour laquelle quatre idéaux types sont identifiés : la gouvernance d'une ville intelligente (*a posteriori*), le processus décisionnel intelligent (aide à la décision technologique), l'administration gouvernementale intelligente (bureaucratie assistée technologiquement) et la collaboration urbaine intelligente (favorisation de la création de réseaux de connaissance dans une optique de productivité).

En plus de ces trois typologies générales, il est également fait mention de la technologie comme d'un point de départ permettant de repenser d'autres notions comme celle du « capital social » ou comme permettant

l'émergence des « industries créatives » ou de la « croissance urbain » [243]. Des considérations proches de ce que certains auteurs nomment la « classe créative » [248] et sur laquelle nous aurons largement l'occasion de revenir dans le prochain sous-chapitre, en adoptant une position particulièrement critique sur le sujet. **Toujours est-il que, constatant la multiplicité des définitions relatives à la Ville Intelligente, Meijer et Pedro Rodríguez propose de retenir celle qui, pour eux, est la plus complète et aboutie, une définition issue d'un article de Caragliu et al. intitulé « Smart Cities in Europe » [249].**

« [...] une ville est considérée comme intelligente lorsque les investissements dans le capital humain et social et l'infrastructure de communication classique (transport) et moderne (TIC) favorisent une croissance économique durable et une bonne qualité de vie, avec une gestion sage des ressources naturelles, dans le cadre d'une gouvernance participative »

Caragliu et al. – *Smart Cities in Europe* [249]

Cette définition nous semble importante également mais pour des raisons différentes. D'une première part elle offre l'avantage d'une relative consensualité permettant à différents paradigmes aux finalités parfois contradictoires de s'y retrouver. Il est en effet question d'investissements dans les capitaux humains et social mais aussi d'infrastructures (classiques et modernes) favorisant une croissance, mais une croissance « durable », tout en apportant une « bonne qualité de vie » et en gérant les ressources naturelles de manière « sage » dans le cadre d'une gouvernance « participative ». **Ainsi d'une définition qui, si elle ne vexé personne, ne dissipe pas non plus le flou entourant les villes intelligentes et leurs représentations.** En plus de cette définition externe, les auteurs de la méta-étude proposent également la leur, concernant précisément « l'intelligence des villes », de manière plus concise et regroupant ce qu'ils ont retenu de plus pertinent parmi les articles étudiés.

« [...] l'intelligence des villes désigne leur capacité à attirer le capital humain et à mobiliser ce capital humain dans le cadre de collaborations entre les différents acteurs (organisés et individuels) en recourant aux technologies de l'information et de la communication »

Meijer et Rodríguez Bolívar – *La gouvernance des villes intelligentes. Analyse de la littérature sur la gouvernance urbaine intelligente* [243].

Si nous pouvons exprimer certains doutes quant à la perspective critique de cette revue de littérature, elle nous permet cependant de comprendre que la définition même du terme « Ville Intelligente » peut être la source de controverses scientifiques importantes. **Le travail de Meijer et Rodríguez Bolívar est à saluer pour la dimension panoramique qu'il offre et les limites qu'il nous permet de percevoir concernant les finalités d'une analyse qui ne se prêterait pas à l'exercice de la définition critique au préalable.** Les deux auteurs font également le constat salubre d'une confusion ambiante et des recommandations générales fort utiles pour quiconque voudrait poursuivre ce travail de recherche³²².

Nous sommes cependant tenus de nous positionner en partie contre cette volonté manifeste visant à « conceptualiser » un terme à la fois performatif, souvent vide, englobant et par essence trop mutagène qui est celui de « Ville Intelligente ». Ce terme ne peut être un concept au sens philosophique du terme mais il est

³²² Malgré un ton général très prudent et, selon nous, trop peu critique envers certaines définitions « à l'emporte-pièce » du terme Ville Intelligente.

et reste ce que les acteurs de la politique urbaine en font, un point sur lequel nous rejoignons en partie les écrits du prochain auteur, en la personne d'Antoine Courmont.

*
**

Docteur ayant effectué sa thèse à l'Institut d'Études Politiques de Paris sur le sujet des effets de la donnée (en particulier numérique) sur le gouvernement urbain [250] et ayant par la suite continué ses recherches autour de ce sujet par le biais de publications [251] et de présentation au cours de colloques [252]. Antoine Courmont s'intéresse à la manière avec laquelle les « acteurs », au sens sociologique³²³ du terme, sont influencés par cette donnée et comment cette influence se manifeste dans les gouvernements urbains. Pour ce faire, il se sert d'entretiens qualitatifs et de l'étude des relations entre acteurs publics (municipalités et états) et acteurs privés (entreprises de fourniture de services urbains et de service numérique notamment). Au travers de cette méthodologie, très sommairement résumée ici, Antoine Courmont a été amené à penser le terme *Smart City* comme une composante de ces interactions entre acteurs mettant en jeu les données urbaines.

Un des résultats de ce processus de recherche fut la théorisation de deux « âges » de la *Smart City* [252] qui correspondent à des modalités d'appréhension de ce terme par les acteurs concernés et des typologies d'actorat différentes pour chacun de ces âges.

- **Le premier âge** est celui d'acteurs comme IBM ou Cisco à la fin des années 2000 et se manifeste par le désir d'acteurs traditionnels du « numérique » (soit la gestion des données et « l'informatique » au sens large) de proposer des services aux municipalités. Supposément pour les aider à mieux organiser leurs services, leurs espaces et leurs bâtis grâce à la collecte et à la gestion de ces « données » et à la conception de « plateforme » ou « cockpit » (matériels ou virtuels) devant servir à rassembler, analyser et influencer en temps direct sur ces données et leurs origines. Soit un modèle à la fois unilatéral et centralisé ;
- **Le second âge** construit ses fondations sur le relatif échec du premier au cours de la décennie suivante et sur ses conséquences en termes de restructuration de l'économie. De manière plus limpide, il faut situer ce moment après quelques tentatives de conquêtes de marché relativement peu nombreuses dans les Amériques (Nord et Sud) et en Asie, tentatives décevantes en termes de gains et d'opérabilité. Les acteurs « du numérique » se sont rendus compte de la difficulté que pouvait représenter la gestion de l'espace urbain et ont laissé la place aux acteurs « traditionnels » de la ville, en grande partie des entreprises françaises (Véolia, Suez, Bouygues, Vinci, par exemple). On a donc ici un modèle multilatéral s'inspirant d'organisations urbaines séculaires ;

Ces deux âges sont symptomatiques de la manière avec laquelle certains acteurs économiques³²⁴ avaient, par excès d'anticipation, misé sur un marché en cours de construction et manquant de maturité. Ajoutons à cela une perception « simplificatrice » des problématiques que pouvait rencontrer une ville et de la manière avec laquelle ces problématiques pouvaient être résolues. Le résultat de ces excès d'ambitions et de cette vision simpliste de la ville fut une série de déconvenues sur les rares marchés conquis, notamment illustrés par des difficultés à administrer la ville comme on administrerait un système informatique ou industriel. Surtout, la situation a évolué vers une incapacité à pénétrer le reste du marché, dont la clientèle est devenue

³²³ Le terme « acteur » désigne, en général en sociologie, des individus ou groupes d'individus (sous forme d'institutions par exemples) dont les comportements sont déterminés selon des conditions de dialogue, d'oppositions et de réciprocité avec leur environnement, voire avec d'autres groupes d'acteurs. Pour faire une analogie complète avec le théâtre et l'actorat, il est possible de parler de « rôles » afin de désigner les modalités comportementales de ces acteurs.

³²⁴ Les firmes « traditionnelles » du secteur informatique que sont notamment les entreprises IBM et Cisco.

sceptique sur les capacités des firmes informatiques à fournir des outils pertinents concernant la gestion des villes.

La situation présente est donc celle de la mixité, les acteurs traditionnels de fourniture de services urbains³²⁵ font valoir leur expertise sur des sujets qu'ils maîtrisent depuis longtemps, en partenariat avec les firmes IT³²⁶. Celles-ci ne proposent alors plus de solutions centralisées « clefs en main » mais un accompagnement de production et gestion de données construit en fonction des services concernés (transport, fourniture d'eau ou ramassage des déchets par exemple). L'ambition de la centralisation absolue de la ville et de la modélisation de l'urbain à l'échelle informatique (portée par des acteurs comme IBM et Cisco) s'est donc heurtée au mur de la complexité du réel et de la multiplicité des interactions avec celui-ci.

En plus de nous permettre de comprendre les mouvements marchands à l'œuvre au cœur de la *Smart City*, Antoine Courmont propose également une définition commode de cette « Ville Numérique », construite sur la base de ses recherches et d'une revue de littérature. **Celle-ci se définit donc par sa « digital skin » [253], soit une « couche informationnelle » qui s'est développée grâce aux innovations technologiques dans le secteur des TIC²⁹⁵ (téléphonie mobile et IOT³⁰¹ notamment).** Le terme « numérique » marque ainsi le moment où l'informatique devient « pervasive » [254] c'est-à-dire présente dans quasiment tout notre environnement. A cette définition générale, Antoine Courmont précise la distinction qu'il est nécessaire d'opérer entre les firmes IT³²⁶ traditionnelles qui offrent des infrastructures physiques ou des services directs. Sur un autre plan, existent les « plateformes » proposant des services d'intermédiation entre offre et demande.

De manière à prendre de la hauteur sur ces réflexions, Antoine Courmont propose également de s'éloigner de l'hypothèse trop déterministe selon laquelle les pouvoirs publics seraient « dépassés face aux changements du monde ». A la place, il élabore une analyse du marché de la « Ville numérique » dont la construction est aussi politique et sociale. En résulte l'hypothèse selon laquelle les offres se retrouvent encadrées institutionnellement par le fait du politique et se « sectorialisent », c'est ce dont il était question précédemment avec le « second âge » de la *Smart City* et la fin de l'ambition centralisatrice dans l'administration des villes.

A cette analyse, nous voudrions ajouter la réflexion personnelle qui nous fait relier ces velléités de décroissement à une analyse originelle trop simpliste et fantasmée de ce qu'est « une ville ». Cette analyse, vite rattrapée par la matérialité et sa complexité cachée, constitue une forme de « réductionnisme urbain » qui a déjà été savamment étudiée notamment par Söderström et al. en 2014 [255] et Kitchin et al. en 2014 également [256]. Cette analyse de la *Smart City*, dont la substance réside dans la critique de la vacuité des discours simplificateurs d'acteurs éloignés de la matérialité urbaine, s'inscrit donc dans un mouvement scientifique commun à plusieurs écoles de pensées en urbanisme, sociologie et économie³²⁷. Cette pensée critique analyse les mouvements économiques des entreprises du numérique du « premier âge » comme relevant de la volonté de se présenter comme les intermédiaires obligatoires dans la gestion des problématiques urbaines de manière centralisée.

Le partenariat entre Cisco et Songdo en Corée du Sud est un exemple illustrant parfaitement ce mouvement³²⁸. Ce modèle économique, déjà fragile, montre vite ses limites, beaucoup de villes n'étant pas enclines à se lier de manière transversale et unilatérale à un seul acteur privé. En particulier afin d'éviter l'effet « boîte noire », abordée dans la littérature scientifique anglo-saxonne [257], [258] et française [241], et qui a pour résultante la construction d'un système d'une complexité telle que le changement d'opérateur en

³²⁵ Dont beaucoup d'entreprises françaises comme Véolia, Suez, Bouygues ou Vinci.

³²⁶ Anglicisme désignant les firmes précédemment évoquées (IBM et Cisco notamment) évoluant dans le domaine appelé *Information Technology*, soit les TIC (Technologies d'Informations de Communication) dont nous avons déjà parlé au début de cette Partie 3.

³²⁷ Ajoutons à cela le génie urbain, discipline dont cette présente thèse se réclame.

³²⁸ Songdo est une ville nouvelle située dans la banlieue de Séoul et dont le discours promotionnel entourant la création peut être analysé comme une forme d'échec de cette stratégie de développement : <https://www.citylab.com/life/2018/06/sleepy-in-songdo-koreas-smartest-city/561374/>

devient inenvisageable. Cette réticence s'illustre de manière manifeste avec les tentations de pénétration du marché français (et notamment parisien) par l'entreprise Cisco³²⁹ dont le seul résultat fut une prise de contact et des démonstrations technologiques, le tout aux frais de l'opérateur privé.

Ainsi le temps présent de la *Smart City*, en tant que marché, peut être décrit comme la tendance à orienter les entreprises de l'informatique vers un « rôle d'intégrateur » auprès des entreprises plus classiques de fourniture de service urbain ou auprès des municipalités organisées en régie. Les firmes *IT* répondraient ainsi à des appels d'offres de manière tout à fait classique, revenant alors à une segmentation plus habituelle des services urbains qui s'avère décidément difficile à dépasser [259]. En plus de ce marché « classique », les « plateformes » évoquées par Antoine Courmont s'adressent, elles, directement aux citoyens et deviennent une institution d'un nouveau type. Elles influent ainsi directement sur le cadre politique en mobilisant leurs utilisateurs dans leurs actions de *lobbying*³³⁰, cependant il paraît important de préciser que ces plateformes ne sont « ni ingouvernées ni ingouvernables » [251] en ce qu'elles s'adaptent au lieu de leur implantation.

Une piste d'étude future pourrait résider dans l'étude des relations de ces plateformes avec la puissance publique et plus précisément des « failles » permettant à celles-ci d'émerger dans le cadre d'une initiative privée. **Au final, la *Smart City* peut être vue comme, au départ, une modalité d'interaction mercantile entre des opérateurs économiques (privés ou publics) et des municipalités. Celle-ci s'est ensuite mue en modalité de gestion de la donnée et des infrastructures numériques associées, selon une logique de sectorialisation propre aux services urbains et difficilement dépassable malgré les ambitions premières.** Ces flux de données influent donc, *in fine*, la gouvernance des villes sans mettre de côté la « territorialité » propre à chaque typologie de municipalité. C'est de cette dernière que nous parlerons, en abordant l'existence d'un « modèle français » de Ville Intelligente.

*

**

Cette revue de littérature ne serait en effet pas entièrement complète sans aborder un objet scientifique à la frontière de la recherche-action et de la politique territoriale. Nous voulons parler ici du rapport nommé « Vers un modèle français de villes intelligentes partagées » [260] produit par le géographe Emmanuel Eveno, à qui l'on doit également une réflexion critique sur ce même sujet [261], et par l'adjoint au Maire de Lille, Akim Oural, en charge du « numérique ». Ce dossier conséquent, argumenté et rigoureusement construit se situe dans la lignée d'une double démarche de dialogue entre les mondes académiques et territoriaux, regroupant notamment des acteurs comme l'AFD³³¹ et l'association Villes Internet, promouvant la connexion numérique et la démocratie participative dans les villes de France. Il est de surcroît à destination du Ministre de l'époque chargé de l'Europe et des affaires étrangères.

En plus de la lecture de ce rapport [260], notre analyse se fonde également sur une présence à la conférence publique ayant eu lieu à Paris le 27 septembre 2018 en présence des deux auteurs, de représentants des entités ayant participé au rapport et d'élus municipaux. **Le but étant de lancer un débat sur le terme de « modèle français » invitant à la controverse au travers de son caractère possiblement normatif.** Ce débat étant structuré en trois volets, un volet structurel, un volet sur l'aménagement et un volet sur la « donnée de masse » (ou *big data*)³³². Tout d'abord, le rapport entend se démarquer des « autres modèles » [260] en proposant une

³²⁹ « Smart City : Cisco met sur la table 1 milliard de dollars pour aider les municipalités » <https://www.objetconnecte.com/cisco-smart-city-fonds-2111/>

³³⁰ Action consistant à exercer de la pression sur des personnes détentrices du pouvoir en faisant valoir ses propres intérêts ou ceux du groupe auquel on appartient. Venant du mot anglais « *lobby* » désignant l'antichambre ou le couloir précédant la « Chambre des communes » dans laquelle les parlementaires allaient prendre des décisions politiques et qui était le lieu emblématique où cette influence se faisait jour. Par extension, ce terme désigne donc cette action particulière d'influence de la décision publique.

³³¹ Agence Française de Développement, institution bancaire publique finançant des programmes axés sur le développement des territoires et des villes à l'international, en particulier dans les pays « en développement ».

³³² Terme (en anglais ou en français) désignant la stratégie de récolte de données selon une logique quantitative et avec pour objectif d'en produire une analyse *a posteriori*. Cette caractéristique impose en

vision socio-centrée basée sur la mutualisation des données et ne mettant pas de côté les territoires plus ruraux. Il entend aussi se démarquer du modèle anglo-saxon dit « techno-centré » en se basant sur « l'organisationnel » plutôt que sur « l'infrastructuel » uniquement.

C'est autour de ces réflexions que les auteurs théorisent un modèle dit de la « triple hélice », regroupant les acteurs publics (élus et fonctionnaires), académiques (universitaires et scientifiques) et privés (entreprises). Cette cohérence générale rejoignant le *mantra* de l'association Villes Internet notamment et devant favoriser l'éclosion d'innovations en grappes ou en série. Ce modèle ayant été théorisé en 2000 par des chercheurs en sociologie et en gestion, qui l'ont par la suite mis à l'épreuve par des expérimentations territoriales [262], [263]. En plus de cette organisation, la « donnée de masse » est un outil pouvant servir les différentes recherches des acteurs concernés et leurs futures activités opérationnelles. Un exemple très concret est donné au travers des « enquêtes sociales », qui deviennent plus chronophages et moins significatives, en termes de résultats, que certaines données de masse dans la gestion des villes.

Des réalisations encore plus concrètes sont citées afin de conforter ce « modèle français », notamment autour du portail *open data* de la ville de Rennes, de la centralisation de Dijon autour d'un « cockpit » regroupant différents services urbains ainsi que de la fusion des portails numériques de Nantes et de Loire-Atlantique. Sur une stratégie différente, la commune de Fleury-sur-Orne promeut ainsi sa propre plateforme permettant d'impliquer les habitants « par la donnée »³³³ et la ville d'Albi propose une stratégie de valorisation du patrimoine épiscopal en coopération avec une ville du Bénin voulant valoriser ses palais royaux.

Ce qu'il est possible d'observer ici est la cohérence d'ensemble que les acteurs semblent respecter, en tout cas en ce qui concerne les éléments communiqués au sein de ce rapport ou au cours de sa présentation publique. **La recherche d'un « modèle français » semble ainsi s'inscrire dans le temps long des politiques publiques que nous avons abordé en Partie 2. Argumentant en faveur d'une théorie plaçant les technologies numériques et les évolutions qu'elles entraînent dans une continuité sociopolitique et non comme des éléments exogènes impliquant un changement total de paradigme.** De même, si la définition précise du terme « Ville Intelligente » reste floue, comme un ensemble de concepts et une grammaire commune servant à des compréhensions croisées, cela n'empêche pas les différents acteurs de savoir ce qu'ils ne veulent pas mettre sous ce terme, en l'occurrence un idéal techno-centré justement axé sur la technologie et non sur l'organisationnel.

Ainsi, pour reprendre les propos de Michel Lussault à l'occasion d'une conférence sur la Ville Intelligente et les inégalités à l'Hôtel de Ville de Lyon [264] : « Si l'on ne sait pas encore ce qu'est la ville intelligente, l'on sait déjà ce qu'on ne veut pas qu'elle soit ». C'est ici aussi (dans les écrits d'Emmanuel Eveno et Akim Oural) que l'on peut retrouver ce fil rouge, **la définition de ce que ne doit pas être une Ville Intelligente fait quasiment consensus, lorsque la définition de ce qu'elle devrait être subsiste dans un flou continu.** Le caractère de « modèle français » se situe alors dans cette logique, celle de la critique de ce à quoi ce modèle ne doit pas ressembler. En l'occurrence les *Smart Cities* de type anglo-saxonne ou parfois asiatiques (Singapour ou Songdo par exemple) pour lesquelles la technologie est perçue comme la composante structurante.

Cette pensée critique s'inscrit dans le paradigme matérialiste que nous avons développé en partant de la théorie réticulaire en Partie 1 [3], des faux semblants de la dichotomie technique/société et Partie 2 [14] et du lien profondément politique qui détermine la manière récente d'aborder la technologie dans les évolutions territoriales [52], [235]. **Notre analyse de la Ville Intelligente doit donc se comprendre au travers de cette continuité scientifique, à savoir les réseaux comme un ensemble d'interconnexions à la complexité indépassable et non bornée, la technologie comme faisant partie de la société et le monde politique comme**

général une infrastructure informatique et des algorithmes dédiés visant à analyser cette masse importante de données.

³³³ Propos de l'adjoint en charge du numérique.

parfaitement à même d’influencer le développement des territoires³³⁴. Les technologies numériques peuvent ainsi être abordées comme des « modalités », sans se fourvoyer sur la complexité à laquelle cette modélisation peut se confronter. En cela nous rejoignons les propos des auteurs du rapport dans la citation reportée ci-dessous et qui fait référence à l’ouvrage *Métapolis* [265].

« Il s’agirait de considérer les technologies numériques comme des modalités permettant de réduire la complexité urbaine. On retrouve le même type de raisonnement dans les travaux de François Ascher, notamment dans « Métapolis » et dans « La société hypermoderne. Ces événements nous dépassent, feignons d’en être les organisateurs ». »

Akim Oural et Emmanuel Eveno – *Vers un modèle français de villes intelligentes et partagées* [260]

En somme, une proposition de « contre-modèle » avec la technologie comme moyen, la reconnaissance de l’incertitude de la thématique, la méfiance vis-à-vis des approches ciblant un profit immédiat et la coopération des territoires sur les plans locaux (entre métropoles et villes) et internationaux (entre villes de différents pays). Apprécions par ailleurs le fait que les auteurs se soient bien gardés de procéder à une association métaphorique entre la « ville » et un individu ou une machine. Écueil pourtant particulièrement courant dans ce type de rapports.

Précisons également que l’émergence de ce modèle ne se fit pas en vase clos et que de nombreux auteurs peuvent être associés à cette pensée. Au rang desquels il est possible de citer François Ménard, qui théorise l’existence de plusieurs « régimes » de la Ville Intelligente dans un article en sociologie et urbanisme [266]. L’auteur propose ainsi un triptyque arbitraire mais très parlant sur les différentes manières d’aborder la Ville Intelligente en tant que structure soumise à un régime gestionnaire. Une reproduction de l’illustration de l’auteur est d’ailleurs visible en Figure 91. Celle-ci fait écho aux théories précédentes en ce qui concerne les fameux « régimes » évoqués.

- **La ville « as a service »** correspond aux âges mercantiles de la *Smart City* dont parlait Antoine Courmont [252] ;
- **La ville « ubérisée »** est celle des plateformes privées et des services proposée directement aux citoyens [250] ;
- **Enfin la ville « collaborative »** est proche de ce qui était décrit comme le « modèle français » par Emmanuel Eveno et Akim Oural [260].

Cette théorie des « trois régimes » [266] conforte en partie l’existence d’une même « famille » française de la ville intelligente. Dont les fondations intellectuelles se situent au carrefour de la sociologie de Madeleine Akrich [14] et Bruno Latour [58], dans sa manière d’aborder la technique, et de la pensée de Luc Boltanski dans sa compréhension aiguë postmarxiste³³⁵ des relations sociales conditionnées par des modalités de justification des prises de décision [239]. Ces modalités étant aujourd’hui à relier au système économique global, ce que Boltanski décrit comme la nouvelle organisation du capitalisme [52].

³³⁴ En opposition au techno-déterminisme faisant des techniques des entités exogènes rendant futiles toutes tentatives de contrôle par l’organisation politique de la société.

³³⁵ Car bien que se basant sur les travaux de Pierre Bourdieu, de « tradition marxiste », Boltanski se penche sur les « modalités de justification de prise de décision » plus que sur les « conditions matérielles d’existence ».

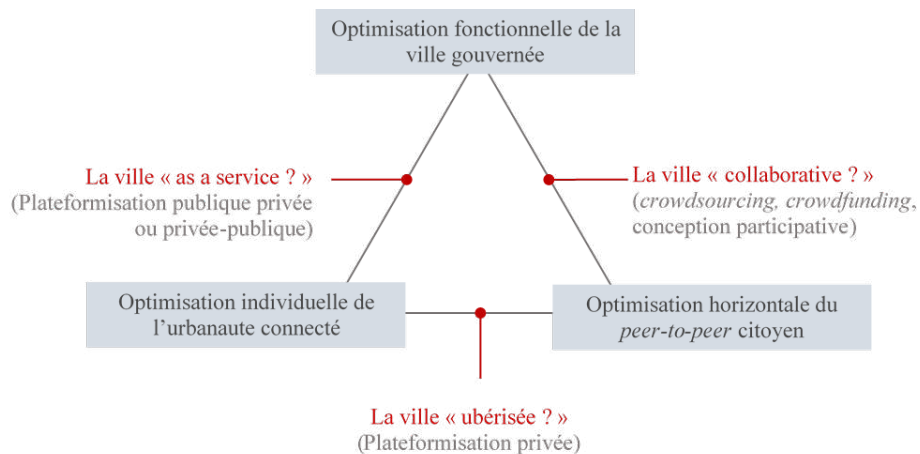


Figure 91 - Les "trois régimes" de la Ville Intelligente, extrait de l'article de François Ménard (2017).

En plus de ce socle épistémologique, considérons les théories de l'urbanisme évoquées en Partie 1, en particulier la manière de concevoir les réseaux de Gabriel Dupuy [3], Jean-Marc Offner [46] et Pierre Musso [234] permettent d'aborder « l'objet ville » dans ses caractéristiques sociales et techniques. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si ces derniers auteurs ont écrit directement sur le sujet de la Ville Intelligente afin d'apporter leur analyse, forte d'une méthodologie ayant fait ses preuves sur d'autres phénomènes urbains. Les auteurs ayant consacré la majorité de leurs recherches aux « transformations numériques » dans la ville s'inscrivent alors dans cette « famille » et il en va de même pour d'autres pans de la recherche académique sur le sujet.

A commencer par Fanny Lopez, dont les recherches et ouvrages visent à prouver ou à rappeler l'importance des infrastructures matérielles dans la construction d'une « Ville Numérique » [267]. Son analyse des grands réseaux techniques (en particulier électriques [268]) comme « structurant de plus en plus notre manière d'habiter le territoire » résonne avec l'analyse que nous avons faite du réseau d'éclairage public sur le territoire parisien en Partie 2. Fanny Lopez à qui l'on doit également l'organisation d'un colloque international sur le sujet « *The limits to growth of the Smart City* », auquel de nombreux auteurs cités ont par ailleurs participé, qui parlait du constat de l'inévitable matérialité et de ses limites intrinsèques limitant les perspectives de croissance urbaine.

Pour revenir à une analyse sociologique, un auteur comme Dominique Boullier propose lui aussi de penser la Ville Intelligente selon trois propriétés que sont la centralité, l'accessibilité et la connectivité [254]. Méthodologie qui n'est pas sans rappeler François Ménard [266] et ses « trois régimes » ou bien Gabriel Dupuy et Jean-Marc Offner et les triptyques de descriptions des caractéristiques qui font un réseau [46]. Sur un pan d'analyse encore plus critique, Philippe Vidal accuse le modèle de la ville numérique d'être pensé avec le paradigme de l'abondance énergétique et matériel, ce qui ne correspond pas aux projections sociétales futures [269]. A la lecture de son article « La Smart city au risque du « *burn-out* » urbain » [269], nous faisons un lien direct avec la critique de l'aveuglement économique contemporain des limitations matérielles prévenant toute ambition de développement infini. Reliant ainsi cet auteur à la « famille » décrite ici, ceci malgré la tentation, critiquable, d'effectuer une analogie présente dans le titre-même entre « ville » et « travailleurs » en parlant de « « *burn-out* » urbain » [269]. Précisons toutefois que l'analogie ne sert pas directement la réflexion qui suivra dans le texte.

Enfin, terminons ce tour d'horizon de la « version française » par la mention d'un chercheur dont la double catégorisation aura pour effet de le retrouver à la fois dans le milieu académique et dans un *think-tank*. Raphaël Languillon, qui a notamment écrit sur l'urbanisme au Japon [270] et sur les *Smart Cities* en Asie [271], nous permettant notamment de faire le lien avec la prochaine partie qui s'éloignera la pensée présentée ici. Ce que l'on peut retenir de cet auteur est l'analyse (en partie critique) de la tendance de la *Smart City* en Asie à dépolitiser les questions urbanistiques en affaiblissant, de fait, les pouvoirs locaux. Une analyse bien

évidemment dans l'axe intellectuel des auteurs présentés précédemment. En plus de cet aspect académique, le travail de Raphaël Languillon se situe également sur le plan professionnel en tant que scientifique au service de la *Fabrique de la Cité*, un *think tank*³³⁶ financé par le groupe Vinci. C'est dans ce cadre qu'il produit une analyse plus généraliste de la *Smart City*³³⁷, notamment de ce que ce terme recèle réellement de capacité langagière et d'une « grammaire » permettant aux différents acteurs de discuter entre eux sur des bases et avec des objectifs certes flous mais définis. Nous poserons plus tard la question de la capacité de la recherche à s'entremêler avec les intérêts des opérateurs économiques dans une approche double de critique et de réflexion croisée. Approche qui n'est pas sans rappeler la « triple hélice » chère à Emmanuel Eveno et Akim Oural [260], [263].

Bien évidemment d'autres pensées divergentes existent et nous nous contenterons d'aborder celles qui nous semblent les plus pertinentes pour notre sujet d'étude. La prochaine que nous avons baptisé « Version anglo-saxonne » pourrait tout aussi bien se nommer « américaine » ou « internationale » tant elle diffère de la française sur le plan de la langue d'écriture (ici l'Anglais) et des références scientifiques. Des ponts existent cependant entre les deux, comme autant de connexions qui révèlent (au-delà des différences formelles) une cohérence d'ensemble bien existante dans l'étude critique des Villes Intelligentes ou « *Smart Cities studies* ».

SMART CITY, LA VERSION ANGLO-SAXONNE

Le terme « anglo-saxon » désigne donc, comme expliqué plus haut, une modalité langagière plus qu'une localité particulière. Modalité qu'il convient de comparer à son pendant francophone, objet du précédent sous-chapitre. Les auteurs présentés ici s'exprimeront donc majoritairement en anglais ou occupent des postes dans des universités ou des institutions américaines (pour la plupart). Afin de lier les deux « versions » et d'appuyer l'importance de ne pas les opposer de manière antagonistique, débutons donc cette revue par un auteur dont il a déjà été question précédemment en la personne d'Antoine Picon. Ce dernier étant un universitaire français travaillant maintenant à l'Université de Harvard et ayant, par ailleurs, participé au colloque précédemment mentionné : « *The limits to growth of the Smart City* ». Son travail s'articulant autour de l'histoire, de l'urbanisme, de l'architecture et des techniques associées. Il est notamment l'auteur d'un ouvrage intitulé *Smart Cities : Théorie et critique d'un Idéal Auto-réalisateur* [11] lui ayant apporté une renommée conséquente. Avant de nous plonger dans les théories qu'il développe, il nous semble nécessaire de cadrer la réflexion avec une partie de son intervention au cours d'une présentation publique intitulé « La Smart City réduira-t-elle les inégalités ? » [272].

Cette réunion fut l'occasion d'un débat et d'une discussion entre Antoine Picon et le président de la Métropole de Lyon à l'époque, David Kimelfeld. Cette discussion, en plus de faire office de liant entre les présentations académiques, offre une illustration parfaite de la volatilité potentielle des théories sur ce sujet. Volatilité que l'on pourrait relier à cette volonté affichée des différents acteurs de dialoguer entre champs académiques, publics et privés. Sans remettre en question l'aspect salubre d'une telle démarche (la « triple hélice » [263]), il arrive que les concepts et théories souffrent de déformations dans leur traversée d'un champ à l'autre. Ainsi d'Antoine Picon qui définissait la ville comme fondamentalement inégalitaire, rejoignant notre réflexion de la Partie 1 dans le sillage de Henri Lefebvre [24], en faisant de cette inégalité le corollaire de la cristallisation du travail et de la création du pouvoir. Précisant bien qu'il ne s'agit pas « d'idéaliser la campagne » et parlant de la ville comme « tempérant au mieux les inégalités ». Sur le sujet de la *Smart City*, l'inégalité étant créée par l'espace physique, le « numérique » ne peut réduire les inégalités (urbaines uniquement) qu'en influant sur ce facteur physique. Antoine Picon avance l'idée de « gouvernement décent », permettant de conserver sur des rails raisonnables les inégalités urbaines « à moins d'appliquer un grand

³³⁶ Littéralement « réservoir d'idées » et dans les faits, une entité dont le financement a pour objectif la production de connaissances et de prospectives dans un domaine ayant souvent attiré au politique.

³³⁷ Voir à ce propos l'article « Derrière les mots : la smart city » et le rapport « Des acteurs, des approches et des smart cities ».

<https://www.lafabriquedelacite.com/publications/derriere-les-mots-la-smart-city/>

<https://www.lafabriquedelacite.com/publications/des-acteurs-des-approches-et-des-smart-cities/>

programme d'inspiration marxiste ». La définition généraliste de la *Smart City* est alors, pour lui, celle déroulée en trois points ci-dessous.

- Une ville plus efficace ;
- Une convergence entre l'usage du numérique et les questions environnementales ;
- Une ville plus juste, plus agréable à vivre en lien avec l'urbanité.

La vision techno-centrée peut aussi être activement dépassée (toujours selon Antoine Picon), notamment grâce à l'éducation des citoyens à l'usage des outils numériques. Ce dépassement actif ne doit pas faire oublier la caractéristique profondément spatiale des inégalités (donc sans lien direct avec les technologies numériques), les conflits « propres » au numérique étant aussi une extension des luttes sociales d'origine géographique. En réponse à cette analyse générale des inégalités en lien avec la Ville Intelligente, le président de la Métropole David Kimelfeld récuse (de manière presque unilatérale) la lutte des classes comme concept opérant afin de lui substituer celui « d'inégalités sociétales » à analyser en fonction de la volonté politique les déterminant. Rentrent dans cette catégorie la « rupture territoriale » et les difficultés d'accès au numérique notamment. La Métropole étant censée jouer un rôle en lien avec la solidarité allant dans le sens d'une réduction de ces inégalités.

Rebondissant sur la remarque d'Antoine Picon faisant d'un « programme d'inspiration marxiste » une des solutions pouvant faire sortir les inégalités de ses « rails raisonnables », David Kimelfeld effectue alors une extension du marxisme à la perception qu'il retire du gouvernement de la République populaire de Chine³³⁸. Affirmant que « revenant tout juste de Chine », le marxisme ne serait pas la solution la plus appropriée en raison notamment des restrictions de liberté sur ce territoire. Il y a donc un réel décalage, voire une incompréhension, entre ce qu'Antoine Picon entendait par « d'inspiration marxiste » et ce qui a été compris par le président de la Métropole. Les deux interlocuteurs trouvent finalement un terrain d'entente autour de l'importance à donner à la poursuite de l'égalité hommes-femmes, sans préciser la nature des actions à mener.

Cette discussion illustre pour nous certains écueils inhérents à la rencontre entre le milieu académique et le milieu politique. Les deux interlocuteurs ne se comprenaient pas toujours en raison des différences paradigmatiques profondes à la base de leurs discours. Chaque terme ayant une valeur différente depuis son discours initial jusqu'à sa réception par l'autre, la seule modalité d'entente se situant dans un discours consensuel ne donnant pas la place à une perspective opérante. Si toutes ces remarques sont déjà valables pour une explication généraliste et synthétique de la pensée d'un auteur académique, comme c'était le cas lors de cette présentation orale, elles s'en trouvent décuplées lorsque l'on analyse plus profondément les ouvrages auxquels ceux-ci se réfèrent. Cette remarque est bien entendu valable pour l'ensemble des auteurs dont nous avons parlé et dont nous parlerons, cependant il apparaît comme particulièrement pertinent de souligner ce point à ce moment de la rédaction autour d'Antoine Picon. Car sa présence à ce débat avec le président de la Métropole de Lyon est une mise en scène parfaite des problématiques soulevées. Sans attendre, plongeons-nous donc dans les réflexions de cet auteur et les filiations académiques qu'il sera possible d'effectuer par la suite.

La définition introductive du terme *Smart City* présenté dans l'ouvrage de Picon : « *Smart Cities, Théorie et critique d'un Idéal Auto-réalisateur* » [11] peut se décliner très brièvement comme le développement de

³³⁸ Appelé de manière usuelle « la Chine », territoire duquel l'exclusion ou l'inclusion de Taïwan peut faire polémique et officiellement appelée la « République de Chine » tout court.

« nouvelles technologies »³³⁹ et surtout leur « hybridation croissante avec le monde physique » [11]. Dans cette optique, la « gestion fine des ressources naturelles » [11] devient ainsi le meilleur moyen de concilier qualité de vie urbaine et développement durable. Le rapprochement entre ces deux concepts nous semblant à la fois fortuit et de circonstance, comme une obligation de penser les limites physiques de l'environnement en pré-supposé de l'ambition de développement. Aujourd'hui ces problématiques résonnent avec celle, géopolitique, de l'approvisionnement en métaux rares inhérentes à l'innovation et à la diffusion des nouvelles technologies [273].

Cette « gestion fine » peut aussi être mis en lien avec ce que Sabine Barles appelle le *métabolisme urbain* [12], [274], soit (de manière résumée) ce qui constitue les « flux » matériels d'une ville, avec par exemple les matières premières entrant et les déchets en sortie³⁴⁰. Antoine Picon revient ensuite sur le « déterminisme technologique » selon une approche plus précise qu'au cours de son intervention orale, il décrit ce déterminisme comme équivalent à une réduction de la ville aux conséquences des nouvelles technologies. La conclusion inhérente à ces réflexions est d'ailleurs consultable ci-dessous et fait preuve de clarté sur ce sujet.

« Dans la mesure où il va bien au-delà de ce que prescrivent les technologies disponibles, ce projet ne leur est pas réductible »

Antoine Picon – *Smart Cities : Théorie et critique d'un Idéal Auto-réalisateur* [11].

Précisons également que le terme « intelligent » dans Ville Intelligente ou comme traduction littérale du mot « *smart* » est à considérer, sous la plume d'Antoine Picon, comme relevant de « ce qui apprend, comprend, raisonne » [11]. Continuant son analyse selon une logique de « modèles », il en vient à parler de « l'ancien modèle » comme concevant l'intelligence de manière extérieure à la ville. Le nouveau modèle conçoit la *smart city* comme une « entité urbaine » possédant des mécanismes d'apprentissage, de compréhension et de raisonnements internes intrinsèques. Nous y voyons un lien direct avec les « âges » de la Ville Intelligente théorisés par Antoine Courmont [252].

Sur la partie critique de « l'autoréalisation » présente dans le titre de l'ouvrage, il est décrit comme le rapport fertile (entre autres) entre la ville intelligente et la fiction conditionnant son existence. Un exemple des plus illustratifs réside dans le développement de l'informatique ubiquitaire (omniprésent et invisible), facilité par les écrits « visionnaires » [11] d'un chercheur en informatique travaillant dans l'entreprise Xerox Palo Alto, du nom de Mark Weiser [275]. Dont la citation, datant de 1991, résonne de manière prophétique avec l'ère contemporaine.

« Ubiquitous computing names the third wave in computing, just now beginning. First were mainframes, each shared by lots of people. Now we are in the personal computing era, person and machine staring uneasily at each other across the desktop. Next comes ubiquitous computing, or the age of calm technology, when technology recedes into the background of our lives »

Mark Weiser – *Designing calm technology* [275]

³³⁹ Que l'on peut vraisemblablement relier aux TIC (Technologies d'Information et de Communication) présentées en début de partie.

³⁴⁰ Précisions que ce lien avec le *métabolisme urbain* est issu d'une réflexion personnelle et non des propos directs d'Antoine Picon.

Raisonnant également selon une logique d'enchaînement « d'âges », Mark Weiser situe son époque (celle de l'informatique domestique et personnelle) succédant à celle de l'âge dit « d'unité centrale », où un même ordinateur était partagé par plusieurs personnes. Surtout il prédit une époque « d'informatique ubiquitaire » où les ordinateurs seront partout et nulle part. **Pour Antoine Picon, ce genre d'écrits prédictifs à mi-chemin entre la recherche et la fiction, sont fertiles dans le financement et la poursuite de recherches scientifiques.**

Il est alors permis de reprendre la citation de l'informaticien Alan Curtis Kay : « la meilleure façon de prédire l'avenir est de l'inventer » [276]. Le « numérique », ainsi advenu, posséderait alors un « lien intime » [11] à la communication ainsi qu'une capacité à transformer le quotidien, ceci à l'intersection des dimensions médiatique et quotidienne. Sur un niveau fictionnel encore plus fort, l'imaginaire sociotechnique vient chercher des modèles proches du cyborg³⁴¹, du réseau et de l'essaim. Ces modèles fictionnels structurent la pensée et, donc, une partie des réalisations physiques qui en découleront. Antoine Picon se pose alors la question de l'existence (ou pas) de villes intelligentes nous entourant et ayant précédé leurs propres réflexions critiques. « Vivons-nous déjà dans une ville intelligente ? » semble-t-il se demander.

Car le mot « intelligence » peut être compris selon plusieurs assertions, or celle qui précède toutes les autres se situerait (selon Picon) au niveau de l'intelligence de la sensibilité et de la sensualité [11]. Celle-ci précède notamment l'intelligence urbaine qui détecte, mesure et enregistre avec pour illustration les puces RFID³⁴² insérées dans les arbres parisiens et permettant une mesure à distance de la végétation de la ville. Pour revenir à l'intelligence sensuelle et sensible, celle-ci implique un investissement croissant de la part des utilisateurs afin d'opérer un changement de paradigme quant à la perception des villes. Le *smartphone*³⁴³ étant un exemple parfait de ce changement en sa capacité à modifier le rapport de ses utilisateurs à l'environnement les entourant [277].

A cette remarque nous nous permettrons d'objecter que les conditions matérielles restreignant l'accès à un *smartphone* sont les mêmes qui peuvent restreindre l'accès à cette nouvelle intelligence sensible. Nuancerions toutefois notre critique en précisant que l'essor phénoménal des ventes annuelles de *smartphone*, pouvant se compter désormais en milliards d'unités [278], nous orienterait vers une diffusion de ces appareils au-delà des classes sociales les plus favorisées. Enjoignant à utiliser la méthode d'analyse du « microscope », déjà abordée en première partie [13], ce nouvel état d'existence peut être analysé comme celui de la ville qui prend conscience de l'état dans lequel elle se trouve, l'amenant vers l'appréhension des directions possibles à emprunter : soit la notion de « Ville sensible » [11].

Vient alors la question de définir ce qu'est précisément la « sensibilité », question à laquelle Picon retient une réponse par association de concept. La « sensibilité » et « la capacité à être détecté par nos sens » forment alors un diptyque auquel se réfère notamment le laboratoire du MIT³⁴⁴ fondé par Carlo Ratti³⁴⁵. Prenant ensuite la résultante d'un individu « sensible », arrive le concept d'un environnement « excitant » et permettant donc pleinement à cette sensibilité de s'exprimer. Plus précisément, cette expression d'un « environnement excitant » est évoquée comme un moyen de satisfaire les besoins d'une « classe créative » [248], laquelle pourrait, par sa puissance intellectuelle, favoriser l'émergence d'une ville intelligente. Plus tard, Antoine Picon critique vivement, de manière très légitime, la manière avec laquelle le concept de « classe créative » et « d'environnement stimulant » a trop souvent occupé les débats sur l'espace public. Ainsi comme il l'affirme de manière claire et sans ambiguïté dans la citation ci-dessous, il serait peut-être temps de

³⁴¹ Chimère produite par le mélange de l'être humain et de la machine.

³⁴² De l'Anglais *Radio Frequency Identification* pour « Identification par Fréquence Radio », désignant un appareil miniaturisé (une « puce ») permettant de mesurer et de récupérer des données à distance.

³⁴³ Pour « téléphone intelligent », désignant les dernières générations d'appareils téléphoniques aux capacités élargies par la technologie les composant.

³⁴⁴ *Massachusetts Institute of Technology* pour « Institut Technologique du Massachusetts », qui est un institut de recherche et une Université américaine spécialisée dans la science et les technologies.

³⁴⁵ Voir à ce propos : <http://sentientcity.org/post/31189308721/the-senseable-city-an-interview-with-carlo-ratti>

dépasser ces débats parfois stériles et manquant de profondeur, faisant aussi référence aux écrits d'Edward Glaeser sur le sujet [279].

« Encore une fois, le problème tient davantage à l'absence de prise en compte de la diversité des fonctions de la ville et à l'impossibilité de réduire celle-ci à une simple question d'intelligence. »

De Richard Florida à Edward Glaeser, on a peut-être un peu trop mis l'accent sur l'importance de la « classe créative », censée représenter le cerveau de la ville intelligente, et pas assez sur le rôle des muscles, de l'industrie et de services traditionnels. »

Antoine Picon – *Smart Cities, théorie et critique d'un Idéal Auto-réalisateur* [11].

Nous ne pouvons que valider pleinement la nature de cette critique du concept de « classe créative ». Notamment car il a été mis sur le devant de la scène par un géographe (Richard Florida) et souvent utilisé en tant qu'argument unilatéral de ce que devrait être une « bonne ville », sans pour autant nous offrir une définition rigoureuse de ce qui pourrait réellement se cacher derrière ce terme. Nous pouvons même soutenir une théorie selon laquelle cette « classe créative » ne serait au final que la composante esthétique pseudo-scientifique d'un banal processus d'embourgeoisement des centres-villes nord-américains.

En atteste un article fondateur sur le sujet, que l'on doit à Elsa Vivant [280] et qui souligne l'aspect épidermique, voir « marketing » des travaux sur le sujet. Lesquelles idées serviraient ensuite de matière première à des conférences onéreuses à destination des gouvernements urbains avides d'obtenir des solutions d'embourgeoisement « clefs en main ». En atteste les citations ci-dessous, appuyant le manque de rigueur des thèses discutées et soulevant la question de leur réelle utilité, en tant que paravent de politiques urbaines libérales.

« Comme cela a été déjà dit, R. Florida n'apporte pas vraiment d'idées nouvelles mais reprend celle qui sont déjà dans l'air du temps et les conforte en les teintant de scientisme par son approche statistique pseudo-scientifique. »

« Savoir si la classe créative existe ou pas paraît délicat. Ce qui est certain par contre, c'est qu'elle sert de prétexte à la mise en œuvre de politiques urbaines libérales, et qu'elle est une formidable aubaine pour son créateur »

Elsa Vivant - *La classe créative existe-t-elle ? Discussion des thèses de Richard Florida* [280].

La confusion entre recherche scientifique et travail de consultant nous apparaît donc comme manifeste dans les théories de Richard Florida sur la « classe créative ». De manière cependant plus subtile, ses théories ont une influence importante et bénéficient de relais d'envergure tant leurs conclusions ont tendance à flatter urbanistes, décideurs politique, artistes et conférenciers. La *Smart City* est un terrain très fertile pour ce genre de théories pseudo-scientifiques, tant le flou entourant sa définition et l'imaginaire supportant son récit sont consubstantiels à son existence.

Pour Antoine Picon, ce dévoiement de l'analyse des évolutions urbaines à destination des gouvernants ne date pas d'hier, tant il permet de justifier certaines politiques publiques par des arguments moraux et consensuels. Ainsi de l'époque industrielle et plus précisément des changements urbanistiques parisiens ayant eu lieu au XIX^{ème} siècle que nous avons déjà étudié en Partie 2. **En reprenant de manière critique les propos de Stephan Graham et Simon Marvin sur les infrastructures numériques et leurs supposés vellétés**

égalitaires, il étend le champ de réflexion à la présence de l'internet dans la ville, selon la citation ci-dessous.

« En fait, Graham et Marvin omettent de rappeler que le projet politique qui sous-tendait l'émergence de la ville des réseaux de l'ère industrielle n'avait rien d'égalitaire. Loin de vouloir éradiquer les différences sociales, le Paris de Napoléon III et d'Hausmann se proposait simplement de les rendre tolérables en insérant les quartiers bourgeois et les faubourgs populaires dans une même maille combinant réseaux d'eau et d'assainissement, voirie et plantations d'agrément. L'Internet n'a fait que reprendre à son compte cet idéal de cohabitation sans réduction des inégalités. Du même coup, les récits concernant la smart city ne sont ni plus ni moins généreux que ceux qui avaient présidé à la mise en place des grands réseaux urbains de l'ère industrielle. »

Antoine Picon – *Smart Cities : critique et théorie d'un Idéal Auto-réalisateur* [11].

Ce parallèle existant entre les transformations sociotechniques du XIX^{ème} siècle à Paris et les évolutions urbaines actuelles en lien avec le numérique est d'un intérêt crucial dans notre propre réflexion. En plus de rendre possible la comparaison des deux phénomènes, il les lie selon une logique de continuité. Ainsi les travaux dits « haussmanniens » de la ville de Paris et l'émergence de la catégorisation de *smart city* des villes contemporaines recèlent des ambitions politiques comparables et des mises en récit du même acabit. Les ambitions égalitaires de l'hygiénisme de la techno-démocratie étant de parfaits paravents servant à masquer un agenda politique empreint d'une vision particulière du monde urbain et surtout de ce à quoi il devrait ressembler.

Par extension directe, l'éclairage public (dont nous reparlerons bien évidemment) est une modalité matérielle fortuite de ces transformations sociotechniques. Tout comme les façades haussmanniennes ou les réseaux d'égouts l'étaient eux aussi pour les travaux du XIX^{ème} siècle. Ce lien entre nos différents objets d'étude a donc à voir avec la nature même de ces objets, il nous reste alors à en faire une description complète de manière séparée avant d'analyser avec précision ce qui les lie. L'éclairage public ayant déjà eu cet honneur dans les deux premières parties, il reste donc à continuer notre travail avec la « Ville Intelligente », ce qu'Antoine Picon propose, en sus, dans le reste de son ouvrage [11].

L'auteur part notamment de l'hypothèse que la *Smart City* est en quelque sorte déjà advenue de manière contemporaine. Par exemple dans la manière avec laquelle la « ville-événement » structure déjà notre environnement urbain, en redéfinissant la place des monuments iconiques en tant qu'événements justement. L'on pourrait résumer cela en disant que des situations macroscopiques à l'échelle urbaine se construisent à partir de micro-occurrences. Comme autant de récits et de scénarios qui permettent aux villes de s'inspirer et de s'assigner des objectifs. L'exemple du « Grand Paris », pouvant se résumer brièvement à un développement métropolitain des infrastructures parisiennes, notamment de transport, en est un exemple illustratif. Possédant ses propres sous-histoires vertueuses (comme Paris-Saclay) ou ses fictions comme le tracé de lignes de métro à « l'horizon 2050 » [11]. A ce propos il est aussi possible de consulter l'ouvrage de Pierre Veltz théorisant une partie de cette mise en récit métropolitaine [281]. Cette mise en récit advient aussi de par l'environnement culturel qui la voit naître, avec notamment l'apport de la culture vidéoludique dans sa construction [11].

Par la suite, Antoine Picon propose une série évolutive de cadres analytiques permettant de comprendre cette construction multilatérale de la *Smart City* déjà en cours, nous aimerions alors proposer un résumé de ces analyses en en faisant une courte liste descriptive. Cette liste permettra une compréhension générale des enjeux de la Ville Intelligente et nous retiendrons ceux s'appliquant aux infrastructures urbaines et plus particulièrement à l'éclairage public.

- **La tentation cybernétique**, du grec *kubernetos* qui signifie « le pilote d'un bateau » et qui se définit comme l'application d'une philosophie réductionniste à un objet que l'on qualifie, ici, de « ville » en tant que somme des rapports entre humains et machines ;
 - Il est également possible, selon Antoine Picon, de relier cette approche à l'héritage de la culture vidéoludique, notamment les « réflexes » et la « réflexion rapide » qu'une telle activité implique. Nous nous permettons d'émettre quelques doutes quant à ce parallèle qui nous paraît quelque peu rapide, les jeux-vidéos se définissant selon une acception plus large que les seuls réflexes et la rapidité associée traditionnellement aux « jeux d'action ». Une littérature scientifique très riche existe d'ailleurs sur ce sujet [282]–[284] ;
 - Le biais, selon Picon, résiderait alors dans l'assimilation abusive de la ville à un organisme complexe. Nous partageons pleinement cette réflexion qui se situe dans le sillage déjà tracé avec « la version française » de la Ville Intelligente. Cet abus serait justifié car ce « mixte d'organisation humaine et d'infrastructures techniques » ne pourra peut-être pas être géré ou plutôt « piloté » de manière optimale [11] ;
 - Il cite également Christopher Alexander qui disait « la ville n'est pas un arbre » [285] et se plaignait des assimilations abusives en 1966. La ville n'est donc pas non plus un « système » au sens le plus pur du terme, elle n'a pas d'organisation logique à présenter de manière consubstantielle ;
 - L'ensemble de ces remarques valent également malgré la réactivation des pratiques de modélisation urbaine³⁴⁶ qui ne constituent pas des autorisations à prôner une approche exagérément simplifiée de la ville. Cette réflexion faisant par ailleurs écho à celle sur les réseaux, qui constitue (comme expliqué en Partie 1) des modèles simplifiés des infrastructures urbaines ;
 - Cette tentation doit être « combattue » notamment en raison des déceptions opérationnelles inhérentes à sa trop rapide généralisation. Cette méthode n'est cependant pas dénuée de sens tant que l'on se défie des approches menaçant la viabilité des opérations de contrôle et d'intervention.

- **L'hypothèse de la ville cyborg**, soit une association fusionnelle entre les humains et les machines au sein d'un ensemble urbain. Découle de la non-faisabilité et de la dangerosité d'une intelligence artificielle réellement centralisée ;
 - Cette hypothèse se nourrit de l'interaction entre des acteurs humains³⁴⁷ et des programmes raisonnant, la « plus probable » [11] source d'intelligence urbaine. Ce couplage reposerait alors sur des outils numériques de plus en plus sophistiqués ;
 - Le cyborg en tant que fiction (« homme-machine ») permet de mieux comprendre certaines logiques constitutives de l'urbain. Notamment grâce à un passage (encore une fois) par la théorie du « métabolisme » de Sabine Barles [12], [274] et aussi par sa critique du nouvel « hygiénisme » que la *smart city* pourrait représenter, notamment dans sa dimension inégalitaire. Le rappel à la notion de « biopolitique » de Michel Foucault [286] permet d'appuyer le caractère « centré sur les individus »³⁴⁸ de la *smart city* et son lien avec le

³⁴⁶ De manière numérisée, on parle d'ailleurs aujourd'hui de « jumeaux numériques » pour désigner ces doublons virtuels qui sont supposés pouvoir faire office de modèles subissant des expérimentations.

³⁴⁷ On pourrait y voir un lien avec la « théorie de l'acteur-réseau » (voir Partie 1). Cependant cette filiation pourrait ne pas être validée par Antoine Picon.

³⁴⁸ Voir « centré sur le corps des individus ».

néolibéralisme, alors en début de théorisation par Foucault selon la philosophe Barbara Stiegler [287]³⁴⁹ ;

- Toujours sur le plan philosophique, Antoine Picon évoque également Leibniz et le concept de « vie organique » [288] ou comment l'hypothèse de la ville cyborg pouvait contenir une perspective d'équité. Une gestion optimale entre humains et machines pouvant être le creuset d'une répartition équitable des richesses produites. Le point précédent étant contrebalancé par le risque d'une « technocratie », soit la substitution d'un gouvernement de « mandataires »³⁵⁰ à un gouvernement « d'experts ». Ce dernier danger peut également être entendu comme la réduction du politique à sa seule « saine administration » [11] ;
 - Cette contradiction entre perspective technocratique et ambitions d'émancipation mettra la question de l'individu et de son avenir (dans la *smart city*) au cœur des réflexions critiques sur le sujet.
- **La ville intelligente car « centrée sur l'individu »** est donc logiquement le prochain cadre de cette suite analytique. Dans un premier temps autour de ce qui se nomme, outre-Atlantique, la « *safe city* » [289], soit la manière de concevoir l'identification individuelle (par le biais du numérique), comme un moyen étendu de lutte contre le crime ;
- Appelé aussi « panoptique » urbain en référence, encore une fois, au concept de surveillance sociale de Michel Foucault [89], défini par son potentiel de surveillance généralisée. Picon y voit des réalisations de ce panoptique à Londres, Singapour et Stockholm au travers du péage dynamique à destination des automobilistes [11] ;
 - Dans cette dynamique, les projets communautaires apparaissent alors comme une nouvelle contradiction, entre désirs de communiquer et dépendance aux outils technologiques (les réseaux sociaux notamment). IBM et Cisco avaient notamment pour ambition de développer des plateformes restrictives et contrôlées permettant de « co-construire » [11] l'espace urbain ;
 - Picon fait ensuite un détour par l'analyse marxiste et plus précisément le concept « d'aliénation » (déjà abordé en Partie 1 pour parler de la naissance des besoins [71]). L'aliénation due au numérique est, selon Antoine Picon, plus insidieuse et rappelle les aspects contradictoires de la manufacture ouvrière du XIX^{ème} siècle. A la fois aliénante et autoritaire mais également source d'émancipation pour les opprimés, notamment les ouvrières dans le système bourgeois-patriarcal selon Michel Chevalier [290] ;
 - Malgré cette importance de l'individu, Picon nous invite à ne pas penser ce dernier comme séparé de son environnement. Ce faisant il mobilise une partie de la philosophie contemporaine, à savoir Deleuze, Latour et Sloterdijk [58], [291], [292] afin d'appuyer cette impossibilité (presque épistémologique) à effectuer une séparation avec l'environnement, d'autant plus dans le cadre du « numérique » ;
 - Ceci dit, une fragmentation de l'identité numérique impliquerait tout de même une fragmentation de l'identité tout court [293]. L'identité étant « *distribuée au sein d'un continuum dans lequel la frontière se brouille entre un intérieur et un extérieur de nous-mêmes* » [11] ;

³⁴⁹ Il s'agit ici d'une réflexion personnelle, le lien avec le néolibéralisme que fait la philosophe Barbara Stiegler nous apparaît comme tout à fait cohérent avec la pensée de Picon. En somme la ville numérique comme la matérialisation urbaine de l'injonction à l'adaptation.

³⁵⁰ Ou, plus démocratique encore, de « représentants ».

- Ainsi, sans pour autant douter de l'importance de l'individu et de l'influence des individus regroupés dans la nouvelle organisation numérique de la *smart city*, il est important de garder à l'esprit que les initiatives communautaires ne menacent que rarement l'hégémonie des pouvoirs privés et publics. L'irruption d'un pouvoir communautaire par le biais du numérique ne signifie donc pas pour autant la fin d'un régime hégémonique déjà en place. Le besoin se fait donc pressant de dépasser « *l'opposition entre spontanéisme et tentation néo-cybernétique* » [11] et il devient nécessaire d'imaginer alors la *smart city* comme distribuant (dans l'environnement) et rassemblant (en leur centre).
- **L'écologie hybride de la réalité augmentée** répond à cette double injonction en partie et fait partie de cette nouvelle possibilité.
- Une première application de cette création fut le tourisme avec la modélisation de la ville de Poitiers au Moyen Âge par exemple. Cette « *hybridation croissante entre espaces physiques et contenus numériques* » [11] peut cependant accroître la dynamique de dispersion des individus ;
 - La géolocalisation alliée à la réalité augmentée pourrait faire figure d'outil clef dans une perspective de transformation du « lieu » en un « évènement » et plus précisément en un « évènement primordial »³⁵¹ [11] ;
 - Ainsi, pour reprendre une métaphore de Deleuze, la géolocalisation permet de distinguer ce qui nous entoure avant de « se plier » [294]. S'il s'agit alors d'un « outil clef », cela n'est pas la fenêtre absolue de compréhension de la *Smart City* qui réside dans cette écologie hybride.

Une fois ces différentes fenêtres étudiées, se pose alors la question de décrire « ce qui est » et de supputer « ce qui sera ». A ce propos, Antoine Picon rappelle justement que malgré les prédictions des « prophètes de la singularité »³⁵², l'évolution technologique ne connaît pas d'ascension fulgurante et le « spatial » tient encore un rôle important dans l'organisation urbaine, comme évoqué précédemment [272]. **Le numérique influence alors les villes sur le même modèle que l'électricité selon une logique de « mutation profonde de l'expérience de la ville » [11] et différemment de l'automobile qui modifie sa trame même.**

Cette observation rejoint alors totalement le présupposé de cette thèse, visant à tisser un *continuum* entre les mutations urbaines nées dans le sillage de l'éclairage public³⁵³ et celles associées à la technologie numérique, plus récentes. Elle rejoint de plus le constat de Fanny Lopez sur l'électricité et « l'ordre » que celui-ci a imposé aux territoires [268]. En reprenant les exemples des quartiers de *22@Barcelona* et de *Songdo*, Picon rappelle que ces « expérimentations » se basent sur l'inexistant sans inventer rien de formel. L'intelligence de la ville lui permet d'être « diffuse, ubiquitaire et concentrée » [11], la ville se voit transfigurée, la forme ne change pas mais les cartes, elles, si.

Cette nouvelle représentation passe alors par une démocratisation de la cartographie. Ainsi comme le rappelle Bruno Latour dans un de ses essais [295], la SAGEP³⁵⁴ de Paris crée, à sa manière, une sorte de dispositif panoptique sur la capitale. Les individus, en réponse, se constituent en collectif et créent des cartes

³⁵¹ En parlant de notre position en tant qu'individu, le « vous êtes ici ».

³⁵² Terme désignant un courant de pensée, notamment américain, supposant vivre dans l'attente de l'arrivée d'une « singularité technologique » à partir de laquelle les progrès seraient telles qu'ils dépasseraient l'esprit humain.

³⁵³ Donc en grande partie de l'électricité à partir du XXème siècle, comme vu en Partie 2.

³⁵⁴ Société Anonyme de Gestion des Eaux de Paris, qui est maintenant une régie publique sous le nom de « Eau de Paris ».

« antidotes » censées dépasser les anciennes représentations. Ainsi la représentation de « ce qui m'arrive » peut se caractériser par un *continuum* d'événements observables par d'autres et de sensations purement subjectives. Nous ne sommes finalement pas loin de la « dérive psychogéographique » définie par Guy Debord et les situationnistes [296]. Villes et cartes se confondent alors et la carte participe à la reconstruction de ce qu'elle représente en contribuant aux « récits constitutifs de l'urbanité contemporaine » [11]. C'est ici que se situe le caractère « auto-réalisateur » de la Ville Intelligente. La carte étant à la fois politique et esthétique selon la « monadologie leibnizienne » [11] supposant les individus indissociables de l'environnement et toutefois distincts les uns des autres. Cette réflexion ayant déjà été menée sur l'infrastructure de distribution d'eau courante, il nous apparaît comme pertinent d'en faire de même en ce qui concerne le réseau d'éclairage public.

Afin de ne pas tomber dans une démarche perdant le cours de la matérialité, Antoine Picon propose, pour finir, d'introduire les nombreuses limites de cette nouvelle conception de la ville. La plus évidente étant celle supposant d'avoir une démarche « écologique », ce modèle nécessitant de nombreux composants polluants afin de se réaliser. Picon rappelle que les TIC consomment (en 2013) 10% de la production d'électricité mondiale soit 50% d'énergie de plus que tout le transport aérien [297]. De plus, la réduction des inégalités et la décroissance sont difficilement conjugables avec ces modèles technologiques. **Il effectue alors un lien avec la « cohabitation sans réduction des inégalités » [11] au cœur du programme politique des « Grands Travaux » à Paris au XIX^{ème} siècle (voir Partie 2 pour plus d'informations). Concluant en précisant que, si les villes intelligentes existent déjà, il incombe maintenant de les faire vieillir afin de sortir de ce cercle vicieux (mais enchanté) de la focalisation technologique antimarxiste.**

Ainsi cet auteur agit comme une clef de voute, non seulement entre les familles académiques de la ville intelligente, mais également au sein même de notre référentiel de pensée, entre l'infrastructure matérielle (pour nous la ville intelligente) et la réalisation politique (du Paris des Grands Travaux à la Ville Intelligente). Il nous reste maintenant à tracer le cadre du reste des auteurs de « la version anglo-saxonne » avant de nous lancer pleinement dans la poursuite d'une réflexion territoriale sur ce qu'est la « Ville Intelligente » pour la ville de Paris et son réseau d'éclairage public.

*
**

Avant cela, il est nécessaire de comprendre l'importance et la portée des réflexions concernant la *Smart City* en anglais dans le texte. Ainsi, pour continuer sur la filiation effectuée entre les travaux parisiens du XIX^{ème} siècle et la caractérisation de « Ville Intelligente », citons Rosalind Williams lors d'une intervention intitulé « *Paris, Smart City of the XIXth century* » [298]. Rosalind Williams, professeure d'histoire des sciences et des technologies au MIT³⁴⁴ s'est auparavant intéressée à l'influence des imaginaires dans la construction technique et scientifique de notre société [299]. Elle livrait, en introduction du colloque « *The limits of the Smart City to growth* » une réflexion sur la catégorisation de la ville de Paris, au XIX^{ème} siècle, en tant que « Ville Intelligente ». L'occasion notamment de rappeler le bond en avant et les conséquents déboires occasionnés par les « Grands Travaux » à Paris au XIX^{ème} siècle. **Paris est à ce moment une « ville intelligente » car son infrastructure est pensée comme un tout, selon les préceptes hygiénistes de l'époque. La gestion des flux de l'urbain et la confiance de la société de l'époque envers la science et les techniques est, pour Rosalind Williams, caractéristique de ce que l'on pourrait appeler une *Smart City*.**

Cette conception de l'intelligence urbaine comme découlant de la pensée holistique des infrastructures d'une ville et de la gestion de ses « flux » s'applique parfaitement à une étude du réseau d'éclairage public³⁵⁵. Une partie de cette réflexion est notamment issue d'un de ces ouvrages « *The triumph of the human empire* » [300], liant l'imaginaire des romans de Jules Verne (notamment) aux réalisations techniques et scientifiques des « êtres humains ». Cette continuité entre imaginaire et techniques, entre fictions et réalisations, se retrouvait déjà dans les écrits d'Antoine Picon [11] et également dans ceux de Pierre Musso

³⁵⁵ Nous avons en effet développé l'idée (en Partie 1 et en Partie 2) que l'éclairage public était bien une infrastructure traversée de « flux électriques ».

[235]. Le lien entre les familles de pensée est donc la place de l'imaginaire et des fictions dans la manière avec laquelle les réalisations de la Ville Intelligente se manifestent.

Cela n'est pas le seul exemple de ce type, au rang desquels il est possible de citer Ben Green et son ouvrage « *The Smart enough city* » [301]. Après avoir été analyste de données pour la ville de Boston et passé un doctorat à Harvard en mathématique appliquée, Ben Green est maintenant « *Assistant Professor* » à l'Université du Michigan³⁵⁶. Ce qu'il propose dans son ouvrage semble être un modèle en contradiction avec la version française, car se voulant concevoir la *smart city* comme la résultante d'un « déterminisme technologique ». Cependant cette définition est à comprendre sous le prisme de la critique, Ben Green voulant concevoir des « contre-modèles » à éviter absolument. Il apporte donc une réflexion avec une connaissance des algorithmes utilisés de manière opérationnelle et une large compréhension théorique de ce que les tenants du déterminisme technologique se réclament. Il critique ainsi vivement ce qu'il appelle le « mirage d'objectivité » [301], soit la manière avec laquelle la manipulation de données complexes donne l'impression d'un fait établi, ne donnant lieu à aucun débat.

En opposition à ces « contre-modèles », il ne fait pas de propositions concrètes car, justement, il doit s'agir de choix politiques et non de constructions techniques faussement objectives. Ainsi, sa critique rejoint en partie la version française, même si sa définition initiale se lit comme une « contre-définition ». Sur un plan similaire, se situe l'ouvrage de Hahrie Han : « *How organizations develop activists* » [302] et qui, en utilisant les sciences politiques et la sociologie, tente de trouver un lien entre « l'organisation »³⁵⁷ et l'activisme sociale. Son but affiché étant de trouver une alternative à ce que cette politiste appelle « l'hégémonie des applis citoyennes » [302] dans la Ville Intelligente.

Toujours sur cette fine frontière séparant parfois le militantisme de la recherche scientifique se situe l'ouvrage d'Adam Greenfield (urbaniste et informaticien) s'intitulant « *Against the smart city* » [303]. Ce dernier fait un inventaire technique, politique et critique des outils de coercition amenés par les technologies numériques et selon le récit de la *smart city*. Il défend, de manière clairement militante³⁵⁸ mais rigoureuse, la thèse d'une impossibilité d'anonymisation des données et la nécessité de contenir l'ouverture de ces dernières. Cette critique véhémement (et toutefois scientifique) du techno-enthousiasme numérique se retrouve également chez Peter Norton, sur le sujet du trafic urbain. L'historien et ingénieur, auteur de « *Fighting Traffic* » [304] y fait le bilan de l'inefficacité des technologies innovantes, à elles seules, dans la réduction des problématiques de trafic routier aux États-Unis.

Cette manière de critiquer le techno-enthousiasme et de calmer les ardeurs démesurées de certains prospectivistes trouve d'ailleurs, pour nous, sa forme la plus aboutie dans un article de 2008 de Robert G. Hollands intitulé « *Will the real smart city please stand up ?* » [305]. L'auteur y faisait, déjà à l'époque, le constat de l'impact de l'idéologie propre à chaque politique urbaine dans la définition de ce que doit être, ou pas, une *smart city*. Il y fait l'hypothèse de la naissance d'un « label » qui permettrait aux villes de se désigner selon des projections qui lui incombent. Il réitère sa critique en 2014, cette fois plus précisément à destination des villes intelligentes s'étant construites selon un modèle entrepreneurial en lien avec des entreprises privées [306]. De manière générale, la pensée « anglo-saxonne » renoue ici avec une partie de son socle de recherches urbaines, les « *Urban Studies* » dont le caractère critique et politique fait parfois partie intégrante de l'analyse.

**

Ce qu'ont en commun ces penseuses et penseurs est, outre la langue anglaise, un fort attachement à « l'étude de cas » et à la critique de cette étude de cas. En léger décalage avec la version française qui prend appui sur des concepts philosophiques avec pour ambition la filiation de la Ville Intelligente dans une pensée critique complexe. Les deux familles ne sont cependant pas du tout antagonistes, en témoigne

³⁵⁶ *University of Michigan School of Public Policy.*

³⁵⁷ Ici utilisé au sens de « connexion » en lien avec les outils numériques permettant une communication rapide entre différents acteurs.

³⁵⁸ Voire doctrinale.

les liens trouvés avec Pierre Musso et la version anglo-saxonne ou le « mélange des genres » effectué par Antoine Picon. Il est notamment possible de retrouver, quasiment toujours, une volonté critique derrière les résultats scientifiques. Cette volonté critique se retrouve dans les articles, ouvrages et rapports présentés ici et ne connaît, à notre entendement, que quelques rares exceptions.

Nous aimerions donc, nous aussi, nous prêter à l'exercice de la critique en direction d'un rapport qui ne s'y prête peut-être pas assez. Il s'agit du document intitulé « *Smart Cities. Choix de société en 2030* » [307] financé par « l'observatoire » Netexplo en partenariat avec l'UNESCO³⁵⁹ et qui consiste un état des lieux, doublé d'une formation à destination des « managers urbains » sur le sujet de la Ville Intelligente. Soit presque l'aboutissement ultime de la « Cité par projets » de Boltanski et Chiapello [238].

On y fait globalement le constat de l'existence de la Ville Intelligente comme découlant de l'implacable fait de la concentration urbaine à venir. A ce propos, le rapport début avec le sempiternel et néanmoins classique « *En 2030, 75% de la population humaine vivra en ville* » [307]. La ville intelligente est ainsi abordée comme une utopie, peut-être, mais une utopie utile car vectrice de mouvements au niveau politique. S'en suit une série de triptyques descriptifs à destination de la Ville Intelligente, chacun étant supposé classifié celle-ci selon des normes.

- Les « options d'impulsion et d'implémentation » par exemple. Avec « l'option dirigiste étatique » (Chine et Arabie Saoudite), « l'option volontariste privée » (Corée du Sud) et « l'option contrainte démocratique » (pays occidentaux (sic.)). Chacune devant décrire un mode d'implémentation de la ville intelligente et qui contient son lot de paradoxe, car la ville se fond alors dans le régime politique de l'État Nation qu'elle était supposée dépasser (selon le rapport) ;
- Trois « tendances » à partir des modèles précédents, à savoir *business first*, *sustainable first* et *citizen first*. Celles-ci doivent donner trois grandes lignes de priorité pour les éventuelles *smart cities* concernées en fonction de leur caractère tourné vers l'argent, la soutenabilité ou les citoyens ;
- S'en suivent trois « écosystèmes », à savoir *cyborg*, *network* et *computing* décrivant l'environnement engendré par les villes intelligentes ;
- En plus de ces triptyques sont annoncés des « niveaux d'échelle » dans lesquels on peut retrouver les *smart villages*, *smart territories*, *smarter cities*, *conurbation*, *smart rurbanité* et *essaimage*. Autant de classifications expliquées de manière très succincte et qui suggèrent plus qu'elles n'expliquent.

Précisons que pour chaque catégorie est prévu un exemple illustratif plus ou moins développé et des extraits d'entretiens auprès de professionnels du « management urbain », lesquels ont participé à la classification. En soi, la méthode consistant à permettre aux acteurs de produire leurs propres outils de classification nous paraît scientifiquement cohérente, voire salvatrice. Il est toutefois possible de reprocher à ce rapport d'entretenir un « flou constant », pour reprendre une expression de Jacques Boudaud [308] en paraphrasant directement le langage des managers, sans y apporter un regard critique *a posteriori*. Ce qui rentre dans le cadre des objectifs visés, à savoir proposer un programme diplômant à destination des « décideurs » et « managers » des villes.

Il est alors question de problématiques « éthiques », « politiques », voire « militantes » mais d'une manière qui ferait passer la gestion urbaine, la technocratie municipale, comme une solution commune à ces

³⁵⁹ « *United Nations for Education, Science and Culture Organization* » soit l'organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.

problèmes. **Un des poncifs habituels pour ce genre de rapport est de considérer le « bottom-up » (partant du « bas » pour remonter) comme une meilleure organisation que le « top-down » (partant du haut pour redescendre). Ceci sans expliquer exactement les mécanismes de prise de décision à l'œuvre et la manière avec laquelle ils pourraient influencer sur le réel.**

Il est ainsi courant d'aborder un sujet comme la gentrification³⁶⁰ comme immanente ou pouvant être une résultante des transformations urbaines les plus récentes, voire des politiques de *smart city*. Il ne sera pas question cependant de concevoir cette problématique comme sociale et économique en remettant en cause (par exemple) la répartition des richesses et les inégalités de traitement des populations considérées [309], [310]. **En résumé, il est commode de parler d'embourgeoisement sans aborder la question économique ou le système de production des richesses, comme il est convenu d'aborder la place trop limitée des femmes dans l'espace public sans parler de patriarcat ou d'études de genre**³⁶¹. Toutes les problématiques semblent ainsi passer par le prisme de la « décision », du « choix » du manager urbain, sorte de décideur ultime, voire de despote éclairé pouvant influencer sur le destin des habitants de la cité. Ce manque de contenu critique apparaît comme monnaie courante dans les « livres blancs » et « rapports internationaux »³⁶² sur le sujet de la ville intelligente.

Mais alors doit-on pour autant renoncer à étudier de manière critique les représentations sociologiques au sein des acteurs de la ville intelligente ? Nous penchons bien évidemment pour une réponse négative à cette question et pensons qu'il est possible de concevoir une étude sociologique de la ville intelligente qui se baserait à la fois sur la compréhension que les acteurs institutionnels en ont et sur la littérature critique à ce sujet.

CHAPITRE 3.2 – LA « VILLE INTELLIGENTE » VUE PAR SES ACTEURS. UNE APPROCHE PAR LA SOCIOLOGIE DES REPRESENTATIONS SUITE A ENTRETIENS.

SOUS-CHAPITRE 3.2.1 – BIBLIOGRAPHIE ET METHODOLOGIE

L'ENTRETIEN

Chercher une définition claire et « faisant autorité » à la ville intelligente est une entreprise vouée à l'échec. **A la fois concept (in)opérant, idéal auto-réalisateur, grammaire usuelle et création mercatique, ce terme est voué à une définition floue [308] et à une caractérisation large de son aire d'action.** L'idée même de vouloir composer une définition fixe pour ce terme lui conférerait un pouvoir normatif, en impliquant une comparaison directe entre les villes « intelligentes » et les autres. Le *Dictionnaire de la pensée*

³⁶⁰ Le remplacement d'une population pauvre par une population plus riche dans un quartier donné, aussi appelé « embourgeoisement » en français.

³⁶¹ Bien que soient cités les travaux du géographe Yves Raibaud.

³⁶² Voir à ce propos les références suivantes :

« Livre Blanc Bouygues. L'internet des objets au service de la Ville Intelligente. » (Disponible sur : https://besmartcity.files.wordpress.com/2020/01/livreblanc_iot.pdf), « Plan stratégique "Paris, Ville Intelligente et Durable" », Mairie de Paris (Disponible sur: <https://api-site.paris.fr/images/89758>),

« TOP 50 Smart City Governments » (disponible sur : https://static1.squarespace.com/static/5b3c517fec4eb767a04e73ff/t/5b513c57aa4a99f62d168e60/1532050650562/Eden-OXD_Top+50+Smart+City+Governments.pdf), « The top 20 smart city governments worldwide » (disponible sur : <https://www.techrepublic.com/article/the-top-20-smart-city-governments-worldwide/>),

« Top 10 Smart Cities of The World In 2018 - IESE Report », (disponible sur : <https://www.smartcity.press/iese-top-10-smart-cities-2018/>), et « Quelles sont les villes françaises championnes de la Smart City. » (Disponible sur https://www.villeintelligente-mag.fr/Quelles-sont-les-villes-francaises-championnes-de-la-Smart-City_a377.html).

écologique [107] propose notamment une entrée pour « Ville Intelligente » dans lequel il compare son pouvoir normatif à celui de la « résilience ». Soit la dénaturation d'un concept descriptif en un attribut permettant de juger la qualité ou non d'un ensemble urbain donné. Sans forcément tisser un lien direct entre les termes de « résilience » et de « Ville Intelligente », il est toutefois possible de comprendre les directions similaires qu'ont pris les deux termes, notamment de par leur passage du « jargon d'experts » au « grand public ». **Prenant acte des limites existantes à vouloir définir l'indéfinissable, il nous paraît plus judicieux de faire émaner une compréhension du terme « Ville Intelligente/Smart City » par des faisceaux de définitions provenant des acteurs en faisant un usage opérationnel.**

Les acteurs visés comme étant les potentiels informateurs sont les responsables des directions, des « projets » ou des missions de développement ou de « management urbain », directement ou indirectement en lien avec la « révolution numérique », la « Ville Intelligente » ou la « *Smart economy* » par exemple. Les structures particulièrement susceptibles de présenter ces profils d'acteurs sont les collectivités publiques³⁶³, les entreprises fournissant des biens et surtout des services³⁶⁴ à destination de ces organes collectifs et enfin les *think tank* produisant des connaissances et des prospectives, souvent en lien avec les deux entités précédentes. Le réseau de connaissances induit par notre position au sein d'une structure de fourniture de services urbains³⁶⁵ est le principal moyen d'accès aux interlocuteurs. Par demande directe auprès des « collègues de bureau » ou par rencontre suite à des ateliers ou groupes de travail avec d'autres opérateurs économiques. Ce « vivier » potentiel d'informateurs a permis d'envisager la construction d'une méthode sociologique, laquelle est inspirée des travaux d'Alain Blanchet, Anne Gotman [311] et Jean-Claude Kaufmann [312].

A ce propos, l'ouvrage « L'entretien » [311] donne une méthodologie générale de préparation, de réalisation et d'analyse d'entretiens sociologiques. Une des premières nécessités étant un « rapport égalitaire entre l'enquêteur et l'enquêté » [311] soit, au maximum, « non contraint » [311]. Car les réponses aux questions construisent le discours autour de cette recherche d'égalité entre interlocuteurs. La production d'un discours *in situ*, différent d'un prélèvement d'informations, peut se résumer à travers la citation suivante (en parlant de ce qu'il faut chercher à faire) : « *Ne pas à faire répondre mais à faire parler librement* » [311]. L'entretien scientifique est alors la combinaison, d'une part, du postulat de la présence de l'information dans la biographie de la personne interviewée³⁶⁶ et d'autre part, de la poursuite d'une finalité de recherche. Le *leitmotiv* (de la préparation à l'analyse) étant l'exploration, à des fins heuristiques, en conservant un interlocuteur libre. A cela, il est commode d'ajouter deux risques extrêmes pour l'entretien, comme expliqués ci-dessous.

- Le risque de trop cadrer l'entretien, impliquant de rater **son but** (celui de l'interlocuteur) ;
- Le risque de ne pas assez le cadrer et donc de rater **le but** (scientifique).

L'entretien s'inscrit ainsi dans le giron de la sociologie compréhensive de Max Weber [225], supposant que de « l'activité » découlerait un comportement compréhensible. **En ce sens, la représentation appartiendrait à la réalité et n'en serait donc pas uniquement le reflet.** C'est justement la production du discours de l'informateur qui permet de comprendre cette réalité, en passant du procédural (savoir-faire) au déclaratif (savoir-dire), c'est cela la « valeur ajoutée » de l'entretien. Celui-ci peut ensuite prendre plusieurs formes [311], amenant les auteurs à en considérer trois catégories, comme décrites ci-dessous.

³⁶³ Soient les mairies, inter-collectivités, syndicats mixtes et métropoles notamment.

³⁶⁴ En l'occurrence les entreprises françaises de fourniture de services urbains comme Bouygues, Vinci ou Veolia.

³⁶⁵ En l'occurrence Evesa.

³⁶⁶ Que l'on peut appeler une « informatrice » ou un « informateur » également.

- **Les représentations**, soit la catégorie du discours moral, traduisant l'état psychologique de l'informateur et produisant des concepts. Elles sont issues d'un raisonnement puisant dans une logique subjective ;
- **Les pratiques**, qui proviennent d'un aspect matériel de la problématique considérée en lien avec la culture de groupe. Elles sont issues d'un discours narratif et de la description de tâches ;
- **Les représentations et pratiques** qui mélangent les deux catégories précédentes.

Dans notre cas, la recherche des représentations sera privilégiée, tant le manque de circonscription des activités considérées empêcherait d'y inclure une description des tâches. L'entretien est donc à considérer comme une méthode de production de données de type « sciences humaines ». Ces données auront, ici, un but analytique dans la confrontation qu'elles supporteront entre les hypothèses de définition de la « Ville Intelligente » et l'utilisation effective que les informateurs en font. **Concernant la tenue des entretiens en tant que telle, les auteurs insistent sur la vigilance absolue qu'il est nécessaire d'avoir envers les « inégalités » qui vont venir biaiser le discours**³⁶⁷, notamment les inégalités de genre, de hiérarchie ou de tout autre nature. L'analyse de ces « inégalités » fera partie intégrante du processus de réflexion.

L'écoute se fait ensuite selon trois dimensions à savoir la dimension référentielle (les choses dont il parle), la dimension modale (ce qu'il pense) et la dimension illusoire (ce qu'il cherche à accomplir à mon égard). En plus de ces trois dimensions de l'écoute, trois autres dimensions de l'intervention viennent compléter la méthode : la contradiction qui permet d'étayer l'argumentaire, la consigne qui oriente vers un nouveau thème et la relance.

Une fois l'entretien en cours, on peut alors observer l'émergence d'un discours, pouvant être de différentes « familles » [311], à savoir narratif (se basant sur des événements), informatif (se basant sur des opinions) ou argumentatif (se basant sur une logique). Une fois le discours produit, l'analyse des entretiens dans leur textualité permet de produire un *corpus*, soit la somme de tous les entretiens mis à l'écrit. Une fois ce *corpus* constitué, l'analyse du discours permet alors une production de sens, au prix d'une lecture orientée de l'entretien. Celle-ci peut se coupler à une analyse quantitative, qui dans notre cas ne nous paraît pas indispensable, car nos résultats ne se constituent pas en données statistiques.

L'ENTRETIEN COMPREHENSIF

La méthodologie présentée dans l'ouvrage *L'entretien* [311] produira des premiers résultats (que nous présenterons sous la forme d'un tableau) et qui donnera du « sens » au discours produit. Une fois cette étape franchie et avant la rédaction d'une analyse générale, nous passerons par une seconde méthodologie, à savoir celle présentée dans *L'entretien compréhensif* [312], à notre sens complémentaire de la première pour les raisons développées ci-après. La méthode expliquée par Jean-Claude Kaufman [312] diffère en effet d'une méthodologie radicalement académique tout en se basant également sur la sociologie wébérienne [225]. En proposant notamment une réhabilitation de l'analyse qualitative comme étant au cœur de l'analyse tout court, Kaufman invite à la réinvention des outils d'analyse en fonction de la situation analysée.

Au cœur de cette « hygiène intellectuelle » (plus qu'une méthode à proprement parler), se trouve la *grounded theory* de Anselm Strauss [313]. Soit l'idée selon laquelle la théorie n'est pas issue d'une pureté intellectuelle mais provient aussi du « terrain d'étude » et de la « construction de l'objet » [312]. En somme, sans abandonner la rigueur intellectuelle et le travail académique, il est nécessaire de considérer que

³⁶⁷ Un des présupposés étant notamment que le discours sera forcément biaisé. L'objectif étant de comprendre les biais afin d'en déjouer un maximum lors de l'analyse des résultats en aval.

l'introspection de l'auteur et la compréhension du sujet interrogé formeront la théorie. Kaufman résume cela en parlant de « *l'articulation entre terrain et théorie* » [312]. Il propose alors deux modèles de théorisation servant à valider les résultats.

- **Le modèle sociétal**, qui affine la description ou améliore la compréhension d'un fait connu ;
- **Le modèle théorique**, qui opère une rupture épistémologique et propose un nouveau paradigme. C'est ce dernier qui nous intéressera, la « Ville intelligente » étant difficilement compréhensible comme un « fait connu ».

Une manière de procéder afin d'obtenir ce modèle théorique et de chercher une « saturation des modèles » [312]. **Soit le moment où les entretiens n'apportent pas de nouveautés réflexives malgré la diversité des informatrices et informateurs mobilisés. Cette méthodologie suppose notamment de « croire en la sincérité de son informateur sans toutefois se laisser endormir par la pureté des fables »** [312]³⁶⁸. La théorie se construisant, justement, sur la comparaison des différents modèles proposés par les informateurs et analysés en fonction de leur biographie. A ce propos, des conseils méthodologiques plus « pratiques » sont proposés par Kaufman et nous permettront une meilleure présentation des résultats.

- **Les phrases récurrentes en tant que fragments non personnalisés**, qui sont (dès lors) une manifestation du « fait social ». Des idées banalisées et données comme évidentes, souvent par le biais d'une tournure anodine ;
- **Les contradictions, qui révèlent les paradoxes internes aux individus** mais également des rôles différents endossés par le même informateur ;
- **Les contradictions récurrentes qui sont au cœur du processus social** en ce qu'elles désignent les contradictions inhérentes aux différents systèmes axiologiques des individus et donc les résultats des mécanismes sociaux à l'œuvre.

La rédaction de « l'écrit » se fera ensuite conjointement aux pans d'analyse présentés précédemment en ce qui concernaient l'ouvrage *L'entretien*. La sociologie wébérienne étant à l'origine de ces deux méthodologies non-contradictaires, il nous semble que la rédaction d'une théorie « commune » serait un travail complet ne présentant pas de risques de dissonance interne. Entendons-nous alors sur les outils nécessaires à ce travail de recherche.

OUTILS ET FINALITE

Dans les faits, les entretiens sont préparés en amont sous la forme de deux documents. Le premier est le document « à fournir aux éventuels informateurs » et contient les informations générales nécessaires à la compréhension des objectifs scientifiques du processus, que l'on peut retrouver en Annexe 15. Le second est un document personnel de travail, qui vise à vérifier la présence de l'ensemble des informations nécessaires sur les informateurs et à rappeler les différents points qui pourraient manquer lors des entretiens. Ceux-ci sont présents en Annexe 16 et peuvent être adaptés en fonction du déroulé de l'entretien, tout en

³⁶⁸ Les « fables » ne sont pas des mensonges mais des illustrations de chaque réalité auxquelles les individus se rattachent dans un but précis.

gardant la même structure générale. Nous avons donc conservé cinq parties lors de cet entretien, comme présentées ci-dessous.

1. Questions préliminaires et généralistes
 - Qui est l'interlocuteur ?
 - Comment se présente-t-il ?
 - « La Ville Intelligente, esbroufe ou révolution ? »³⁶⁹
2. Précisions sujettes à débat
 - Qu'est-ce qu'une ville ? Qu'est-ce que l'intelligence ? Et les deux ensembles ?
 - En quoi une réalisation concrète permet-elle d'étayer ?
3. Dérive possible sur le réseau d'éclairage public
 - Connaissez-vous ce réseau ?
 - Avez-vous une explication à son association à la Ville Intelligente ?
4. Remise en contexte par rapport à la position socio-professionnelle de l'informateur
 - En tant que [poste de l'informateur], quelle influence revêt votre avis sur la question ?
 - Comment avez-vous acquis ces connaissances ?
 - Qui se trompe et qui a raison ?
5. Mise en perspective
 - Revenir sur les principales conclusions orales et décrire les points de convergence ;
 - Possibilité de faire réfléchir l'interlocuteur sur des définitions du terme « Ville Intelligente » trouvées dans la littérature.

A cela il faut ajouter le « Plan de réflexion » qui, comme les précédents auteurs le rappelaient [311], [312], n'a pas vocation à être suivi à la lettre mais sert plutôt de base de travail. Ce dernier a été reproduit en Annexe 2 et est construit sur quatre parties. **La première est positiviste et part du présupposé d'existence de la *Smart City*, nous cherchons à en justifier son utilisation en tant que terme. La seconde possède un aspect plus critique et vise à comprendre la possibilité d'émergence d'un terme en tant que révélateur d'impensés urbains. La troisième s'intéresse spécifiquement au réseau d'éclairage public en revenant sur l'argumentaire positiviste et critique au travers d'une fenêtre d'analyse plus précise. Enfin la dernière se focalise sur les représentations que peut revêtir la « Ville Intelligente », où l'on se posera la question de ses possibilités d'existence en tant que concept, que paradigme ou d'argumentaire grammairien.**

Concernant une partie des interlocuteurs choisis pour faire office « d'informateurs » lors de cette étude, leurs noms et leurs contacts nous ont été fournis par un sociologue travaillant spécifiquement sur la question du numérique, en la personne de Jean-François Lucas³⁷⁰ [314]. Nous en profitons pour le remercier pour son aide précieuse. Ainsi plus qu'une représentativité, nous avons choisi de nous concentrer sur la « pertinence » des interlocuteurs, d'où la méthode « qualitative » préférée à la « quantitative ». Une fois les adresses mails (des interlocuteurs) obtenues, nous avons alors procédé à une prise de contact par mail, expliquant à la fois notre méthodologie, nos objectifs et la manière avec laquelle ceux-ci s'inscrivent dans notre travail de recherche. Était joint à ce mail le document reproduit en Annexe 15 et qui a pour vocation d'expliquer de manière succincte le déroulé d'un entretien sociologique.

³⁶⁹ Le but assumé est ici de « briser la glace » et la solennité de l'entretien grâce à une question volontairement provocatrice et teintée d'humour. Jean-Claude Kaufmann en conseille lui-même l'utilisation afin de mieux « conduire l'entretien ».

³⁷⁰ Le cas échéant, cette information est précisée dans le Tableau 13.

L'objectif étant de renseigner les informateurs et informatrices potentiel(le)s du contenu de ces entretiens. Dans les faits, ceux-ci se déroulaient généralement au lieu choisi par l'informateur et (sauf cas particulier) en présence physique et avec un enregistreur vocal. En plus de la prise de note pendant l'entretien, notre méthode comprenait donc une réécoute de l'enregistrement et une retranscription à l'écrit. Cette retranscription permettait alors de passer d'une analyse d'un objet sonore à un objet textuel [311]. Objet auquel nous appliquerons alors la méthode développée précédemment.

SOUS-CHAPITRE 3.2.2 – CHOIX DES ENTRETIENS ET DEROULEMENT

CONTEXTE ET LIMITES

Le choix des informateurs a donc été fait en fonction de leurs positions dans ce que l'on pourrait appeler « l'écosystème Ville Intelligente »³⁷¹ de manière triviale. Plus précisément, comme vu précédemment, l'émergence du numérique dans l'urbanisme et dans l'espace urbain peut se voir sous une typologie de trois acteurs. Les acteurs publics³⁷² (municipalités, état, collectivités, etc.), les opérateurs économiques³⁷³ et les acteurs académiques (Université et instituts de recherche). Ceci peut rappeler la « triple hélice » chère à Emmanuel Eveno [260], [263] et dont le but est de permettre un développement des savoirs pour ces trois types d'acteurs. **Les informateurs ont donc été « recrutés » parmi ces différentes entités et leurs postes au sein de ceux-ci ont un rapport avec le numérique et la gestion de services urbains.** Ce lien était assuré pour une partie d'entre eux, par l'intermédiaire de Jean-François Lucas, dont le travail consiste en l'analyse de cette typologie particulière d'acteurs. Les autres informateurs ayant une connexion directe avec mes propres activités de recherches en entreprise, le lien qu'ils entretiennent avec ce sujet était alors assuré.

En plus de cette ressource principale d'informateurs, une des dernières questions de l'entretien consistait à demander si des connaissances de cette personne seraient susceptibles de devenir à leur tour des informateurs. Cette méthode « par rebond » a permis d'obtenir des noms supplémentaires. Au total, sur les vingt-sept mails envoyés, nous avons pu obtenir une vingtaine de réponses et parmi elles quinze positives. Les conditions sanitaires dues à la pandémie à partir de mars 2020 ont cependant empêché la tenue de nombre d'entre eux et ont motivé certaines réponses négatives également. Le *corpus* est au final constitué de onze entretiens qualitatifs réalisés auprès de directeurs et directrices de services, chargé(e)s de projets et chef(fe)s de projets. Il est donc acté qu'une étude statistique ne présenterait pas d'intérêt scientifique sur ces données.

Cependant, il est possible de s'interroger sur la présence uniquement de classes socioprofessionnelles « supérieures »³⁷⁴ au sein des personnes sollicitées pour cette étude. La raison qui nous paraît la plus crédible est que la recherche même d'un « narratif » de la *Smart City* nous a amené à interroger des personnes ayant des postes jugés comme « supérieurs » dans notre représentation de la hiérarchie des métiers. Cette représentation pourrait avoir une double origine, la première étant liée à une forme de déterminisme sociale, nous ayant « naturellement » dirigé vers des interlocuteurs partageant nos conditions matérielles d'existence. La seconde concerne l'organisation du système économique, ce dernier étant souvent fortement hiérarchisé, il a donc tendance à nous diriger vers les classes dites « supérieures » lorsque l'on recherche l'origine d'un discours sociologique.

Ainsi il nous paraîtrait tout aussi légitime de produire une étude sociologique dans laquelle les classes « laborieuses » ou classes « moyennes inférieures » seraient représentées. Il paraîtrait même encore plus cohérent de comparer les réponses des informateurs en fonction de leur condition sociale. Cependant notre

³⁷¹ Des acteurs de la gestion de « l'éclairage public » sont aussi présents dans le panel, notamment car leur travail recoupe celui de la « Ville Intelligente ».

³⁷² Qui représentent la puissance publique donc en ne considérant pas uniquement le régime de propriété.

³⁷³ Soient les entreprises privées et publiques assurant la fourniture de services, la vente de biens ou encore la recherche.

³⁷⁴ On pourrait aussi parler de « classes moyennes supérieures », de « classe moyenne embourgeoisée » ou de « classe bourgeoise ». L'INSEE (Institut Nationale de la Statistique et des Etudes Economiques) propose une classification statistique précise, dans ce que l'usage a appelé les « CSP+ ».

<https://www.insee.fr/fr/information/2406153>

étude ne s'est pas construite de cette manière pour les conditions évoquées précédemment et, s'il est possible de le déplorer, il nous paraît inutile de le regretter. En plus de cette remarque, il nous paraît primordial de porter une attention particulière aux informateurs issus du monde académique, lesquelles pourraient avoir tendance à modifier leur discours en prévision de l'analyse sociologique prévue en aval.

Précisons enfin que parmi les acteurs publics, aucune personne associée à la ville de Paris n'a pu répondre favorablement à nos sollicitations. La raison étant le renouvellement du marché entre cette ville et Evesa, actuel opérateur du réseau d'éclairage public et entreprise finançant le contrat Cifre de cette thèse. Si ce refus pourra partiellement être analysé comme la représentation des difficultés de production de connaissance dans le cadre de la tenue d'un marché concurrentiel, cela n'en reste pas moins un manque crucial d'informations compte-tenu du sujet de cette thèse.

CORPUS DES ENTRETIENS

Malgré ces remarques, les résultats obtenus possèdent une concordance suffisante pour soutenir notre théorie, une fois que nous les aurons analysés. A ce propos, il est possible de consulter les retranscriptions des entretiens en Annexe 17 afin de comprendre la teneur générale de ces discussions, qui ont au final toutes une structure commune. Un récapitulatif des informateurs interrogés, des conditions de l'entretien et des possibles « biais d'inégalités » peut être trouvé en Tableau 13. Les différences de représentation des sujets traités peuvent, quant à eux, être trouvées dans le Tableau 14 selon la méthodologie de Blanchet et Gotman [311] et dans le Tableau 15 selon la méthodologie de Kaufmann [312]. Les deux ouvrages abordant des constructions de discours différentes, il nous a paru opportun d'utiliser les deux méthodes.

Ces tableaux ainsi que l'annexe mentionnée précédemment représentent le *corpus* de notre étude qui comme précisé dans l'ouvrage « L'entretien » [311] est au final un objet textuel retranscrit et non plus un enregistrement vocal. A partir de cette matière brute, nous proposerons des analyses et conclusions de ce qui constitue, sur le plan sociologique les termes « Ville intelligente », « Smart City » ou « révolution numérique » concernant spécifiquement l'urbain. C'est le sujet de la prochaine partie qui suivra dans un premier temps un plan élaboré en parallèle des entretiens (lui aussi disponible en Annexe 15) avant de proposer une théorie s'inscrivant dans une filiation épistémologique.

Tableau 13 - Référencement des informateurs lors des entretiens sociologiques.

Nom	Disposition (genre, âge, poste)	Structure	Inégalités	Lien	Date et heure	Lieu
C1	Genre masculin Trentenaire Chargé de projets	<i>Think tank</i> financé par une entreprise du BTP	Posture du chercheur pour ma part mais présence sur son lieu de travail	Par le biais de Jean-François Lucas (sociologue)	7 novembre 2019 14h	Siège du <i>think tank</i> Canapés détendus et ambiance professionnelle
P2	Genre masculin Trentenaire <i>Manager</i>	Entreprise de gestion de projets numériques multilatéraux	P2 a souvent encadré des projets avec moi, parfois avec un lien hiérarchique faible	Connaissance professionnelle, relation cordiale, voire sympathique	16 décembre 2019 12h	Café-restaurant du centre de Paris, très bruyant
J3 Fr3 F13	Genre masculin, quadragénaire, directeur général adjoint Genre masculin, chef de projet « territoire intelligent » Genre féminin, directrice de la coopération territoriale	Métropole (organisme public)	Le statut hiérarchique élevé des personnes présentes, le fait qu'elles soient trois et le lieu impliquent une forme de déférence structurelle de notre part. Pendant l'entretien, cette inégalité était palpable.	Par le biais de Jean-François Lucas (sociologue)	17 janvier 2020 8h30	Siège de la Métropole Salle immense, architecture du début du XXème restaurée
R4	Genre masculin, Trentenaire Chef de projet d'un <i>think tank</i> , « normalien » et enseignant chercheur dans une Université	Université <i>Think tank</i> Groupes industriel du BTP (Bâtiment Travaux publics)	Son statut académique, le lieu, son <i>hexis</i> corporelle et le langage académique induisent une forte soumission structurelle de notre part.	Par le biais de C1	22 janvier 2020 9h	Siège du <i>think tank</i> . Salle « bibliothèque » intimiste avec fauteuils

V5	Genre masculin, trentenaire. Développement commercial « Smart City »	« Grand groupe » du BTP	Les deux informateurs m'ont faite venir au siège et m'ont remarquablement bien accueilli. De plus les relations ont été plus que sympathiques avant et après l'entretien	Par le biais de Jean-François Lucas (sociologue)	3 février 2020 14h	Siège de l'entreprise, dans un espace de « coworking » vide
F5	Genre masculin, trentenaire, chef de projet « Smart City »					
M6	Genre féminin, trentenaire Directrice adjointe du service Énergie Climat d'une métropole En charge des « contractualisations complexes », ce qui ressemble à un travail de « cheffe de projet » selon elle.	Métropole	L'entretien est cordial et sympathique.	Par le biais de Jean-François Lucas (sociologue)	3 mars 2020 14h	Par conversation téléphonique
M7	Genre féminin, trentenaire Directrice de sa structure Parcours en sciences politiques, politiques culturelles et finalement urbanisme.	Structure œuvrant dans le développement économique et ayant le statut d'association	Nous avons déjà travaillé avec M7 sur des projets communs. Relations cordiales et professionnelles	Ateliers effectués en lien avec son organisme.	4 mars 2020 10h	Locaux de l'entreprise, dans une salle de réunion
I8	Genre féminin, quadragénaire Fondatrice d'une « structure que j'ai créée il y a 10 ans » et enseignante à Sciences Po	« Structure de réflexion » et Sciences Po	Entretien détendu, début du premier confinement suite à la pandémie de 2020	Par le biais de M7	11 mars 2020 13h	Par visioconférence, en raison du confinement

R9	Genre féminin, trentenaire Responsable de « L'Expertise » dans une entreprise de fourniture de services urbains (éclairage public)	Entreprise (privée) de fourniture de services urbains, notamment d'éclairage public	Relation cordiale, voire amicale avec l'informatrice. Connaissance professionnelle	Collègue	5 juillet 2020 14h	Locaux de l'entreprise, à son bureau
Z10	Genre masculin, quadragénaire. Directeur des nouvelles technologies	Entreprise (privée) de fourniture de services urbains, notamment d'éclairage public	Relation amicale mais hiérarchique avec l'informateur	Supérieur hiérarchique	31 juillet 2020 11h	Locaux de l'entreprise, à son bureau
T11	Ingénieur dont l'intitulé du poste est « chargé de projets »	Entreprise (privée) de fourniture de services urbains, notamment d'éclairage public	Relation très amicale avec l'informateur, proche collègue de travail	Collègue	31 juillet 2020 14h	Locaux de l'entreprise, à notre bureau

Tableau 14 - Résumé comparatif des entretiens selon la méthodologie de l'ouvrage "L'entretien".

Nom	Dimension référentielle (les choses dont on parle)	Dimension modale (ce qu'elle/il pense)	Dimension illusoire (ce qu'elle/il cherche à accomplir à mon égard)	Types de discours (Narratif, informatif ou argumentatif)	Classement (de 1 techno-critique à 5 techno-enthousiaste)
C1	Des concepts lointains, académiques et des exemple concrets, illustratifs.	Il pense toujours à une dimension critique derrière chaque exemple	Possible, affirmer son expertise sur le sujet et communiquer sa réflexion	Narratif et argumentatif	1 ou 2
P2	Son expérience professionnelle (influence de mon discours préalable). La ville intelligente comme un produit marketing.	Le monde modélisable sous forme de contraintes en fonction des spécificités de chaque territoire.	Un début d'entretien dans l'échange, il pose des questions précises. Il semble vouloir maîtriser l'entretien. Il exprime une analyse complexe de la « Ville Intelligente » et désire prouver qu'il n'est pas dupe de ses écueils.	Argumentatif en grande partie et également légèrement narratif	Entre 3 et 4
J3, Fr3 et Fl3	Ce que la ville, la métropole, le territoire « font vraiment » et ce à quoi ils aspirent.	Le territoire municipal est, en France, affaire de l'état. Celui-ci s'inscrit dans une histoire de la gouvernance par les nombres avec les technologies numériques	Le discours est normé et très poli, à tel point que les outils de la sociologie semblent être utilisés pour « me déconstruire ». La cohérence des acteurs est complète et reflète une compréhension de la portée de leur parole. En outre, chaque éventuelle contradiction et désamorcée, chaque possible incohérence est anticipée.	Quasiment purement argumentatif	3
R4	Son travail académique et professionnel et les connaissances qu'il en tire	Les termes sont signifiants et la pensée théorique influence le réel en plus de le	Partager sa pensée. Peut-être apporter de la rigueur à la mienne.	Argumentatif	3

		décrire. Conséquemment, la <i>Smart City</i> est abordable en tant que modalité de langage, amenant des modèles économiques, eux-mêmes amenant des transformations infrastructurelles.			
V5 et F5	Les actions économiques que mènent leur structure et comment celles-ci révèlent une vision politique de ce que devrait être la Smart City (Une entreprise avec une vision « pro-collectivité »)	Ils sont particulièrement attentifs à rester cohérents et rigoureux tout le long de l'entretien. Les théories élaborées vont dans ce sens également.	Peut-être confronter leurs réalités professionnelles à une discussion critique sur leurs fondements.	Narratif et argumentatif	4
M6	Son positionnement dans les relations entreprises-collectivités au travers de son expérience professionnelle Pour elle, la ville intelligente (elle préfère ce terme) est une affaire de modalités contractuelles en grande partie (Une collectivité avec une vision « pro-entreprise »).	Elle pense les collectivités comme un organisateur, un administrateur. La puissance de travail (intellectuelle et manuelle) doit être assurée par un « acteur privé » (ou opérateur économique). La ville intelligente est l'intégration urbaine des technologies par l'intermédiaire de partenariats contractuels entre le collectif et l'industriel.	Acter une prise de position et une prise de hauteur quant à la situation générale des marchés publics en France. Prouver également que cette situation est consubstantielle de l'évènement « Ville intelligente ».	Argumentatif et très fortement narratif	4

M7	Son travail, ses expériences professionnelles Son expertise sur mes propres interrogations scientifiques	Il est possible qu'elle analyse mes prises de position scientifiques comme militantes et argumente dans un objectif de modération	Partager ses connaissances et son expérience. Que chacun de nous échange ce qu'il sait sur le sujet, la dimension collégiale étant particulièrement présente dans cet entretien.	Argumentatif et informatif	4 ou 5
18	Les théories qu'elle a élaborées en lien avec son parcours professionnel. La ville intelligente (elle préfère ce terme) comme la « ville saisie par le numérique ». Quatre transformations, basées sur une étude de l'ADEME (hybridation, sur-mesure, passage en temps réel et disparition de l'échelle intermédiaire).	La ville intelligente comme compréhensible, voire modélisable, au travers des services et des activités économiques dans l'espace public. Un espace public à considérer comme une ressource (au sens économique du terme) pour les collectivités.	Affirmer sa position académique en proposant une théorie précise, rigoureuse et argumentée. En apprendre plus sur mes propres sujets de recherche. La dernière partie de l'entretien ayant été un renversement de ce dernier.	Argumentatif	3 ou 4
R9	Son travail et comment sa relation avec les réseaux techniques l'amène à considérer ce qui est une ville intelligente ou ne l'est pas. Également ses paradoxes internes entre le rôle de directrice (registre professionnel) et celui de citoyenne (registre politique)	Elle pense la ville sous forme de réseaux techniques et donc la ville intelligente sous forme de réseaux techniques rationnels et producteurs de données utiles. Elle affirme elle-même que cela provient de sa formation « génie urbain »	Elle cherche à produire un discours rigoureux qui apporte de la cohérence à mes théories mais aussi à ses propres activités professionnelles. La recherche de la « parole juste » est constante et salutaire. Elle en vient presque à produire des analyses sociologiques avant moi et pour moi.	Principalement argumentatif puis lors « d'exemple » passe au narratif	3 (techno-agnosticisme presque)

<p>Z10</p>	<p>Ses expériences professionnelles et comment elles l'ont façonné et ont construit ses théories sociétales.</p> <p>Ses réflexions critiques sur l'urbain et les modalités de production de valeur et d'organisation du travail.</p>	<p>Il pense le monde comme modélisable dans un prisme d'ingénierie.</p> <p>Il conçoit les réalisations techniques comme découlant de réflexions théoriques et influant, ensuite, sur les individus.</p> <p>La ville intelligente s'inscrit là-dedans, comme une manière de faire intervenir la gestion de la donnée et la réactivité dans les infrastructures urbaines afin de résoudre les finalités imposées par le développement durable et l'inclusivité urbaine entre autres.</p>	<p>L'informateur cherche à s'inscrire dans les théories urbanistiques développées pendant la thèse, ce qu'il réussit très bien.</p> <p>Son statut d'encadrant lui permet de connaître l'état relatif d'avancement des recherches et d'y faire référence.</p> <p>Il se vit pleinement comme un informateur et offre un discours cohérent en ce sens.</p>	<p>Narratif de manière constante et aussi argumentatif en partie</p>	<p>4</p>
<p>T11</p>	<p>Son poste et ses expériences professionnelles Ses réflexions sur les réseaux techniques et leurs manières de structurer notre vie en société. La classification qu'il propose de la ville intelligente ou plutôt de la « gestion intelligente de la ville ».</p>	<p>L'informateur pense toujours à prendre du recul sur ses propres réflexions et représentations. L'informateur propose, en avance, une analyse de sa propre sociologie. Le discours finit par s'assumer comme politique et rappelle les théories marxistes de la « superstructure ».</p>	<p>Étant donné nos liens, il est fort probable que l'informateur cherche à me fournir le matériau nécessaire pour mes recherches. Il est possible que l'informateur prépare aussi un travail préliminaire de recherche.</p>	<p>Argumentatif en grande partie et aussi informatif plus légèrement</p>	<p>3</p>

Tableau 15 – Résumé comparatif des entretiens selon la méthodologie de l'ouvrage « L'entretien qualitatif ».

Nom	Phrases récurrentes	Contradictions	Contradictions récurrentes	Identification des fables
C1	<ul style="list-style-type: none"> - « C'est intéressant » - « Nous ne travaillons pas pour le Groupe <i>untel</i> » - « Smart » - De manière générale l'opposition entre « acteurs du numérique » et sa propre structure - « Intérêt général » et « Ville meilleure » - « Il faut que les gens se saisissent de ces outils » 	<ul style="list-style-type: none"> - Opposition entre IBM et Vinci - « Notre objectif est de travailler pour l'intérêt général. Bien sûr nous avons une proximité avec le groupe <i>untel</i> » - La réflexion sur la « stratégie intéressante » de la Ville de Paris à comparer à la remarque « pas qu'elle soit anti-entreprise » 	<ul style="list-style-type: none"> - Le terme « Smart », à proscrire car s'oppose à « bête » - Il peut, par ailleurs, se traduire par « rusé » et constitue donc une « définition intéressante » (réflexion finale très pertinente) 	<ul style="list-style-type: none"> - Intérêt général - Personnification des entreprises et des villes - Synergie des collectivités et des entreprises
P2	<ul style="list-style-type: none"> - « L'intelligence c'est multiforme » - « Un monde contraint » ; « des solutions contraintes » ; « modèles sous contraintes » ; « les contraintes qui changent la ville » ; « ta ville c'est un espace contraint et limité » - « Multi-différentiel » - La ville intelligente est « agile et adaptative » - Acteurs « crispés » (en opposition à l'agilité) - « Bénéfices » - « C'est pas rocket science » 	<ul style="list-style-type: none"> - La technologie comme une fin mais la « data » comme un prétexte - Éloge des low-tech - « La ville intelligente/smart city » est un « produit marketing » (résistance au système) - Connaissances théoriques et éveil opérationnel 	<ul style="list-style-type: none"> - La technologie « revient » à la politique mais est agnostique (polysémie du terme ou paradoxe des technologies) 	<ul style="list-style-type: none"> - Les villes comme des modèles sous contraintes - Les besoins des villes comme identifiables et non contradictoires - L'application de la logique marchande à d'autres modalités
J3, Fr3 et Fl3	<ul style="list-style-type: none"> - « La donnée » - « Les algorithmes » - « Les parties prenantes » 	<ul style="list-style-type: none"> - La ville en question est nommée comme un modèle et un cas particulier en même temps 	<ul style="list-style-type: none"> - La « ville intelligente » démocratique mais sans être ni « politique » ni « partisane » 	<ul style="list-style-type: none"> - Intérêt général quantifiable - Espace public sanctifié - Tendance lourde de l'administration municipale « à la française » - Les nombres mènent à l'information et à la valeur si la gouvernance est adéquate

R4	<ul style="list-style-type: none"> - Ne peut pas parler de tout ce qu'il a en tête car il y « réfléchit en ce moment » - Le terme « <i>business model</i> » - Rebondit souvent à mes remarques par « évidemment » 	<ul style="list-style-type: none"> - Le « intelligent » de Ville Intelligente serait une mauvaise traduction de l'anglais « <i>intelligent</i> » - La logique « gagnant-gagnant » et la création de valeur d'un côté et de surcompensation de l'autre 	Aucune occurrence. S'explique par un discours très construit et poli. De nature académique.	<ul style="list-style-type: none"> - La « culture ingénierale » bousculable par la théorie académique - La production de valeurs comme manière d'expliquer les mouvements économiques (peut-être d'inspiration marxiste)
V5 et F5	<ul style="list-style-type: none"> - « Nous voulons jouer le rôle d'intégrateurs » - « La technologie comme une fin et non comme un moyen » - « Privilégier une approche pragmatique de la Smart City » - « On se positionne en tant que fournisseur de services » 	<ul style="list-style-type: none"> - La « vertu » est utilisée comme atténuant pour « l'éthique » - Une entreprise à la fois intégrateur et chef d'orchestre - Une narration technologique mais la mise en avant des services et des organisations 	- L'idée que l'entreprise souhaiterait « laisser le marché ouvert » (à discuter car expliquée de manière très pertinente et cohérente)	<ul style="list-style-type: none"> - Une culture d'entreprise modifiant les modalités du marché - Une identification possible des besoins d'une ville
M6	<ul style="list-style-type: none"> - Les références aux marchés publics sont légions 	<ul style="list-style-type: none"> - La ville intelligente par la technologie et en même temps « dans la tête des bonhommes » 	- Affirme son état « pro-entreprise » et conserve une forte dimension critique en conclusion	<ul style="list-style-type: none"> - Les contrats comme modalités structurelles, voire structurantes, de la fabrique de la ville intelligente - Les partenariats entre collectivités et villes comme producteurs de richesse
M7	<ul style="list-style-type: none"> - Le terme « projet », associé à « territoire » - Le terme « révolution » pour désigner les effets du numérique dans la ville - Les « solutions » porteuses de « services » - Les objets « connectés » - Le terme « philosophie » pour désigner la culture politique dans son altérité - L'idée générale selon laquelle refuser la technologie 	<ul style="list-style-type: none"> - La « ville intelligente » comme un « tout technologique » dépassé mais aussi, il fut un temps comme une « boussole » (le discours est très cohérent) - Un flou existe parfois en ce qui constitue les objectifs des dispositifs et les résultats 	- L'informatrice semble revenir (sans pour autant en être dupe) sur une existante consubstantialité de la ville intelligente et d'une présence technologique en ville tout en étant critique de cet état de fait	<ul style="list-style-type: none"> - La technologie comme agnostique, neutre - La « révolution numérique » liée à des séries d'expérimentations engagées et sur lesquelles des bilans sont établis

	est une mauvaise idée pour la puissance publique			
I8	<ul style="list-style-type: none"> - « L'espace public » et le « trottoir » en tant que nouvelle ressource autrefois mal considérée - Le positionnement spatial des usages nouveaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune contradiction isolée n'a été relevée. Le discours est très « académique » et rappelle celui de R4 	<ul style="list-style-type: none"> - Réfute le « techno-centrisme » mais voit la ville intelligente comme « saisie par le numérique ». Sa pensée est argumentée et complexe et ne peut se résumer à cela, néanmoins le prisme économique implique cette contradiction. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'espace public et son développement techno-économique comme au centre de la « dynamique de la ville intelligente » - Les échelles et le « spatial » en tant que ressources et le « numérique » comme un outil d'exploitation de celles-ci
R9	<ul style="list-style-type: none"> - La ville (intelligente) toujours par le prisme des réseaux techniques, des données produites puis des usages - La « vétusté » du réseau matériel s'opposant à la « modernité » de la ville intelligente - Le terme « intelligent » associé à la « connexion » 	<ul style="list-style-type: none"> - La ville intelligente comme étant à la fois « factuelle » et « dépendant de ce qu'on met derrière » - Contradiction interne (et consciente) entre les objectifs professionnels et les aspirations « citoyennes ». Contrôle des flux urbains et défiance vis-à-vis d'une surveillance généralisée 	<ul style="list-style-type: none"> - L'informatrice analyse elle-même ses contradictions récurrentes, produisant en avance le travail d'analyse sociologique - Les contradictions entre son rôle de « gestionnaire de réseau » et celui de « citoyen » (au sens politique) dans la manière d'aborder la ville. Plus précisément le fait que le citoyen « accepte et désire l'incertitude » lorsque le gestionnaire « la rejette », on touche là au paradoxe de la ville intelligente, idéal gestionnaire et enfer citoyen - Contradiction également consciente entre les opportunités de réduction de consommation et le manque de régulation environnementale des nouvelles technologies 	<ul style="list-style-type: none"> - La ville comme un ensemble de réseaux - La ville intelligente comme son pendant producteur de données et organisateur - Les paradoxes et contradictions structurant l'économie et la politique sont analysables - Contrôle désirable et envisageable de la manière avec laquelle les technologies structureront notre futur

<p>Z10</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Segmentation « technique » et « métier » dans le « monde professionnel », réutilisé à de nombreuses reprises - Les « données » - Utilisation d'exemples concrets de son vécu non pas dans un but argumentatif mais illustratif - « Solutions disruptives » - « aspect très structuré » et « côté ingénieur » en parlant de sa propre pensée - « La finalité » en tant que concept immanent 	<ul style="list-style-type: none"> - « Oui et non », pour la première question (à dessein) - « Phénomène de mode » et « il faut répondre au besoin » en parlant de la ville intelligente - « Phénomène » pour décrire l'émergence d'une réalité, d'un état de fait - Individualisation des usages liée à « l'inclusivité », on pourrait ressentir une certaine distance avec le sujet, qui semble volontairement mis à l'écart 	<ul style="list-style-type: none"> - Critique du terme intelligent et paradoxalement une utilisation de ce dernier de manière récurrente - Des infrastructures dynamiques, figées et des populations y habitant et les faisant mais parfois refusant de prendre des risques pour changer leurs habitudes 	<ul style="list-style-type: none"> - Le monde n'est pas seulement modélisable, il est solvable - Les idées et la volonté de les appliquer structurent le monde économique et social - L'urbain est figé, le social est en mouvement, l'objectif disruptif devrait donc être la mise en mouvement de l'urbain afin de l'aligner avec le social
<p>T11</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le terme « ville » utilisé comme un concept - Le terme « intelligent » associé à « efficient » - « Amélioration de l'éclairage public » en tant que fil rouge de l'éclairage intelligent ou de la ville intelligente appliquée à l'éclairage public 	<ul style="list-style-type: none"> - Une « amélioration de ce qui existe déjà » peut apparaître en contradiction avec le terme « efficient » 	<ul style="list-style-type: none"> - Le discours est très cohérent mais si l'on voulait relever une habitude, ce serait celle de la cohabitation d'une représentation techniciste de la ville et d'une représentation politique de la technique 	<ul style="list-style-type: none"> - La « recherche d'efficience » comme associée à « l'intelligence » - La ville comme un ensemble de réseaux - L'orientation politique comme sous-tendue par l'état des réseaux techniques et la concentration urbaine à l'origine de cet état

SOUS-CHAPITRE 3.2.3 – CONTENU DU DISCOURS ET ANALYSE

LA VILLE INTELLIGENTE EXISTE (ET JE L'AI RENCONTREE)

Attelons-nous donc à l'analyse du contenu des Tableau 13, Tableau 14 et Tableau 15 en suivant le plan présenté en Annexe 16. Ce travail sera ponctué de citations des informateurs extraites directement du *corpus* de retranscription des entretiens, consultable en Annexe 17. Il sera, pour chaque citation, indiqué le « nom » de l'informateur, dont le reste des informations pourra être retrouver en Tableau 13. **Le premier pan de discours qu'il nous semble crucial d'analyser est celui de la rationalisation de ce que l'on appelle la « Ville Intelligente ».**

Une rationalisation qui est loin d'être anodine au vue de la littérature présentée précédemment et qui acterait une existence, sur le plan social, de ce « quelque chose » qu'on appelle Ville Intelligente (ou *Smart City* ou révolution numérique de l'urbain). Cette chose est-elle un concept, un évènement ou une modalité du fait social ? L'analyse qui va suivre nous donnera des pistes de réponses. Mieux encore, cette rationalisation semble présenter des accointances matérielles avec les mutations urbaines et le réseau d'éclairage public. Accointance qui se constitueront en résultat final de notre analyse du discours.

- S'il y a bien un élément que toutes les informatrices et tous les informateurs ont en commun, c'est **la modération de leur discours** concernant la première question, volontairement clivante : « La ville intelligente, est-ce une révolution ou de la poudre aux yeux ? ». La totalité des personnes interrogées y voyant **une forme hybride empreinte de complexité** ;
 - « *D'abord une proposition industrielle* » pour R4, qui évoqua ensuite son existence en tant que « *grammaire au sens de la sociologie pragmatique. Un ensemble de mots qu'on utilise pour coordonner l'action, parler et comprendre de quoi on parle* » ;
 - Une « *excuse pour faire bosser les gens ensemble* » pour P2, ce qui rejoint la vision de M6 ;
 - Un « *moyen de gouvernance par les nombres* » pour J3, qui s'inscrit ainsi dans une tradition de la gouvernance des nombres « *pouvant remonter à la Mésopotamie* » ;
 - Pour F5, il s'agit de « *l'usage intelligent de la techno'* », ce qui rejoint en partie M7 qui affirme que « *L'intelligence urbaine doit être utilisée au profit de politiques utiles* », ce qui rejoint également les visions très « critique » de C1 et très « politique » de T11 ;
 - Le terme peut même être entendu comme un nouveau paradigme pour I8 qui parle de « *la ville comme modélisable et l'espace public comme une ressource* », ce qui se rapproche de la position de R9 qui concevait la Ville Intelligente comme « *des réseaux rationnels produisant des données* », de P2 qui y voit le moyen de modéliser la ville comme un « *modèle sous contraintes* » et de Z10 qui inscrit ce mouvement dans une « *modélisation ingénierique* » du monde.
- Pendant certains entretiens, le terme a même revêtu **la forme d'une prise de position**.
 - L'affirmation de la validité du terme en français, pour I8, J3, M7 et R9, qui est ainsi supposé proposer un nouveau « modèle » différent du modèle anglo-saxon notamment ;
 - D'autres, comme P4 ou C1 (qui appartiennent à la même structure), préfèrent renouer avec le sens originel et historique du terme *Smart City* afin d'éviter une « mauvaise traduction ». F5 et V5 reprennent eux aussi ce terme anglais qui est présent dans la nomination de leur unité organisationnelle : « la direction *smart city* » ;

- Certains utilisent les deux termes de manière analogue, comme P2 et Z10, qui ont d'ailleurs travaillé ensemble et pour qui il s'agit plutôt de « *faire bosser les gens ensembles* » ;
- Enfin M7 a même considéré ce terme comme « dépassé ».

Soit, un ensemble de réponses qui valideraient, en partie, l'existence de la Ville Intelligente comme un « évènement » ou un « fait social » modifiant l'exercice de leurs activités professionnelles. Personne n'a en effet décrit ce terme comme relevant d'une révolution absolue mais personne n'a réfuté non plus son existence en tant que « concept », « paradigme », « excuse », « grammaire » ou « proposition industrielle ». Il semblerait donc que la Ville Intelligente existe bien dans les discours présentés ici, son utilisation relève même de la prise de position pour certains, dont la prochaine partie vise à analyser l'aspect « critique » de cette position.

INVENTAIRE CRITIQUE DE LA VILLE NUMERIQUE, INTELLIGENTE, *SMART*

Adopter une position critique vis-à-vis d'un objet d'étude est une posture souvent observée dans le milieu académique, en tout cas en ce qui concerne la *Smart City*. En atteste la bibliographie présentée dans le Chapitre 3.1, au cours de laquelle certains écrits critiquent ouvertement le « *vernus technocratique* » [235], le « *mythe opératoire* » [241] ou bien l'« *idéal auto-réalisateur* » [11]. De manière analogue, une partie importante du discours retranscrit lors de chacun des entretiens relevait du registre de la critique, celle-ci pouvant prendre plusieurs formes comme décrites ci-dessous.

— **Elle concerne tout d'abord les finalités** de l'opération et la manière avec laquelle celles-ci devraient (parfois sur le plan moral) être pensées ;

- Les informateurs V5 et F5 ont formulé une critique commune sur les fondements de l'utilisation du « numérique » en ville. Il ressort ainsi de manière claire que « *La Smart City doit être un moyen et non une fin* » ;
- En ce qui concerne Z10, ce dernier s'intéresse très spécifiquement aux modalités de production de valeur (marchande et d'usage) et à l'organisation du travail dès son origine. Cet axe l'amène à s'interroger sur la relative « nouveauté » des systèmes numériques actuelles, comme cela est clairement explicité ci-dessous.

« Et aujourd'hui y'a des personnes qui arrivent avec un peu d'intelligence artificielle dans des caméras et qui nous disent qu'ils veulent révolutionner la ville alors que ça existait déjà. Et on a même pas attendu ces nouvelles technologies, si on prend les réseaux d'assainissement d'Ile-de-France tout est supervisé. La vidéo-surveillance, aujourd'hui y'a des milliers de caméras en Ile-de-France et ça existe depuis super longtemps. Moi ça fait plus de 10 ans que personne n'est revenu relever mon compteur d'eau chez moi.

C'est pas nouveau, ces systèmes existent. Mais qu'est-ce qui est nouveau ? Quelques réseaux qui arrivent, les réseaux bas-débit, mais qui ne correspondent pas à ce qu'on veut faire. Cela ne répond pas à des besoins dont les gens du métier ont réellement besoin. »

Z10 – Extrait d'entretien, dont l'intégralité est disponible en Annexe 17.

Ce dernier (Z10) critique aussi ouvertement le terme « intelligence » pour désigner la Ville Intelligente, tout en l'utilisant lors de l'entretien. **Ce qui signifie que, pour cette personne, l'utilisation d'un certain vocabulaire, d'un certain champ lexical, peut se faire de manière critique et ceci sans être dupe de ce que ce dernier peut recouvrir sur un plan**

axiologique. Cette dernière remarque est présente pour la totalité des interlocuteurs, même si elle est particulièrement appuyée avec Z10.

- De la part de M6, cette dernière fait part de la « méfiance » qu'il lui paraît légitime d'avoir à l'égard des entreprises et du marché de la *Smart City*. Ceci alors qu'elle se décrit elle-même comme une employée de collectivité « pro-entreprise » ;
 - Une part importante du contenu des discours critique ouvertement la présence, considérée comme paradoxalement consubstantielle, des « capteurs » dans une ville intelligente. R4, par exemple, note une attention particulière à l'endroit des « capteurs polluants », F5 note que « si l'usage n'est pas intelligent, cela reste juste des capteurs », R9 prend l'exemple de capteurs pouvant constituer une « intrusion » et se pose immédiatement la question : « Est-ce qu'on accepte de vivre dans une société avec des caméras chez nous ? » ;
 - P2 annonce clairement son intention en insistant sur la nécessité de « rester critique » lorsque l'on développe sa « vision ».
- **L'aspect dépolitisant est lui aussi l'objet de critiques diverses**, en écho à certains cas d'études que l'on peut retrouver dans la bibliographie en Chine [315] ou à Hong-Kong [316] ;
- P2 fait ainsi mention de la technologie comme étant agnostique, avec un parallèle concernant une corde : « *Une corde tu peux trainer un traîneau ou te pendre avec.* ». Puis il nuance le corollaire en affirmant : « *Elle est agnostique mais son implication ne l'est pas.* ». Sur un ton plus nuancé il précise ensuite : « *L'aspect technique permet d'optimiser sans politique* » ;
 - L'entretien de J3, Fr3 et Fl3 est plus subtil, dans le sens où le discours faisait très clairement mention d'un « *agenda démocratique, pas partisan, pas politique.* » en parlant de la politique de *Smart City* de leur collectivité ;
 - M7 utilisait, quant à elle le terme de « philosophie » afin de désigner la culture politique propre à une municipalité et son influence sur les décisions infrastructurelles à venir ;
 - V5 présente son approche comme « pragmatique » et affirme « *On cherche pas à faire du lobbying politique* ».
- En revanche, on peut observer **le surgissement d'une vision politique** dans encore plus de discours ;
- V5 en fait la cause du modèle économique porté par les opérateurs en décrivant un de ces marchés comme émanant d'une « *demande politique* » de la part des citoyens ;
 - R9 fait part de ses inquiétudes internes en parlant de la surveillance numérique : « *Et après mon aspect citoyen me dit que je suis inquiétée de ce qu'on est tous fliqué* » ;
 - De manière encore plus limpide, T11 adopte presque une grille de lecture marxiste qui rappelle les « superstructures » marxistes [115] : « *la pensée politique d'un citoyen au XXIème siècle qui est très fonction de l'accès aux réseaux de la cité* » ;
 - C1 s'appuie quant à lui sur une analyse de la situation actuelle en affirmant la chose suivante : « *La situation est déjà assez complexe aujourd'hui mais lorsque l'entreprise va travailler avec Paris, qu'on le fasse dans l'objectif des politiques publiques* » et se réfère d'ailleurs à la cité comme « *un espace politique* » ;

- J3 va même jusqu'à complètement valider l'action des villes s'opposant à certaines stratégies privées qui remettent en cause un « *ordre politique* ». Ceci alors qu'il partait du principe que l'agenda ne devait pas être partisan, **impliquant alors l'existence d'un discours moral, comme la totalité des informateurs** ;
- En ce qui concerne R4, « *La politique est partout* », ce qui rejoint la vision de R9 qui disait « *j'allais dire que tout est politique* ». **R4 explique même les premiers échecs des entreprises privées en quête de modèle économique par un « manque de culture politique » et R9 pose sans détour que « la ville intelligente est d'abord une question politique »** ;

D'apparences contradictoires, ces différents pans du discours critique construisent en réalité un ensemble très cohérent qui nous paraît être la partie la plus commune à tous les entretiens. **Pour chaque personne, l'enjeu principal est le maintien d'un discours fiable sur le plan éthique³⁷⁵ tout en restant opérant dans leurs activités opérationnelles.** Dès lors, il n'est jamais question de soutenir toutes les particularités du champ lexical de la *Smart City* mais bien d'utiliser à bon escient ce qui permet aux différents acteurs de mener à bien leurs activités professionnelles. Car il transparaissait bien dans la première partie que ces notions sont *a minima* utiles dans le cadre du récit qu'elles permettent de forger.

Le discours critique a donc une double utilité, il permet d'une part de désamorcer les paradoxes internes à chaque acteur (et les critiques externes qui pourraient en découler), qui ne se considèrent alors pas simplement comme des rouages mais semblent avoir la pleine conscience de la portée politique de leurs actions. Secondement, il est utile en tant que preuve, qui permet à l'informateur d'indiquer qu'il n'a jamais été dupe des reproches que l'on pourrait faire à cet « évènement », « grammaire »^é ou « paradigme » qu'est la Ville Intelligente. Nous précisons dans la prochaine partie en quoi ce discours critique trouve une articulation matérielle avec le réseau d'éclairage public, lequel a bien sûr fait l'objet de réflexions pendant les entretiens.

INCISE DU RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC DANS LE DISCOURS

Le dialogue réel que nous établirons entre cette notion de « Ville Intelligente » et le développement du réseau d'éclairage public (et ses mutations urbaines) viendra avec plus de précisions dans la Partie 4 de la thèse. Toutefois, il nous paraît utile d'aborder en préalable cette question avec la série d'entretiens menés. Il est apparu qu'en posant simplement la question « Le réseau d'éclairage public trouve-t-il sa place dans la Ville Intelligente/*Smart City*/révolution numérique ? »³⁷⁶, nous avons obtenu une série de réponses concordantes.

De manière quasiment systématique, cet objet était abordé sous la forme « d'anecdotes techniques »³⁷⁷ qui précédaient parfois une montée en généralité. Ce mode de narration étant d'ailleurs « monnaie courante » sur les questions relatives à la Ville Intelligente. Notre hypothèse est qu'il s'agit d'un moyen efficace pour construire un discours qui soit à la fois ancré dans la « réalité du terrain » ou dans une « existence technique » et en même temps de penser ces sujets de manière plus « générale » ou « systémique ». Ces anecdotes suivies de montées en généralités peuvent prendre plusieurs formes comme décrites ci-dessous.

- **Les « bornes de recharge pour véhicules électriques »** sont un des sujets abordés, il offre l'avantage d'être facilement compréhensible et consiste à imaginer le réseau d'éclairage public comme distributeur d'électricité ;

³⁷⁵ Voir même sur le plan moral pour certains intervenants dont les jugements de valeurs semblaient « tomber sous le sens ».

³⁷⁶ Le terme employé dépendait de celui que l'interlocuteur utilisait.

³⁷⁷ Le terme n'est en aucun cas dépréciatif mais à prendre de manière littérale comme signifiant « ce qui n'a pas encore été dit ».

- M6 en parle notamment en voulant encourager les « expérimentations » d'une telle démarche ;
 - R9 fait état de ces expérimentations en disant : « On a posé des bornes électriques, à partir du réseau électrique » tout en précisant « On ne peut pas rajouter des équipements neufs sur un réseau vétuste. »³⁷⁸.
- D'autres « nouveaux usages » sont aussi évoqués ;
- C1 évoque les « véhicules autonomes » autour de la place que pourrait avoir les lampadaires en tant qu'infrastructure communicante avec ces véhicules ;
 - Les cas de la « Brumisation ou détection » sont évoqués pour R9, tout comme la « brumisation, de la végétalisation ou des kakemonos » pour T11. Ces deux personnes travaillant directement sur le sujet des innovations du réseau d'éclairage public, il n'est alors guère étonnant de retrouver ces sujets pourtant absents des autres discours ;
 - Sur la même lancée, T11 évoque aussi le sujet du « stationnement intelligent », soit l'utilisation de l'infrastructure du réseau d'éclairage dans le but d'informer les automobilistes des places de parking disponibles.
- **Le récit des « capteurs »** (soit le récit des moyens technologiques permettant le recueil et la transmission de données) revient de manière récurrente, non sans son corollaire « critique » ;
- C1 pense à intégrer l'éclairage public dans un « système » qui comprendrait les autres infrastructures urbaines ;

« L'éclairage de manière plus systémique, intégré dans un système qui serait l'ensemble des équipements urbains. C'est comme cela que l'on réfléchit dans notre structure. Le programme L+. J'ai trop peu suivi mais c'est un sujet qui ne manque pas, sur la consommation mais également sur un système, l'Éclairage Public c'est des points hauts, quels capteurs on va mettre pour capter des choses en hauteur, faire passer des réseaux de communication, capter de la lumière. Repenser la place que pourrait avoir un lampadaire. »

C1 – Extrait d'entretien, dont l'intégralité est disponible en Annexe 17.

³⁷⁸ Ce point mérite un éclaircissement technique, car en effet le réseau d'éclairage public semble pouvoir se prêter parfaitement à ce genre d'installations. La situation du réseau d'éclairage parisien est toutefois particulière en raison de sa « vétusté » ou de son « l'historicité ». Les câbles électriques ainsi que l'organisation de la distribution d'électricité ont été conçus et entretenus dans le but d'alimenter des dispositifs lumineux et peuvent pourvoir à l'alimentation d'équipements ne requérant pas de puissances trop élevées (de manière relative) ou ne présentant de risque de « pollution » du réseau. Dans le cas des recharges de batteries pour véhicules électriques, l'on se retrouve souvent dans le cas d'une forte puissance distribuée en courant continu. Cela peut rendre la distribution impossible en ce qui concerne la plus grande partie du réseau (non dimensionnée pour répondre à ce besoin). En outre, les parties pouvant s'y prêter présentent le risque de voir leur courant alternatif « pollué » par la ponction d'un courant continu trop important sur ce dernier. Cette remarque concerne les « courants vagabonds » et les « harmoniques » pouvant endommager le réseau de manière importante et engendrer des frais d'entretien excessifs [317]. C'est pour cette raison que l'alimentation de véhicules électriques par le réseau d'éclairage public reste sporadique à Paris. En effet le réseau de distribution « classique » d'électricité reste un bien meilleur candidat pour ce type d'utilisation, en raison de son dimensionnement, prévu pour ce genre d'usages. Par exemple par l'intégration de systèmes de « redressement » du courant alternatif.

- M6 parle de manière très directe de « capteurs tout désignés pour l'éclairage public »³⁷⁹ ;
- En décrivant une proposition industrielle du groupe auquel il appartient, Fr3 fait mention lui aussi de capteurs ;

« De manière accélérée. Il est clairement intégré dans la réflexion le fait que les mats puissent intégrer des switches avec n'importe quel type de capteurs dont l'interopérabilité a été demandée la plus large possible. Forcément cela se voit donc on pourra reparler de cela »

Fr3 – Extrait d'entretien, dont l'intégralité est disponible en Annexe 17.

- R4, sans parler directement de l'éclairage public, nous fait part d'une controverse sur le sujet des capteurs : « de nombreux capteurs sont polluants et dans le même temps, sans supercalculateurs, aucune projection » ;
 - F5 prendra lui de la hauteur en disant clairement que « La Smart City pour moi c'est l'usage de la techno, si l'usage est pas intelligent c'est juste des capteurs. Et si l'usage est intelligent là c'est ce qu'on fait. » ;
- Certains parlent même tout simplement d'un « éclairage intelligent » ou « Smart Lighting » qui pourrait se constituer comme le volet « éclairage » de l'évènement *Smart City*.
- Pour P2 : « L'éclairage intelligent c'est « comment tu rends service aux gens ? » » en insistant sur les nouveautés qu'apporteront à la fois les technologies numériques et les prérogatives écologiques ;
 - T11 propose quant à lui une description fine et précise de ce qui constitue l'éclairage intelligent selon lui ;

« On va chercher non pas une variation technologique mais une variation fonctionnelle, par exemple là dans la gradation on prend pas quelque chose qui va éclairer pareil mais avec moins d'énergie mais quelque chose qui éclaire au moment opportun. En gros pour moi l'éclairage intelligent c'est globalement ça. Pour prendre un exemple d'avec mon collègue, on refait l'éclairage de 80 luminaires, je vais en parler sans donner le lieu. C'est de la gradation par la détection, on fait de la détection de mouvement pour éclairer à un niveau A et sous-éclairer à un niveau B quand on constate qu'il y a pas de visibilité. C'est de l'asservissement à un moyen d'éclairer à un facteur extérieur. »

T11 – Extrait d'entretien, dont l'intégralité est disponible en Annexe 17.

L'éclairage public, en tant que réseau et en tant que fournisseur de services est donc parfaitement présent au registre des représentations de ce qui doit ou pas être considéré comme faisant partie de la Ville Intelligente. D'une part car c'est une infrastructure urbaine donc pouvant faire l'objet de cette « mise en cohérence » des infrastructures urbaines dans une recherche « d'autonomie », en plus d'être présent sur quasiment tous les trottoirs. Ensuite car la présence d'une alimentation en électricité permet d'envisager

³⁷⁹ Elle fait notamment référence à de nombreuses contraintes que subissent les installateurs de capteurs. La présence sur un « point haut » de l'espace public ou le raccordement à l'électricité sont par exemple des avantages immédiats du réseau d'éclairage public.

l'insertion dans l'espace public de technologies associées à cette mise en récit de la modernité. Enfin car de par son utilisation première (la fourniture de lumière), l'éclairage se prête à des projections spécifiques de « fournitures adaptées à l'utilisateur ».

Il est donc possible d'affirmer que sur le plan des représentations, le réseau d'éclairage public possède le double rôle d'objet et de sujet des mutations urbaines en lien avec la Ville Intelligente. Objet car il se retrouve transformé par son inclusion dans ce récit moderniste faisant intervenir les technologies numériques et sujet car il est envisagé comme moteur de ces transformations, en tant qu'infrastructure électrique à la présence ubiquitaire. C'est en cela que les « lumières de la ville » trouvent leur place dans ces transformations urbaines contemporaines et tissent des liens avec la « Ville Intelligente ».

Mais alors, qu'est-ce que la « Ville Intelligente » de manière exacte ? Ou plutôt en quoi ce terme est-il utile à la représentation que ces acteurs se font de l'urbain (en nous remplaçant dans la bibliographie présentée dans le précédent chapitre) ? C'est à cette question que nous répondrons dans la prochaine partie en ouvrant la réflexion à la place que pourra prendre le réseau d'éclairage public dans cette problématique.

REPRESENTATIONS, RECIT ET FABLES

Une représentation (sociale) est, ici, la manière avec laquelle un fait ou un événement trouvera une réalité partagée par plusieurs acteurs humains, ceci en fonction de caractères communs que ceux-ci pourront partager et exprimer. La mise en cohérence des différentes représentations constitue un récit en ce que ce dernier est une mise en ordre arbitraire mais cohérente des faits relatés. Enfin la « fable » au sens où l'entend la « sociologie des processus » [312] est le niveau le plus « abouti » du récit, dans lequel ce dernier est débarrassé de ses « impuretés » encombrant sa cohérence. Nous pourrions en ce sens suivre le conseil tempéré de Jean-Claude Kaufman : « *L'enquêteur, a fortiori le chercheur, doit croire en la sincérité de son informateur sans toutefois se laisser endormir par la pureté des fables.* » [312]. **Nous nous attèlerons donc à comprendre ce qui « fait récit » en partant des représentations partagées et en nous dirigeant vers les fables communes des différents interlocuteurs.**

Tout d'abord en notant la présence, quasi-systématique, d'un versant critique à chaque fois que le discours prenait la forme de représentations que d'autres acteurs et actrices pouvaient partager. Il en est ainsi de termes comme « Ville Intelligente », « *Smart City* », « numérique » ou même des « capteurs », où chaque occurrence de ces termes était l'occasion de relativiser les propos avancés par l'utilisation d'un répertoire critique. Ce répertoire pouvait se référer à l'écologie en rappelant la « forte pollution » (R4, M7 et C1) engendrée par les technologies numériques et également à la préservation de la vie privée, notion pour laquelle revenait assez souvent l'importance de se prémunir d'une « surveillance généralisée » facilitée par le numérique (R4, R9 et T11).

Plus étonnant encore, une partie des critiques se dirigeait contre la mainmise des entreprises privées sur des activités qui, pour les personnes concernées, devraient être réservées à l'exercice des acteurs publics (états, municipalités ou collectivités). Cette critique à l'égard de la gestion privée d'un bien public a pu prendre des aspects très militants dans le cas de J3, Fr3 et F13 qui représentent de manière très cohérente les intérêts de la collectivité qui les emploie, ainsi que M6 qui se définissait elle-même pourtant comme « pro-entreprise ».

De manière plus hétérodoxe, elle était présente chez J1, R4, V5 et F5 alors même qu'ils étaient employés par des « grands groupes » dans le secteur du BTP (Bâtiment et Travaux Publics). La présence de ce discours critique donnait alors plus de poids à leurs argumentations et à la fiabilité de leurs représentations des faits énoncés tout en leur permettant de ne jamais apparaître comme « dupes » et de se prémunir de toute incohérence. Chez R9 et T11, ce discours prenait même un aspect militant en se positionnant parfois en faveur d'une régulation plus importante des activités économiques concernant l'espace public. Au final, même Z10 et I8, qui adoptaient un discours très modéré sur ces questions, eurent tout-de-même leur mot à dire sur les dérives possibles d'une utilisation « à mauvais escient » des technologies numériques associées à la Ville Intelligente.

Le discours, au départ constitué d'anecdotes techniques, prend donc de manière naturelle un aspect axiologique en convoquant ce qu'il serait plus « juste », « démocratique » ou « citoyen » de faire. Il est d'ailleurs toujours possible de « positionner » politiquement les interlocuteurs à l'issue de l'entretien, ceci sans avoir eu besoin de leur poser directement la question. On retrouve ainsi de manière récurrente les oppositions entre politique libérale et administration publique, « laisser-faire » mercantile et encadrement du marché, ou encore « sécurisation technologique » et « liberté numérique ».

Ce positionnement politique des informateurs est particulièrement présent lorsque ceux-ci parlent les uns des autres, souvent de manière bienveillante mais également dans un but de prise de position critique. Certaines discussions ont ouvert le discours vers des remarques à l'encontre des structures, c'est notamment le cas des personnes appartenant aux groupes de BTP qui avaient tendance à appuyer les avantages de leurs propositions industrielles par la critique des autres propositions. De manière générale, les critiques restaient bienveillantes et argumentées. Il est donc notable que la « dépolitisation » pourtant souvent critiquée à la fois par les informateurs et par une partie de la littérature scientifique [316] est pourtant présente dans tous les discours que nous avons pu analyser. **Ce qui nous permet d'affirmer que les récits construits ici sont des objets politiques issus de représentations sociales.**

Après les représentations partagées et les récits construits, surgit donc la « chose sociale » et avec elle la fable attenante. C'est là que le récit est enfin débarrassé de ses impuretés et que la Ville Intelligente prend son sens le plus intelligible, celui-ci se nourrissant du discours critique évoqué précédemment afin d'en ressortir avec le plus possible de cohérence. La méthode utilisée ici est directement issue de l'ouvrage de Jean-Claude Kaufmann [312] et consiste en une recherche systématique des « répétitions », « contradictions » et « répétitions contradictoires » au sein des discours. **Le but n'est en aucun cas de critiquer directement le contenu des discours mais de comprendre à quel moment les représentations sociales influent sur les activités des informateurs.** En nous référant au Tableau 15, il est alors possible de rassembler ces trois éléments sociologiques comme présentés ci-dessous.

— **Les répétitions tout d'abord, en tant que « fragments non personnalisés »** [312] et données comme évidentes ;

- Les références au « marché » ou au « projet » d'une Ville « Intelligente », « Smart » ou « numérique » sont d'une forte récurrence et témoignent de l'inscription de ces notions dans un système économique faisant hégémonie ;
- De manière équivalente, il existe une forte prévalence des considérations « écologiques » et de l'attention portée à « l'environnement ». Celle-ci se fait en tant que « structure » qui sous-tend le discours [318] ;
- Enfin le rapport à ce qui correspond au « politique » ou au « citoyen » est également souvent évoqué.

— **Les contradictions, révèlent quant à elles les paradoxes internes (souvent conscients) aux individus ;**

- La manière générale qu'ont les interlocuteurs d'anticiper un éventuel discours critique de notre part en « balayant devant leur porte » fait partie de cette catégorie. Soit la propension à pouvoir critiquer sa propre organisation et ses potentiels conflits d'intérêts, ceci en prenant l'initiative de le faire ;
- Une contradiction que l'on retrouve chez beaucoup d'interlocuteurs est le « **scepticisme** » **technologique qui fait souvent suite à une « anecdote technique »**. Ainsi les « capteurs » ou les « systèmes techniques centralisés » sont souvent abordés puis désamorçés peu après ;

- De manière générale, ce qui apparaît comme la contradiction la plus conscientisée des informateurs est l'opposition existante entre « affaires »³⁸⁰, « technologies » et « politique » et plus précisément de la manière avec laquelle ces concepts devraient dialoguer entre eux mais ne dialoguent pas forcément.
- **De manière encore plus précise les « contradictions récurrentes » (au sein de chaque discours)** sont les formes les plus caractéristiques du fait social. Notamment par leurs capacités à définir les contradictions inhérentes aux systèmes de valeurs des individus.
- **Les références politiques sont constantes (« démocratie » ou « citoyen » par exemple) et** pourtant contrebalancées par l'importance affichée de « ne pas prendre parti » ou bien « être neutre ». Comme si la noblesse d'adopter un discours politique pouvait être menacée par la trop grande « subjectivité » du militantisme ;
 - **Les relations entre entreprises (pas n'importe lesquelles) et collectivités sont souvent abordées selon deux modalités.** La première est une méfiance de prime abord, suivie par une relativisation de cette méfiance, la seconde est un enthousiasme suivi d'une critique. Comme si, en ce qui concerne la Ville Intelligente, le rapport entre « monde public » et « monde privé » était un sujet conflictuel et même controversé ;
 - Découlant des points précédents, il existe des contradictions constantes et conscientes entre les aspirations optimistes portées par le vocable de la Ville Intelligente et les écueils possibles. Écueils qui prennent parfois des accents dystopiques issus de la fiction [11] et font cohabiter « optimisme technophile » et « méfiance citoyenne ».

Mais alors : « de quoi la *Smart City*/Ville Intelligente est-elle le nom » ? Tout simplement de ce que les acteurs en assurant l'usage et la transmission en font. En l'occurrence ce terme est polysémique mais trouve toutefois un espace de cohérence et une certaine stabilité. Tout d'abord, comme l'a rappelé R4 et comme le soulignent certains écrits [11], [260], [308], [315], la Ville Intelligente est au départ une proposition industrielle et technique. Elle trouve son origine dans l'utilisation de l'Anglais « *Smart* » pour désigner certaines réalités politiques plus ou moins floues comme le *Smart growth* en 1992 au cours d'une conférence de l'ONU (Organisation des Nations Unies). C'est ensuite la fondation Bill Clinton qui demande d'abord à Cisco (puis Microsoft emboîtera le pas) de rendre les villes plus « *Smart* » notamment pour faire face à la surpopulation et aux problèmes environnementaux. L'espace public devient une ressource pour les agents économiques et ces derniers deviennent une solution pour les problématique politiques.

Ce lien originel entre « développement durable » et « croissance urbaine » inscrit, dès son origine, la Ville Intelligente dans cet héritage d'une réponse technique à une problématique socio-politique et environnementale. Tous les discours convergent vers la conscientisation de cet élément dans la construction de la « Ville Intelligente ». Précisons qu'il nous paraît cohérent de penser que les récits sont équivalents, que l'on parle de « Ville intelligente », de « *Smart City* », de « révolution numérique », de « ville régénérative » « d'urbanisme 3.0 » ou d'autres termes. L'on reste toujours dans une vision, certes techniciste, de l'objet ville et de ce qui paraît possible d'en faire, mais également dans une réflexion qui ne se berce pas d'illusions et intègre toutes les critiques que l'on pourrait lui porter. **La fable possède donc deux facettes, la première est celle « lisse » d'un espace urbain modélisable, « personnifiable » et même solvable selon une analogie avec un système technique. La seconde « lissée » prend acte des remarques qu'il est possible de faire à son encontre et s'en nourrit dans un discours critique présent au sein même de la réflexion.**

³⁸⁰ Entendu au sens de « production de richesse », « échange marchand » ou « fourniture de service ».

D'un point de vue épistémologique, la Ville Intelligente est donc à relier avec l'œuvre de Boltanski, comme nous l'expliquions dans le Chapitre 3.1. En effet, elle est une sorte de « projet ultime » avec pour problématique : les politiques environnementales de l'habitat urbain et rejoint alors la « Cité par projets » évoquée précédemment. Également le terme semble se chercher une existence « hégémonique » en intégrant les critiques qui lui sont faites et rappelle en cela le « système économique » dans lequel il s'inscrit, à savoir le capitalisme [52]. Ceci fait écho avec les origines étatsuniennes de la Ville Intelligente en tant que « proposition industrielle » évoquées plus haut. La « technologie numérique », dans le contexte de l'espace public, se met donc au service du manager « faiseur de réseaux » et ouvre la voie à des récits nouveaux dans un espace politique apaisé. Il s'agit là de la « dépolitisation » des projets *Smart* et de leur utilisation à d'autres fins [315], [316], d'ailleurs évoquées par P2 au cours des entretiens.

D'un point de vue sociologique, les acteurs de cette transformation, les « managers faiseurs de réseaux » se saisissent du vocable avec une impressionnante conscientisation de ses éventuels paradoxes. Il est utile de le redire « personne n'est dupe » des impensés de la technologie numérique comme outils résolvant les problématiques sociales et environnementales. De même, la dépolitisation de ces problématiques est un reproche souvent avancé par les informateurs et informatrices, qui assurent en avoir une pleine conscience. La fable est donc « lissée » mais également critique et agit comme une « illusion sociale » partagée et conscientisée. **Il s'agit alors d'un objet sociologique bien particulier : la « Ville Intelligente » est un *illusio*, terme emprunté à Pierre Bourdieu [319], soit une manière de réfuter l'utilitarisme des acteurs rationnels. En somme, les acteurs sont mus par des représentations de qui fait l'utile plus que par l'utile en tant que tel, sans toutefois qu'ils soient dupes de cette différence.**

L'idée de considérer la Ville Intelligente comme une forme d'*illusio* nous vient d'un article de Paul Costey qui proposait une application de ce concept dans le champ académique [320]. Il en proposait, dans son cadre d'étude, la définition suivante : « *Puisque l'engagement impose de laisser en suspens certaines croyances, d'adhérer de manière aveugle à des principes, l'illusion serait la condition de celui-ci et viendrait en retour conforter cet investissement.* » [320]. Pierre Bourdieu le reliait à une théorie du « jeu » qui est supposé donner une image approximative du fonctionnement d'un « champ social »³⁸¹. Dans le « jeu », il existe donc des règles qui constituent à la fois des contraintes et des ressources pour les différents acteurs. Dans ce référentiel de pensée, le concept d'*illusio* peut se définir comme suit : « *« L'illusio » c'est « le fait d'être pris au jeu, pris par le jeu, de croire que le jeu en vaut la chandelle, ou pour dire les choses simplement, que ça vaut la peine de jouer »* [321].

On pourrait également parler de l'*illusio* comme « *ce qui est perçu comme évidence et qui apparaît comme illusion à celui qui ne participe pas de cette évidence* » [321]. Ainsi l'*illusio* est évident de manière interne et illusoire de manière externe et permet de « *suspendre l'intérêt* » [319] afin de mieux se prêter au jeu. C'est cela qui ressort de la totalité des entretiens effectués, les termes analogues à la Ville Intelligente sont validés, critiqués et discutés mais jamais considérés comme vains ou illusoire. Plus encore, le vocabulaire associé à la *Smart City* ne nécessite jamais d'explications, tout le monde sait de quoi on parle même s'il peut être plus complexe d'en construire une explication pédagogique (à destination d'une personne extérieure).

C'est cela, la Ville Intelligente/*Smart City*, un *illusio* au sens bourdieusien du terme, une manière conscientisée de suspendre l'intérêt et de poursuivre un but commun. En l'occurrence la solvabilité des problématiques de concentration urbaine par un recours à une proposition industrielle en lien avec les technologies numériques. Avec la conscientisation vient la politisation et si chaque acteur prend acte de cet aspect, personne n'est alors dupe des éventuels paradoxes. Au contraire, ceux-ci sont intégrés au processus et servent une organisation sociale, un « jeu » au sens de Pierre Bourdieu.

³⁸¹ Le « champ social » est une notion qui suppose un microcosme social avec ses règles propres et une fin spécifique. Champ sportif, champ artistique, champ médical ou champ académique sont autant d'exemples de microcosmes identifiables.

Mais alors, quelle est la place de l'éclairage public dans ce jeu ? En quoi cet objet urbain, sa technicité (vue en Partie 1) et son historicité (vue en Partie 2) peuvent-ils avoir un rôle à jouer dans ce contexte sociotechnique ? C'est sur cette question que se penchera la prochaine partie de la thèse, en prenant appui sur les connaissances accumulées des deux premières parties et les opportunités de réflexion de cette troisième partie. La rédaction qui suivra a pour objectif d'inscrire l'objet « éclairage public » dans un processus de mutation urbaine en cours : le récit de la Ville Intelligente parisienne.

SYNTHESE DE LA TROISIEME PARTIE

La troisième partie de cette thèse a pour but de répondre à des questionnements que ni le génie urbain, ni l'histoire des techniques n'étaient en mesure d'aborder de manière complète. Il s'agissait de la représentation sociale de l'urbain et de ses techniques auprès des acteurs à qui en incombe la gestion, l'entretien et les innovations. Cette représentation s'opérait autour d'un terme souvent associé à l'éclairage public dans son acception actuelle, celui de « Ville Intelligente » ou « *Smart City* » et qui peut désigner une multitude de réalités en fonction du contexte. Un point commun à toutes ces réalités reste l'irruption des technologies numériques dans l'espace urbain et auprès de ses infrastructures.

Une étude bibliographique nous a permis de constater l'existence de ce domaine d'étude sur le plan académique, notamment en urbanisme et dans ce qui pourrait s'apparenter aux *Urban Studies* outre-Atlantique. Nous avons classé de manière critique les écrits consultés et en avons proposé une vision globale, une vision qui aborde le sujet de la Ville Intelligente sur un large plan et qui permet donc d'envisager son application à l'éclairage public et, mieux encore, à son expression sur le territoire parisien.

Une fois l'état de l'art terminé, nous avons débuté ce qui constitue le *corpus* de cette partie, à savoir la série d'entretiens sociologiques et leurs analyses croisées. Ces entretiens, justement, sont entièrement consultables en Annexe 17, les ouvrages ayant servi à leur conception ayant été explicités dans une courte bibliographie et les questionnaires construits étant reproduits en Annexe 15 et Annexe 16. Afin de présenter nos résultats, nous avons débuté par la production de trois tableaux reprenant les informations des différents informateurs et informatrices et les « résumés comparatifs » des entretiens selon les deux méthodologies proposées précédemment.

Suite à cela, le contenu du discours a pu être extrait et étudié et nous oriente vers la considération des termes « Ville Intelligente », « *Smart City* » ou « Ville numérique » comme un *illusio*. Un objet sociologique qui permet aux différents acteurs de poursuivre un but commun mais flou, tout en respectant les « règles du jeu » et sans être pour autant dupes de ce flou. Ceci nous permet d'emblée d'écarter toute définition « clefs en main » des termes étudiées ici, tant ils sont des objets sociaux dépendants des interactions entre acteurs.

Justement, en fournissant un cadre précis et défini, il pourra alors être possible de comprendre en quoi ce terme de « Ville Intelligente » peut influencer sur le réel. Plus précisément sur le réel du réseau d'éclairage public parisien. C'est de cela qu'il sera question dans la quatrième et dernière partie de cette thèse.

PARTIE 4 – L’ÉCLAIRAGE PUBLIC PARISIEN, UN VECTEUR DE CONSTRUCTION DE LA VILLE INTELLIGENTE ? UNE REFLEXION PAR LES NOUVEAUX USAGES.

INTRODUCTION DE LA PARTIE 4

Cette quatrième et dernière partie doit se comprendre comme la combinaison des précédentes, d’un point de vue temporel et surtout réflexif. En effet, la Partie 1 était le cadre d’analyse nécessaire à cette réflexion sur le réseau d’éclairage public, nous fournissant des outils à même de comprendre notre objet d’étude. Ceci permettant à la **Partie 2 de construire une compréhension des mutations urbaines passées** et de la manière avec laquelle celles-ci pouvait prendre la forme d’une chronologie axée sur le réseau, sa technique et sa gestion. **La Partie 3, pour sa part, s’intéressait plus particulièrement à la compréhension des représentations des mutations urbaines futures** et de la manière avec laquelle ces représentations pouvaient être étudiées grâce à la sociologie et mises en lien avec le réseau d’éclairage.

Prenant acte des connaissances sur le passé et de la théorie sur le futur, la Partie 4 vise à comprendre les trajectoires actuelles du réseau d’éclairage public. Celle-ci ne prendra pas la forme d’une prospective, qui nous paraît un exercice inadapté à nos recherches. Nous nous pencherons donc plutôt sur les nouveaux usages du réseau d’éclairage public parisien au travers, d’une part, de réalisations opérationnelles et d’autre part d’une analyse de ce qui pourrait constituer un exemple d’utilisation de la donnée [250] dans une optique de Ville Intelligente.

Les réalisations opérationnelles, tout d’abord, sont une collection non exhaustive de nouveaux usages existants sur le territoire parisien. A notre sens, ils s’inscrivent pleinement dans les représentations présentées en Partie 3 et dans le temps long des modifications infrastructurelles présentées en Partie 2. Elles seront présentées en plusieurs catégories tout le long du sous-chapitre 4.1.1. La partie sur la donnée, quant à elle, consiste en l’analyse de notre participation à un projet mené sous l’égide de la Ville de Paris et se nommant *Data City*, au sous-chapitre 4.1.2. Il sera notamment question d’y analyser les tenants et les aboutissants de ce projet, illustrant un jeu d’acteurs inédit qui correspond, nous l’analysons comme tel, aux nouvelles représentations de la Ville Intelligente³⁸².

Précisons que ces deux sous-chapitres peuvent trouver un prélude bibliographique en Annexe 18, qui explique la démarche scientifique à l’origine de ces réflexions. Cette annexe permet notamment de comprendre en quoi les trois premières parties de la thèse, se concentrant sur l’analyse, diffèrent de cette Partie 4, se concentrant sur la description opérationnelle.

Le dernier Chapitre nous permettra enfin de réellement prendre position sur la place de ces nouvelles transformations dans le temps long des réseaux techniques urbains. Plus particulièrement sur la manière avec laquelle la ville numérique pourra être envisagée comme une mutation urbaine contemporaine, dans la lignée des précédente.

³⁸² Voir Partie 3 pour plus de détails sur ces représentations.

CHAPITRE 4.1 – ACTIONS DU RESEAU D’ECLAIRAGE PUBLIC ET DE LA VILLE INTELLIGENTE A PARIS

SOUS-CHAPITRE 4.1.1 – ANALYSES OPERATIONNELLES SUR L’INFRASTRUCTURE DU RESEAU

A partir des définitions précédemment arrêtées il est tout à fait possible de dresser une liste des caractéristiques qui « conditionnent » un élément ou système technique comme relevant d’une optique de construction de la ville intelligente. La Partie 1 nous ayant notamment renseigné sur la nature d’une « réseau d’éclairage public » en tant qu’objet urbain et la Partie 2 ayant été encore plus précise sur la modalité que prenait ce réseau sur le territoire parisien. Toute réalisation opérationnelle devra donc être incluse dans ce qui est la forme moderne de ce « réseau d’éclairage public parisien ». La Partie 3 nous a, quant à elle, permis de comprendre en quoi la ville intelligente était, au sens sociologique, un *illusio*, soit une proposition technique autant qu’une motivation commune, au service de la résolution des problématiques urbaines.

C’est de cette manière que nous pouvons établir une « liste » des réalisations opérationnelles et proposer une analyse de celles-ci. Ces réalisations ne pourront, ontologiquement, être exhaustives car elles ne représentent qu’un échantillon observable pendant une période donnée (entre 2017 et 2021) et cantonné à une localité précise (la ville de Paris). Cependant, en proposer une classification permet la création d’un référentiel servant à mieux comprendre en quoi ces actions peuvent représenter une direction potentielle que pourrait prendre ces « nouveaux usages » en lien avec la Ville Intelligente.

LA TELEGESTION

Il a déjà été question, en Partie 2, du système de télégestion présent sur le réseau d’éclairage public parisien. **Ce dernier se définit comme l’ensemble des techniques permettant un contrôle « à distance » de l’éclairage public parisien. Ce contrôle passe en premier lieu par l’allumage et l’extinction des points lumineux, point central du contrôle de l’éclairage public : « un interrupteur pour deux-cent milles points lumineux » en quelque sorte.** Avec toute la complexité qu’un tel nombre de lumières implique. Pour plus d’informations concernant l’histoire technique de cet objet fondamentalement lié au réseau d’éclairage parisien, nous renvoyons au dernier chapitre de la Partie 2.

Afin de compléter l’analyse infrastructurelle de la Partie 2, nous proposons ici une analyse de son fonctionnement. Celle-ci permet, de manière très triviale, de comprendre l’organisation à la fois informatique et contractuelle (entre les différents acteurs gérant et produisant ce système de télégestion). Notons que les informations présentées ici proviennent des documents internes à l’opérateur d’éclairage public et plus précisément d’un rapport intitulé « Système d’asservissement. Présentation fonctionnelle et technique »³⁸³. L’occasion de préciser que le vocabulaire interne de l’entreprise gestionnaire utilise le terme « d’asservissement » qui équivaut au terme « télégestion ». Le choix de ce dernier nous a paru plus parlant, en plus de dissiper toute confusion éventuelle avec le concept « d’asservissement » en science de l’automatique³⁸⁴.

La télégestion, donc, fonctionne selon une architecture de serveur et de scripts, lesquels ayant pour utilité d’automatiser l’allumage ou l’extinction des points lumineux, ceci en fonction de paramètres environnementaux. Le paramètre principal étant la luminosité, laquelle est mesurée par des capteurs optiques répartis sur le territoire parisien. La Figure 92 propose un logigramme décrivant le fonctionnement de la

³⁸³ « Guide fonctionnelle et technique de l’asservissement de l’éclairage public parisien. » de Zeynel Acun, Alexis Abdelmoula et Guilhem David (7 septembre 2018, Evesa).

³⁸⁴ Même si, de fait, il est possible de rapprocher l’asservissement du système d’éclairage à une forme de théorie de l’automatique.

télégestion et à propos duquel nous devons fournir les clefs de compréhension des différents termes. Nous reprenons donc la numérotation proposée dans la figure ci-dessous.

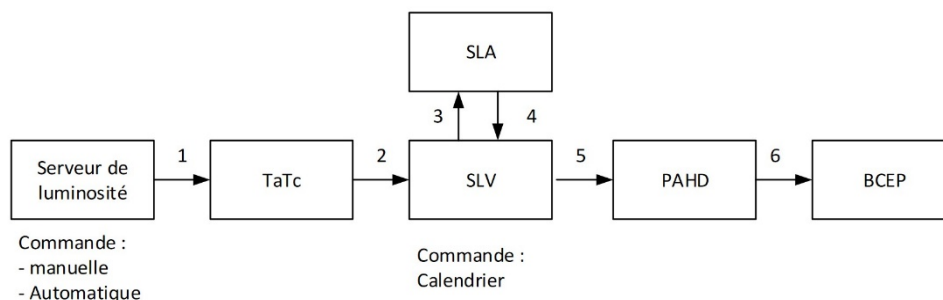


Figure 92 - Logigramme de fonctionnement du système de télégestion (ou d'asservissement) du réseau d'éclairage public parisien.

1. Le « Serveur de luminosité » est un serveur informatique³⁸⁵ ayant pour utilité de faire le lien entre les mesures de luminosités et les contraintes (à partir de quel seuil allumer), avant de fournir l'instruction idoine au TaTc³⁸⁶ ;
2. Le TaTc est un « script python », soit un algorithme qui calcule les temps d'allumage et d'extinction en fonction des informations précédentes, il « horodate ». Il envoie alors les temps d'allumage et d'extinction directement au serveur ;
3. SLV (*Street Light Vision*) est une interface logicielle recevant ces instructions et instruisant la jonction entre les informations de luminosité précédentes (TaTc), un autre serveur et les infrastructures physiques. Cette interface logicielle est fondamentale pour l'architecture réseau ;
4. SLA (*Street Light Adapter*) est le maillon suivant, il fournit (après réception de la demande) au SLV les adresses réseaux des équipements concernés par les temps d'allumage ;
5. Une fois les précédentes actions effectuées, les PAHD (Point d'Accès Haut Débit)³⁸⁷ sont prêts à recevoir les calendriers à jour des allumages et extinction, en « haut débit » justement ;
6. Au final l'information est transmise par signal radio (bas débit) aux BCEP (Boîtiers de Contrôle de l'Éclairage Public) qui commandent alors l'allumage et l'extinction des points lumineux qu'ils ont à leur charge³⁸⁸.

Les mentions « commande manuelle », « commande automatique » et « commande calendrier » indiquent les modalités de commandes qui existent en sus de celles présentées ici. La « manuelle » indique donc qu'en plus de la luminosité, il est possible de « forcer » l'allumage et l'extinction en la demandant directement au serveur. Cette architecture de l'information représente plusieurs choses sur le plan urbanistique. D'une part il s'agit d'une émancipation vis-à-vis de l'ancien gestionnaire, EDF, qui utilisait un système en lien avec son réseau de distribution d'électricité (voir Partie 2). **Au-delà de ça, il s'agit aussi d'un changement technologique majeur, illustrant le passage d'un système « analogique » (fonctionnant directement avec des variations**

³⁸⁵ Donc un dispositif informatique offrant un « service », d'accès à des informations par exemple.

³⁸⁶ Textuellement « Temps atteint Temps commutation », désigne le moment où 80% des capteurs de luminosité ont « atteint » le moment auquel un allumage ou une extinction est nécessaire et le temps de « commutation » soit d'allumage/extinction idoine.

³⁸⁷ Voir le dernier chapitre de la Partie 2 pour plus d'informations sur le rôle des PAHD.

³⁸⁸ Idem.

du courant électrique, donc des valeurs continues) à un système « numérique », dans lequel l'information est codée par des variables numériques.

Plusieurs possibilités apparaissent avec un tel système, l'une d'entre elles étant de facilement « reproduire » les informations numériques, facilitant la capacité de contrôle que l'on possède sur le système et la représentation de celui-ci. **C'est cela qui peut être entendu autour de l'expression (parfois galvaudée) « révolution numérique », une complexification des informations au service d'une simplification de l'exécution.** Ce changement concerne ici l'architecture de télégestion mais est à mettre en lien direct avec le celui de la technologie LED [98] abordé en Partie 2 et avec les nouvelles représentations sociales que ces technologies induisent, abordées en Partie 3. Ce nouveau paradigme de gestion des infrastructures implique de nouveaux usages et même certains écueils que nous décrirons dans les prochains sous-chapitres.

LA DETECTION DE PRESENCE

Parmi les nouveaux usages, un des premiers et peut-être un des plus évidents réside dans ce que le vocabulaire opérationnel nomme la « détection de présence ». Soit la gradation du flux lumineux en fonction d'une information extérieure, qui en général réside en la présence, ou pas, d'un usager sur la voie publique. Ce dont il sera question dans ce sous-chapitre est donc une gradation depuis un fonctionnement réduit, « sans usager » jusqu'à un fonctionnement « classique » avec usager.

Ce fonctionnement est illustré en Figure 93 sous la forme d'un logigramme schématisant le déroulement d'un éventuel algorithme³⁸⁹. Sans information extérieure, la lumière fonctionnerait automatiquement à 33%, considérant qu'une faible luminosité remplit la fonction de « balisage » nécessaire à distance [28] (dont nous avons parlé en Partie 1). Le fait de faire fonctionner le luminaire à un tiers de sa puissance étant une manière de respecter la doctrine parisienne, imposant un éclairage minimum même en cas de non-présence humaine. Ce logigramme et l'ensemble du fonctionnement étant issus d'une réflexion en interne à l'opérateur du réseau d'éclairage public en 2018³⁹⁰.

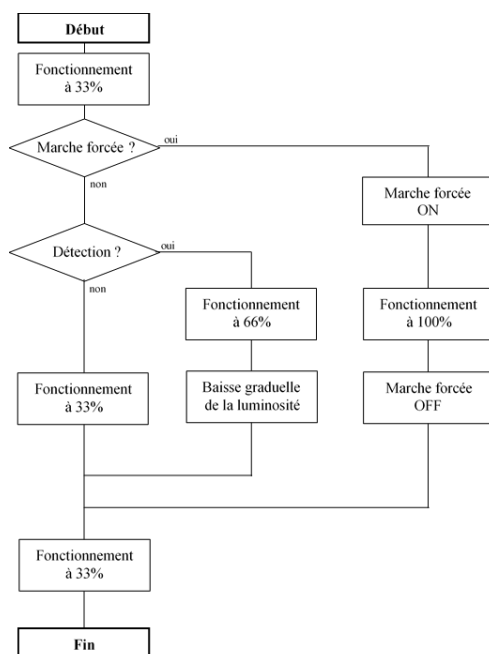


Figure 93 - Logigramme de fonctionnement de la "détection de présence". Issu de la documentation technique d'Evesa.

³⁸⁹ Ce dernier commandera le niveau de luminosité émis par le luminaire en fonction des informations qu'il possède.

³⁹⁰ « Note technique. Projet rue Antoine Bourdelle », Evesa, 2018.

Dans un premier temps, le flux lumineux peut subir une « marche forcée », qui est une opération manuelle qui permet de contrecarrer le système de gradation. Si ce dernier est défectueux ou en cas d'évènement exceptionnel, il est donc possible de faire basculer l'éclairage vers un régime « classique » à 100% du flux lumineux. Vient ensuite le cas de la « détection », si le système n'a pas enregistré de « marche forcée », il a alors la possibilité de continuer sur son fonctionnement à 33% en cas de non-détection ou bien de passer sur un fonctionnement graduel (justement) jusqu'à atteindre les 66%. Dans la zone où ce système a été testée, il a été établi qu'un fonctionnement à 100% était inutile, tant le ressenti dépend de l'environnement de l'utilisateur.

Afin de fournir l'information de présence (ou non) d'un usager, des capteurs de mouvement ou de détection sont inclus dans la rue ou au sommet des mâts³⁹¹. La montée et la baisse graduelle de la luminosité ainsi que la position des capteurs ont d'ailleurs été pensée pour fournir l'illusion d'un éclairage constant de la voie publique et ne pas impacter le confort visuel de l'utilisateur. **Cette réalisation opérationnelle est un exemple très illustratif de ce à quoi peut aspirer la Ville Intelligente. En passant d'une technologie analogique à une technologie numérique il est possible d'améliorer la qualité des informations collectées sur l'espace public, notamment la « détection de personnes » indispensable ici et rendue possible par un algorithme adossé à une caméra. Dans le cas présent, le réseau d'éclairage public sert de variable d'ajustement afin de modifier l'environnement urbain et s'inscrit dans une logique de réduction de la dépense énergétique, associée au développement durable.**

Notons cependant deux limites à ce système avant son éventuelle généralisation, les économies d'énergies étant contrebalancées sur deux plans.

- **Sur le plan économique**, par l'investissement et les coûts d'entretien du matériel nécessaire au fonctionnement de cette détection de présence. A savoir les caméras, le développement de l'algorithme et les composants numériques permettant une gradation de la lumière. Car si la technologie LED, comme vu en Partie 2, permet plus facilement un contrôle du flux lumineux, des investissements technologiques sont néanmoins nécessaires afin d'obtenir un système stable ;
- **Ensuite, sur le plan écologique**, les dépenses d'énergies baissent mais « l'énergie grise »³⁹² [322] augmente en parallèle. De tel sorte qu'il peut s'avérer compliquer de savoir si les bénéfices économiques de cette solution technique dépassent ses coûts.

La quantification de ces deux limites n'étant possible qu'aux termes d'une étude complète qui, à notre entendement, n'existe pas encore.

LES CAPTEURS, ETUDE DE CAS DES BORDS DE SEINE

En plus d'une utilisation dans une optique de gestion directe du flux lumineux, les « capteurs de présence » peuvent influencer l'environnement urbain de différentes manières. Ici nous proposons une étude de cas ayant valeur d'illustration, sur la manière avec laquelle le réseau d'éclairage public peut être utilisé en tant que vecteur de construction d'une « ville intelligente » (toujours selon la définition arrêtée en Partie 3). L'étude de cas en question se situe sur les « bords de Seine » à Paris et fait intervenir la problématique du nombre de personnes sur des « îlots flottants » situés sur le fleuve. L'idée étant de substituer à un laborieux comptage manuel, un automatique comptage numérique mis en place grâce au réseau d'éclairage public, ceci afin de limiter la quantité de personnes présentes sur ces îlots.

L'architecture de communication entre les différents éléments, visible en Figure 94 permet de se rendre compte de l'importance des TIC (Technologies d'Information et de Communication) dans la mise en place

³⁹¹ A ce propos, les capteurs peuvent être de différentes natures en fonction des besoins, *grosso modo* les capteurs de mouvement sont aussi sensibles aux mouvements environnants (animaux, vent, déchets, etc.) et les capteurs de détection sont des caméras possédant un algorithme de reconnaissance des formes en mouvement. Ces derniers sont logiquement plus onéreux.

³⁹² Soit l'énergie dépensée tout le long du cycle de vie des différents composants.

de ces nouvelles solutions. Les éléments dont il est question dans ce schéma peuvent être compris de manière directe de la façon suivante :

- Chaque passerelle permettant d'accéder à un îlot possède un poteau avec potence, permettant l'installation des capteurs présentés ci-dessous :
 - Les « capteurs Kara » désignent le type de capteurs utilisés, soit des caméras contenant un algorithme capable de confirmer l'entrée ou la sortie d'une personne sur un îlot ;
 - Le « Dash7 » est le nom du protocole (et sa fréquence associée) selon lequel les capteurs communiquent entre eux, afin de fonctionner comme un seul compteur ;
 - Le « Wi-Fi » correspond au protocole de communication entre les capteurs et la « borne Wi-Fi » puis entre cette borne et le « PC interface utilisateur » qui permet de recueillir les données et de les analyser. Tous ces éléments étant concentrés dans le « kiosque de sécurité » à proximité du lieu.

Notons que l'ensemble des informations recueillies ici proviennent de la documentation technique interne à l'opérateur d'éclairage public Evesa³⁹³.

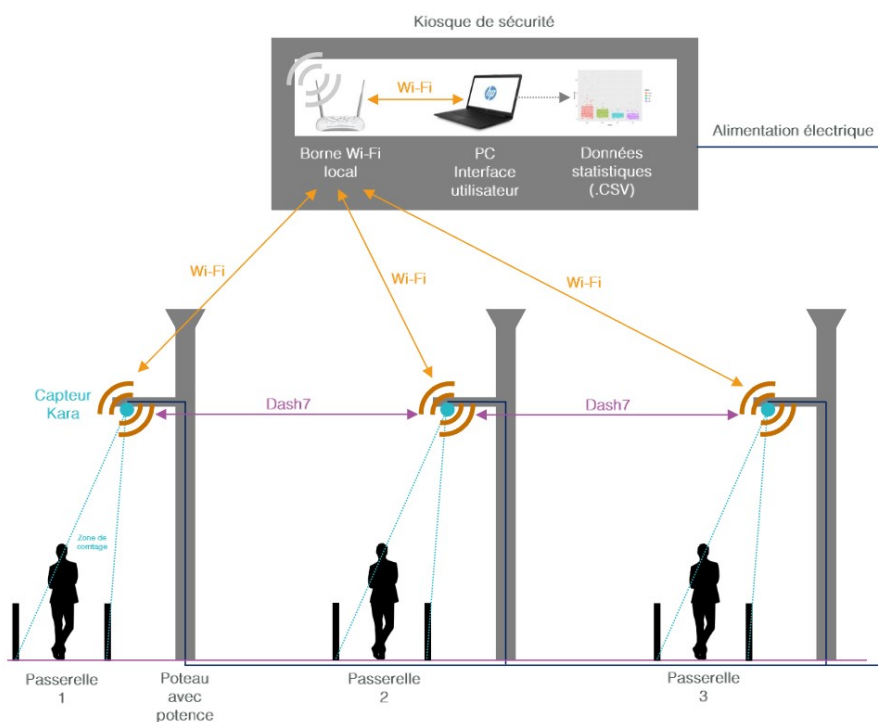


Figure 94 - Architecture de communication des éléments du système de capteurs en "berges de Seine"

En plus de cette représentation schématique, une vue aérienne du projet est visible en Figure 95. Sont mises en évidence les plateformes d'accès aux îlots (les double-flèches rouges), les capteurs (les points bleus), les zones de détection de ces derniers (les hachures rouges) et enfin le « poste de sécurité » (le triangle bleu). Cette installation technologique mettant en jeu les capteurs va donc au-delà de la fourniture du service

³⁹³ « Note technique de comptage, projet *Archipel des berges de Seine* », Mathieu Valette et Zeynel Acun, Evesa, 1^{er} mars 2019.

d'éclairage car elle s'émancipe même de l'infrastructure dédiée. Dans les faits, c'est la connaissance technique acquise par l'opérateur d'éclairage public qui a entraîné son implication. Les objets techniques et la mise en place de l'ensemble du système ayant été déjà étudiés dans le cadre de projets internes, uniquement axés sur l'éclairage, comme celui présenté au sous-chapitre précédent. **Ici, nous avons donc affaire à une réalisation technique pouvant se réclamer de la « Ville Intelligente » et ayant été coréalisée par des techniciens et des ingénieurs autrefois spécialisés dans l'éclairage public.**



Figure 95 - Archipel de plateformes en berges de Seine (en rouge les entrées, en hachurées les zones de détection, en bleu la position des capteurs, le triangle représente le poste de sécurité).

La diversité d'activité n'est pas une nouveauté, car les employés d'EDF des années 1960 à 1980 assuraient d'autres fonctions que l'éclairage, en lien avec la voie publique et les travaux. **Ici il s'agit cependant d'une évolution spécialisée et spécifique axée sur les TIC, ce qui nous apparait comme une autre modalité de l'utilisation du réseau d'éclairage public comme un « vecteur de construction » de la Ville Intelligente. Soit l'utilisation de l'expertise interne à un opérateur s'étant formé aux technologies de communication numérique sur son domaine et l'appliquant à d'autres fonctions.**

Si les TIC sont la « porte d'entrée » la plus évidente (presque) dans la conception et la construction de la Ville Intelligente (au sens de sa valeur représentative et de son pouvoir d'*illusio*), d'autres fonctions en lien avec l'éclairage public existent. Elles ne font d'ailleurs pas forcément appel à la lumière de manière directe mais aussi à l'infrastructure physique du réseau, comme le décrira le prochain sous-chapitre.

LE SUPPORT PHYSIQUE

Si la fonction première des mâts du réseau est de servir de support à la fourniture de lumière la nuit venue, il est possible d'en envisager d'autres utilisations, notamment en journée. Nous présenterons ici brièvement deux types de « solutions » (terme utilisé dans le milieu professionnel) existant à l'état d'études préalables au sein de l'opérateur d'éclairage public. Les deux « solutions » partageant une même caractéristique, celle de répondre aux besoins futurs de la ville de Paris en termes d'aménités permettant la lutte contre les canicules et les périodes de fortes chaleurs localisées associées [323]. Ces problématiques s'inscrivant dans « l'agenda » de la Ville de Paris pour les décennies à venir³⁹⁴ et visant à fournir un espace urbain vivable malgré les augmentations de température prévues.

La première « solution » se nomme la « brumisation » et implique d'imbriquer, dans des mats d'éclairage, des brumisateur. Soient des distributeur d'eau sous la forme de gouttelettes d'eau, celles-ci ayant la capacité de réduire la sensation de chaleur pour les usagers présents au moment de la diffusion. Le choix de l'infrastructure d'éclairage s'est effectué sur la base de sa présence sur l'ensemble de l'espace public. Cela nécessite donc une connexion avec le réseau de distribution d'eau potable de la ville, car la brumisation doit répondre à des critères sanitaires strictes et ne pas être stockée trop longtemps afin de limiter les risques de

³⁹⁴ « Plan climat de Paris. Vers une ville neutre et 100% énergies renouvelables. », Mairie de Paris, Direction des Espaces Verts et Environnement, Mai 2018, Paris.

contagion. S'il est possible que cette solution se voit un jour généralisée, les barrières à sa matérialisation semblent toutefois nombreuses et complexes à franchir. Au premier rang desquelles la connexion de deux réseaux (l'eau et l'éclairage public) jusque-là parfaitement étanches l'un à l'autre.

La seconde « solution » répond au nom de « végétalisation » et se caractérise par l'installation de « corolles végétales » afin d'apporter de l'ombre dans l'espace urbain. Les corolles végétales, en plus de l'ombre apportée, peuvent (sous certaines conditions) entraîner une diminution localisée de la chaleur en ville [323]. On peut alors parler d'un effet positif concernant les « îlots de chaleur urbains », bien que ce terme désigne une entité à échelle géographique de manière rigoureuse [323]. On peut observer une représentation de ces corolles en Figure 96, provenant de l'entreprise « *Urban Canopée* », elle-même en partenariat économique avec l'opérateur d'éclairage public de Paris au moment de la rédaction de cette thèse. Le « produit » ici présenté diffère de la végétalisation « classique » en ce qu'il propose une croissance plus importante sous la forme d'une plante grandissant autour d'une structure en matériaux composites.

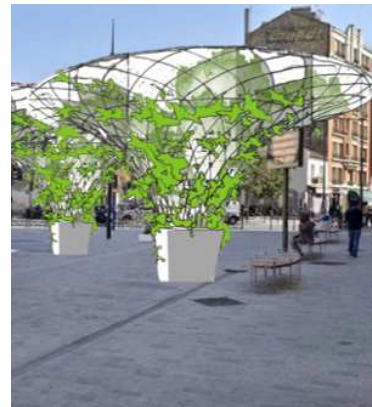


Figure 96 - Représentations des corolles végétales issues de l'entreprise *Urban Canopée*.

Afin de fournir à ces corolles une infrastructure présente partout dans l'espace public, l'idée de l'adosser au réseau d'éclairage public est apparue comme salvatrice dans le développement de cette aménité. On observe en Figure 97 une illustration numérique de ce à quoi une telle réalisation pourrait aboutir. Le mat d'éclairage (déjà présent dans l'espace public) permettant d'accueillir une végétation désirée sans nécessiter d'emprise supplémentaire au sol.



Figure 97 - Illustration numérique d'une corolle végétale entourant un mat d'éclairage

L'idée est donc, en somme, d'utiliser le réseau d'éclairage public afin de fournir de la lumière pendant la nuit et de l'ombre pendant la journée. Les objectifs de développement durable, les perspectives de futures hautes températures et le manque de place dans l'espace public ayant fait des mats de lampadaire des candidats potentiels pour cette nouvelle forme de végétation.

Dans ces deux « projets » ou « solutions », la représentation de la Ville Intelligente se déploie grâce au réseau physique d'éclairage public et en puisant dans le référentiel du « développement durable ». C'est donc le besoin de répondre à des problématiques nouvelles, connexes à l'écologie, qui a permis l'émergence de réalisations innovantes sur ce sujet. Nous retrouvons ici une de nos hypothèses de la Partie 3, l'émergence des technologies numériques se fait aussi par l'intermédiaire d'une volonté de produire une ville plus durable, à savoir à la fois plus sobre et plus à même de résister aux aléas climatiques liés à l'anthropocène [324]. Problématiques qui inspireront également le prochain sous-chapitre.

LA DISTRIBUTION D'ELECTRICITE

Les véhicules électriques et les infrastructures nécessaires à leur déploiement font partie des problématiques techniques les plus prégnantes concernant les projections futures des villes sur le sujet des transports. En ce sens, le passage d'une propulsion thermique associée à la distribution de carburant à une propulsion électrique associée à la distribution de courant change radicalement la manière d'envisager les réseaux urbains. Car, si la Ville de Paris prévoit de se passer de la plupart des véhicules thermiques d'ici 20 à 30 ans³⁹⁵, le réseau de distribution d'électricité n'a pas (encore) été conçu pour supporter la distribution de telles puissances.

Sans rentrer dans les détails de la distribution électrique³⁹⁶, il est utile de comprendre que les impératifs opérationnels imposent aux matériels de recharge des batteries de véhicules électriques des puissances que l'on peut considérer comme relativement « élevées ». En ce sens, il peut apparaître comme complexe et industriellement « lourd » de construire une autre infrastructure de distribution d'électricité dédiée aux batteries des véhicules électriques³⁹⁷. C'est là que l'idée d'utiliser le réseau de distribution d'électricité de l'éclairage public peut apparaître comme pertinente. Le réseau étant construit pour des technologies consommant (à l'origine) une plus faible puissance, il pourrait donc convenir à l'approvisionnement des véhicules à propulsion électrique, dont la quantité est amenée à augmenter.

Des entreprises du secteur du BTP proposent ainsi directement des produits industriels directement inspirés de cette idée d'utilisation annexe de l'électricité de l'éclairage. La Figure 98 offre un exemple de ce à quoi de telles bornes peuvent ressembler. Ces produits commerciaux sont vendus directement aux collectivités, avec une offre de service associée. Ici, le lien existant entre réseau d'éclairage public, représentation de la ville intelligente et développement durable semble couler de source. Soit l'utilisation des nouvelles technologies afin de permettre à une infrastructure ancienne de distribuer vertueusement de l'électricité, permettant la généralisation de véhicules non polluants. Seulement, ce solutionnisme technique, s'il a tout du « bon sens », n'est pas exempt d'écueils dans sa mise en place.

Car si le réseau d'éclairage public a été conçu pour de plus fortes puissances, il n'a cependant pas été conçu pour cette nouvelle utilisation. Ainsi la recharge d'une batterie de véhicule électrique s'effectue en continu et n'est donc pas forcément adapté à un réseau prévu pour des ponctions de courant alternatif. La « pollution » du réseau, dont le signal se verra entaché d'harmoniques [325], pourra avoir des conséquences de long terme comme son endommagement. Voire même des conséquences annexes comme la propagation de « courants

³⁹⁵ « Plan climat de Paris. Vers une ville neutre et 100% énergies renouvelables. », Mairie de Paris, Direction des Espaces Verts et Environnement, Mai 2018, Paris.

³⁹⁶ Ceci pour des raisons de segmentation disciplinaire, de légitimité et de moyens.

³⁹⁷ Il est possible de retrouver certaines de ces informations sous la forme de préconisations gouvernementales à cette adresse : <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/industrie/filieres/guide-de-preconisations-installation-des-recharges-pour-vehicules-electriques>.

vagabonds », pouvant endommager d'autres réseaux techniques. La présence de courant « compensateurs » sur les réseaux de distribution électrique classique permet de pallier ces problèmes.



Figure 98 - Borne "City Charge" installée sur un mat de lampadaire. Extrait d'une illustration de l'offre "Alizé" de Bouygues Energie & Services.

L'on constate donc que malgré une disponibilité technique apparente et des technologies adaptées, les réalisations issues de représentations de la Ville Intelligente ne s'émancipent guère de l'historicité du réseau. De plus, l'ajout de technologies peut complexifier un réseau au point de le rendre de plus en plus complexe à comprendre par une seule entité. En l'occurrence, la distribution d'électricité est une compétence exogène ne pouvant être assumée par un opérateur spécialisé uniquement dans la gestion de l'éclairage public. Il existe donc des limites au-delà desquelles les avantages de systèmes techniques ne compensent ni la complexité, ni le travail supplémentaire engendré. La connaissance de ces limites peut même être considérée, en soi, comme une réalisation pouvant se réclamer de la Ville Intelligente et qui sera le dernier sujet de ce chapitre.

L'EXTINCTION OU L'INTELLIGENCE PAR L'ABSENCE

L'éclairage public n'a pas toujours été pensé comme une distribution continue de lumière à destination de l'espace public du coucher au lever du soleil. Nous avons vu en Partie 2 que les horaires d'allumage et d'extinction à Paris prenaient autrefois en compte le « clair de lune » en réduisant, voire en mettant à l'arrêt, les lumières artificielles les soirs de pleine lune. En plus de conserver un « rapport cyclique » à la nuit [5], ce mode de fonctionnement permettait des économies substantielles en carburant et en main d'œuvre. Il n'a ensuite plus été nécessaire quand le réseau d'éclairage public incluait dans son infrastructure un système d'allumage et d'alimentation en gaz (puis en électricité) intégré³⁹⁸.

Cette prise en compte de l'obscurité dans l'aménagement lumière (pour ainsi dire) est une manière de gérer l'infrastructure qui peut se targuer d'une forme de représentation de la « Ville Intelligente ». Notamment car la baisse de luminosité de l'espace urbain s'inscrit dans deux modalités de ce que l'on pourrait appeler le « développement durable » [308], [326]. A savoir la réduction de la consommation énergétique et la prise en compte de la faune sauvage dans les choix d'aménagement du territoire. Également car l'idée même de pouvoir mieux « contrôler » une infrastructure est associée aux représentations évoquées en Partie 3.

Ainsi, si la Partie 1 nous expliquait ce que signifie le terme de pollution lumineuse et que la Partie 2 nous avait permis de comprendre comment le mesurer, nous inscrivons ici la réduction de cette pollution, au travers du contrôle du flux lumineux, dans une construction de la Ville Intelligente. Cette réduction de la pollution lumineuse peut s'envisager au travers d'une implication de la population locale, comme ce qui a

³⁹⁸ Il s'agit, pour rappel, de la forme dite du « système statique en proto-réseau » évoquée en Partie 1.

été fait à Nantes et rentre dans la catégorisation de « pédagogie de la sobriété lumineuse ». Cette dernière a d'ailleurs fait l'objet d'un travail de recherche [327].

Nous trouvons pertinent, pour notre part, de présenter des solutions proposées sous forme de cartographies par des élèves que nous avons encadrés³⁹⁹. **Ces solutions s'expriment selon deux modalités, la première étant la modalité économique** et s'observe en Figure 99 au travers d'une carte de « fréquentation » des espaces publics parisiens. On distingue les zones de fréquentation touristique en bleu, les zones de fréquentation parisienne en rouge et les ZTI (Zones Touristiques Internationales)⁴⁰⁰ en vert.

L'idée générale étant l'identification de zones dans lesquelles l'économie ne pâtirait pas d'une baisse de l'éclairage, ce dernier étant envisagé selon sa fonction de « mise en scène » [28]. L'obscurité peut même, ici, être envisagée comme un facteur de mise en valeur (allumage de certains monuments contrastant avec l'obscurité ambiante).

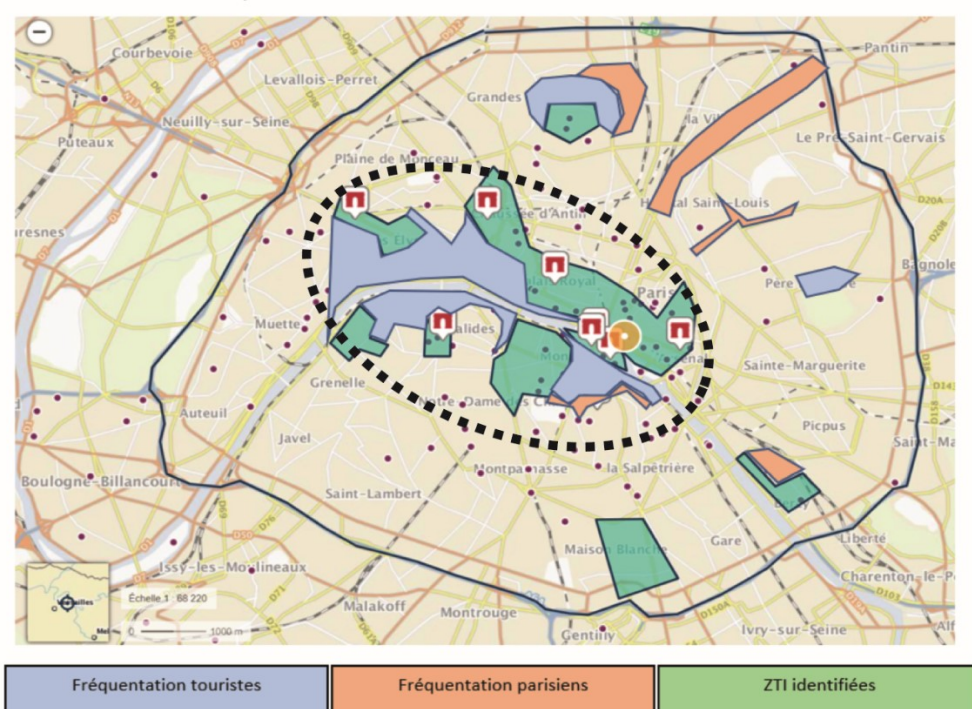


Figure 99 - Carte d'identification des zones de fréquentation principales de la ville de Paris.

La seconde modalité est celle associée aux conflits de l'espace public et plus particulièrement aux conflits existants entre les usagers et la faune nocturne. Nous renvoyons pour plus de détails à la thèse Julie Pauwels réalisée au Muséum national d'histoire naturel [328]. Nous avons déjà expliqué le concept de « trame noire » [149] dans la Partie 2, il s'agit ici d'un concept dérivé et très différent, celui de « tissu sombre », né dans le constat d'une impossibilité de mise en place d'une « trame » sur le territoire parisien.

³⁹⁹ Nous aimerions à ce propos remercier Zoé Carter-Lainé, Marie-Cécile de Parcevaux, Youssef Kaddioui et Guillaume Rohou du groupe « parcours d'extinction » ainsi que Marion Auriel, Jeanne Deniel, Anthony Vaitilingom et Lola Vanwormhoudt du groupe « Tissu Sombre » pour leur travail sérieux et leur permission de diffusion des résultats.

⁴⁰⁰ Zone spécifique surtout au regard du droit du travail français, dans laquelle les employeurs peuvent déroger au repos dominical des employés, dans des cas particuliers en lien avec l'économie du tourisme.

La Figure 100 nous montre l'étude préliminaire nécessaire à la mise en place de cette solution, dans laquelle apparaît (à gauche) les zones de « conflits » du 19^{ème} arrondissement en rouge. Soient les zones où la faune et les activités humaines ont des besoins conflictuels en termes de luminosité. A droite de cette figure, on observe une carte du même arrondissement qui présente les « points lumineux » de l'éclairage public parisien.

C'est à partir de ce matériau cartographique qu'il devient possible de concevoir la Figure 101 proposant une réduction drastique de la quantité de « points lumineux ». Les deux cartes correspondent dans l'ordre au début de soirée (parcs et stations de Métro ouvert(e)s) et à la fin de soirée (parcs et stations de Métro fermé(e)s). Cette étude cartographique sous la forme de conflits offre une nouvelle perspective de l'espace nocturne, lequel n'est pas forcément un objet à éclairer de manière uniforme.

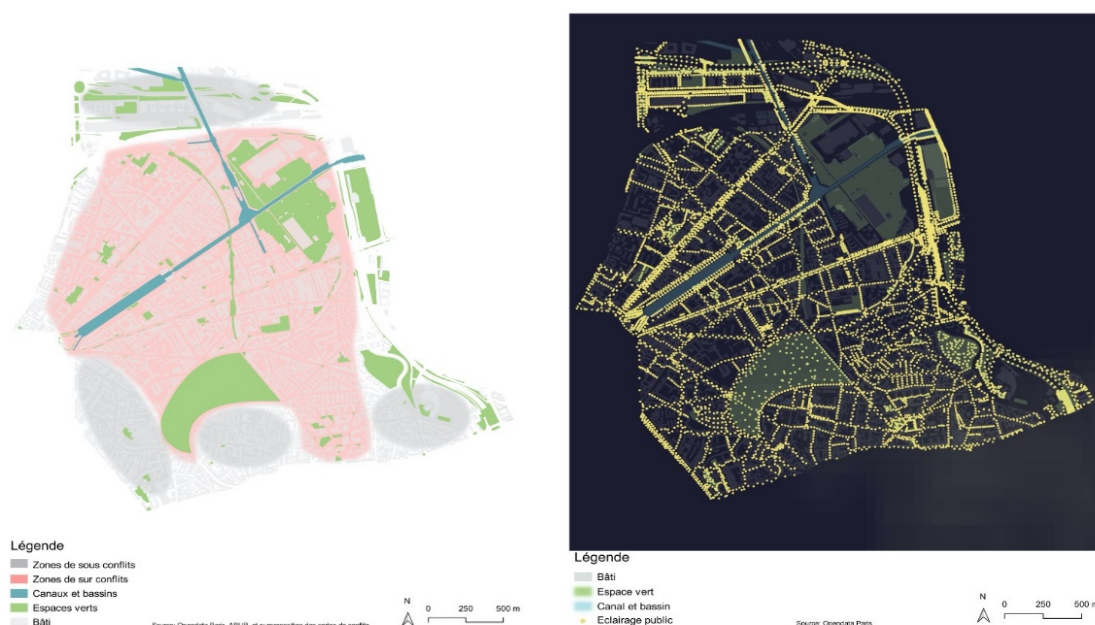


Figure 100 - Carte des conflits (à gauche) et carte des points lumineux de l'éclairage public (à droite) dans le 19ème arrondissement de Paris.

Il est possible d'objecter que cette manière d'envisager l'éclairage public par son extinction possède des impensées et de nombreux écueils. L'association de la lumière artificielle à la sécurité nocturne, par ailleurs très controversée [30], est par exemple un frein à de nombreux changements. Ensuite, comme il en a été question en Partie 2, une grande partie de l'éclairage urbain relève d'acteurs privés et une baisse de la quantité de points publics n'entraînera donc pas directement une baisse de la lumière ambiante.

Toutefois, il nous paraissait pertinent de présenter ici des pistes de développement opérationnel en direction d'une gestion très différenciée de l'espace public nocturne. **Dans cette optique, l'éclairage public est donc pensé comme un outil au service de la construction d'une ville « plus intelligente » car répondant à des exigences issues de nouvelles représentations⁴⁰¹. La question de la légitimité de ces représentations peut**

⁴⁰¹ Qui ont été mises en évidence dans l'étude sociologique en Partie 3.

toutefois être d'emblée posée, tant l'injonction à l'innovation et à la « trouvaille révolutionnaire »⁴⁰² semble jalonner ces différentes réalisations opérationnelles.

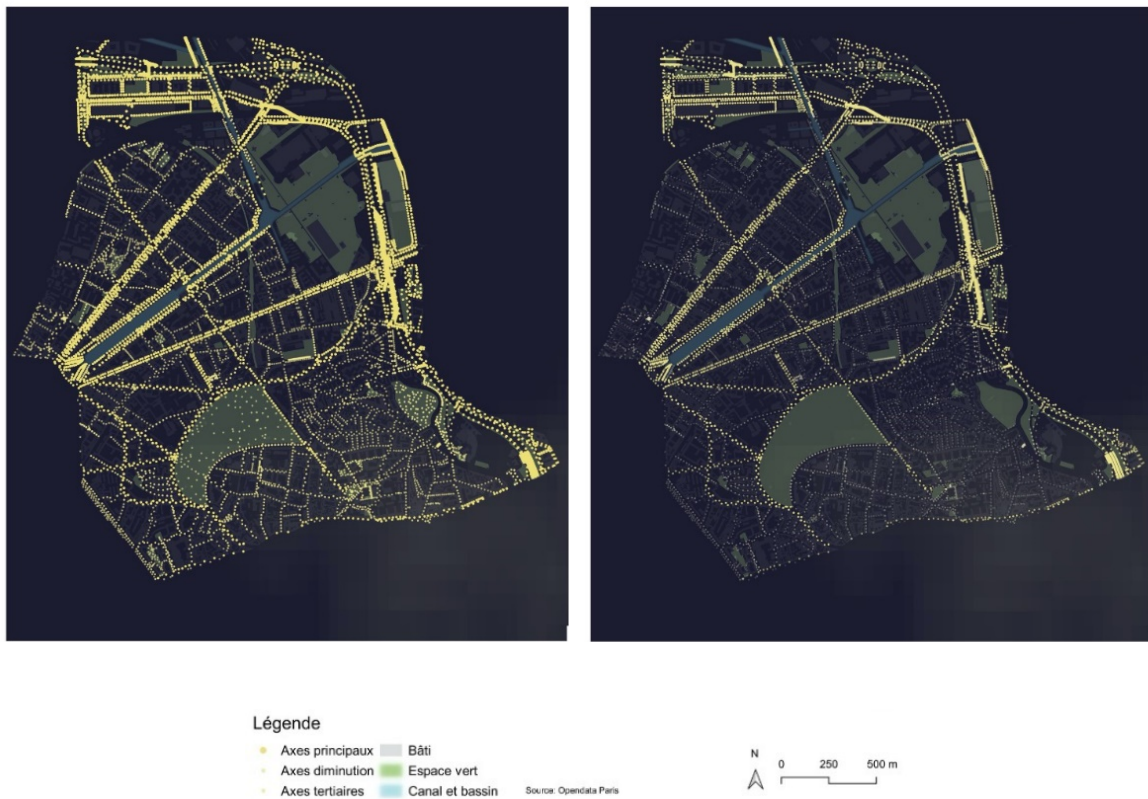


Figure 101 - Propositions de modification du "plan lumière" du 19^{ème} arrondissement suite à étude de la cartographie des conflits. En début de soirée (à gauche) et en pleine nuit (à droite).

De plus le rajout constant de nouveaux acteurs et de nouveaux outils techniques peut avoir, pour effet pervers, de complexifier le système au point de le rendre plus difficilement compréhensible par un même acteur ou groupe d'acteurs. C'est ce qu'on appelle « l'effet boîte noire » ou le « *Black Box effect* » [257], [258] ou plus précisément lorsque des « intermédiaires d'intermédiaires » se substituent aux compétences internes, elles-mêmes dépassées par un spectre opérationnel tant élargi.

TABLEAU RECAPITULATIF DES REALISATIONS INFRASTRUCTURELLES

En guise de conclusion à ce sous-chapitre, nous proposons le Tableau 16 qui reprend les descriptions des nouveaux usages évoquées précédemment ainsi que leur caractère innovant et leurs principales limites. Dans le prochain sous-chapitre nous nous intéresserons à un autre aspect de la Ville Intelligente par le biais du réseau d'éclairage public, celui de la production et de l'utilisation de la donnée.

⁴⁰² *Idem.*

Tableau 16 - Récapitulatif des nouveaux usages de l'éclairage public

Réalisation	Description	Innovation	Limites et difficultés
Télégestion	Contrôle à distance de l'allumage et de l'extinction de l'éclairage public	Permet un contrôle en temps réel grâce à un réseau radio bas débit	L'architecture physique des boîtiers est fortement liée à celle de l'éclairage
Détection de présence	Adaptation de l'éclairage à la présence ou à la non-présence humaine	Rompent avec la logique du flux continu de lumière	Des économies (d'énergie et de fonds) contrebalancées par un coût très important
Capteurs	Utilisation des technologies numériques afin de mesurer une information dans l'espace public	Le maillage du réseau doit permettre d'installer des capteurs partout où on le désire	Des technologies parfois chères et complexes à entretenir
Support physique	Utilisation du mât des lampadaires afin d'installer des aménités	Permet des installations dans l'espace public sans engager trop de travaux	Des contraintes importantes afin de permettre une utilisation et un entretien des luminaires
Distribution électrique	Branchement au réseau d'éclairage afin de distribuer de l'énergie électrique, en particulier aux véhicules motorisés	Devrait permettre une multiplication des points de recharge pour véhicules électriques à partir d'un réseau déjà installé	Le réseau d'éclairage n'a pas été conçu pour une distribution électrique de ce type entraînant une pollution du signal sinusoïdal notamment
Extinction	Maintenir éteintes des portions du réseau d'éclairage	Prend acte du caractère non essentiel de certains éclairages afin de penser différemment l'espace nocturne	Applicable uniquement en certains points bien spécifiques

SOUS-CHAPITRE 4.1.2 – ANALYSES OPERATIONNELLES SUR LA GESTION DE LA DONNEE EN LIEN AVEC LE RESEAU

PRESENTATION DU TERRAIN *DATA*CITY

« L'expérience », le « projet » ou « le *challenge* » *DataCity* peut être décrit comme une mise en commun de ressources, de force de travail et de données dans un but productif n'étant pas préalablement défini. Cette proposition économique s'effectue sous l'égide de la Ville de Paris qui en délègue l'organisation à un organisme privé, l'entreprise Numa. Cette dernière est un nouveau type d'acteur dans l'organisation de la Ville Intelligente, il s'agit d'une « plateforme » [250], soit un intermédiaire nécessaire à une activité économique innovante. Si l'on désire décrire en quoi consiste le programme de cette plateforme, il est possible de citer directement le site de la Mairie de Paris⁴⁰³, à la rubrique abordant le sujet :

« La mairie de Paris, en partenariat avec NUMA, met ses données au service de ses objectifs environnementaux, sociaux et économiques, dans le cadre de la troisième édition de *DataCity Paris*, un programme d'innovation ouverte et multipartenaires. Comment utiliser ces données ? Pour quelles applications et quels secteurs ? Sur *Idee.paris*, participez à la définition des challenges de cette troisième saison ! »

Mairie de Paris - rubrique abordant le programme *DataCity* sur www.paris.fr⁴⁰³

⁴⁰³ <https://www.paris.fr/pages/datacity-paris-comment-utiliser-les-donnees-pour-resoudre-les-enjeux-urbains-5236>

Pour analyser plus en profondeur les tenants et les aboutissants de *DataCity*, il est possible de le décrire comme un travail collectif au cours duquel les objectifs seront définis. Le but poursuivi étant une innovation, d'ordre organisationnelle, servicielle ou technologique et dont la mise en place nécessite des ressources possédées par plusieurs acteurs. En parlant d'acteurs, l'établissement d'une liste des différentes typologies permettra de mieux comprendre les perspectives d'un tel programme.

- **La Ville de Paris**, qui joue le rôle d'organisateur principal de l'évènement ;
- **Numa**, l'entreprise délégataire qui assure l'organisation opérationnelle de l'évènement, soit l'invitation aux réunions, l'information par mails, l'animation des groupes de travail et la rédaction des rapports ;
- **Les participants ou « partenaires »**, qui sont des entreprises ayant le désir de mettre leurs ressources en commun afin de « produire » un travail innovant. Celles-ci peuvent encore être classées selon plusieurs catégories ;
 - Les entreprises du secteur BTP⁴⁰⁴, en grande majorité et qui ont (en général) un double intérêt dans leur présence. A la fois la perspective d'une innovation et la collaboration avec la Ville de Paris, client particulièrement important dans ce secteur. Ces opérateurs économiques peuvent être publics ou privés et s'occuper de travaux, bâtiments, réseaux techniques ou plusieurs éléments à la fois ;
 - Les entreprises du secteur financier ou bancaire, dont les données à disposition étaient la principale explication de leur présence ;
 - Les entreprises d'autres catégories (par exemple dans l'industrie du sport) et ayant un intérêt à participer à un projet économique en lien avec l'espace urbain.
- **Les entreprises fournissant la force de travail ou « startups sélectionnées »** qui seront, en dernier ressort, les organisations qui fourniront le travail par la conception d'un produit ou la production d'un algorithme. Précisons que le modèle économique particulier de *DataCity* ne prévoit pas de rémunération au sens propre mais que le travail s'effectue en échange d'une rétribution monétaire sous la forme d'une bourse.

La constitution du *challenge* suivait un cadre « flou » et donc libre qui passait par un mode de narration à accorder avec les ressources disponibles⁴⁰⁵. La Figure 102 présente les schémas explicatifs présents sur les plaquettes de communication. En plus de ces présentations succinctes, précisons que des rapports complets et des présentations orales aidaient à cerner les objectifs.

⁴⁰⁴ Bâtiment Travaux Publics.

⁴⁰⁵ L'opérateur du réseau d'éclairage public Evesa faisait partie de ces entreprises et il incombait au rédacteur de cette thèse d'assurer le suivi des activités *DataCity* pour l'année 2019. Ce travail peut être décrit comme celui d'un « chargé de projet » ou « chef de projet », car l'entreprise Evesa était « porteuse » du projet en question. Nous fournirons des informations plus précises sur le contenu du travail dans le prochain sous-chapitre.

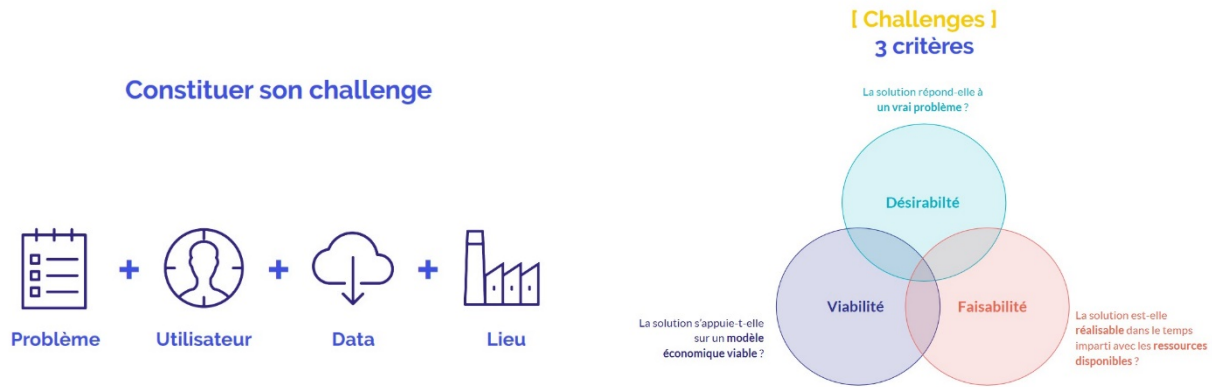


Figure 102 - Schémas explicatifs du processus "DataCity" extraits de la plaquette de présentation.

Nous avons donc un ensemble hétéroclite d'acteurs publics et privés réunis sous l'égide de la Ville de Paris et dont l'objectif commun est la conception d'une proposition économique en lien avec la « ville » au sens urbanistique du terme. *In fine*, cette proposition verra son développement confié à une entreprise innovante ou bien ce que l'on pourrait appeler une « start-up », dont la définition peut être académiquement [329] arrêtée comme suit :

« La start-up, définie comme un état transitoire durant lequel un individu ou un groupe d'individus en manque de ressources et en condition de forte incertitude est à la recherche d'un business model scalable doit faire face à de nombreux enjeux »

Karl Dalex - *Incubateurs, start-up et partenariats*, Thèses, Université de Strasbourg, 2020.

Cette manière de fonctionner misant sur les « experts » et « consultants » dans la gestion des villes est à rapprocher de la « Cité par Projets » [238], [239] dont il a déjà été question en Partie 3 et plus particulièrement de la figure du *manager* ou « chef de projet » comme celui d'un créateur de réseau, héraut d'un nouveau capitalisme « créatif ». Plus particulièrement, son lien récent avec la gestion de l'espace public a été étudié par Nicolas Bataille [330] qui l'analyse comme ayant des conséquences en termes de dépolitisation des questions urbaines. Pour être précis il affirme ceci : « Ce compromis amène à un confinement des débats politiques sur les fins du projet, alors que la priorité est donnée aux moyens de le faire aboutir » [330]. Nous analysons donc le « système » DataCity comme relevant également de ce type de fonctionnement. A savoir une technicisation des problématiques urbaines pour laquelle la Mairie fait appel à des acteurs extérieurs.

Cependant le fonctionnement de cet « écosystème » sur le territoire parisien nous apparaît comme pleinement inscrit dans les tendances lourdes de la « gestion parisienne » abordée en Partie 2. A savoir un travail se faisant bien « avec » les différents opérateurs économiques (publics et privés) mais également « sous l'égide » de l'autorité municipale. C'est ce qui fait, pour nous, la singularité de ce terrain d'étude et qui justifie pleinement son intégration dans notre corpus d'analyse. DataCity est une émanation des représentations urbaines abordées en Partie 3, en lien avec la « Ville Intelligente » et cette recherche-action est l'occasion d'une observation *in situ* de l'influence d'un acteur de l'éclairage public dans cette construction d'un idéal urbain se désirant comme innovant.

Le jeu d'acteurs est en ce sens nouveau car il fait intervenir l'entreprise Numa en sa qualité de plateforme encadrant la gestion des projets. Comme le montre la Figure 103, la Ville de Paris délègue cet encadrement

à l'entreprise Numa. Cette dernière arbitre alors des discussions entre les opérateurs économiques afin de permettre la création d'un *challenge*, lequel devra aboutir à une solution conçue par une *start-up* sélectionnée. Notons que la Ville de Paris reste attentive à l'évolution des différents projets tout le long du processus.

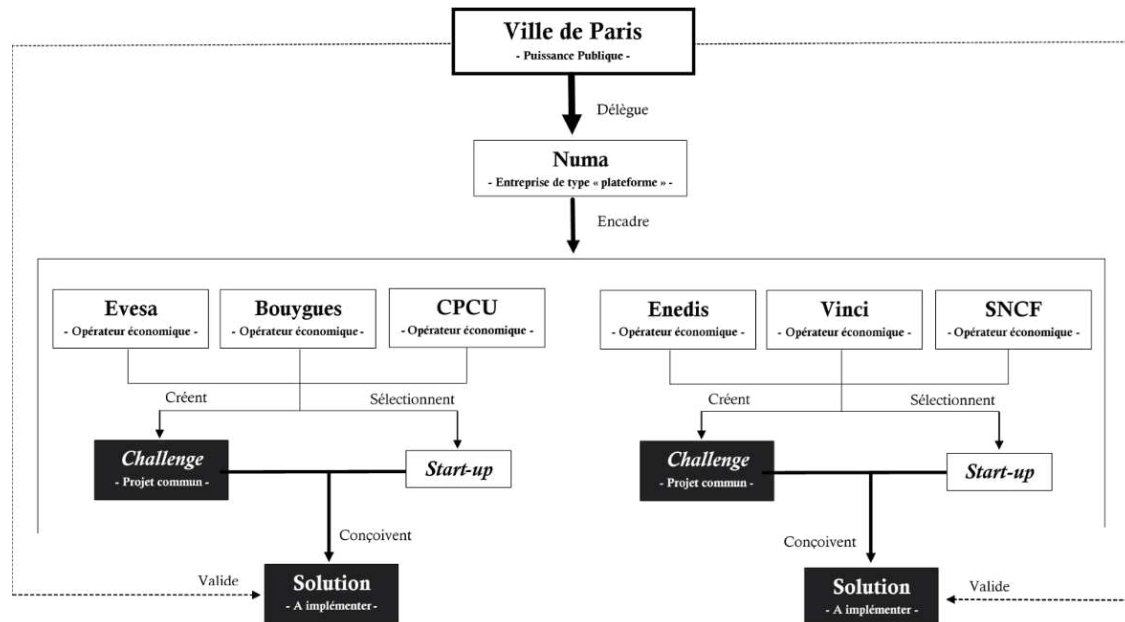


Figure 103 - Schéma de l'auteur décrivant le jeu d'acteurs du projet DataCity.

Parlons ensuite du modèle économique et du rôle de chacun des acteurs dans celui-ci. Là-dessus, le coût est assez marginal pour la Ville de Paris qui rémunère vraisemblablement Numa pour l'organisation mais qui fait aussi payer une participation aux différentes entreprises présentes. Ce coût augmente d'ailleurs dans le cas où une entreprise se dit « accompagnatrice » d'un projet, ce statut permettant en sus d'influer sur le contenu de ce dernier.

On peut dire que la ville chaperonne, que Numa organise et que les entreprises financent en partie. Précisons que, n'ayant pu avoir un accès direct aux chiffres de financement (pour des raisons parfaitement légitimes), il nous est impossible de connaître les proportions dans lesquelles cette marginalité financière s'exprime.

Enfin, nous l'avons déjà dit, la *start-up* qui sera sélectionnée pour fournir la puissance de travail ne sera pas rémunérée à proprement parler mais recevra une « bourse » pour sa sélection. Elle trouve son intérêt dans la publicité impliquée par une telle sélection, qui doit s'analyser à l'aune du caractère économique bien particulier de ce genre d'entreprises [329], [331].

Dans notre cas, l'entreprise Evesa « fournit » donc un à trois employés afin de participer aux « ateliers préparatoires » qui doivent voir advenir les futurs « challenges ». Une fois ces « challenges » sélectionnés et des entreprises « porteuses » actées pour chacun de ces « challenges », la sélection des start-ups peut commencer et avec elle la création de la plus-value recherchée. La Figure 104 propose un récapitulatif du programme avec les mois pendant lesquels chaque action se déroulait.

[Le programme]

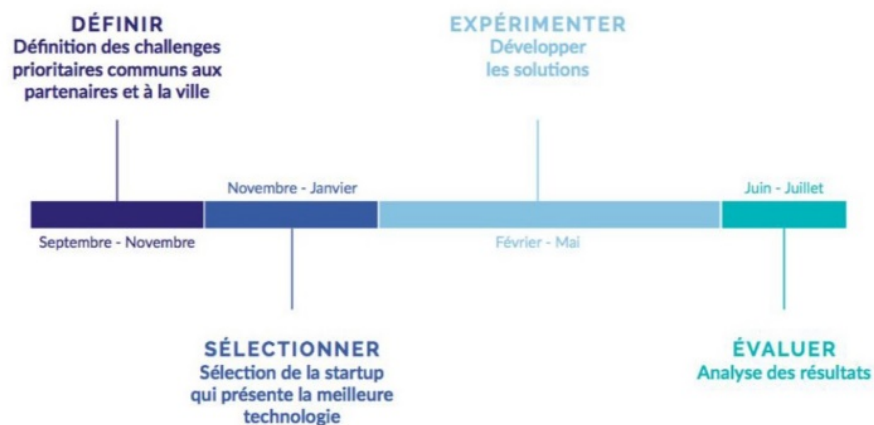


Figure 104 - Programme *DataCity*

Maintenant que nous avons présenté le cadre de ce terrain, nous allons pouvoir parler plus en détails de l'expérimentation en question. Soit ce qui est ressorti concrètement de cette année d'accompagnement et l'analyse que nous en faisons en tant que mise en pratique de l'*illusio* « Ville Intelligente ».

RECHERCHE-ACTION SUR LA DONNÉE ET LA VILLE INTELLIGENTE

Notre arrivée en tant « qu'agent actif » se fait donc dans ce contexte, celui de l'accompagnement d'un processus de recherche de projet innovant qui sera suivi de la sélection d'un *start-up* qui devra mener à bien ce projet innovant ou *challenge*.

La première phase est donc celle de la définition du challenge, qui verra se succéder des « ateliers » ou « réunion » dans lesquelles les intervenants échangeront sur leurs ressources à disposition (les fameuses « *data* ») et sur les impensés de ces données et leurs besoins actuels. Comme on peut le voir en Figure 104, il s'agit de la première partie pendant laquelle les « groupes *challenge* » ne sont pas encore formés. Sans trop nous étendre sur cette étape, il s'agit surtout de définir ce sur quoi porteront les prochains mois. Sont abordés notamment des sujets comme « la sécurité en ville », « les habitudes de consommation des touristes », « les modes de déplacement des individus » et, le sujet qui nous intéresse, « l'organisation des travaux sur l'espace public ».

C'est ici que le terme de « recherche-action » se veut le plus pertinent, car si nous étions aussi là pour analyser cette mise en action (et mise en récit) de la ville intelligente, nos actions avaient clairement un impact sur le matériau d'analyse. Il s'agissait ici en effet d'un fonctionnement « collégial » (une fois la participation payée) dans lequel chaque partie représentée avait un droit de vote à fournir au *challenge* qu'elle préférerait. Finalement, en novembre, les challenges les plus plébiscités étaient sélectionnés et les entreprises devaient alors choisir celui ou ceux auxquels elles participeraient durant toute la durée de *DataCity*. **En plus de cela existe la possibilité pour chaque entreprise de devenir « porteuse » sur un challenge, c'est ce qui arriva en l'occurrence à Evesa, qui fut porteuse du challenge « Réduction des temps de travaux en ville ».** Fut donc

nommé comme chargé de ce projet, le rédacteur de cette thèse⁴⁰⁶, dont le qualificatif regroupe une dimension calendaire d'organisation du travail, une dimension relationnel de puissance de mise au travail et enfin une dimension identitaire « d'incarnation » du travail fourni [332].

La « réduction des temps de travaux » était un sujet relativement consensuel entre les acteurs, autant de la part des entreprises du BTP que de la part de la puissance publique. Chacun y voyant le moyen de réduire ses dépenses, d'augmenter ses entrées d'argent ou tout simplement d'améliorer le confort de ses usagers. La particularité du territoire parisien est notamment liée à la très forte densité, en termes d'habitants ente termes de superposition de réseaux techniques souterrains. Une particularité que nous avons déjà largement abordée en Partie 2 sur le plan historico-technique. **Pour résumé succinctement la problématique, le territoire parisien impose une gestion verticale (sous l'égide de l'autorité organisatrice⁴⁰⁷) des intentions de travaux sur la voie publique. Cette gestion hors-norme implique que chaque opérateur désirant « ouvrir » la chaussée, dans le but de modifier son contenu technique (câbles, tuyaux, voies et autres réseaux), se voit fournir une autorisation de poursuite de ses travaux pour un temps donné. La forte densité matérielle implique qu'un premier acteur effectue des travaux sur la chaussée, la referme, puis qu'un second acteur effectue (un ou deux mois plus tard) des travaux au même endroit mais sur un réseau technique différent.**

Le « problème » est ainsi rapidement identifié : la non-concertation des acteurs impliquant des travaux plus longs, des coûts plus importants et donc des pertes pour la totalité des parties. L'objectif poursuivi par tous les partenaires (Evesa, d'autres entreprises du BTP, la Ville de Paris et bientôt une *start-up*) est donc la mise en place d'un système permettant une concertation des travaux sur la chaussée. Cette concertation permettra, dans l'idéal, **une mutualisation des travaux** tout en garantissant un minimum de confidentialité quant à la tenue de travaux stratégiques pour les acteurs économiques concernés. Nous verrons ci-dessous, en quoi cette problématique gestionnaire se transforme en problématique informatique, et comment cette problématique informatique peut être résolue par un acteur extérieur (la fameuse *start-up*), ceci par l'intermédiaire de la gestion publique des demandes de travaux.

Ainsi pu débiter la deuxième phase, celle de la sélection de la *start-up* qui allait permettre de « réduire les travaux en ville ». Allaient participer à cette sélection les « partenaires » du *challenge*, soient des envoyés de groupes du BTP et de la Ville de Paris ayant tous un intérêt dans l'amélioration de la performance d'une de leurs principales activités : les travaux dans l'espace public. Avant d'effectuer cette sélection, il était nécessaire de comprendre en quoi consisterait le travail effectué par la *start-up*, ce dernier concernait la « réduction des temps de travaux » mais avec une approche axée « génie urbain ». C'est-à-dire en mettant au centre de la réflexion les réseaux techniques concernés par les travaux et les acteurs à qui en incombait la gestion. Dans cette optique, l'organisation des travaux sur le territoire parisien prend une perspective gestionnaire où il devient primordial d'identifier les causes des temps de travaux qui s'allongent et les moyens d'y remédier.

Il apparait alors comme salvateur que la totalité des travaux de Paris suit une instance de validation dont un des passages obligatoires est le logiciel ou la plateforme « CITÉ » gérée par la Ville de Paris. La *start-up* allait donc être sélectionnée sur la base de ses capacités à fournir une solution informatique qui permettrait cette très recherchée « mutualisation » des travaux. Ceci en garantissant que les opérateurs économiques (soumis à la concurrence) ne puissent avoir accès aux informations des autres parties. Afin de comprendre à quel moment du processus cette solution interviendra, il est important de consulter la Figure 105 qui propose une schématisation simplifiée des différentes étapes nécessaires avant la tenue effective d'un « chantier » sur la voie publique. Ce schéma a été construit en collaboration avec les différents acteurs et part de l'hypothèse

⁴⁰⁶ Pour ne pas dire « moi-même ».

⁴⁰⁷ La Ville de Paris la plupart du temps et en d'autres occasions l'État français ou un autre organisme public.

que les entreprises concernées planifient au moins leurs travaux sur 6 mois, ce qui ne tenait, aux dires des acteurs concernés, pas de l'évidence.

Hypothèse de départ : « Travaux planifiables sur plus de 6 mois »

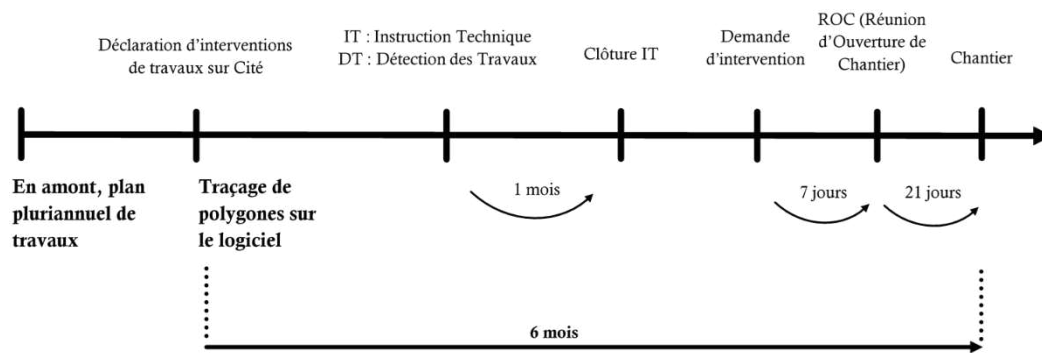


Figure 105 - Processus simplifié de planification de travaux sur la voie publique parisienne (hypothèse de prévision sur plus de 6 mois).

On peut ainsi observer dans cette Figure 105 que la « déclaration d'interventions de travaux » sur le logiciel CITÉ s'effectue donc en premier lieu. Il s'agit du « traçage des polygones » qui correspond à la zone qui subira des travaux (et ne sera donc pas praticable) sur l'espace public. C'est l'ensemble de ces déclarations de travaux qui permettra à la Ville de Paris d'attribuer à chaque acteur des autorisations de chantier et de construire ainsi un programme efficient pour le renouvellement des infrastructures techniques parisiennes. Les délais réglementaires entre chaque opération de la Figure 105 permettent d'analyser la taille et la durée des emprises au sol et d'effectuer cette programmation. **Ici, ce processus s'effectue pour chaque acteur de manière séparée. Ce sont donc des « Instructions Techniques » (IT) et des « Détections de Travaux » (DT) différents pour chaque acteur. Ceci même dans le cas où leurs « polygones » se superposent sur le logiciel CITÉ et leurs dates se correspondent. Si l'organisation actuelle impose un fonctionnement séparé pour chaque acteur, l'objectif de la *start-up* est donc de proposer une solution permettant (voire encourageant) une mutualisation des travaux pouvant l'être.**

A cet effet, il est fourni aux différents candidats un « jeu de données » qui correspond à un ensemble de travaux devant avoir lieu sur la voie publique et au même format que celui utilisé par la Ville de Paris. L'idée est que chaque candidat (au cours de l'entretien qui doit avoir lieu) propose sa solution algorithmique de mutualisation des travaux. La sélection s'est donc poursuivie avec sept candidatures « sérieuses » analysées au cours d'entretiens. Ces entretiens étaient menés conjointement par nous-mêmes ainsi que par la Ville de Paris (dont les agents avaient une connaissance aigüe des besoins et des outils à disposition) et en appui les autres « partenaires » (opérateurs économiques du BTP). Après débats et réflexions, ce fut finalement l'entreprise « Gotmi » qui fut sélectionnée. Cette dernière proposait une solution inspirée d'activités qu'elle menait déjà sur le territoire lyonnais dans des densités urbaines moins importantes.

Une fois la *start-up* sélectionnée, la troisième étape peut débuter, celle de « l'expérimentation » comme le rappelle la Figure 104. Celle-ci a lieu sur plusieurs mois et son but est la fourniture d'une solution technique opérationnelle et la constitution d'un modèle économique viable pour la *start-up*. La consultation de la Figure 106 permet de comprendre les différentes étapes qui jalonnent cette période, pendant laquelle l'entreprise

Gotmi fournira un travail conséquent. Il est, à ce propos, important de comprendre les différents termes utilisés au cours de cette étape.

- Le terme « Specs » peut se comprendre comme l'abréviation de « Spécifications » et consiste en l'étude poussée d'un point particulier ;
- MCD veut dire « Modèle Conceptuel de Données » et consiste en l'écriture formelle des données qui seront utilisées par l'algorithme. Le MCD permet une compréhension rapide et accessible des algorithmes qui seront utilisés ;
- Le *FRONT* correspond à la spécification (« Specs ») ou au développement informatique (« Dev ») de ce que l'utilisateur verra ;
- L'*ALGO* correspond, lui, à la spécification (« Specs ») ou au développement informatique (« Dev ») de l'algorithme en tant que tel ;
- L'*API* signifie *Application Programming Interface* et permet une correspondance entre l'algorithme développé et le programme auquel il doit se « greffer ». En l'occurrence le logiciel CITÉ auquel cette solution apporte des services ;
- *UX* veut dire « *User eXperience* » et désigne la construction du logiciel permettant une « expérience » ou une « utilisation » la plus facilitée possible pour l'utilisateur.

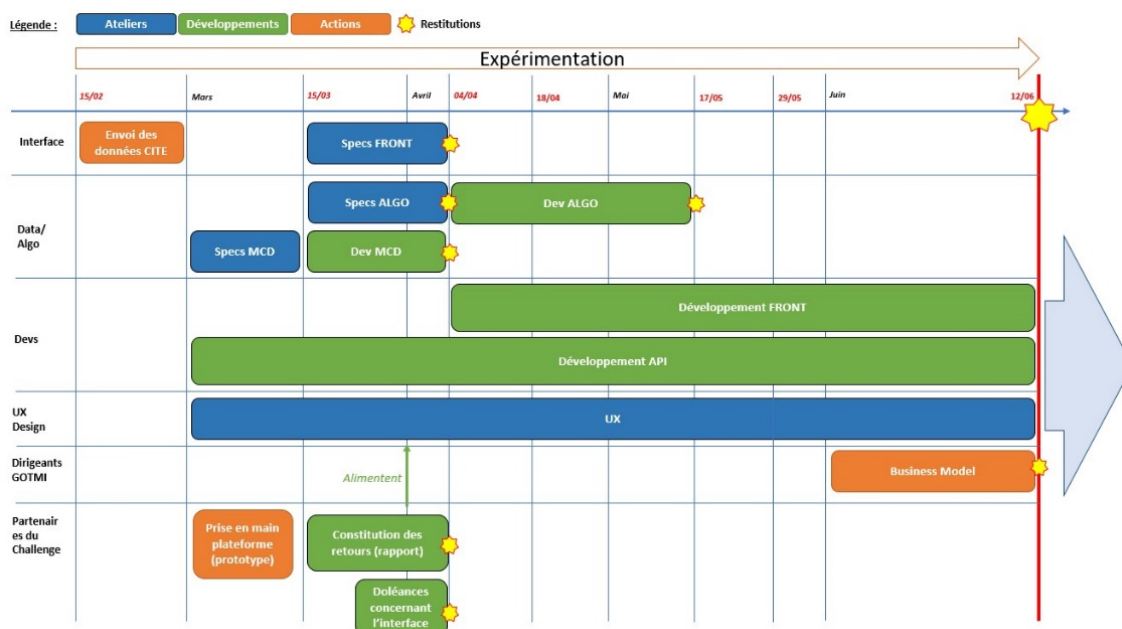


Figure 106 - Déroulement du développement de la solution, de la sélection de la start-up à la constitution d'un business model. *DataCity*, 2019.

L'entreprise Gotmi a donc fourni une solution informatique permettant le traitement du flux d'informations contenant les « polygones » localisant les prévisions de travaux des entreprises. Cette solution est « connectée » à l'actuel logiciel CITÉ de la Ville de Paris, d'où le terme d'*API* explicité plus haut. **Cela signifie que les flux d'informations de CITÉ sont traités directement par la solution Gotmi, celle-ci apportant le service de « mutualisation » des travaux. Ceci en identifiant les travaux potentiellement « mutualisables » en fonction de leur localisation et de leur temporalité. A cela s'ajoute une échelle débutant à « non-mutualisable » et gravissant les échelons jusqu'à « obligation de mutualiser ».** Cette obligation est pour l'instant uniquement théorique mais faisait partie de la stratégie décidée entre autres par la Ville de Paris dans sa qualité d'autorité organisatrice. Ce mode de gestion des opérateurs privés s'inscrit, qui plus est, dans le temps long de la politique municipale parisienne et de son approche des infrastructures techniques (comme nous l'avons longuement vu en Partie 2).

Cette construction de la solution via une puissance de travail fournie par l'entreprise Gotmi et ses différents membres est nommée « Expérimentation » comme on peut l'observer en Figure 104. Elle consiste en des réunions faisant intervenir, *a minima*, la Ville de Paris (un envoyé de la direction « données » de la Mairie pour être précis), le rédacteur de cette thèse (en sa qualité de représentant d'Evesa et de « porteur » du *challenge*), un membre de Numa (à qui incombe toujours l'organisation) et un ou plusieurs membres des entreprises associées au processus (« Grands Groupes du BTP »). Ces réunions sont entrecoupées de périodes pendant lesquelles la *start-up* sélectionnée (Gotmi) travaille sur tous les aspects de son produit en parallèle, comme cela est visible en Figure 106.

A la fin de ce processus, qui dure de février à mai, et lorsque tous les acteurs considèrent que la première version de la solution informatique est terminée, la réflexion se concentre autour d'un « *Business Model* » pour Gotmi (soit un modèle économique lui permettant de générer un bénéfice). Nous sommes donc clairement dans le schéma d'existence économique d'une *start-up* [329], soit une entité externalisant l'innovation pour une autre et en recherche de son propre modèle économique. A ce niveau-là du processus, la Figure 107 donne une idée du fonctionnement logiciel de la solution, le terme de « concessionnaires » étant utilisé pour parler des entreprises ayant des travaux à effectuer sur la voie publique (et donc à déclarer sur Cité). On voit donc que la « plateforme » créée par Gotmi agit comme un intermédiaire « renvoyant » les concessionnaires à leurs opportunités de mutualisation de travaux (voire d'obligation le cas échéant).

[Evesa] Diagramme - Etape 1

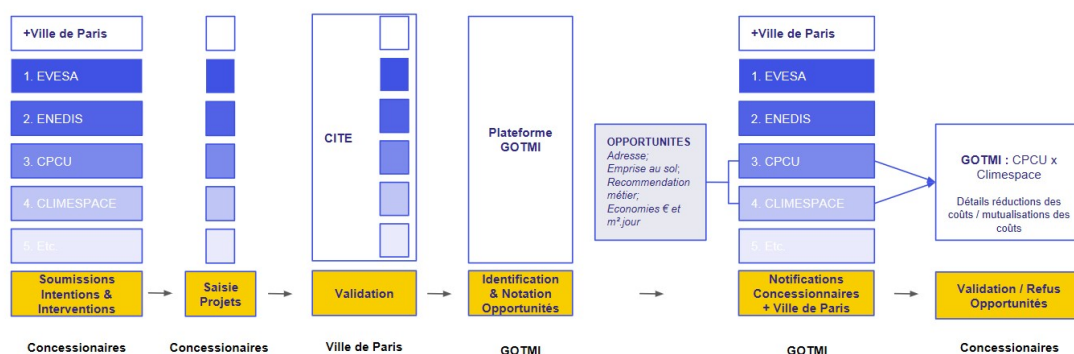


Figure 107 - Diagramme de fonctionnement de la solution de "Gotmi", étape 1, ce qui est défini.

Cette première étape correspond à tout ce qui a été « expérimenté » durant cette phase du *challenge*. Après la production de cette plateforme, les dernières réunions servent à concevoir le « temps long » de la plateforme et de l'entreprise l'ayant produite. La Figure 108 présente en ce sens ce qui avait résulté des prospections et qui impliquait une « standardisation du processus » dans laquelle le logiciel CITE est continuellement informé des mutualisations en cours et peut ainsi mettre à jour les futures demandes de mutualisation. L'idée est donc de préparer une mutualisation « standard » des travaux sur la voirie parisienne.

[Evesa] Diagramme - Etape 2 - A définir

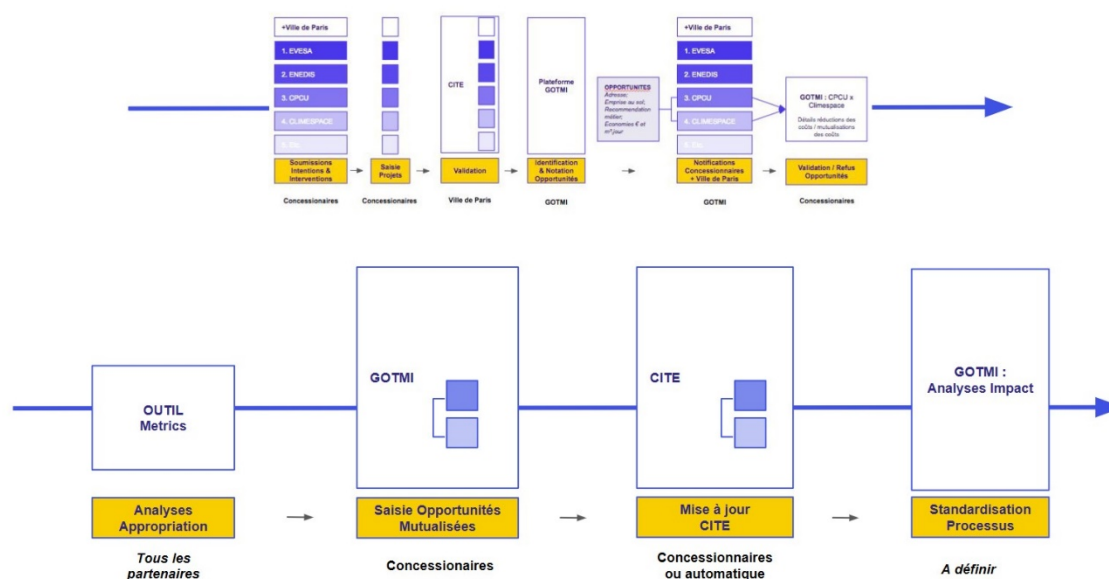


Figure 108 - Diagramme de fonctionnement de la solution de "Gotmi", étape 2, ce qui est à définir.

La quatrième et dernière étape est donc l'évaluation et consiste en une explication et un échange avec les autres *challenges* et une présentation « publique » à l'Hôtel de Ville de Paris. Cette « mise en scène » (presque au sens propre) fait partie intégrante du programme en ce qu'elle acte à la fois la fin du processus externalisé d'innovation et qu'elle permet une communication d'envergure auprès d'autres acteurs. En outre, l'évènement est couvert médiatiquement par le journal La Tribune depuis la première édition⁴⁰⁸ et mis en avant par la Ville en Paris chaque année⁴⁰⁹. Appelé « *DemoDay* », cet évènement propose à tout un public (composé de cadres du BTP ou de collectivités ainsi que de journalistes) d'assister à la présentation de chaque *challenge*. Cette présentation se fera, à chaque fois, de manière rapide et dynamique, en mettant en scène un dialogue entre un envoyé du « porteur » du projet et un envoyé de la *start-up* sélectionnée.

Le ton se veut donc plutôt « léger » et implique une présentation superficielle du travail fourni dans laquelle chaque partie y trouve son compte. Les « concessionnaires » mettent en avant leur image de marque et font valoir leur participation à un processus d'innovation auprès de la Ville de Paris et cette dernière peaufine également son marketing territorial (en plus d'une possibilité d'innovation structurelle qu'elle pourrait intégrer). Quant à la *start-up*, en plus d'être à la recherche d'un modèle économique, elle peut aussi trouver ici des investisseurs potentiels et des opportunités de travail supplémentaires. Soit une manière d'acter réellement la fin du programme et de fournir à toutes les parties des gages attestant de l'utilité du travail fourni. On peut observer en Figure 109 les illustrations des différents *challenges* qui apparaissaient au cours de l'évènement et sur les plaquettes de présentation. Ceux-ci sont donc au nombre de onze et répartis en trois catégories (mobilité, énergie et espace public), celui qui nous intéresse se nomme « mieux coordonner les travaux en ville » et se situe en haut à droite de la figure.

⁴⁰⁸ <https://www.latribune.fr/technos-medias/innovation-et-start-up/data-city-voici-les-cinq-startups-qui-vont-peut-etre-changer-paris-556374.html>

⁴⁰⁹ <https://www.paris.fr/pages/datacity-2019-decouvrez-les-startups-qui-font-la-ville-de-demain-6511>



Figure 109 - Illustrations et explications rapides des différents "Challenges" DataCity lors du DemoDay. Extraites de la plaquette de présentation.

A l'occasion de ce DemoDay, nous étions d'ailleurs « coachés » et préparés à fournir une prestation la plus dynamique possible. Cette organisation, couplée à la couverture médiatique et au rythme d'enchaînement des interventions, rentre pleinement dans une logique de mise en scène de l'innovation. Une mise en scène qui s'avère profitable à l'ensemble des acteurs concernés et est complémentaire du travail effectué. **A la fin du programme DataCity, la Ville de Paris obtient une idée d'innovation, la start-up obtient des perspectives de poursuite de son activité et les autres acteurs obtiennent la capacité d'influer sur cette innovation de la gestion de la ville.** Un bilan qui semble apporter à toutes les parties une rétribution et qui permet, en outre, de façonner une image « innovante » de chaque entité ayant participé à DataCity.

*
**

Cette expérience a permis une immersion complète dans un processus de réflexion, de production et de communication de la « Ville de demain », « Ville numérique », « Ville durable » ou (plus classiquement) « Ville intelligente ». Comme expliqué en Partie 3, les représentations d'une ville mieux gérée et plus « algorithmée » sont à l'origine d'un travail collectif sur les moyens de parvenir à un résultat que chaque partie perçoit mais ne peut définir seule. Nous sommes dans un cas où le futur de la gestion de la ville se construit sur des représentations communes et se met en scène au travers d'une externalisation du processus d'innovation. Il est important de noter que cette externalisation se fait auprès de chacun des acteurs, ainsi les concessionnaires et la puissance publique se réunissent afin de, tous ensemble, faire appel à un acteur extérieur dans le but d'innover.

Cette manière de concevoir la gestion de l'espace public n'est pas anodine et s'inscrit dans plusieurs « mouvements » de la gestion municipale des infrastructures urbaines.

- **En tant que matérialisation de l'illusio de la Ville Intelligente caractérisée en Partie 3, soit une motivation floue mais partagée par l'ensemble des acteurs qui leur permet d'être « pris au jeu ». Qu'on l'appelle « Ville Intelligente » ou « révolution des données » il s'agit bien d'une représentation partagée ;**

- Cette gestion marque à la fois une continuité et une rupture vis-à-vis de la ville de Paris qui s'inscrit dans la tradition d'externalisation des nouvelles infrastructures⁴¹⁰ et dans le « contrôle » du processus d'innovation. Ceci en délégrant, pour le cas de DataCity, l'organisation à une entreprise tierce et en jouant le rôle de « chaperon » sans assurer la direction de manière directe ;
- Pour revenir aux infrastructures, cette modalité de gestion s'inscrit également dans les mutations récentes que celles-ci subissent, notamment celles du réseau d'éclairage public (abordées au sous-chapitre précédent). Les « concessionnaires » ont à leur charge des réseaux avec une forte historicité et également de nouvelles possibilités d'évolution technologique. Ce genre de programme peut donc se voir comme une manière de « jongler » entre héritage matériel et perspectives d'évolutions, en jouant la carte de l'innovation externalisée.

Le réseau d'éclairage public est, bien entendu, la première infrastructure que nous avons à l'esprit en évoquant le dernier point. La participation de son concessionnaire (Evesa) et son implication, en ressources et finances, nous paraît témoigner d'une nécessité de mieux comprendre et appréhender les processus d'évolution technologique en cours. **Si l'inventaire du sous-chapitre précédent était la matérialisation des mutations du réseau, l'expérience DataCity en est sa déclinaison organisationnelle, gestionnaire et politique. Elle est l'aboutissement conjoint d'une « maturité structurelle » du réseau d'éclairage public (vue en Partie 1), d'une modalité parisienne de gestion des infrastructures (vue en Partie 2) et de représentations de ce que devrait être une ville selon des critères organisationnels et technologiques (vues en Partie 3).**

En somme, le réseau d'éclairage public et son gestionnaire s'adaptent à des déterminants technologiques et organisationnels présents dans leur environnement. Si l'éclairage apparaît ainsi de plus en plus comme un acquis du réseau, son existence semble aujourd'hui liée à d'autres services qu'il pourrait rendre et à d'autres formes qu'il pourrait avoir. Le réseau d'éclairage public participe à ces mutations en tant que catalyseur de nombreux idéaux (de par sa présence électrique sur l'ensemble du territoire urbain) et en tant qu'infrastructure en pleine mutation technologique « de son côté ». Entre héritage lourd d'historicité et porteur de changements paradigmatiques, l'éclairage public semble concentrer des attentes sur lesquelles il est plus que temps de prendre position.

CHAPITRE 4.2 – PRISE DE POSITION ET DISCUSSION

Il est possible que ce soit de manière fortuite, mais les avancées technologiques de la LED et des systèmes de télégestion de l'éclairage occurrent dans la même temporalité que l'évolution des représentations⁴¹¹ de la ville. **C'est cette adéquation entre le système technique, les caractéristiques réalistes et les attentes vis-à-vis des infrastructures urbaines qui permet au réseau d'éclairage public de se constituer en vecteur de construction de ce qui pourrait s'appeler la « Ville Intelligente ».** Nous l'avons vu en Partie 3, ce terme désigne une représentation sociale s'inscrivant dans une logique mercantile. Autrement dit, la « Ville Intelligente » est une proposition industrielle à l'origine et est toujours vue comme une potentielle source de revenu par les différents opérateurs économiques qui gravitent autour. Que ce soit les entreprises délégataires de services publics, celles fabricant du matériel informatique ou même (dans une certaine mesure) les collectivités elles-mêmes.

Ce marché est difficile à quantifier, bien qu'un rapport gouvernemental l'ait estimé « entre 400 et 1600 millions d'euros à l'horizon 2020 » [333] en 2019. N'oublions pas, non plus, que cette irruption des technologies numériques dans la gestion de l'espace numérique trouve son origine, canoniquement [250], dans une volonté politique américaine (en l'occurrence Bill Clinton) d'encourager l'acquisition de nouveaux

⁴¹⁰ Notamment les réseaux électriques et certains systèmes d'éclairage, comme cela a été vu en Partie 2.

⁴¹¹ Explicitées en Partie 3 dans l'étude sociologique.

marchés par des entreprises américaines, ici IBM. La *Smart City* a donc pour origine cette velléité mercantile et les représentations actuelles de la Ville Intelligente ne peuvent s'en défaire totalement. Au sein de cette opportunité économique, le réseau d'éclairage public apparaît comme une porte d'entrée commode. **Car si l'idée est de générer du profit à partir de l'espace public et de technologies numériques, quoi de plus pratique qu'un réseau omniprésent, alimenté en électricité et ne fonctionnant pas plus de la moitié du temps ?**

En ce qui concerne le territoire parisien, cette jonction entre nouvelles représentations de la ville et réseau d'éclairage s'illustre parfaitement au sein du nouveau type de contrat utilisé dans un objectif de délégation du service public. Le « Marché Global de Performance »⁴¹² représente presque à lui seul cette modalité gestionnaire nouvelle, en plaçant le réseau dans une perspective de production de valeur marchande (pour le délégataire) et d'innovations technologiques et d'usages (pour l'infrastructure). L'évolution contractuelle du réseau d'éclairage public est donc un puissant témoin de ce pourquoi ce réseau est utilisé, de quelle construction ce dernier est le vecteur en somme. **Nous retrouvons, dans les modalités actuelles, les mêmes échos que lorsque le gaz cédait sa place à l'électricité. La municipalité, soucieuse de faire évoluer le réseau, délègue l'innovation à une entreprise extérieure tout en conservant la possession patrimoniale ainsi qu'une marge de manœuvre sur les termes du contrat.**

Il est important de souligner cette inscription des évolutions actuelles⁴¹³ dans le temps long de l'histoire des techniques et de leurs administrations. Car si la ville peut être « intelligente », « du futur », « innovante », « *Smart* », « *wise* », « durable », « régénérative » ou autre, elle reste le combiné du bâti matériel et des interactions sociales. « La projection au sol des rapports sociaux » pour citer encore une fois Henri Lefebvre [23]. L'historicité des infrastructures, la répartition sociale des populations et l'administration politique sont autant de facteurs que des innovations gestionnaires et technologiques ne peuvent altérer. Comme l'a montré l'exemple extrêmement parlant de la dichotomie structurelle du réseau d'éclairage public, aux origines autant politiques que techniques⁴¹⁴. D'ailleurs, l'implication actuelle des acteurs historiques du BTP et plus uniquement d'entreprises spécialisées dans l'informatique provient des échecs commerciaux et économiques de ces dernières. Ces échecs venaient en grande partie d'une méconnaissance du caractère profondément politique des infrastructures urbaines [252].

Dans ces mouvements économiques et industriels, le réseau d'éclairage public semble se trouver au bon endroit au bon moment. **Infrastructure déconsidérée et dont le service a souvent été perçu comme un acquis [30], il semble aujourd'hui porter, presque seul, des attentes en termes d'écologie, d'aménités et de production de valeur marchande. De manière analogue aux débats sur son caractère « sécuritaire », où l'on prêtait à l'éclairage des capacités d'influence sur les comportements individuels, il a aujourd'hui à sa charge la responsabilité de « changer la ville », par l'intermédiaire des technologies numériques.** Comme les nombreux exemples d'innovation l'ont illustré, ces changements peuvent bien avoir lieu et, dans une certaine mesure, le réseau d'éclairage public est bien utilisé en tant que vecteur de construction d'une certaine « Ville Intelligente ». Ceci dit, il apparaît comme salutaire de garder à l'esprit qu'une infrastructure matérielle ne peut porter seule des espoirs de transformations politiques, sociales et économiques. Ainsi, gardons-nous d'appliquer une logique techniciste à un objet aussi complexe et multiforme que « la ville ».

Ces précautions prises, le réseau d'éclairage reste, a minima, un puissant témoin des évolutions sociotechniques se déroulant sur un territoire urbain. Mieux encore, il peut également être un catalyseur des transformations à venir, de par sa présence ubiquitaire et sa connectivité (électrique et télégestionnaire). Cette double caractéristique (témoin et catalyseur) peut s'observer tout le long de son

⁴¹² Comme vu en Partie 2, le MGP propose un contrat de délégation de 10 ans dans lequel les objectifs sont ajustables par la puissance publique et se concentrent notamment sur l'innovation en termes d'utilisation du réseau et en termes de matériel installé.

⁴¹³ Évolutions du matériel et évolutions des représentations.

⁴¹⁴ Pour rappel, le réseau ne possède pas la même structure au Nord et au Sud de Paris, ceci en raison de choix d'alimentation qui remonte à la fin du XIX^{ème} siècle et avaient en partie pour origine les différences sociales des populations concernées.

histoire, dans l'importance que l'éclairage a pris à Paris lorsque l'hygiénisme dictait l'éloignement des lampadaires. Tout le long du XXème siècle également, en analysant son destin croisé avec les réseaux électriques, puis au début des années 2000 suite aux enjeux écologiques et à la nécessité de consommer moins d'énergie. Aujourd'hui, avec l'essor du capitalisme urbain, l'attention est tournée vers l'espace public, source potentielle de revenus. Cette vision mercantile de la ville a trouvé, dans l'éclairage public, une infrastructure pouvant porter matériellement cet idéal.

Les idéaux en lien avec la ville⁴¹⁵ ont toujours besoin d'une infrastructure matérielle à même de favoriser leur réalisation. Les réseaux d'eau et d'assainissement, ainsi que les larges avenues ont ainsi porté l'idéal hygiéniste des Grands Travaux⁴¹⁶ de Paris au XIXème siècle. En permettant la matérialisation d'une ville assainie grâce aux flux la traversant [334], [335]. L'éclairage public a lui-même déjà permis de supporter un idéal mercantile, comme celui des villes portuaires de la Méditerranée au premier millénaire de notre ère⁴¹⁷ [80]. La participation du réseau d'éclairage public aux transformations présentes nous paraît donc actée et ce que l'on observe aujourd'hui autour de la construction de la ville intelligente par le biais de ce réseau est à positionner dans la continuité de ce dialogue entre idéaux urbains et infrastructures matérielles.

*
**

Le principal écueil à éviter se situe pour nous dans la normativité qui pourrait être impliquée par une généralisation de cette utilisation du réseau d'éclairage public comme porteur de l'idéal « Ville Intelligente ». Cette normativité fait quasiment partie intégrante de l'histoire urbanistique et se caractérise par la prédominance d'un caractère au détriment de son adéquation avec la situation réelle de la ville considérée. Des concepts comme l'hygiénisme ou plus récemment la résilience [336] ont porté en eux ce risque de normativité. Dans le sens où les municipalités redoutaient plus leur absence qu'elles ne désiraient leur présence. La représentation de la ville intelligente au travers de modifications techniques engageant le réseau d'éclairage public comporte ce risque également. Celui de devenir une norme au point d'imposer des réalisations techniques dont la principale justification est le besoin d'exister et de « labelliser » l'espace urbain ainsi transformé.

Notre étude sociologique de la Partie 3 et la recherche-action de la Partie 4 semblent nous indiquer que cet écueil est largement considéré au sein des acteurs de l'éclairage public et des innovations urbaines. En atteste la focalisation sur des innovations technologiques « comme moyen et non comme fin » et les critiques récurrentes, entendues et lues, au sujet de villes comme Songdo⁴¹⁸ ou Masdar⁴¹⁹. Des « villes nouvelles » pensées comme des produits et des vitrines technologiques. Les acteurs de la construction de la Ville Intelligente semblent donc bien armés pour faire face à cet écueil de la normativité, qui semble tout-à-fait conscientisé. La question qui demeure est celle de la transformation des paroles en actes, tant il peut être difficile de s'extraire du déterminisme socio-économique qui déclenche parfois ces transformations matérielles. Le concept même d'*illusio*, dont nous avons parlé en Partie 3, impliquent que les acteurs se laissent prendre au jeu, ceci même s'ils ne sont pas dupes de ses finalités. Il apparaît alors très optimiste de considérer que la seule conscientisation de la normativité puisse empêcher sa réalisation effective.

Cette prise de position n'est rendue possible qu'au travers de la fenêtre d'observation qui fut celle de cette thèse. En cela, elle est critiquable sur son mode de généralisation et sa viabilité pourra être remise en question par des études futures ou des modalités de recherche portant sur d'autres territoires ou

⁴¹⁵ Soit la manière avec laquelle l'idée peut précéder la matière dans la manière d'envisager un objet urbain. Ces idéaux sont à mettre en lien avec les représentations sociologiques de la Partie 3.

⁴¹⁶ Dits « travaux haussmanniens », pour plus de détails se référer à la Partie 2.

⁴¹⁷ Voir Partie 1.

⁴¹⁸ « Songdo, ghetto de riches » sur le site du Monde : http://www.lemonde.fr/les-prix-de-l-innovation/article/2017/05/26/songdo-ghetto-de-riches_5134374_4811683.html

⁴¹⁹ « Au milieu du désert, le mirage de Masdar » : https://www.lemonde.fr/grands-formats/visuel/2016/02/29/au-milieu-du-desert-le-mirage-de-masdar_4873704_4497053.html

s'étendant à d'autres infrastructures. Il apparaît même comme souhaitable que ce genre d'analyses sociotechniques soient généralisées à d'autres objets urbains. Car en plus de permettre une meilleure analyse des résultats et conclusions, elles apparaissent comme un solide moyen d'analyse des trajectoires urbanistiques. La présente étude étant concentrée sur un territoire particulier, de par sa densité et son historicité, ses conclusions sont donc à considérer comme circonstancielles et, sous condition, généralisables. De même, les approximations à l'échelle territoriale et l'impossibilité d'étudier de manière systématique notre objet (les quelques deux-cent milles points lumineux parisiens) nous incitent à rester prudents sur la portée de nos conclusions.

Mais alors à quoi peut servir une théorie de la trajectoire⁴²⁰ du réseau d'éclairage public appliquée à la Ville Intelligente ? Cela dépend de la personne ou de l'entité qui se saisit des résultats. Les opérateurs et la municipalité trouvent un intérêt prospectif dans la recherche urbanistique, à laquelle est associée une compréhension étendue et non-opérationnelle des objets sur lesquels ils travaillent. Les intérêts académiques étant, pour leur part, concentrés autour de la nécessité unique de produire science et connaissance. Comprendre la trajectoire du réseau d'éclairage public à travers les âges et les discussions qu'il engage à travers l'urbain est donc, en soi, une raison et une motivation suffisante à la poursuite de nos recherches.

⁴²⁰ Ce terme décrit pour nous l'ensemble des évolutions du réseau d'éclairage, analysées selon une cohérence générale.

SYNTHESE DE LA QUATRIEME PARTIE

La quatrième et dernière partie de ce travail de recherche peut être considérée comme un préliminaire à la conclusion tant elle se base sur les acquis des parties précédentes et prend position pour une théorisation des objets étudiés. Elle a notamment été permise par notre état de doctorant au sein d'une structure opérant sur nos sujets de recherche et se décompose en deux sous-chapitres principaux.

Le premier nommé « Analyses opérationnelles sur l'infrastructure du réseau » est utile s'il est analysé au prisme des théories développées précédemment dans la thèse. Car chaque projet⁴²¹ urbain développé ici contient sa part de matérialité technique découlant de l'éclairage public et d'orientations prises par rapport à des représentations sociales et politiques. En somme, ce sont autant d'exemples concrets d'aboutissements de constructions de la Ville Intelligente (en tant que représentation) grâce au réseau d'éclairage public. Ces constructions sont à inscrire dans l'histoire du réseau d'éclairage public en tant qu'infrastructure sociotechnique.

Le second nommé « Analyses opérationnelles sur la gestion de la donnée en lien avec le réseau » est le compte-rendu d'une recherche-action menée pendant un an auprès d'organismes travaillant sur l'innovation urbaine. Nous avons ici occupé un poste de « chargé de projet » permettant un regard panoramique sur les interactions entre acteurs (publics et privés) et une compréhension *in situ* des phénomènes théorisés dans les parties précédentes. Ce sont ces observations qui ont consolidé notre prise de position sur une théorie du réseau d'éclairage public en tant qu'infrastructure sociotechnique de fait et en tant que vecteur de construction de la Ville Intelligente dans cette situation.

Nous actons ici une théorie décrivant la trajectoire de ce réseau sur le territoire parisien et la manière qu'il a de discuter avec les mutations urbaines, les autres infrastructures et les représentations sociopolitiques des époques dans lesquelles il évolue. Surtout, nous affirmons que l'étude sociotechnique des infrastructures urbaines nous paraît être un outil pertinent pour comprendre les destinées régissant les villes, leurs habitants et leurs infrastructures au fil des époques.

⁴²¹ Le terme « projet » renvoie ici au caractère limité dans le temps de ces réalisations. Celles-ci ayant toujours un début et une fin.

CONCLUSION

Définir, étudier et comprendre un objet urbain, voilà le but de cette thèse se concentrant sur le réseau d'éclairage public. Définir son caractère rétistique dans un premier temps et, au-delà d'une connaissance à priori, réfléchir à son intégration au sein de la « famille » des réseaux urbains. Tels étaient les objectifs de la première partie de notre thèse, qui composait une théorie générale de la technique, de l'urbanisme et de la géographie de l'éclairage public. Ceci fait, il s'agissait alors de l'étudier comme tel, c'est-à-dire lui donner un cadre spatial et temporel permettant une compréhension précise, voire une étude de cas, de ce réseau d'éclairage public. L'histoire des techniques que nous avons construites en deuxième partie avait cette prétention, celle de creuser au maximum les théories présentées précédemment. Enfin, l'étude nous permet la compréhension, soit une réflexion sur la « trajectoire » du réseau d'éclairage public. A partir de l'étude de son passé, comprendre « où il va » et plus précisément comment s'articule son dialogue avec ce que nous avons nommé les « mutations urbaines ».

Plusieurs observations et conclusions sont à rappeler, afin de retracer le fil de notre réflexion. Procédons alors dans l'ordre rédactionnel, partie par partie. **La Partie 1, celle de la définition**, a mobilisé des écrits existants sur les réseaux urbains [3], [46], [49], sur la nuit [4], [5], sur l'éclairage public [1], [28], [39] ainsi que de la documentation plus technique. En résulte une définition précise de ce qui peut être considéré comme un « réseau d'éclairage public », soit un ensemble d'artefacts producteurs de lumière artificielle à destination de l'espace public, qui se constitue en points lumineux reliés par des connexions linéaires formant, à différentes échelles, des nœuds. Il est traversé par un flux dont la version contemporaine n'est autre que l'électricité mais qui a pu être, à une époque, du gaz d'éclairage.

Les modalités anciennes de ce réseau ont permis son existence sous différentes technologies ou différents « systèmes techniques » [112], que l'on peut classer comme autant « d'âges ». Âge solide pour les falots de bois, âge liquide pour l'huile, âge gazeux pour (justement) le gaz et enfin âge électrique pour l'électricité qui est aujourd'hui la norme. Plus l'éclairage s'est développé, d'un point de vue technologique mais aussi en considérant ses usages, et plus ses « fonctions » [28] ce sont étendues. Depuis le simple balisage jusqu'à la mise en scène spectaculaire des paysages nocturnes en passant par des fonctions utilitaires à destination des usagers de l'espace publique la nuit. Nous avons caractérisé ces évolutions en les mettant en parallèle avec l'évolution matériel du réseau. En résulte une théorie qui fait du réseau d'éclairage public actuel (unifié et électrique) l'aboutissement d'un processus de construction qui démarre à la « ponctuation » (faisant suite à l'absence pure et simple de lumière artificielle) et qui se termine au « réseau dynamique ouvert » selon les termes des théories rétistiques [3] et systémiques [13], [40].

Cette version moderne existant selon plusieurs modalités techniques, il nous a paru indispensable d'en construire une classification qui, étonnamment, manquait à notre bibliographie. Celle-ci est indispensable à l'étude que nous présenterons dans les parties suivantes et présente une classification en trois « familles » de l'éclairage artificiel à l'électricité. La famille de l'incandescence (la plus ancienne), la famille de la photoluminescence (la plus répandue actuellement) et la famille de l'électroluminescence (la plus récente, celle de la LED). Cette classification technique permet d'aborder plus précisément l'ouverture fournit en fin de cette Partie sur les « conséquences de l'éclairage » et ce qu'on peut appeler la pollution lumineuse [5]. Avec le reste des définitions arrêtées précédemment, ce début de thèse offre un socle nécessaire à ce qui suit.

La Partie 2 se concentre sur l'étude, l'étude historique et technique du réseau d'éclairage public parisien. Une étude justifiée par notre poste au sein de l'opérateur de ce réseau et la quantité de documentation et de contacts que cette position permet. Elle se base notamment sur l'histoire urbaine de la ville de Paris et son importante bibliographie [122], [130], [145], [196], [337], [338], nous permettant de fournir un cadre historique précis et un cadre géographique parfaitement circonscrit (en fonction des époques). En partant de

ce l'histoire des acquis de la première partie sur ce qui peut constituer, ou pas, un réseau ou proto-réseau d'éclairage public, nous avons construit une chronologie complète des moyens techniques et des modalités éditaires (voire politiques) d'éclairage artificielle de l'espace public parisien. Gagnant en précision à mesure que cette chronologie se rapproche de l'époque contemporaine, elle nous permet également d'analyser la trajectoire de ce réseau en le mettant en parallèle avec les mutations urbaines des différentes époques étudiées.

C'est ceci qui constitue une des principales conclusions de cette deuxième partie, la trajectoire sociotechnique du réseau d'éclairage public, inscrivant cette infrastructure dans un système technique [112] dans lequel société et technique ne sont pas séparée mais font partie du même « tissu sans couture » [14], [77], [114]. Une infrastructure urbaine de la dimension et de l'âge de l'éclairage public possède une trajectoire influencée par les décisions d'ordre technique, comme les modalités d'alimentation adaptées à la géographie et à la technologie disponible mais également d'ordre social, comme la répartition de la population sur le territoire et les considérations politiques d'une telle répartition. Ainsi les « stigmates » que possède l'architecture général du réseau garde pour partie en mémoire cette double influence de la trajectoire.

C'est notamment ce qui transparaît dans l'étude contemporaine du réseau et de son système de télégestion, dont le déploiement subit la « dichotomie structurelle » de l'éclairage public parisien. Cette trajectoire sociotechnique s'exprime également dans les choix technologiques, liés à la nécessaire réduction de la consommation d'électricité et aux choix politiques issus des conséquences environnementales. Nous présentons donc également une ébauche de ce qui pourrait constituer une partie importante de la gestion de l'éclairage public à l'avenir : le contrôle des conséquences environnementales de ce dernier. L'étude de la « pollution lumineuse » à Paris, conclut alors l'étude circonstanciée de cette infrastructure et permet une autre étape dans la réflexion, portée par les parties suivantes.

Les Parties 3 et 4 permettent, enfin, de comprendre l'existence actuelle du réseau d'éclairage public et peut-être d'envisager des possibilités futures. Cette compréhension s'est effectuée selon deux axes, le premier est consécutif à une méthodologie et une approche sociologique de notre objet d'étude. Il est la conséquence directe de la prégnance actuelle des « technologies numériques » dans le développement de l'éclairage public et dans sa gestion. Prenant acte de l'impossibilité d'arrêter une définition claire de ce qui est nommé « Ville Intelligente », « *Smart City* » ou « révolution numérique », il devient nécessaire de comprendre en quoi ces représentations influencent le réel. Cette conclusion partielle fait suite à la bibliographie de la Ville Intelligente en Partie 3, qui nous a permis de comprendre les origines de ces termes, au travers de nombreux auteurs et de nombreuses disciplines [11], [241], [242], [260], [261], [266], [305]. La conséquence de cette étude heuristique est l'étude sociologique qui suivra et permettra de déceler les représentations opérationnelles après avoir analysé les réflexions académiques.

Cette partie sociologique a été construite en s'inspirant des méthodes de l'entretien semi-dirigé [311], [312] et en réunissant un panel d'acteurs impliqués dans la gestion de l'urbain, de la Ville Intelligente et des infrastructures urbaines. La retranscription de ces entretiens et leur analyse en tant que matériau sociologique a permis d'élaborer une théorie de la représentation de la « Ville Intelligente » au sein de ces acteurs (cadres d'entreprises du BTP et de municipalités principalement). Nous avons conclu à la caractérisation de ce terme en tant qu'*illusio*, c'est-à-dire la « condition de l'engagement » au sein d'un processus de production ou d'un « jeu » selon les termes de la sociologie bourdieusienne [206], [320], [321]. Dis d'une autre manière, l'*illusio* « Ville Intelligente » permet de mettre d'accord l'ensemble des acteurs des transformations urbaines vers une trajectoire commune. Ceux-ci ne sont, par ailleurs, pas dupes du flou entourant ces termes mais le considèrent souvent comme une nécessité commode permettant le travail collectif.

Agrégeant des représentations de la ville, de l'espace public et de ses infrastructures plurielles, le terme de Ville Intelligente permet une approche consensuelle de la ville comme à la fois plus adaptable (grâce notamment à certaines technologies), plus résiliente [336], plus écologique et (même si cela n'est jamais énoncé clairement) plus rentable. La critique académique de cette approche s'appuie sur les risques de contradictions internes à l'entreprise, notamment en ce qui concerne les injonctions à la technologie

numérique (nuancées par une prise de conscience des individus concernés) qui cohabitent difficilement avec des objectifs tournés vers une ville plus écologique. Également le risque de « techniciser » un objet aussi complexe, pluriel et évanescent que *la ville* en faisant porter à des infrastructures des attentes politiques et sociales.

Quoi qu'il en soit des écueils de ces représentations, elles opèrent bien à un niveau urbain et influencent la gestion des infrastructures. L'éclairage urbain, non seulement n'est pas en reste, mais en plus est souvent au centre de ces attentes, ceci en raison de son état « électrifié » et « omniprésent » sur l'espace public. C'est cette position du réseau d'éclairage qu'il nous reste alors à interroger, afin de comprendre et prendre position sur les mutations urbaines actuelles et le rôle du réseau d'éclairage public dans celles-ci.

Il s'agit donc de l'objectif de la Partie 4 qui, prenant appui sur les réflexions des trois parties précédentes, propose une réflexion *in situ* de la place du réseau parisien dans les transformations associées à la Ville Intelligente. Cette réflexion s'opère d'abord par la mise en récit des « anecdotes techniques » compilées tout le long de la thèse et offrant une illustration autant qu'un objet d'analyse pour ce dialogue entre représentations et évolutions des infrastructures. On comprend alors en quoi l'*illusio* peut avoir un impact matériel sur l'organisation urbaine. Reste alors à en analyser les mécanismes d'influence, ce à quoi la « recherche-action » va nous servir toujours en Partie 4.

Car une partie de la recherche a consisté à prendre part au processus de mutations urbaines, en participant en tant qu'acteur à ces mêmes transformations, ce que nous avons appelé « l'expérience *DataCity* ». Nous en tirons une validation par l'expérience de nos observations précédentes qui s'articule en plusieurs points. Tout d'abord, le réseau d'éclairage public est bien susceptible de devenir une infrastructure privilégiée de ce type de mutations urbaines. Les attentes des autres acteurs et l'orientation des innovations proposées allaient dans cette direction. Ensuite, ces mutations s'inscrivent dans l'historicité des infrastructures parisiennes, moins comme une rupture que comme une évolution cohérente. Ainsi la mise en place, par la Mairie de Paris, de ce genre d'externalisation contrôlée des innovations matérielles est une logique qu'il est possible de retrouver tout le long de l'histoire de l'éclairage public. Depuis l'invention des réverbères à huile jusqu'à l'implantation de la technologie LED en passant par le remplacement progressif de l'éclairage au gaz par les technologies utilisant l'électricité.

Enfin, si le réseau d'éclairage public subit des modifications dues à des représentations sociales, il n'en reste pas moins un témoin historique, voire un catalyseur de transformation des mutations urbaines. Ces caractéristiques apparaissent aussi dans d'autres infrastructures (la voirie ou l'assainissement notamment) mais elles nous paraissent limpides dans ce cas-là, à l'aune de la réflexion développée le long de cette thèse. Le réseau d'éclairage public, *a minima* témoigne, voire participe aux mutations urbaines d'une ville donnée. Ces mutations ne s'analysent pleinement que grâce à un prisme sociotechnique, à même d'en déceler les subtilités.

C'est là le fond de notre pensée et le fruit de nos recherches, la capacité d'affirmer que cette infrastructure bien spécifique qu'est le réseau d'éclairage public parisien et par extrapolation les infrastructures urbaines en général, ne sont ni des objets foncièrement techniques, ni des objets purement sociaux mais que leurs trajectoires et leurs modalités d'existence sont dues à un dialogue sociotechnique permanent. Cette prise de position est moins consensuelle qu'elle n'y paraît, si l'on considère la manière avec laquelle ces mêmes infrastructures sont parfois considérées par les acteurs opérationnels et, parfois, académiques. Comprendons-nous bien, il n'est pas nécessaire systématiquement de produire un pendant social à une étude technique et inversement. Par contre, il nous paraît salutaire de comprendre une partie des impensées découlant de la séparation, parfois arbitraire, entre la « technique » et la « société » dans l'étude des infrastructures urbaines.

L'éclairage public sur le territoire parisien était ici le parfait candidat pour développer cette théorie. Tant au niveau de son architecture, de sa circonscription et de la documentation disponible sur son histoire et sa gestion. Nous avançons cependant l'idée que d'autres infrastructures en d'autres lieux se prêteraient

parfaitement à ce type de travaux scientifiques et que l'analyse des trajectoires sociotechniques peut être un outil puissant de compréhension des réalités urbaines. Du reste, l'état actuel des mutations urbaines nous a orienté vers l'étude des représentations de la « Ville Intelligente » mais d'autres viendront où existent déjà.

Afin de fournir une « critique de la critique », précisons que cette conclusion est à analyser selon le prisme qui est le nôtre, à savoir celui d'un doctorant, ingénieur et urbaniste financé par l'opérateur d'éclairage public de la ville de Paris. Aussi, nous acceptons tout à fait la critique d'une recherche qui serait orientée vers l'interdisciplinarité au détriment d'un développement disciplinaire ou bien d'une trop forte concentration sur le territoire parisien. Ces orientations, pour nous, font partie intégrante du processus de recherche tout comme les nécessaires critiques de celui-ci qui viendront le renforcer en pointant ses éventuelles failles. La connaissance scientifique des faits urbains est un processus ne pouvant réellement se terminer et nous espérons simplement, à notre niveau, avoir contribué à ce processus sur le sujet qu'il nous été permis d'étudier.

Nous ne pouvons que nous positionner en faveur de la continuité de telles études sur d'autres territoires et en direction d'autres réseaux urbains. L'histoire et la sociologie des techniques nous sont apparus comme de puissants outils à même de comprendre les trajectoires passées des mutations urbaines et capables d'en analyser les possibilités futures.

*

**

L'analyse de la trajectoire d'un réseau urbain peut être abordée de multiples manières en fonction des paradigmes retenus et des disciplines mobilisées. Nous aimerions ici promouvoir la manière choisie pour cette thèse qui, bien que forcément « partiel(le) et partial(e) » [46], présente un certain nombre d'intérêts si l'on prend la peine d'en respecter les contraintes. La mobilisation du génie urbain pour définir, de l'histoire des techniques pour comprendre le passé (donc le présent) et de la sociologie pour analyser les représentations, aboutit à une appréhension, générale certes, mais surtout holistique de la trajectoire de l'infrastructure étudiée.

Les contraintes évoquées précédemment pourraient alors se résumer ainsi : « une infrastructure pour un territoire ». Dans notre cas, ce qui nous a permis cette interdisciplinarité est le cadre strict fourni par la circonscription de l'objet étudié et du territoire concerné : le réseau d'éclairage public parisien. S'il n'est pas exclu de faire intervenir d'autres infrastructures et de s'intéresser à d'autres territoires, nous l'avons toujours fait dans l'objectif de relier et de comparer. Relier les infrastructures entre elles selon leurs interdépendances et comparer les territoires selon leurs caractéristiques.

L'analyse sociotechnique des réseaux urbains n'est pas nouvelle dans le champ académique. Sa déclinaison selon cette méthode interdisciplinaire au réseau d'éclairage public parisien représente donc notre modeste « pierre à l'édifice » en direction de cette réflexion urbanistique. Nous ne pouvons qu'espérer qu'elle puisse servir de futures recherches en lien avec le réseau d'éclairage, en fournissant un état de l'art technique, ou bien à destination d'autres réseaux urbains, en proposant une méthodologie (ou plutôt une méthodologie de méthodologies) reproductible.

Mutualiser les réseaux urbains semble être une réalité inatteignable dans la gestion opérationnelle des infrastructures, en atteste les déboires du « premier âge » de la *Smart City* [250]. Il semble pourtant possible qu'une culture commune émerge de la compréhension académique de ces mêmes réseaux urbains, culture à laquelle nous espérons avoir contribué par les réflexions et résultats de cette thèse.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 - Schématisation de la ville nocturne festive en archipels. D'après Lamand : <i>La nuit des nouvelles temporalités urbaines</i> (2006).	17
Figure 2 - "La ville la nuit : une appropriation inversée en fonction de l'âge". Lamand (2006), d'après le sondage SOFRES "Les français et le temps dans la ville" de mai 2001.	17
Figure 3 - Classification des fonctions de la lumière dans la ville - Abraham Moles (1981).	19
Figure 4 - Schéma simplifié du processus d'une politique publique, Sophie Mosser (2003).	22
Figure 5 - Schéma simplifié du processus d'une politique publique, maintenant remis en question, Mosser (2003).	25
Figure 6 - Le service « éclairage public » vu comme la résultante d'un processus, Mosser (2003).	25
Figure 7 - Comparaison des approches analytiques et systémiques, Joël de Rosnay (1975).	29
Figure 8 - Comparaison des systèmes statique et dynamique, Joël de Rosnay (1975).	29
Figure 9 - La lumière en tant que spectre visible au sein d'autres classifications de longueurs d'ondes (Documentation technique d'Evesa, mars 2017).	50
Figure 10 - Présentation schématique des principales unités usuelles de mesure de la lumière (Documentation technique d'Evesa, mars 2017).	51
Figure 11 - Diagramme de chromaticité de la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) sorti en 1931	52
Figure 12 - Températures de couleur et exemples de correspondances (Documentation technique d'Evesa, mars 2017).	53
Figure 13 - Les deux cas de la fonction d'efficacité lumineuse (Documentation technique d'Evesa, mars 2017)	54
Figure 14 - Lampes moulées de type Ephésien - Chypre, III ^{ème} siècle AEC. Musée d'art et d'histoire de Genève (à partir du travail de Laurent Chrzanovski).	62
Figure 15 - Lanterne romaine en bronze, 250 à 275 EC. Musée national d'histoire de Transylvanie (à partir du travail de Laurent Chrzanovski).	63
Figure 16 – Frontispice de Jan van der Heyden (gauche) & Carte des villes européennes possédant un éclairage public vers 1700 (droite). Koslofsky d'après le travail Chrzanovski.	66
Figure 17 - Timbre à l'effigie de Philippe Lebon (1955) et schéma de la "thermolampe" issu du brevet déposé en 1799.	67
Figure 18 - <i>The last lamp, Thames Embankment at dusk</i> , Rose Maynard Barton (1886).	69
Figure 19 - Lampe à arc. D'après "Les lampes électriques et leurs accessoires" (Gallica, Bibliothèque Nationale de France (BNF)).	71
Figure 20 - Lampe à incandescence. D'après « Les lampes électriques et leurs accessoires » (Gallica, BNF)	72
Figure 21 - Schéma d'une lampe à filaments (crédits : <i>Wikimédia Commons</i>).	76
Figure 22 - Schéma de l'auteur d'une lampe "typique" à décharge d'après le travail de Yuan Zhang (2014).	77
Figure 23 - Schéma de fonctionnement d'une LED, d'après le travail de Guillaume Faure (2012).	79
Figure 24 - Schéma de l'auteur de la classification des technologies d'éclairage utilisant l'électricité, dit aussi « arbre technologique de l'éclairage électrique ».	80
Figure 25 - "L'évolution de l'éclairage urbain du XVII ^e au XVIII ^e siècle" (Reculin, 2017).	87
Figure 26 - Schéma de l'auteur représentant les modélisations des six étapes constitutives de la création du réseau d'éclairage public	88
Figure 27 – Schéma de l'auteur proposant une représentation générique du réseau d'éclairage public.	92
Figure 28 - Représentation schématique des différents flux, directs et indirects, émis par un luminaire. De "Sauvons la Nuit" (Challéat, 2010).	94
Figure 29 - Ortholuminoplan de la ville de Paris	107
Figure 30 - Enceinte d'Adolphe Thiers englobant Paris et les communes adjacentes (Alain Faure).	111
Figure 31 - Carte de Paris (1911) avec l'enceinte de Thiers et ses bastions - <i>Encycopaedia Britannica, 11th édition (volume 20, page 805)</i> .	113

Figure 32 - Superposition du relief et des projets sous le second Empire à Paris. Source : thèse de Mathieu Fernandez (2014).	114
Figure 33 - Maquette du "Plan Voisin" de 1922, source : Fondation Le Corbusier.	118
Figure 34 - Les différentes modalités de gestion de la voirie et les éléments associés. Source : Bruno Faivre d'Arcier.	121
Figure 35 - Metro ligne 1 rue Rivoli (1898) - fond Eugène Trutat - conservée au muséum de Toulouse ...	123
Figure 36 - Gravures du XVIème siècle, "Le marchand de lanternes" et "Le marchand d'oublies et sa lanterne" tirées de <i>Paris la nuit au Moyen âge</i> de Hartmann Schopper.	126
Figure 37 - Le guet dans les rues de Paris. Tirée de <i>Paris la nuit au Moyen Age</i> de Hartmann Schopper.	127
Figure 38 - Dessin à plume de la lanterne des morts du cimetière des Saints-Innocents. Tiré de l'ouvrage d'Eugène Defrance (1904).	128
Figure 39 - "Vue du Pont-Neuf" de Jacques Callot (1630). Tableau représentant la Tour de Nesle avec sa lanterne	129
Figure 40 - Gravures montrant un falot fleurdelisé (à gauche) et une statue de vierge avec à sa base un récipient à huile (à droite). Deux systèmes d'éclairage typiques du XVIème siècle à Paris	131
Figure 41 - Médaille commémorative frappée en l'honneur des travaux du Conseil de Police de Paris, 1666. Collection de l'Imprimerie nationale.	132
Figure 42 - L'allumage des lanternes dans les rues de Paris au XVIIe siècle, par N. Courad le fils.	133
Figure 43 - Médaille commémorative frappée en 1669 à l'occasion de l'éclairage régulier des rues de Paris	133
Figure 44 - Deux gravures mettant en scène l'enthousiasme pour l'éclairage public (à gauche) et montrant une représentation d'une mouchette (à droite). Extraites de l'ouvrage d'E. Defrance (1904)	135
Figure 45 - Les Lanternes de la rue Quincampoix en 1720. D'après Eugène Defrance : "Histoire de l'éclairage public des rues de Paris" (1904)	136
Figure 46 - Gravure type des premiers réverbères à huile en 1745, extrait de l'ouvrage de E. Defrance (1904).	138
Figure 47 - Enthousiasme des Parisiens devant les réverbères à huile de Bourgeois de Châteaublanc, extrait de l'ouvrage de E. Defrance (1904).	139
Figure 48 - Lampe d'Argand et détails. Extrait des <i>Merveilles de la science</i> de Louis Figuier (1867-1869). ...	140
Figure 49 - Tableau indiquant le nombre de lanternes par quartier de Paris, 1780. Extrait de l'ouvrage d'E. Defrance (1904).	141
Figure 50 - "Discours de la lanterne aux Parisiens, le Procureur Général portant la parole.", gravure d'époque, extrait de l'ouvrage d'E. Defrance (1904).	142
Figure 51 - Collection de dessins de propagande révolutionnaires mettant en scène les "lanternes". Sources : Gallica, site de la BNF (Bibliothèque Nationale de France).	143
Figure 52 - Carte municipale des différentes compagnies de production et de distribution de gaz à Paris entre 1820 et 1836. Source : Gallica, site de la BNF (Bibliothèque Nationale de France).	144
Figure 53 - Gravure d'un des premiers candélabres à gaz. Extrait de l'ouvrage d'E. Defrance (1904).	145
Figure 54 - Candélabre console et candélabre nouveau modèle (Oudry). Extrait de l'ouvrage de Henri Maréchal (1894).	146
Figure 55 - Photographies d'un candélabre électrique de la Place de l'Opéra (à gauche) et d'un candélabre mixte gaz et électricité (à droite). Extrait de l'ouvrage de R. Boutteville.	149
Figure 56 - Plan de l'éclairage électrique du Parc Monceau. Extrait de l'ouvrage de Henri Maréchal (1894).	150
Figure 57 - Carte indiquant les secteurs d'alimentation statistiques des usines à gaz pour l'éclairage public en 1860 (en haut) et carte indiquant les secteurs des concessions privées ou permissions de l'éclairage à l'électricité en 1894 (en bas), H. Maréchal (1896).	153
Figure 58 - Usine de Levallois, coupe transversale. Extrait de l'ouvrage d'Henri Maréchal (1894).	156
Figure 59 - Prix du kilowatt, Henri maréchal (1894).	156
Figure 60 - Usine de l'Avenue Trudaine, plan et coupe transversale. Extrait de l'ouvrage d'Henri Maréchal (1894).	157

Figure 61 - Usine municipale des Halles, coupe transversale. Extrait de l'ouvrage d'Henri Maréchal (1894)	158
Figure 62 - Réseaux Electriques de Paris en 1889, archives du gestionnaire de l'éclairage public Evesa. ...	159
Figure 63 - Dispositif d'éclairage au gaz surpressé présenté à l'Exposition Universelle de 1900. R. Boutteville (1925).....	161
Figure 64 - Plan de Paris de 1923 présentant les voies pourvues en éclairage urbain intensif, extrait de l'ouvrage de Roger Boutteville (1925).....	167
Figure 65 - Réseaux Basse Tension de la CPDE, extrait de la contribution d'Alain Beltran dans l'ouvrage "Paris et ses réseaux" (1990).....	168
Figure 66 - Propagande sur le "camouflage des lumières" à gauche et installation d'une veilleuse en conséquence à droite, archives de l'association MEGE	170
Figure 67 - Employés de la CPDE appliquant de la peinture marron sur les candélabres en cuivre, archives de l'association MEGE.	171
Figure 68 - Photos de luminaires parisiens sous l'occupation allemande entre 1942 et 1944, extraites des archives de l'association MEGE.	171
Figure 69 - Carte du Réseau électrique de 1974, archives de l'association MEGE.....	175
Figure 70 - Dichotomie contemporaine du réseau d'éclairage public parisien, d'après un rapport interne de l'entreprise Evesa (2015).	181
Figure 71 - Schéma de l'auteur du réseau d'éclairage public parisien illustrant sa dichotomie structurelle.	182
Figure 72 - Synthèse de la baisse de consommation due au Plan Climat, extrait du rapport d'activité Evesa année 8 (2019).....	186
Figure 73 - Répartition relative (de haut en bas) des technologies « LED » et « Ballons fluorescents » sur le territoire parisien en 2019.....	189
Figure 74 - Répartition relative (de haut en bas) des technologies "Sodium Basse pression", "iodures métalliques" et "Cosmopolis" sur le territoire parisien en 2019.	190
Figure 75 - Répartition relative (de haut en bas) des technologies "Sodium Haute pression" et "Tubes fluorescents".	191
Figure 76 - Positions géoréférencées des 15 570 postes électriques du réseau d'éclairage public parisien, exportées depuis la base de données de l'opérateur Evesa en 2019.	192
Figure 77 - Vue satellite du territoire parisien comprenant la position de l'ensemble des BCEP (Boitiers de Contrôle de l'Eclairage Public) et des PAHD (Points d'Accès Haut Débit). Extraction à partir de l'outil "Street Light Vision" (2019).	194
Figure 78 - Schéma de l'auteur décrivant le "sur-réseau" assurant la télégestion de l'éclairage public parisien.	195
Figure 79 - Schéma de l'auteur du réseau d'éclairage public parisien, illustrant sa dichotomie structurelle et sa gestion centralisée.	196
Figure 80 - Axes de vol lors de l'acquisition des données par le LNE au-dessus de l'agglomération parisienne, extrait du rapport du LNE.	197
Figure 81 - Résolution des images de l'ortholuminoplan, Place Charles de Gaulle.....	198
Figure 82 - Répartition des points chauds dans les zones automobiles, les domaines public (hors zones réservées aux voitures) et privé.	199
Figure 83 - Exemple d'un processus de polygonisation des SHL (Surfaces Hyper Lumineuses) autour de la place Charles-de-Gaulle.	200
Figure 84 - Exemple de passage en 255 couleurs sur deux palettes différentes, autour de la place Charles-de-Gaulle.	200
Figure 85 - Densité de « points chauds » par parcelle dans la ville de Paris.	201
Figure 86 - Segmentation de l'ortholuminoplan en deux zones "A" et "B".....	202
Figure 87 - Exemples de création de la couche "devanture de commerces" et de la non corrélation entre points chauds et éclairage au sol.....	202
Figure 88 - Nombre moyen de Points chauds autour des commerces selon une typologie plus précise	203
Figure 89 - Fonctionnement schématique d'un programme de réduction de la pollution lumineuse.	203

Figure 90 - Schéma de Pierre Musso représentant la combinaison des deux économies à l'oeuvre dans la "révolution numérique" (2008).	213
Figure 91 - Les "trois régimes" de la Ville Intelligente, extrait de l'article de François Ménard (2017).	227
Figure 92 - Logigramme de fonctionnement du système de télégestion (ou d'asservissement) du réseau d'éclairage public parisien.	272
Figure 93 - Logigramme de fonctionnement de la "détection de présence". Issu de la documentation technique d'Evesa.	273
Figure 94 - Architecture de communication des éléments du système de capteurs en "berges de Seine" ...	275
Figure 95 - Archipel de plateformes en berges de Seine (en rouge les entrées, en hachurées les zones de détection, en bleu la position des capteurs, le triangle représente le poste de sécurité).	276
Figure 96 - Représentations des corolles végétales issues de l'entreprise <i>Urban Canopée</i> .	277
Figure 97 - Illustration numérique d'une corolle végétale entourant un mat d'éclairage	277
Figure 98 - Borne "City Charge" installée sur un mat de lampadaire. Extrait d'une illustration de l'offre "Alizé" de Bouygues Energie & Services.	279
Figure 99 - Carte d'identification des zones de fréquentation principales de la ville de Paris.	280
Figure 100 - Carte des conflits (à gauche) et carte des points lumineux de l'éclairage public (à droite) dans le 19ème arrondissement de Paris.	281
Figure 101 - Propositions de modification du "plan lumière" du 19ème arrondissement suite à étude de la cartographie des conflits. En début de soirée (à gauche) et en pleine nuit (à droite).	282
Figure 102 - Schémas explicatifs du processus "DataCity" extraits de la plaquette de présentation.	285
Figure 103 - Schéma de l'auteur décrivant le jeu d'acteurs du projet DataCity.	286
Figure 104 - Programme <i>DataCity</i>	287
Figure 105 - Processus simplifié de planification de travaux sur la voie publique parisienne (hypothèse de prévision sur plus de 6 mois).	289
Figure 106 - Déroulement du développement de la solution, de la sélection de la start-up à la constitution d'un business model. <i>DataCity</i> , 2019.	290
Figure 107 - Diagramme de fonctionnement de la solution de "Gotmi", étape 1, ce qui est défini.	291
Figure 108 - Diagramme de fonctionnement de la solution de "Gotmi", étape 2, ce qui est à définir.	292
Figure 109 - Illustrations et explications rapides des différents "Challenges" DataCity lors du DemoDay. Extraites de la plaquette de présentation.	293
Figure 110 - Paramètres caractéristiques d'une fonction rythmique (Samuel Challéat, d'après Touitou et Haus).	331
Figure 111 - Variations circadiennes des concentrations plasmatiques de la mélatonine et du cortisol (Touitou et al.).	332
Figure 112 - Effets de l'exposition à la lumière sur les profils de la mélatonine et du cortisol plasmatiques chez le sujet sain (Touitou et al.).	333
Figure 113 - Commerce international du Vème au Xème siècle. Warnke, 1987 d'après le travail de Chrzanovski.	334
Figure 114 - Commerce international au bas Moyen Âge. Warnke, 1987 d'après le travail de Chrzanovski.	335
Figure 115 - Carte européenne du ciel éclairé artificiellement en 2016 (A) et selon des prévisions de changement technologique (B). Extrait de " <i>The New World atlas of artificial night sky brightness</i> " (Falchi et al., 2016).	336
Figure 116 - Plan de Paris (Lutèce) après sa conquête par Clovis au détriment des Romains - Plan de Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville datant du XVIIIème siècle, source : Gallica, BNF (Bibliothèque Nationale de France).	338
Figure 117 - Enceinte de Paris de Philippe Auguste (1280 EC) - Source : Gallica, BNF (Bibliothèque Nationale de France).	339
Figure 118 - Plan de Braun et Hogenberg (édition de 1593) représentant les enceintes de Philippe Auguste et Charles V.	340
Figure 119 - Limites à bâtir de la ville de Paris aux XVIIe et XVIIIe siècles, M. Prudhomme et P. Rouet (2013).	341

Figure 120 - Plan de Paris de Claes Jansz Visscher datant de 1618, source : Gallica, BNF (Bibliothèque Nationale de France).....	341
Figure 121 - Panorama de la Ville de Paris par Aristide-Michel Perrot (1793-1879), source Gallica, Bibliothèque Nationale de France (BNF).....	342
Figure 122 - Carte statistique des égouts de Paris, Emery de Sept-Fontaines, 1839, source Gallica, Bibliothèque Nationale de France (BNF).....	344

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Référentiel final de l'éclairage public rassemblant les fonctions de la lumière d'Abraham Moles appliquées aux différents "âges" de l'éclairage public proposés par André Guillerme, tableau de l'auteur. .	74
Tableau 2 - Tableau comparatif des technologies opérationnelles contemporaines de l'éclairage public, d'après le travail de Laurent Massol (2012).....	79
Tableau 3 - Les six étapes de construction du réseau d'éclairage public et ses correspondances avec les âges techniques, tableau de l'auteur.	87
Tableau 4 - Correspondances entre les enceintes, époques et superficies de la ville de Paris au fil des âges (sources : "Recherches statistiques sur la ville de Paris" et Institut Paris Region, anciennement Institut d'Aménagement et d'Urbanisme).....	119
Tableau 5 – Tableau de l'auteur récapitulatif des différents réseaux techniques parisiens.....	124
Tableau 6 - Comparaison des données économiques de la CPDE entre 1913 et 1917, à partir du travail d'Alain Beltran.	166
Tableau 7 - Consommation d'éclairage public à Paris entre 1914 et 1938 selon Charles Malégarie.....	166
Tableau 8 - Référencement quantitatif général des points lumineux parisiens, assorti de commentaires relatifs à leur gestion.....	179
Tableau 9 - Tableau descriptif des différentes modalités de gestion du réseau d'éclairage public parisien observées au cours du temps.	184
Tableau 10 - Technologies retrouvées dans la base de données patrimoniale d'Evesa en 2019 avec leurs occurrences et pourcentages, classées de manière décroissante.....	188
Tableau 11 - Part des typologies urbaines les plus responsables des SHL, extrait du rapport final de l'étude de l'ENSG sur l'ortholuminoplan.	200
Tableau 12 - Comparaison croisée des municipalités de Paris et Londres au travers des tops "Smart City" et de la gestion de leur réseau d'éclairage	207
Tableau 13 - Référencement des informateurs lors des entretiens sociologiques.....	247
Tableau 14 - Résumé comparatif des entretiens selon la méthodologie de l'ouvrage "L'entretien".	250
Tableau 15 – Résumé comparatif des entretiens selon la méthodologie de l'ouvrage « L'entretien qualitatif ».	254
Tableau 16 - Récapitulatif des nouveaux usages de l'éclairage public.....	283

BIBLIOGRAPHIE

- [1] S. Mosser, « Éclairage urbain : enjeux et instruments d'actions », *Urbanisme*, Université Paris 8, Saint-Denis, 2003.
- [2] N. Verdier, « L'échelle dans quelques sciences sociales. », in *Échelles et temporalités en géographie*, vol. 2, O. Orain, D. Pumain, C. Rozemblat, et N. Verdier, Éd. CNED, 2004, p. 25-56. Consulté le: avr. 30, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00104485>
- [3] G. Dupuy, *L'urbanisme des réseaux, théories et méthodes*. Armand Colin, 1991. Consulté le: janv. 09, 2018. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00438867>
- [4] Deleuil Jean-Michel, *Lyon la nuit. Lieux, pratiques et images.*, Presses universitaires de Lyon. 1994.
- [5] S. Challéat, « “Sauver la nuit” : empreinte lumineuse, urbanisme et gouvernance des territoires », *Géographie*, Université de Bourgogne, Dijon, 2010.
- [6] S. Reculin, « “Le règne de la nuit désormais va finir” ». L'invention et la diffusion de l'éclairage public dans le royaume de France (1697-1789) », *Charles-de-Gaulle Lille 3*, Lille, 2017.
- [7] *Le Génie urbain revisité. Innovations/Expérimentations*, Presse des Ponts. Paris: Bernard Landau et Youssef Diab, 2017.
- [8] Offner Jean-Marc et al., « Les effets structurants des infrastructures de transport », *L'Espace Géographique*, vol. Tome 43, n° 1, p. 51-67, juill. 2014.
- [9] A. Beltran, *La vie électrique. Histoire et imaginaire (XVIIIe-XXIe siècle)*. Humensis, 2017.
- [10] A. Guillerme, *Les temps de l'eau: la cité, l'eau et les techniques : nord de la France : fin IIIe-début XIXe siècle*. Editions Champ Vallon, 1983.
- [11] A. Picon, *Smart Cities : Théorie et critique d'un Idéal Auto-réalisateur*, B2 éd. 2013.
- [12] S. Barles, N. Buclet, et G. Billen, « L'écologie territoriale : du métabolisme des sociétés à la gouvernance des flux d'énergie et de matières », nov. 2011, p. 16. Consulté le: févr. 05, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01353196>
- [13] J. de Rosnay, *Le Macroscopie. Vers une vision globale*. Le Seuil, 2014.
- [14] M. Akrich, « Comment sortir de la dichotomie technique/société », in *De la préhistoire aux missiles balistiques : l'intelligence sociale des techniques*, La Découverte., Bruno Latour et P. Lemonnier, 1994, p. 105-131.
- [15] P. Musso, Y. Crozet, et G. Joignaux, « Réseaux et territoires : la construction d'une problématique », *Territoires 2020*, n° 3, p. 101-114, 2001.
- [16] Dupuy Gabriel, « Préface », in *Le Génie urbain revisité. Innovations/Expérimentations.*, Presse des Ponts., Paris: Bernard Landau et Youssef Diab, 2017, p. 5-8.
- [17] G. W. F. Hegel et B. Gilson, *La différence entre les systèmes philosophiques de Fichte et de Schelling*. Vrin, 1986.
- [18] A. Vera, *Philosophie de la nature de Hegel*. Ladrance, 1864.
- [19] Jun'ichirō Tanizaki, *Éloge de l'ombre*. Japon, 1933.

- [20] Carl Gustav Jung, *Ma vie. Souvenirs, rêves et pensées (titre original allemand : Erinnerungen, Träume, Gedanken.* 1961.
- [21] G. Durand, *Les structures anthropologiques de l'imaginaire*, 11e édition. Paris: Dunod, 1993.
- [22] A. Cabantous, *Histoire de la nuit: XVIIe-XVIIIe siècle.* Fayard, 2009.
- [23] H. Lefebvre, *Le Droit à la ville.* SEUIL, 1986.
- [24] H. Lefebvre, *La Pensée marxiste et la ville.* FeniXX, 2015.
- [25] A. Masbouni, 9. *Du bon usage de la chronotopie.* La Découverte, 2001, p. 167-179. Consulté le: nov. 16, 2020. [En ligne]. Disponible sur: https://www.cairn.info/le-quotidien-urbain--9782707135391-page-167.htm?try_download=1
- [26] Foessel Michaël, *La Nuit. Vivre sans témoin.*
- [27] W. Schivelbusch, *La nuit désenchantée: à propos de l'histoire de l'éclairage artificiel au XIXe siècle.* Le Promeneur, 1993.
- [28] Moles Abraham, « Des fonctions de la lumière dans la ville », *LUX*, n° 111, p. 10-25, 1981.
- [29] F. Choay, *L'urbanisme : utopies et réalité ; une anthologie.* Éd. du Seuil, 1965.
- [30] S. Mosser, « Éclairage et sécurité en ville : l'état des savoirs », *Déviance et Société*, vol. 31, n° 1, p. 77-100, 2007, doi: 10.3917/ds.311.0077.
- [31] Collectif, *Le retour des communs: & la crise de l'idéologie propriétaire.* les liens qui libèrent, 2015.
- [32] E. Ostrom, *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action.* Cambridge University Press, 2015.
- [33] J.-F. Auby, *Les Services publics en Europe.* FeniXX, 1998.
- [34] R. Boudon, *Effets pervers et ordre social.* Presses universitaires de France, 1993.
- [35] J.-F. Dortier, *L'école de Chicago : la ville au scalpel.* Éditions Sciences Humaines, 2009, p. 63-66. Consulté le: nov. 16, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.cairn.info/la-sociologie--9782912601858-page-63.htm>
- [36] Conio Gérard, *Le Constructivisme Russe.* L'AGE D'HOMME, 1987.
- [37] Barthes Roland, « Sémiologie et urbanisme. », *Architecture d'Aujourd'hui : la ville*, n° 153, p. 11-13, 1971.
- [38] J.-M. Deleuil et J.-Y. Toussaint, « De la sécurité à la publicité, l'art d'éclairer la ville », *Les Annales de la Recherche Urbaine*, vol. 87, n° 1, p. 52-58, 2000, doi: 10.3406/aru.2000.2335.
- [39] J.-M. Deleuil, *Eclairer la ville autrement. Innovations et expérimentations en éclairage public.*, Presses polytechniques et Universitaires romandes. Lyon, 2009.
- [40] A. Cambien, « Une introduction à l'approche systémique : appréhender la complexité », Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU), Research Report, 2008. Consulté le: mai 14, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02150426>
- [41] A. Guillaume, « L'émergence du concept de réseau 1820-1830 », *FLUX Cahiers scientifiques internationaux Réseaux et Territoires*, vol. 2, n° 5, p. 30-47, 1986, doi: 10.3406/flux.1986.1085.

- [42] A. Guillaume, « Réseau : Genèse d'une catégorie dans la pensée de l'ingénieur sous la Restauration », *FLUX Cahiers scientifiques internationaux Réseaux et Territoires*, vol. 7, n° 6, p. 5-17, 1991, doi: 10.3406/flux.1991.1159.
- [43] P. Musso, « Aux origines du concept moderne : corps et réseau dans la philosophie de Saint Simon », *Quaderni*, vol. 3, n° 1, p. 11-29, 1987, doi: 10.3406/quad.1987.2037.
- [44] Plassard François, *Les Autoroutes et le Développement régional*. Paris: Economica.
- [45] Offner Jean-Marc, « “Les effets structurants” du transport : mythe politique, mystification scientifique. », *L'espace Géographique*, n° 3, p. 233-242, 1993.
- [46] G. Dupuy et J.-M. Offner, « Réseau : Bilans et perspectives », *Flux*, vol. 4, n° 62, 2005, doi: 10.3917/flux.062.0038.
- [47] P. George, *L'ère des techniques: constructions ou destructions ?* Presses universitaires de France, 1974.
- [48] S. Graham et S. Marvin, *Splintering Urbanism: Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition*. Routledge, 2001.
- [49] P. Musso, *Critique des réseaux*. Presses Universitaires de France, 2003.
- [50] Sfez Lucien, *La communication*. Presses Universitaires de France, 2010.
- [51] M. Castells, *La société en réseaux*. Fayard, 2001.
- [52] L. Boltanski et E. Chiapello, *Le nouvel esprit du capitalisme*. Gallimard, 1999.
- [53] J. Rifkin, *L'âge de l'accès: la nouvelle culture du capitalisme*. Ed. La Découverte/Poche, 2005.
- [54] G. Deleuze et F. Guattari, *Qu'est-ce que la philosophie ?* Minuit, 2013.
- [55] G. Deleuze et F. Guattari, *Rhizome*. Éditions de Minuit, 1976.
- [56] H. Regnauld, « Les concepts de Félix Guattari et Gilles Deleuze et l'espace des géographes », *Chimeres*, vol. N° 76, n° 1, p. 195-204, oct. 2012.
- [57] G. Deleuze et F. Guattari, *Capitalisme et schizophrénie: Mille plateaux*. Editions de minuit, 1972.
- [58] B. Latour, *Nous n'avons jamais été modernes: essai d'anthropologie symétrique*. La Découverte, 2006.
- [59] G. de VRIES, *Bruno Latour: Une introduction*. La Découverte, 2018.
- [60] Pumain Lucien, « La modélisation des réseaux urbains ». 1994.
- [61] L. Sanders, « Les modèles agent en géographie urbaine », in *Modélisation et simulation multi-agents ; applications pour les Sciences de l'Homme et de la Société*, P. D. Amblard F., Éd. Hermes-Lavoisier, 2006, p. 151-168. Consulté le: mai 21, 2018. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00119088>
- [62] Karl Marx et Friedrich Engels, *L'Idéologie allemande*. 1932.
- [63] Bocquentin Marie, « Etude des phénomènes d'inter-dépendances et de défaillances en cascade au sein des réseaux techniques urbains. Vers une aide à la décision pour une application à l'agglomération parisienne face à une crue de la Seine. », Université Paris-Est. Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP)., Paris., 2020.
- [64] P. Musso, « La rétiologie », *Quaderni*, vol. 55, n° 1, p. 21-28, 2004, doi: 10.3406/quad.2004.1629.

- [65] Maurice Dérivé, *La couleur.*, Puf.
- [66] Y. Le Grand, *Optique physiologique. Tome II, Lumière et couleurs.*, Editions de la Revue d'Optique.
- [67] V. Henderson, *La Nature des Soins Infirmiers.* Editions du Renouveau Pédagogique, Incorporated, 1994.
- [68] M. A. Max-Neef, A. Elizalde, et M. Hopenhayn, *Human Scale Development: Conception, Application and Further Reflections.* Apex Press, 1991.
- [69] E. Haus et Y. Touitou, « Chronobiology in Laboratory Medicine », in *Biologic Rhythms in Clinical and Laboratory Medicine*, Y. Touitou et E. Haus, Éd. Berlin, Heidelberg: Springer, 1992, p. 673-708. doi: 10.1007/978-3-642-78734-8_47.
- [70] Heller Agnes, *La théorie des besoins chez Marx*, 10/18 éd. 1978.
- [71] Y. Quiniou, « Pour une actualisation du concept d'aliénation », *Actuel Marx*, vol. n° 39, n° 1, p. 71-88, 2006.
- [72] Jean-Paul Sartre, *L'existentialisme est un humanisme*, Nagel. 1946.
- [73] A. Michel, *Milieu et techniques - André Leroi-Gourhan*. Consulté le: juin 17, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.albin-michel.fr/ouvrages/milieu-et-techniques-9782226062147>
- [74] B. Latour, *Aramis, ou, L'amour des techniques.* La Découverte, 1992.
- [75] Lordon Frédéric, *Capitalisme, désir et servitude. Marx et Spinoza.*, La Fabrique. 2010.
- [76] B. de Spinoza, *Ethique.* CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015.
- [77] M. Akrich, « L'analyse socio-technique », in *La gestion de la recherche*, D. Vinck, Éd. De Boeck, 1991, p. 339-353. Consulté le: mai 22, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00081727>
- [78] T. M. Dumersan, *Chants et chansons populaires de la France*, H.-L. Delloye. 1843.
- [79] Catherine Perlès, *Préhistoire du feu*, Masson. Paris, 1977.
- [80] L. Chrzanowski, « L. Chrzanowski, Pour une ethnoarchéologie du luminaire: réalités lychnologiques de l'Inde d'aujourd'hui et de la Rome d'hier », *Sargetia*, p. 285-307, 2010.
- [81] L. Chrzanowski, *De Prométhée à la Fée Electricité. Pour une sociologie de l'éclairage à travers les âges, les croyances et les continents.* 2015. Consulté le: août 06, 2019. [En ligne]. Disponible sur: https://www.academia.edu/4844613/L._Chrzanowski_De_Prom%C3%A9th%C3%A9e_%C3%A0_la_F%C3%A9e_Electricit%C3%A9._Pour_une_sociologie_de_l_%C3%A9clairage_%C3%A0_travers_les_%C3%A2ges_les_croyances_et_les_continents_Cluj-Napoca_2013_2015_
- [82] L. Homo, *Rome impériale et l'urbanisme dans l'Antiquité.* Albin Michel, 2014.
- [83] L. Duret, J.-P. Néraudeau, et P. Grimal, *Urbanisme et métamorphoses de la Rome antique.* Les Belles Lettres, 2001.
- [84] B. Bove, « Crise locale, crises nationales Rythmes et limites de la crise de la fin du Moyen Âge à Paris au miroir des prix fonciers », *Histoire urbaine*, vol. n° 33, n° 1, p. 81-106, juill. 2012.
- [85] J. Verdon, *La nuit au Moyen Âge.* FeniXX, 1994.
- [86] M. Daumas, *Histoire générale des techniques.* Quadrige/PUF, 1996.

- [87] P. C. F. Daunou *et al.*, *Journal des Savants*. Éditions Klincksieck, 1817.
- [88] C. Koslofsky, *Evening's Empire: A History of the Night in Early Modern Europe*. Cambridge University Press, 2011.
- [89] M. Foucault, *Surveiller et Punir*, Gallimard. Paris, 1975.
- [90] L. S. Multhauf, «The Light of Lamp-Lanterns: Street Lighting in 17th-Century Amsterdam », *Technology and Culture*, p. 236-252, 1985.
- [91] *Nouveau manuel complet de l'éclairage et du chauffage au gaz ou traité élémentaire et pratique destiné aux ingénieurs, aux directeurs et aux contremaitres d'usines à gaz d'éclairage mis à la portée de tout le monde contenant une notice sur Philippe Le Bon et la copie de son brevet ...* Librairie encyclopédique de Roret, 1866.
- [92] J. P. Minkelers, *Mémoire sur l'air inflammable tiré de différentes substances*. 1784.
- [93] C. Dubois et N. (sous la direction de) Czechowski, « Réverbères et becs de gaz », n° 125, p. 48-61, 1991.
- [94] P. Merlin et F. Choay, *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. Presses universitaires de France, 1988.
- [95] W. F. F. Shearcroft et W. F. F. Shearcroft, *The Story of Electricity from Thales to Einstein*. E. Benn Limited, 1925.
- [96] G. Borvon, *Histoire de l'électricité: de l'ambre à l'électron*. Vuibert, 2009.
- [97] A. d'Urbanitsky, *Les Lampes électriques et leurs accessoires*, Bernard Tignol. Paris, 1885.
- [98] G. Faure, « Diagnostic des réseaux d'éclairage public », p. 149, 2012.
- [99] Y. Zhang, « A new flat dark discharge lamp for backlight applications based on electron-excited-phosphor luminescence », Thèse de doctorat, Université Toulouse 3 Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier), 2014. Consulté le: juill. 17, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01096580>
- [100] L. L. C. Books, *Light-Emitting Diode Pioneers: Nick Holonyak, Isamu Akasaki, Oleg Losev, H. J. Round, Shuji Nakamura*. General Books LLC, 2010.
- [101] M. Apostolou, « Méthodologie pour la conception optimisée des réseaux de chaleur et de froid urbains intégrés », Thèse de doctorat, Université Paris sciences et lettres, 2018. Consulté le: nov. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-02274400>
- [102] S. Chiche, « Intégration de sources urbaines de chaleur fatale au sein d'un réseau de chaleur », Thèse de doctorat, Paris Est, 2020. Consulté le: nov. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.theses.fr/2020PESC2007>
- [103] D. Gondhalekar et T. Ramsauer, « Nexus City: Operationalizing the urban Water-Energy-Food Nexus for climate change adaptation in Munich, Germany », *Urban Climate*, vol. 19, p. 28-40, janv. 2017, doi: 10.1016/j.uclim.2016.11.004.
- [104] S. Lehmann, « Implementing the Urban Nexus approach for improved resource-efficiency of developing cities in Southeast-Asia », *City, Culture and Society*, vol. 13, p. 46-56, juin 2018, doi: 10.1016/j.ccs.2017.10.003.
- [105] S. Challéat et D. Lapostolle, « (Ré)concilier éclairage urbain et environnement nocturne : les enjeux d'une controverse sociotechnique », *Natures Sciences Sociétés*, vol. 22, n° 4, p. 317-328, oct. 2014, doi: 10.1051/nss/2014045.
- [106] G. Hardin, « The Tragedy of the Commons », *Science*, vol. 162, n° 3859, p. 1243-1248, déc. 1968, doi:

10.1126/science.162.3859.1243.

- [107] Bourg Dominique et Papaux Alain, *Dictionnaire de la pensée écologique.*, Presse Universitaire de France (PUF). 2015.
- [108] Kobler René L., « Die Lichtverschmutzung in der Schweiz. Mögliche Auswirkungen und praktische Lösungsansätze. », 2002.
- [109] J. Ellul, *Le système technicien.* Cherche Midi, 2012.
- [110] Gille Bertrand, *Histoire des techniques*, Gallimard. 1978.
- [111] P. Lemonnier, « A Propos de Bertrand Gille : la notion de « système technique » », *Homme*, vol. 23, n° 2, p. 109-115, 1983, doi: 10.3406/hom.1983.368375.
- [112] B. Gille, « La notion de “système technique” (essai d’épistémologie technique). » 1989.
- [113] W. E. Bijker, T. P. Hughes, et T. J. Pinch, *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology.* MIT Press, 1987.
- [114] M. Akrich, « Comment décrire les objets techniques? », in *Techniques et culture*, 1987, n° 9, p. 49-64. Consulté le: août 17, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00005830>
- [115] K. Marx, *Le Capital.* 1867.
- [116] B. Stiegler, *La technique et le temps.* Galilée/Cité des sciences et de l’industrie, 1994.
- [117] L. Mumford, *Technique et civilisation.* Editions du Seuil, 1950.
- [118] J. César, *Commentaires de la guerre des Gaules.* 1926.
- [119] S. nationale des antiquaires de France, *Mémoires de la Société nationale des antiquaires de France.* C. Klincksieck., 1857.
- [120] M. Carmona, *Paris: l’histoire d’une capitale de Lutèce au grand Paris.* Martinière, 2011.
- [121] H. Noizet, B. Bove, et L. Costa, *Paris, de parcelles en pixels: analyse géomatique de l’espace parisien médiéval et moderne.* Presses universitaires de Vincennes, 2013.
- [122] M. Fernandez, « Approche topographique historique du sous-sol parisien : 1800-2000. La ville épaisse : genèse et évolutions morphologiques. », Thèse de doctorat, Conservatoire national des arts et métiers - CNAM, 2014. Consulté le: juin 25, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01223241>
- [123] Pierre Musso, *Télécommunications et philosophie des réseaux. La postérité paradoxale de Saint-Simon,* PUF. 1998.
- [124] F. Choay, *Les Mémoires d’Haussmann,* Seuil. 2000.
- [125] E. Belgrand, *Les travaux souterrains de Paris.* Dunod, 1877.
- [126] M. Carmona, « Haussmann et Belgrand », in *Eaux pour la ville, eaux des villes : Eugène Belgrand XIXe-XXIe siècle*, J.-C. D. ; I. Gautheron, Éd. Presses des ponts, 2013, p. 436. Consulté le: avr. 06, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-00808433>
- [127] A. Morizet, *Du vieux Paris au Paris moderne: Haussmann et ses prédécesseurs.* Infolio, 2014.
- [128] S. Barles, *La ville délétère: médecins et ingénieurs dans l’espace urbain, XVIIIe-XIXe siècle.* Editions Champ Vallon, 1999.

- [129] M.-J. Dumont, *Le Logement social à Paris 1850-1930: les habitations à bon marché*. Editions Mardaga, 1991.
- [130] C. Grange, « Les classes privilégiées dans l'espace parisien (1903-1987) », *Espace Populations Sociétés*, vol. 11, n° 1, p. 11-21, 1993, doi: 10.3406/espos.1993.1552.
- [131] A. Faure, « Spéculation et société : les grands travaux à Paris au XIXe siècle », *Histoire, économie & société*, vol. 23, n° 3, p. 433-448, 2004, doi: 10.3406/hes.2004.2433.
- [132] B. Marchand, *Paris, histoire d'une ville (XIXe-XXe siècle)*. Média Diffusion, 2016.
- [133] F. Choay et V. S. M. Gauthier, *Haussmann conservateur de Paris*. Actes sud, 2013.
- [134] F. Lordon, *Vivre sans?: institutions, police, travail, argent ...* La Fabrique éditions, 2019.
- [135] D. Lejeune, *La France de la Belle Époque: 1896-1914*. Armand Colin, 2011.
- [136] É. Fourmier, *Les lanternes. Histoire de l'éclairage de Paris, suivi de la réimpression de quelques poèmes rares*. 1854.
- [137] B. Bothereau, « À la lanterne ! Modes d'existence d'un objet banal, entre imaginaire technique et politique. Invention, économie urbaine, publics et circulations du «réverbère», Paris, Barcelone, XVIIIe s. », Thèse de doctorat, Paris Sciences et Lettres (ComUE), 2018. Consulté le: juill. 15, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.theses.fr/2018PSLEH152>
- [138] H. R. d'Allemagne, *Histoire du luminaire depuis l'époque romaine jusqu'au XIXe siècle*. 1891.
- [139] H. Maréchal, *L'éclairage à Paris*. Paris, 1894.
- [140] E. Defrance, *Histoire de l'éclairage public des rues de Paris*. Paris, 1904.
- [141] Cadoux Gaston, *L'Eclairage à Paris, à Londres et à Berlin*. 1904. Consulté le: mars 28, 2019. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.wikisource.org/wiki/L%E2%80%99Eclairage_%C3%A0_Paris,_%C3%A0_Londres_et_%C3%A0_Berlin
- [142] G. Cadoux, *La vie des grandes capitales: études comparatives sur Londres-Paris-Berlin*. Berger, 1908.
- [143] P. (France) C. municipal, *Relation officielle des fêtes organisées par la ville de Paris pour la visite de LL. MM. II L'Empereur et L'Impératrice de Russie les 6, 7 et 8 Octobre 1896*. Imprimerie nationale, 1897.
- [144] A.-P. Herlaut, *L'éclairage des rues à Paris: À la fin du XVIIe et au XVIIIe siècles*. 1916.
- [145] F. Caron, Dérens Jean, Passion Luc, et Cebron de Lisle Philippe, *Paris et ses réseaux : naissance d'un mode de vie urbain. XIXe-XXe siècles*. 1990.
- [146] A. Beltran, « Création et développement du réseau électrique parisien (1878-1939). », présenté à Paris et ses réseaux. Naissance d'un mode de vie urbain., 1990.
- [147] F. Falchi, *The World Atlas of Light Pollution*. Createspace Independent Publishing Platform, 2016.
- [148] S. Vanpeene, J. Amsellem, R. Sordello, et L.-M. Billon, « Trame verte et bleue - Bilan sur l'élaboration des Schémas régionaux de cohérence écologique : Concertation pour l'élaboration des SRCE », irstea, 2017. Consulté le: août 21, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.inrae.fr/hal-02607188>
- [149] R. Sordello, O. Jupille, É. Deutsch, S. Vauclair, L. Salmon-Legagneur, et J.-B. Faure, « Trame noire : un sujet qui « monte » dans les territoires », *Sciences Eaux Territoires*, vol. Numéro 25, n° 1, p. 78-85, juill. 2018.

- [150] M. Payoux et Aoulad Zacharie, « Etude SIG d'un ortholuminoplan. Caractérisation de la pollution lumineuse sur le territoire parisien. », ENSG, Paris, Mémoire scientifique, 2018.
- [151] E. Sengeissen et O. Sobreira, « Etude de la pollution lumineuse de Paris par un ortholuminoplan. », ENSG (Ecole Nationale des Sciences Géographiques), 2019.
- [152] C. Raffestin, « Écogenèse territoriale et territorialité », in *Espaces, jeux et enjeux*, Paris: Fayard, 1986, p. 173-185.
- [153] P. George et F. Verger, *Dictionnaire de la géographie*. Paris: Presses Universitaires de France, 2009.
- [154] L.-F. B. de Châteauneuf, *Rapport sur la marche et les effets du choléra-morbus dans Paris et les communes rurales du département de la Seine, par la commission nommée... année 1832*. Imprimerie Royale, 1834.
- [155] F. Tiberghien, *Versailles, le chantier de Louis XIV: 1662-1715*. Perrin, 2002.
- [156] A. (1797-1877) A. du texte Thiers, *Discours parlementaires de M. Thiers. Partie 2 / 5 / publiés par M. Calmon*. 1879. Consulté le: août 06, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k236880>
- [157] A. du France, n°10023 - *Loi relative à l'établissement de grandes lignes de chemin de fer*. 1842. Consulté le: août 28, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k486426k>
- [158] Seine (France), *Recherches statistiques sur la ville de Paris et le département de la Seine: recueil de tableaux dressés et réunis d'après les ordres de Monsieur le comte de Chabrol, conseiller d'état, préfet du département*. Imprimerie royale, 1860.
- [159] L. Chevalier, *La formation de la population parisienne au XIXe siècle*. Presses universitaires de France, 1950.
- [160] G. Procacci, *Gouverner la misère: la question sociale en France, 1789-1848*. Editions du Seuil, 1993.
- [161] B. M. Ratcliffe et C. Piette, *Vivre la ville: les classes populaires à Paris, 1ère moitié du XIXe siècle*. Boutique de l'histoire, 2007.
- [162] A. Frondizi, « Paris au-delà de Paris : urbanisation et révolution dans l'outre-ocroi populaire, 1789-1860 », Thèse de doctorat, Paris, Institut d'études politiques, 2018. Consulté le: juill. 15, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.theses.fr/2018IEPP0044>
- [163] J. J. Linz et P. J. J. Linz, *Totalitarian and Authoritarian Regimes*. Lynne Rienner Publishers, 2000.
- [164] I. Backouche, *La trace du fleuve: la Seine et Paris (1750-1850)*. Ecole des hautes études en sciences sociales, 2000.
- [165] K. Marx, *La guerre civile en France: 1871 : la Commune de Paris*. Ed. sociales, 1981.
- [166] J. Vallès, *L'Insurgé*. République des Lettres, 2019.
- [167] J.-J. Chevallier, *Histoire des institutions et des régimes politiques de la France de 1789 à 1958*. Armand Colin, 2001.
- [168] B. Accoyer, « N° 1262 - Rapport d'information de M. Bernard Accoyer fait au nom de la mission d'information sur les questions mémorielles ». Consulté le: sept. 02, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.assemblee-nationale.fr/13/rap-info/i1262.asp>
- [169] D. Lejeune, « La "Belle Époque" de la société et de la culture en France », Université ouverte de

Besançon, France, oct. 2017. Consulté le: sept. 03, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/cel-01615634>

[170] T. Piketty, *Capital et idéologie*. Le Seuil, 2019.

[171] B. Landau et C. Monod, *Les grands boulevards: un parcours d'innovation et de modernité*. Action artistique de la Ville de Paris, 2000.

[172] B. Vayssière, « Relever la France dans les après-guerres : reconstruction ou réaménagement ? », *Guerres mondiales et conflits contemporains*, vol. n° 236, n° 4, p. 45-60, 2009.

[173] R. Grimal, « L'auto-mobilité au tournant du millénaire : une approche emboîtée, individuelle et longitudinale », Thèse de doctorat, Université de Paris Est, 2015. Consulté le: sept. 03, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01313626>

[174] L. Gwiazdzinski *et al.*, *Périphérique, terre promise*. Editions H'Arpon, 2013. Consulté le: sept. 07, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01249052>

[175] J. A. du texte Hervieu, *Le chemin de fer métropolitain municipal de Paris. Description du réseau général, lignes en exploitation, type des ouvrages, usines et sous-stations électriques*. 1903. Consulté le: sept. 08, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k133122g>

[176] B. Faivre D'Arcier, « La Voirie urbaine : de l'accumulation à la gestion patrimoniale », Thèse de doctorat, Université Lumière - Lyon II, 1992. Consulté le: août 10, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00339581>

[177] B.-S. Isabelle, « Le trottoir, nouvel actif stratégique », *Futuribles*, avr. 2020, Consulté le: sept. 08, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.futuribles.com/fr/revue/436/le-trottoir-nouvel-actif-strategique/>

[178] Ville de Paris, « Rapport Bleu Climat 2019 », Paris, déc. 2019.

[179] Préfet de la Région Ile-de-France, « Approvisionnement électrique du Grand Paris, Rapport d'activité. »

[180] C. Malagoli, « Les lampes en terre cuite du centre-est de la Gaule (Ier siècle av. J.-C. - IV^e siècle ap. J.-C.) : production, diffusion et consommation », Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 2016. Consulté le: nov. 04, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01883354>

[181] A. de Bast, *Merveilles du génie de l'homme: Découvertes, inventions, récits historiques, amusants et instructifs sur l'origine et l'état actuel des découvertes et inventions les plus célèbres*. Collection XIX, 1852.

[182] M. de (1813-1892) A. du texte Boylesve, *Etienne Boylesve, prévôt de Paris sous le règne de Saint-Louis : tout pour justice*. 1875. Consulté le: sept. 09, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6457157v>

[183] R. Boutteville, *L'éclairage public à Paris*, Librairie de l'enseignement technique. Paris: Léon Eyrolles, 1925.

[184] R. Spifame, *Dicaearchiae Henrici, regis christianissimi, Progymnasmata*. 1556. Consulté le: sept. 16, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k316399x>

[185] J. L. Mass et J. A. Hunt, « The Early History of Glassmaking in the Venetian Lagoon: A Microchemical Investigation », *MRS Online Proceedings Library Archive*, vol. 712, ed 2002, doi: 10.1557/PROC-712-II9.3.

[186] B. Marmont du Hautchamp, *Histoire du système des finances, sous la minorité de Louis XV. pendant les années 1719 & 1720: précédée d'un abrégé de la vie du duc regent, & du Sr. Law*. La Haye: P. de Hondt, 1739.

[187] Voltaire, *Oeuvres de Voltaire: avec préfaces, avertissements, notes, etc*. Lefèvre, 1833.

- [188] J.-F. Augoyard, « Les facteurs lumineux du sentiment d'insécurité », CRESSON, MELTEM, Research Report 18, 1990. Consulté le: sept. 07, 2018. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01373814>
- [189] L. Gwiazdzinski, « La nuit dimension oubliée de la ville : entre animation et insécurité. », Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, 2002. Consulté le: mars 23, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00599146>
- [190] S. Atkins, M. S. Husain, et A. Storey, *The influence of street lighting on crime and fear of crime*. London: Home Office, Crime Prevention Unit, 1991.
- [191] R. Steinbach *et al.*, « The effect of reduced street lighting on road casualties and crime in England and Wales: controlled interrupted time series analysis », *J Epidemiol Community Health*, vol. 69, n° 11, p. 1118-1124, nov. 2015, doi: 10.1136/jech-2015-206012.
- [192] B. Gille, *Les sources statistiques de l'histoire de France: des enquêtes du XVIIe siècle à 1870*. Librairie Droz, 1980.
- [193] C. Malégarie, *L'électricité à Paris*. C. Béranger, 1947.
- [194] C. Desmoulins, *Discours de la lanterne aux Parisiens*. By Camille Desmoulins. 1868.
- [195] S. Delattre, *Les douze heures noires: la nuit à Paris au XIXe siècle*. Albin Michel, 2000.
- [196] Dana Arnold et Jean-Louis Cohen, *Paris-Londres*, Infolio. 2016.
- [197] Maris-Christine Loriers (et al.), *Metropole 90. Barcelone, Londres, Stockholm et Paris.*, Pavillon de l'Arsenal. 1990.
- [198] H. F. Breimyer, « Papandreou, Andreas G., Paternalistic Capitalism, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1972, ix + 190 pp. (\$7.50) and Robinson, Joan, Economic Heresies, New York, Basic Books, 1971, xix + 150 pp. (\$6.95) », *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 55, n° 1, p. 130-131, 1973, doi: 10.2307/1238688.
- [199] EDF, « Rapport annuel du Service de l'Eclairage Public. », Centre de distribution « Paris-électricité », Paris, 1966.
- [200] EDF, « Rapport annuel du Service de l'Eclairage Public de la Ville de Paris. », Direction Régionale de la distribution Paris centre technique mixte, Paris, 1971.
- [201] G. Claude, « Propos sur les incidents dus au courant continu, article inconnu. », *L'Industrie électrique*, Paris, 1892.
- [202] C. Malégarie, *20 ans d'action sociale. Le service social de la CPDE*. 1946.
- [203] P. Vautier, « Les réseaux d'électricité parisiens », présenté à Paris & ses réseaux. Naissance d'un mode de vie urbain., 1990.
- [204] H. Boissin, « Les dernières réalisations d'éclairage public à Paris. », Services techniques de la ville de Paris, Paris, 1960.
- [205] P. Clairgeon, « Service de l'éclairage public », Direction générale des services techniques de la ville de Paris. Direction technique de la voie parisienne., Paris, 1958.
- [206] P. Bourdieu, *Sociologie générale*. Raisons d'agir, 2015.
- [207] Laganier Vincent, « Histoire récente de la lumière urbaine », *LUX. Cahier technique.*, 2003, Consulté le:

nov. 20, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.afe-eclairage.fr/docs/222-ext.pdf>

[208] Ducoudray Emile et Soboul Albert (dir.), « Commune de Paris/département de Paris », in *Dictionnaire historique de la Révolution française*, Quadrige., Paris: PUF, p. 271.

[209] Finch D.M., Jewell J.E, Leite M.J., et Nelson B., « Atmospheric light pollution », Kyoto, 1979, vol. CIE Publ. n.50 (1980).

[210] B. Nocenti, « Métamorphoses de l'État productiviste : le management public du fordisme au néolibéralisme, saisi à partir de ses savoirs de gouvernement », Thèse de doctorat, Université Paris Diderot - Paris 7, 2019. Consulté le: oct. 22, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-02093795>

[211] A. Siffert, « Libéralisme et service public », Thèse de doctorat, Université du Havre, 2015. Consulté le: oct. 22, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01820605>

[212] Bertucci Jean-Yves, « Rapport d'observations définitives sur la gestion des biens du domaine public. Cahier n°1 : biens concédés du réseau de distribution d'électricité. », Chambre régionale des comptes d'Île-de-France, 2012. Consulté le: juill. 12, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/IFR201250.pdf>

[213] B. Palier, *Path dependence (Dépendance au chemin emprunté)*, vol. 3e éd. Presses de Sciences Po, 2010. Consulté le: juill. 20, 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=SCPO_BOUSS_2010_01_0411

[214] Mairie de Paris et Direction des Espaces Verts et Environnement, « Plan climat de Paris. Vers une ville neutre et 100% énergies renouvelables. », mai 2018.

[215] Nicolas Lemaire, « Rapport d'activité Année 8 », Evesa, Paris, 2019.

[216] Laurent BRANGER, « Rapport d'activité Année 1 », Evesa, Paris, 2012.

[217] C. C. M. Kyba *et al.*, « Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent », *Science Advances*, vol. 3, n° 11, p. e1701528, nov. 2017, doi: 10.1126/sciadv.1701528.

[218] Alexis Abdelmoula, « Présentation de l'évolution du réseau de télégestion de l'éclairage public parisien. », Evesa, Paris., oct. 2018.

[219] Acun Zeynel, Abdelmoula Alexis, et David Guilhem, « Guide fonctionnelle et technique de l'asservissement de l'éclairage public parisien », Evesa, sept. 2018.

[220] R. Chasseigne, Caroline To Van Trang, Jimmy Dubard, et Yvric Saunders, « Missions d'étude cartographique de vues aériennes nocturnes de Paris », LNE (Laboratoire National de métrologie et d'Essais), Paris, oct. 2017.

[221] J. Idt, « Le pilotage des projets d'aménagement urbain : entre technique et politique. Une analyse basée sur les cas de Paris, Lille, et Chartres », Thèse de doctorat, Université Paris VIII Vincennes-Saint Denis, 2009. Consulté le: nov. 04, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00468424>

[222] T. J. C. Meny Y., *Politiques publiques*, PUF. Paris, 1989.

[223] Philippe Garraud, *Profession : homme politique. La carrière politique des maires urbains*, L'Harmattan. 1989.

[224] K. Marx et F. Engels, *Manifeste du parti communiste*. 1848.

[225] M. Weber, *Economie et société*. 1921.

- [226] L. Sfez, *Critique de la décision*. Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, 1992.
- [227] M. Callon et B. Latour, *La science telle qu'elle se fait: Anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*. La Découverte, 2013.
- [228] Albert Mabileau, « L' élu local : nouveau professionnel de la république », *Pouvoirs*, n° 60, p. 67-78, 1992.
- [229] F. Castles et R. McKinlay, « Does politics matter: An analysis of the public welfare commitment in advanced democratic states », *European Journal of Political Research*, vol. 7, p. 169-186, mai 2006, doi: 10.1111/j.1475-6765.1979.tb01274.x.
- [230] J.-P. Boutinet, *Anthropologie du projet*. Presses universitaires de France, 1999.
- [231] T. Piketty, *Les hauts revenus en France au XXème siècle*. Grasset, 2001.
- [232] C. Musselin, « Sociologie de l'action organisée et analyse des politiques publiques : deux approches pour un même objet ? », *Revue Française de Science Politique*, vol. 55, n° 1, p. 51-71, févr. 2005.
- [233] Victor Bayard et Youssef Diab, « From the street lighting system to the smart city, technical change and ideological permanence. », présenté à The limits to growth of the smart city: spaces and energies of digital infrastructures, School of Architecture, cities and territories, Marne-la-Vallée - Paris Est University, 2018.
- [234] P. Musso, *Réseaux et société*. Presses universitaires de France, 2003.
- [235] P. Musso, « La "Révolution numérique" : techniques et mythologies. », *La Pensée*, n° 355, p. 103-120, 2008.
- [236] J. Rifkin, *L'âge de l'accès: la révolution de la nouvelle économie*. Ed. La Découverte, 2000.
- [237] P.-J. Proudhon, *Qu'est-ce que la propriété ? ou Recherches sur le principe du droit et du gouvernement. premier mémoire*. Garnier, 1849.
- [238] J.-M. Bonvin, N. Cianferoni, et M. Kuehni, « Les rapports de subordination au cœur de la cité par projets : étude de cas dans l'industrie des machines », *L'Homme la Societe*, vol. n° 195-196, n° 1, p. 33-50, juin 2015.
- [239] L. Boltanski et L. Thévenot, *De la justification: les économies de la grandeur*. Gallimard, 1991.
- [240] A. Guironnet, « La financiarisation du capitalisme urbain : Marchés immobiliers tertiaires et politiques de développement urbain dans le Grand Paris et le Grand Lyon, les projets des Docks de Saint-Ouen et du Carré de Soie », Thèse de doctorat, Université Paris-Est, 2017. Consulté le: déc. 08, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01590801>
- [241] J.-M. Offner, « La smart city pour voir et concevoir autrement la ville contemporaine », *Quaderni*, vol. n° 96, n° 2, p. 17-27, juin 2018.
- [242] G. Dupuy, « L'avenir de la Smart City », *Urbanisme*, n° 394, p. 34-35, automne 2014.
- [243] A. Meijer et M. P. Rodríguez Bolívar, « La gouvernance des villes intelligentes. Analyse de la littérature sur la gouvernance urbaine intelligente », *Revue Internationale des Sciences Administratives*, vol. 82, n° 2, p. 417-435, 2016, doi: 10.3917/risa.822.0417.
- [244] E. Tranos et D. Gertner, « Smart networked cities? », *Innovation-the European Journal of Social Science Research - INNOVATION*, vol. 25, p. 175-190, juin 2012, doi: 10.1080/13511610.2012.660327.
- [245] T. Yigitcanlar et K. Velibeyoglu, « Knowledge-Based Urban Development: The Local Economic Development Path of Brisbane, Australia », *Local Economy*, vol. 23, p. 195-207, août 2008, doi: 10.1080/02690940802197358.

- [246] J. Torfing, B. Peters, J. Pierre, et E. Sørensen, « Interactive Governance: Advancing the Paradigm », *Interactive Governance: Advancing the Paradigm*, p. 1-288, janv. 2012, doi: 10.1093/acprof:oso/9780199596751.001.0001.
- [247] J. M. Shapiro, « Smart Cities: Quality of Life, Productivity, and the Growth Effects of Human Capital », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 88, n° 2, p. 324-335, mai 2006, doi: 10.1162/rest.88.2.324.
- [248] R. Florida, *Rise of the Creative Class*. Turtleback, 2003.
- [249] A. Caragliu, C. Del Bo, et P. Nijkamp, « Smart Cities in Europe », *VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics, Serie Research Memoranda*, vol. 18, janv. 2009, doi: 10.1080/10630732.2011.601117.
- [250] Courmont Antoine, « Politiques des données urbaines : ce que l'open data fait au gouvernement urbain », Paris, Institut d'études politiques (Sciences Po Paris), 2016.
- [251] Courmont Antoine, « Le numérique et la ville, une révolution ? », *Urbanisme*, n° 407, p. 45-46, Hiver 2017.
- [252] A. Courmont, « Où est passée la smart city ? Firmes de l'économie numérique et gouvernement urbain », nov. 2018. Consulté le: mars 06, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02186713>
- [253] C. Rabari et M. Storper, « The digital skin of cities: Urban theory and research in the age of the sensed and metered city, ubiquitous computing and big data », *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 8, p. 27-42, févr. 2014, doi: 10.1093/cjres/rsu021.
- [254] D. Boullier, *Sociologie du numérique - 2e éd.* Armand Colin, 2019.
- [255] O. Söderström, T. Paasche, et F. Klauser, « Smart cities as corporate storytelling », *City: analysis of urban trends*, vol. 18, juin 2014, doi: 10.1080/13604813.2014.906716.
- [256] R. Kitchin, « Making sense of smart cities: Addressing present shortcomings », *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 8, p. 131-136, févr. 2014, doi: 10.1093/cjres/rsu027.
- [257] H. Hamza Çelikyay, A. Emecen, et R. Kadiroğlu, « Black box application in public transportation as an intelligent transport system and the results of driver performance: the case of istanbul electricity, tram-way and tunnel administration (iett) black box project akilli ulaşım sistemi olarak toplu ulaşımında karakutu uygulaması ve şoför performans sonuçları: istanbul elektrik tramvay ve tünel işletmeleri (iett) karakutu projesi örneği. », p. 2055-2071, janv. 2017.
- [258] G. J. Smith, « The politics of algorithmic governance in the black box city », *Big Data & Society*, vol. 7, n° 2, p. 2053951720933989, juill. 2020, doi: 10.1177/2053951720933989.
- [259] C. Halpern et S. Jacquot, « Aux frontières de l'action publique », janv. 2015, Consulté le: déc. 18, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01128535>
- [260] A. Oural, E. Eveno, F. Durand-Tornare, et M. Vidal, « Vers un modèle français de villes intelligentes partagées », Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, juin 2018.
- [261] E. Eveno, « La Ville intelligente : objet au cœur de nombreuses controverses », *Quaderni*, n° 96, p. 29-41, juin 2018.
- [262] L. Leydesdorff et H. Etkowitz, « Le « Mode 2 » et la globalisation des systèmes d'innovation « nationaux » », *Sociologie et sociétés*, vol. 32, p. 135, janv. 2000, doi: 10.7202/001434ar.
- [263] H. Etkowitz, *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action*. Routledge, 2008.

- [264] M. Lussault, « Qu'est-ce qu'une vraie ville intelligente ? », présenté à La Smart City réduira-t-elle les inégalités ?, Lyon, Hôtel de Ville, mai 17, 2018.
- [265] F. Ascher, *Métapolis: Ou l'avenir des villes*. Odile Jacob, 1995.
- [266] F. Ménard, « Penser la ville intelligente », *Urbanisme*, n° 407, hiver 2017.
- [267] F. Lopez, *Le rêve d'une déconnexion: de la maison autonome à la cité auto-énergétique*. Editions de la Villette, 2014.
- [268] F. Lopez, *L'ordre électrique: infrastructures énergétiques et territoires*. Métis Presses, 2019.
- [269] L. Gwiazdzinski, P. Vidal, M. Antonioli, G. Drevon, V. Kauffmann, et M. Pattaroni, *Saturations. Individus, collectifs, organisations et territoires à l'épreuve*. Consulté le: août 03, 2020. [En ligne]. Disponible sur: https://www.academia.edu/41695302/Antioli_M._Drevon_G._Gwiazdzinski_L._Kaufmann_V._Pattaroni_L._2020_Saturations_Individus_collectifs_organisations_et_territoires_%C3%A0_l%C3%A9preuve_Elya
- [270] R. Languillon-Aussel, « Le programme « smart communities » au Japon. Nouveaux enjeux de pouvoir des ressources et des systèmes d'information urbains », *Flux*, vol. N° 114, n° 4, p. 38-55, déc. 2018.
- [271] C. Henriot, N. Douay, B. Granier, R. Languillon-Aussel, et N. Leprêtre, « Perspectives asiatiques sur les Smart Cities », *Flux*, vol. N° 114, n° 4, p. 1-8, déc. 2018.
- [272] A. Picon, « La Smart City réduira-t-elle les inégalités ? », présenté à La Smart City réduira-t-elle les inégalités ?, Lyon, Hôtel de Ville.
- [273] G. Pitron, *La guerre des métaux rares: La face cachée de la transition énergétique et numérique*. les liens qui libèrent, 2018.
- [274] S. Barles, « Le métabolisme de Paris et de la région Île-de-France », p. 153, 2007.
- [275] M. Weiser, « The Computer for the 21st Century », *Scientific American*, vol. 265, n° 3, p. 94-104, sept. 1991.
- [276] Alan Curtis Kay, « Predicting the Future », *Stanford Engineering*, vol. 1, n° 1, p. 1-6, automne 1989.
- [277] G. Lipovetsky et J. Serroy, *L'écran global: du cinéma au smartphone*. Ed. du Seuil, 2011.
- [278] J. Blamont, *Réseaux!: le pari de l'intelligence collective*. CNRS éditions, 2018.
- [279] E. Glaeser, *Triumph of the City: How Our Greatest Invention Makes Us Richer, Smarter, Greener, Healthier, and Happier*. Penguin, 2011.
- [280] E. Vivant, « La classe créative existe-t-elle? Discussion des thèses de Richard Florida », *Les Annales de la Recherche Urbaine*, n° 101, p. 155-161, 2006.
- [281] P. Veltz, *Paris, France, Monde: Repenser l'économie par le territoire*. Aube (De l'), 2012.
- [282] M. Marti, « Jeux vidéo et logiques narratives », in *Espaces et temps des jeux vidéos*, Questions théoriques, 2012, p. 73-91. Consulté le: févr. 09, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01100551>
- [283] S. Natkin, « En quoi les jeux vidéos sont-ils différents.... ? », *Convocarte. Revista de Ciências da Arte*, n° 7, déc. 2018, Consulté le: févr. 09, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal-cnam.archives-ouvertes.fr/hal-02471781>

- [284] L. Perticoz, « Les jeux vidéo : une filière des industries culturelles ? Eléments de cadrage, hypothèses et perspectives de recherches », Paris, France, 2011. Consulté le: févr. 09, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.univ-grenoble-alpes.fr/hal-01196379>
- [285] Christopher Alexander, « A city is not a tree », *Design*, n° 206, p. 46-55, 1966.
- [286] M. Foucault, *Dits et écrits: 1954-1988*. Editions Gallimard, 1994.
- [287] B. Stiegler, « *Il faut s'adapter* ». *Sur un nouvel impératif politique*. Editions Gallimard, 2019.
- [288] J.-F. Chazerans, « La substance composée chez Leibniz », *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, vol. 81, n° 1, p. 47-56, mars 1991.
- [289] F. Tréguer, « The State and Digital Surveillance in Times of the Covid-19 Pandemic », juin 2020. Consulté le: févr. 09, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02863947>
- [290] M. Chevalier, *Lettres sur l'Amérique du Nord: avec une carte des États-Unis d'Amérique*. C. Gosselin et cie, 1838.
- [291] G. Deleuze, *Post-scriptum sur les sociétés de contrôle*, Editions de Minuit. Paris.
- [292] P. Sloterdijk, *Sphères*. Hachette Littératures.
- [293] S. Turkle, *Life on the Screen*. Simon and Schuster, 2011.
- [294] G. Deleuze, *Le Pli. Leibniz et le Baroque*. Minuit, 1988.
- [295] B. Latour et E. Hermant, *Paris ville invisible*. La Découverte, 1998.
- [296] S. Sadler, *The Situationist City*. MIT Press, 1999.
- [297] Mills Mark P., « The cloud begins with coal. Big data, big networks, big infrastructure, and big power. An overview of the electricity used by the global digital ecosystem », Digital Power Group, août 2013. [En ligne]. Disponible sur: https://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf
- [298] R. Williams, « Paris, Smart City of the XIXth century », présenté à The limits to growth of the smart city: spaces and energies of digital infrastructures, Ecole d'Architecture, de la ville & des territoires Parie-Est. Marne-la-Vallée, juin 2019.
- [299] R. H. Williams, *Notes on the Underground: An Essay on Technology, Society, and the Imagination*. MIT Press, 1992.
- [300] R. Williams, *The Triumph of Human Empire: Verne, Morris, and Stevenson at the End of the World*. University of Chicago Press, 2013.
- [301] B. Green, *The Smart enough City. Putting technology in its place to reclaim our urban future*. ideas, 2019.
- [302] *How Organizations Develop Activists: Civic Associations and Leadership in the 21st Century*. Oxford, New York: Oxford University Press, 2014.
- [303] A. Greenfield, *Against the Smart City*. Do projects, 2013.
- [304] P. D. Norton, *Fighting Traffic: The Dawn of the Motor Age in the American City*. MIT Press, 2011.
- [305] R. G. Hollands, « Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? », *City*, vol. 12, n° 3, p. 303-320, déc. 2008, doi: 10.1080/13604810802479126.

- [306] R. Hollands, « Critical interventions into the corporate smart city », *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 8, p. 61-77, févr. 2014, doi: 10.1093/cjres/rsu011.
- [307] B. Cathelat, « Smart Cities. Choix de société pour 2030 », Netexplo et UNESCO, 2019 2018.
- [308] J. Boudaud, « Smart city : bienvenue dans un monde de flou. De la mise en circulation du développement durable à la mise en tension de la fabrique urbaine. », SciencesPo, 2018.
- [309] M. Chabrol, « New forms of gentrification? Residential and commercial dynamics in Château-Rouge (Paris) », Thèse de doctorat, Université de Poitiers, 2011. Consulté le: mars 06, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00658852>
- [310] A. Clerval, « Gentrification in Inner Paris: spatial dynamics, social relations and public policies », Thèse de doctorat, Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2008. Consulté le: mars 06, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00347824>
- [311] A. Blanchet et A. Gotman, *L'entretien*. A. Colin, 2015.
- [312] J.-C. Kaufmann, *L'entretien compréhensif*. Armand Colin, 2011.
- [313] B. G. Glaser et A. L. Strauss, *La découverte de la théorie ancrée: stratégies pour la recherche qualitative*. Armand Colin, 2010.
- [314] J.-F. Lucas, « De l'immersion à l'habiter dans les mondes virtuels : le cas des villes dans Second Life », Thèse de doctorat, Rennes 2, 2013. Consulté le: févr. 26, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.theses.fr/2013REN20010>
- [315] C. Henriot, « La politique de la ville intelligente en Chine : ancrage local d'un modèle urbain globalisé », *Flux*, vol. N° 114, n° 4, p. 71-85, déc. 2018.
- [316] N. Douay, « La « Smart City » comme nouvelle narration des politiques urbaines hongkongaises : le cas du projet urbain de « Kowloon East » », *Flux*, vol. N° 114, n° 4, p. 22-37, déc. 2018.
- [317] Raharinaivo André et Brevet Pierre, « Courants Vagabonds et corrosion métallique », Laboratoire contral des Ponts et Chaussées, 1986.
- [318] B. Maresca, « Mode de vie : de quoi parle-t-on ? Peut-on le transformer ? », *La Pensée écologique*, vol. N° 1, n° 1, p. 233-251, 2017.
- [319] P. Bourdieu, *Méditations pascaliennes*. Média Diffusion, 2016.
- [320] P. Costey, « L'illuso chez Pierre Bourdieu. Les (més)usages d'une notion et son application au cas des universitaires », *Tracés. Revue de Sciences humaines*, n° 8, Art. n° 8, avr. 2005, doi: 10.4000/traces.2133.
- [321] P. Bourdieu, « Intérêt et désintéressement », présenté à Cours du Collège de France, Université Lumière Lyon II, 1988.
- [322] M. Lotteau, « Développement d'une approche d'intégration des questions de morphologie urbaine dans l'évaluation environnementale des projets d'aménagement à l'échelle du quartier basée sur l'analyse de cycle de vie », Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, 2017. Consulté le: mai 24, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01677273>
- [323] M. Colombert, « Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville », Thèse de doctorat, Université Paris-Est, 2008. Consulté le: mai 25, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00470536>
- [324] F. Gemenne et A. Rankovic, *Atlas de l'anthropocène*. Presses de Sciences Po, 2019.

- [325] Chrisian Collombert, Jean-Marc Lupin, et Jacques Schonex, « Perturbations harmoniques dans les réseaux pollués, et leur traitement », Schneider Electric, 152, 1999. Consulté le: juill. 02, 2019. [En ligne]. Disponible sur: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Cahier+Technique&p_File_Name=CT152.pdf&p_Doc_Ref=CT152
- [326] Sylvie Faucheu, Isabelle Nicolai, « Les enjeux de la smart city pour le développement durable. Le cas du Maroc. », in *Commerce, investissement et développement durable en Afrique*, L'Harmattan., 2017, p. 145-170.
- [327] N. Houel, « Pédagogie de la sobriété lumineuse : étude des enjeux et méthodes de la requalification du parc d'éclairage public de la métropole nantaise au travers de la récolte d'indicateurs qualitatifs et quantitatifs des ambiances nocturnes en ville. », Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, Nantes, 2020.
- [328] J. Pauwels, « Light pollution & biodiversity : What are the levers of action to limit the impact of artificial lighting on nocturnal fauna ? », Thèse de doctorat, Paris, Muséum national d'histoire naturelle, 2018. Consulté le: nov. 26, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.theses.fr/2018MNHN0023>
- [329] K. Dalex, « Incubateurs, start-up et partenariats », Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, 2020. Consulté le: avr. 27, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03013691>
- [330] N. Bataille, « Experts et consultants au service de l'action publique locale : une approche pragmatique du travail de l'ingénierie privée », Thèse de doctorat, Université de Tours, 2020. Consulté le: avr. 27, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02518433>
- [331] C. Tarillon, « Les représentations des dirigeants en matière de croissance et de gouvernance à l'origine des trajectoires des start-up », Thèse de doctorat, Université de Grenoble, 2014. Consulté le: avr. 27, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01147423>
- [332] S. Loufrani-Fedida, « Organisation et pilotage de la dynamique du métier de chef de projet. Le cas d'IBM », *Gestion 2000*, vol. 23, n° 4, p. 159-177, juill. 2006.
- [333] L. Belot, « De la smart city au territoire d'intelligence(s) - l'avenir de la smart city ». Consulté le: avr. 19, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.gouvernement.fr/partage/9140-rapport-de-m-luc-belot-sur-les-smart-cities>
- [334] S. Barles, « Les villes transformées par la santé, XVIII e -XX e siècles », *Les Tribunes de la santé*, vol. 33, p. 31, janv. 2011, doi: 10.3917/seve.033.0031.
- [335] G. Jorland, *Une société à soigner: hygiène et salubrité publiques en France au XIXe siècle*. Gallimard, 2010.
- [336] G. Djament-Tran, A. Le Blanc, S. Lhomme, S. Rufat, et M. Reghezza-Zitt, « Ce que la résilience n'est pas, ce qu'on veut lui faire dire », sept. 2011. Consulté le: oct. 27, 2017. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00679293>
- [337] M. L. Clère, *Paris, de la préhistoire à nos jours*. Editions Bordessoules, 1985.
- [338] A. A. du texte Descauriet, *Histoire des agrandissements de Paris*. 1860. Consulté le: août 26, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6450233m>
- [339] L. de Cormontaigne, *Architecture militaire, ou l'Art de fortifier*. chez Jean Neaulme et Adrien Moetjens, 1741.
- [340] *Traité de Fortification souterraine; suivi de quatre Mémoires sur les Mines*. 1804.
- [341] P. S. Girard, *Recherches sur les Eaux publiques de Paris, les distributions successives qui en ont été faites et les divers projets qui ont été proposés pour en augmenter le volume*. De l'imprimerie imperiale, 1812.

- [342] Raymond Genieys, *Essai sur les moyens de conduire, d'élever et de distribuer les eaux*. Paris, 1829.
- [343] Poiseuille, « Recherches sur la force du cœur sortique », 1828.
- [344] M. A. Denaix, *Essais de géographie méthodique et comparative, ou Plan d'une nouvelle méthode d'enseigner et d'apprendre la géographie, propre à faciliter l'étude de cette science, et à la faire servir de base à la théorie du terrain appliquée aux reconnaissances militaires*. 1827.
- [345] Expertise Collective, « Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires. », INSERM, 2001.
- [346] « La mélatonine : hormone et médicament », *Comptes-rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, n° 192, p. 643-657.
- [347] Y. Touitou *et al.*, « Patterns of plasma melatonin with ageing and mental condition: stability of nyctohemeral rhythms and differences in seasonal variations », *Acta Endocrinol.*, vol. 106, n° 2, p. 145-151, juin 1984, doi: 10.1530/acta.0.1060145.
- [348] Y. Touitou *et al.*, « Effects of a two-hour early awakening and of bright light exposure on plasma patterns of cortisol, melatonin, prolactin and testosterone in man », *Acta Endocrinol.*, vol. 126, n° 3, p. 201-205, mars 1992, doi: 10.1530/acta.0.1260201.
- [349] Y. Touitou *et al.*, « Effect of shift work on the night-time secretory patterns of melatonin, prolactin, cortisol and testosterone », *Eur J Appl Physiol*, vol. 60, n° 4, p. 288-292, mai 1990, doi: 10.1007/BF00379398.
- [350] C. Warnke, *Der Handel mit Wachs zwischen Ost- und Westeuropa im frühen und hohen Mittelalter: Voraussetzungen und Gewinnmöglichkeiten*. Vandenhoeck & Ruprecht, 1987.
- [351] F. Falchi *et al.*, « The new world atlas of artificial night sky brightness », *Science Advances*, vol. 2, juin 2016, doi: 10.1126/sciadv.1600377.
- [352] G. Braun et F. Hogenberg, *Civitates orbis terrarum liber primus. De praecipuis totius universi urbibus liber secundus*. 1572.
- [353] D. Chadych et D. Leborgne, *Atlas de Paris: Evolution d'un paysage urbain*. Parigramme, 2018.
- [354] J. Hillairet, *Dictionnaire historique des rues de Paris*. Editions de Minuit, 1963.
- [355] Adamczewski Georges, « La Recherche-Action ». Consulté le: juin 26, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/recherche-et-formation/RR003-09.pdf>
- [356] G. Le Boterf, « La recherche-action : une nouvelle relation entre les experts et les acteurs sociaux ? », *Pour*, n° 90, p. 44, 1983.
- [357] M. Bataille, « Méthodologie de la complexité », *Pour*, n° 90, p. 33, 1983.
- [358] « *Lexique.* » *Recherche sociale.*, Presses de l'Université du Québec. 1984.
- [359] J.-P. Sartre, *Questions de méthode*. 1960.
- [360] M. Catroux, « Introduction à la recherche-action : modalités d'une démarche théorique centrée sur la pratique », *Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité. Cahiers de l'Aplut*, n° Vol. XXI N° 3, Art. n° Vol. XXI N° 3, mars 2002, doi: 10.4000/aplud.4276.
- [361] K. R. Popper, *La logique de la découverte scientifique*. Payot, 1989.
- [362] J. Le Marec, « Ce que le "terrain" fait aux concepts : Vers une théorie des composites. Habilitation à

diriger des recherches. », Université Paris 7, Paris, 2002 2001. Consulté le: avr. 26, 2021. [En ligne]. Disponible sur: http://sciences-medias.ens-lyon.fr/scs/IMG/pdf/HDR_Le_Marec.pdf

ANNEXES

ANNEXE 1

Préambule sur l'analyse systémique

Il est tout-à-fait possible de remonter l'histoire des sciences et de la philosophie jusqu'à une opposition entre les pensées de Platon et d'Aristote et le « désaccord » que ces deux écoles de pensée ont produit sur le moyen d'accéder à l'intelligence. Par le biais de la pensée et l'idéation pour les platoniciens et par l'expérience sensible du côté des disciples d'Aristote, cette opposition trouva une première conclusion dans l'avènement de la science dite « moderne » autour de figures comme Descartes et Newton. Ces derniers faisaient en effet la part belle à l'idéation selon une démarche déductive, le terme de « positivisme » (actant cette démarche) sera finalement consacré au XIX^{ème} siècle par Auguste Comte qui le reprendra de Saint-Simon et construira ainsi une véritable épistémologie des sciences.

Le père de la sociologie a en effet tenté de classer la « maturité »⁴²² des sciences en leur attribuant une classification qu'il avait lui-même reproduit pour élaborer une théorie de trois « âges de l'humanité », à savoir dans l'ordre, *l'âge théologique*, *l'âge métaphysique* et *l'âge positif*. Cette théorie étant à analyser selon un axe linéaire et mélioratif, l'avènement de la pensée humaine se trouverait alors (selon Auguste Comte) à *l'âge positif* d'où le nom de « positivisme ». De là découle une classification analogue des différentes sciences de son époque et de leur « maturité » avec pour horizon (de manière succincte) l'objectif que chaque science arrive à *l'âge positif*. Cette étape supposée ultime de la pensée déductive avait pour caractéristique la même séparation d'avec l'observateur que les mathématiques par exemple. En tant que père de la sociologie, Auguste Comte associait sa théorie à l'idée d'un ordre social fantasmé dans lequel toute relation pourrait être déduite d'un cadre théorique préalable, une utopie qui (sans supputer de mauvaise intention) possédait de sérieuses limites morales⁴²³. Cette manière de segmenter les sciences a beaucoup influencé la séparation moderne des sciences dites « appliquées », « dures », « sociales », *et cætera* tout en insinuant l'idée selon laquelle la science la plus aboutie serait celle dont le discours et les conclusions seraient totalement indépendante de la personne portant la réflexion.

Les prémices de la remise en cause de ce qui peut être décrit comme le « dogme » de la réflexion déductive peuvent se trouver chez des figures comme Blaise Pascal et Léonard de Vinci. Ces deux scientifiques⁴²⁴, bien qu'ayant des approches différentes dans la définition de leur pensée, avaient en commun de ne pas considérer la déduction linéaire comme un aboutissement épistémologique absolu. Blaise Pascal réfutant la toute-puissance de la rationalité (en témoigne son *verbatim* le plus connu) et Léonard de Vinci accordant une grande importance à sa propre émotivité dans ses réalisations autant artistiques que mécaniques (sont il ne faisait d'ailleurs pas forcément la même distinction). Cependant leurs époques ne présentaient pas la même rigidité vis-à-vis de la classification des sciences que le début du XX^{ème} siècle influencé par Auguste Comte dont il était question précédemment. C'est donc à ce siècle-ci qu'il faut rechercher la réelle remise en question de ce dogme autour de découvertes ayant eu lieu dans des sciences réputées « dures » et dont la réflexion était pourtant non-linéaire, à savoir la physique quantique.

⁴²² Les guillemets sont de rigueur car ils n'indiquent pas un état de fait ni une prise de position mais permettent de vulgariser et de condenser une pensée complexe dont l'exégèse ne peut être développée ici.

⁴²³ La sociologie a par la suite évolué de sa propre manière et en plusieurs branches autour de figures comme Emile Durkheim ou Pierre Bourdieu et en dialoguant avec d'autres disciplines. L'idée n'est pas ici d'incriminer Auguste Comte, encore moins la sociologie, mais d'expliquer les tenants et aboutissants du positivisme comme une idéologie scientifico-politique presque.

⁴²⁴ Nous les désignons ainsi afin de nous épargner les atermoiements d'une caractérisation autrement plus complexe.

C'est la découverte de la « dualité onde-corpuscule » ou plutôt l'avènement de la physique quantique (ou de l'approche quantique en physique) qui va rompre le mythe de l'objectivisme absolu en instaurant une dissonance dans l'approche purement déductive autrefois glorifiée. Sans rentrer dans une description trop détaillée, par soucis de légitimité incontestablement, il est important de retenir que la physique dite « Newtonienne » peinait à résoudre certains problèmes (notamment à un niveau atomique ou subatomique) et que c'est en réfutant certains paradigmes fondamentaux sur la nature des éléments physiques que ces problèmes purent trouver une solution. Le fait de pouvoir considérer la lumière comme à la fois une onde et une particule est le cas le plus illustratif de cette nouvelle approche, c'est la dualité onde-corpuscule dont nous parlions. Dès lors, et même dans une science considérée aussi « mature » que la physique, la définition d'un cadre conceptuel ne suffit plus à conclure de manière convenable et l'observation directe, l'approche inductive, est alors nécessaire aux avancées scientifiques. Ce dernier état de fait ne rendit pas caduque l'approche déductive mais mis fin (en tout cas dans le monde scientifique⁴²⁵) à l'hégémonie déductive en ouvrant la porte à d'autres perspectives et parmi elles, l'approche systémique.

Ce qu'il faut comprendre de l'approche systémique, c'est qu'elle se base sur l'analyse d'un système dans sa globalité plus que sur ses éléments constitutifs un-à-un, en ce sens le mot « système » sera à comprendre sous la condition d'une logique généralisée à l'ensemble de l'objet observé. Ce type d'analyse s'avère alors nécessaire lorsque la complexité du monde observable dépasse la pensée « classique », à savoir la pensée purement déductive explicitée précédemment. La pensée systémique vient ainsi en renfort (et non en remplacement) d'une logique analytique plus classique, en cela elle constitue à la fois un courant de pensée, un paradigme et une démarche intellectuelle au sens propre. Comme expliqué dans la description historique, elle (la pensée systémique) est liée sur le plan épistémologique à la puissance inductive et à « l'intuition » chère à Blaise Pascal et dépassant les barrières de la déduction linéaire. Précisons-le d'emblée, il ne s'agit pas de conclure à tout-va selon les idées nous venant à l'esprit mais bien plutôt de ne pas hésiter à faire un détour par l'observation et à induire de ce détour une hypothèse nouvelle qui, le cas échéant, permettra de dépasser le cadre théorique utilisé auparavant. L'on se détache ainsi du cartésianisme en tant que dogme analytique afin de tendre vers une pensée rendant compte de la complexité et faisant preuve d'humilité intellectuelle.

⁴²⁵ Si tant est qu'un tel monde existe.

ANNEXE 2

Des origines historiques du réseau dans le vocabulaire scientifique français

Si l'on souhaite revenir jusqu'au temps des « premiers réseaux » en France dans l'aménagement du territoire, il est possible de faire remonter la pensée jusqu'à Saint-Simon et notamment l'association désirée entre les Hommes⁴²⁶ contre l'individualisme de son époque et dont il tire une analogie avec les réseaux physiques, ici les canaux de Picardie [123]. Nous gardons cette analogie pour plus tard et commencerons par nous intéresser à Louis de Cormontaigne et à ces premières réflexions sur le sujet [339]. Plus précisément à son agencement des « places de guerre » autour d'un royaume en utilisant la géométrie comme outil mathématique. Le mémoire de guerre dont il est ici question⁴²⁷ prend la succession de Sébastien Le Prestre de Vauban dit « Vauban » et fait évoluer ces théories militaires en une véritable pensée « systémique » qu'il sera possible d'appliquer sur l'ensemble du territoire. Pour ce faire il pose le postulat d'un état « géométrique » de forme circulaire avec en son centre la capitale et l'aménage en trouvant les meilleures dispositions de places fortes. Ces dernières devant à la fois prévenir les attaques extérieures et pouvoir apporter du soutien aux ambitions militaires et aux conquêtes de territoires⁴²⁸.

Cette vision géométrique de l'état duquel on a retiré toutes les caractéristiques que sont les rivières, les forêts, la population ou les reliefs, vise à faciliter le raisonnement et permet ainsi une meilleure abstraction des défenses d'un territoire en tant que « système ». Le pendant des fortifications militaires aériennes *extra muros* étant les souterraines, c'est sur ce second aspect que viendra se renforcer la théorie d'un réseau de défense, ici par l'influence du corps militaire du génie [340]. L'administration militaire influença donc grandement l'aménagement du territoire par des planifications à but défensif et offensif laissant une empreinte durable sur le territoire et dans la théorie de l'aménagement, le réseau commence à émerger dans sa variante réflexive, comme l'exprime la citation qui suit.

« Le microcosme militaire conçoit ainsi son réseau de routes souterraines tandis que le macrocosme trace sur le territoire son réseau permanent de fortification. »

André Guillerme – *L'émergence du concept de réseau* [41]

Devant travailler sur des sujets connexes et en « rendant des comptes » à l'ingénierie militaire, l'ingénierie civile n'était pas en reste. Ainsi de la création d'une commission mixte (civile et militaire) des travaux publics visant à faire concourir aux biens de l'État les travaux et projets des deux corps d'ingénieurs⁴²⁹. Les ingénieurs civils développent cependant leur propre théorisation des réseaux au travers de la distribution de l'eau notamment, dont la mise en place à Paris en 1812 rend compte [341]. En effet l'alimentation y est hiérarchisée

⁴²⁶ Ici le terme est à comprendre selon l'acception « être humain » de manière contemporaine, bien qu'il soit possible de supputer une exclusion de genre à l'époque de Saint-Simon. Nous souhaitons utiliser la logique de pensée à l'œuvre ici tout en nous désolidarisant de cette éventuelle exclusion genrée.

⁴²⁷ Dont la première édition date de 1732 et qui a été modifiée dans une seconde édition en 1746 mais dont la substance explicitée ici reste valable.

⁴²⁸ L'ensemble de cette théorie étant à remettre dans un contexte pendant lequel les affrontements étaient bien différents de ceux contemporains. Ainsi les troupes victorieuses lors d'une bataille (souvent frontalière) n'ont en général pas les moyens de « capitaliser » sur cette victoire, l'épuisement en faute. Laisant le temps à l'armée défaite de se réorganiser pour éviter l'envahissement de son territoire, c'est cette réorganisation qui nécessite une logistique territoriale cohérente et pensée.

⁴²⁹ Loi du 19 janvier 1791 relative à l'organisation des Ponts et Chaussées.

et arborescente en comprenant notamment une « portion de canal de circonvallation » [41], ce qui permet d'équilibrer constamment les charges et est de surcroît une préfiguration essentielle de ce qui constitue substantiellement le réseau. Le pinacle de cette conceptualisation étant atteint avec la désignation *verbatim* par Raymond Genieys (ingénieur en chef des Ponts et Chaussées rattaché à la direction des travaux publics de Paris) du système relatif aux conduites d'eau par le mot « réseau » [342].

L'on comprend ainsi comment cette théorisation du réseau en tant que mode de pensée de l'aménagement du territoire s'est co-construite (en France tout du moins) avec les corps d'ingénieurs civils et militaires au XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles. Du reste, le vocabulaire utilisé pour décrire ces objets urbains ou géographiques est issu en grande partie de la médecine. La porosité entre les deux sciences en question paraissait beaucoup plus évidente à l'époque et s'illustre parfaitement autour des travaux de Poiseuille sur la pression artérielle et le système sanguin, dont rend en partie compte sa thèse [343]. Le vocabulaire des ingénieurs et celui des autres scientifiques est alors très proche et les comparaisons entre le réseau sanguin d'un être humain et le réseau hydraulique d'une ville ne sont pas que métaphoriques mais le fruit de modes de pensées communs. Ainsi d'une ville qui sera pensée comme un corps humain et de l'hygiénisme urbain qui préfigurera les transformations de Paris sous le Second Empire (1853 à 1870) et dont l'histoire retiendra les noms Georges Eugène Haussmann sur le plan politique et d'Eugène Belgrand sur les plans techniques et scientifiques⁴³⁰ [126].

Mais avant de parler de cette époque, il nous fait aborder la Genèse du réseau [42], ce dernier ayant largement pu émerger en tant que concept. Ainsi de l'aménagement du territoire aux alentours de 1830 et dont les visées ne sont plus seulement guerrières ou urbaines mais dont l'échelle étatique exige une prise en compte de toutes les données possibles. Le mémoire réalisé en France par les divisions militaires de 1828 à 1830 rend partiellement compte de ce changement d'échelle analytique [344].

⁴³⁰ Dont il sera plus largement question en partie 2.

ANNEXE 3

La lumière et l'étude des rythmes biologiques chez l'humain

L'étude de ces rythmes a amené les biologistes à la création d'outils spécifiques permettant de quantifier et qualifier les variables de rythmicité. A partir de la « mise en fonction » de variables temporelles biologiques, l'on peut retenir plusieurs paramètres caractéristiques parmi lesquelles le MESOR (*Midline Estimating Statistic Of Rythm*) qui correspond au niveau moyen ajusté du rythme, soit la moyenne arithmétique. L'amplitude et la période qui sont étudiées dans le cas de fonctions biologiques sinusoïdales et s'analysent selon les mêmes acceptions. Enfin l'acrophase correspond à la phase comprise entre le temps de référence et le maximum de la fonction temporelle [345]. L'ensemble de ces paramètres est appréhendable en Figure 110 et rend compte de leur existence graphique.

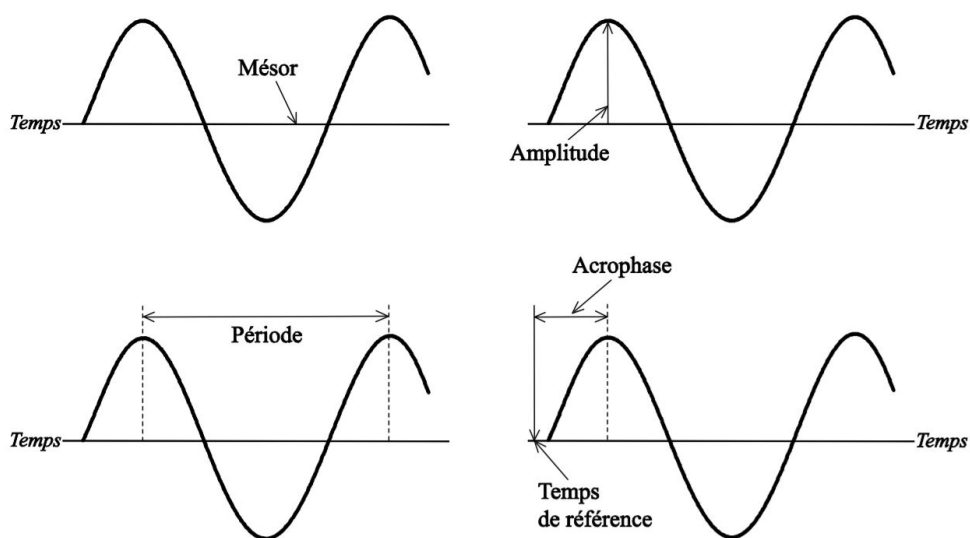


Figure 110 - Paramètres caractéristiques d'une fonction rythmique (Samuel Challéat, d'après Touitou et Haus).

Sur le plan du vocabulaire, l'on ne parle plus vraiment de rythme nyctéméral mais plutôt de rythme circadien, provenant de *circa* (environ) et de *diem* (le jour) soit « environ un jour ». La rythmicité biologique ayant ceci de particulier qu'elle se « cale » sur les vingt-quatre heures d'une journée de manière approximative, à quatre heures près. Précisons également que dans le cas où les fonctions biologiques temporelles ne sont pas sinusoïdales, les chercheurs utilisent une analyse de variance afin de caractériser des paramètres analogues aux précédents. L'ensemble de ces rythmes est influé par une multitude de facteurs parmi lesquels la saisonnalité, la température et, ce qui nous intéresse, la lumière. C'est notamment l'étude des hormones⁴³¹ qui a permis de mettre en évidence ce lien entre rythme et lumière. Ces études se basent sur le caractère endogène des facteurs hormonaux (presque de manière étymologique) et le caractère exogène de la lumière (provenant de notre environnement). Ainsi il est possible d'isoler et de comprendre les variations hormonales par un contrôle en laboratoire des paramètres environnementaux de luminosité [346].

⁴³¹ Qui sont, de manière succincte, de substances chimiques ayant la capacité d'influer sur notre organisme en transmettant des « messages physiologiques ».

La mélatonine et le cortisol, par exemple, constituent deux hormones qui influent de manière importante sur notre rythme circadien en « programmant » (dit de manière vulgaire) nos périodes d'activité et de sommeil [347]. En cela elles constituent de parfaits marqueurs de ce rythme circadien en tant que facteurs endogènes dont la quantité (et donc l'impact) dépendent d'une rythmicité, visible en Figure 111. La question qu'il est maintenant légitime de se poser est le lien entre ces hormones et la lumière environnementale, question à laquelle les chronobiologistes ont en partie répondu selon la méthodologie exprimée précédemment, c'est-à-dire en isolant et en contrôlant le facteur « lumière ». En résulte des mesures de facteurs hormonaux et de leur dépendance (au départ supposée) avec ce facteur lumière.

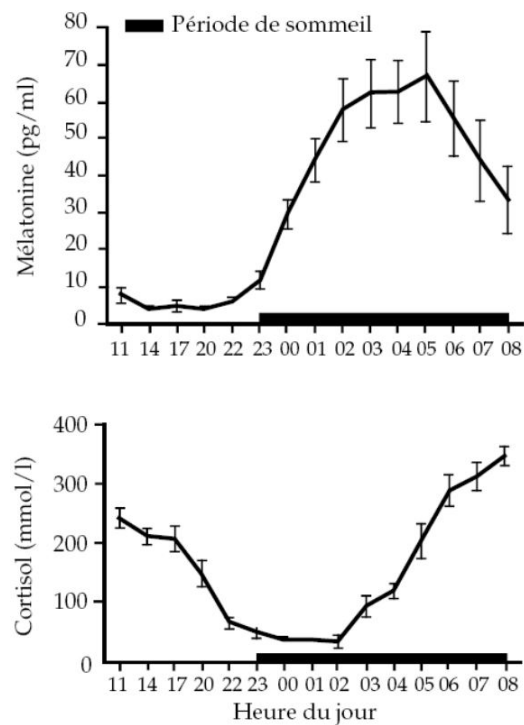


Figure 111 - Variations circadiennes des concentrations plasmatiques de la mélatonine et du cortisol (Touitou et al.).

Ainsi de l'étude visant à exposer un sujet sain à un niveau de lumière de 2500 lux pendant 3 heures, plus précisément de 5 heures à 8 heures du matin [348]. Cette expérience a été menée pendant 6 jours consécutifs et s'est bien évidemment accompagnée d'une mesure de la production hormonale. Les résultats de cette étude étant visibles en Figure 112 et mettent en évidence la différence significative de l'acrophase, c'est-à-dire au-delà de l'intervalle d'incertitude représenté par les segments et mis en évidence par les astérisques. Ce que révèle cette étude, c'est que le rythme circadien n'est, tout simplement, pas une immanence physiologique mais est intrinsèquement lié à la lumière extérieure.

Ces rythmes de production hormonale et leurs effets physiologiques ne sont pas uniquement reliés à la lumière environnante. Comme il a été dit précédemment, et comme cela a également été prouvée par la chronobiologie [349], la saisonnalité comme les caractéristiques propres de l'individu (âge, sexe, poids, etc.) et l'environnement sonore sont autant de facteurs impactant la production hormonale et donc la rythmicité générale. Cependant, le fait que la lumière soit, de manière radicale, un paramètre structurant dans la production d'hormones gérant l'activité humaine, nous oriente sur sa qualité de « besoin physiologique ». De manière triviale, un environnement non éclairé est conjecturalement plus difficile à appréhender, nous plaçant de fait dans une situation de handicap. Au-delà de cette situation extrême, l'intensité de l'éclairage et la durée pendant laquelle nous y sommes exposés influent donc directement notre organisme selon des mécanismes hormonaux presque indiscutables.

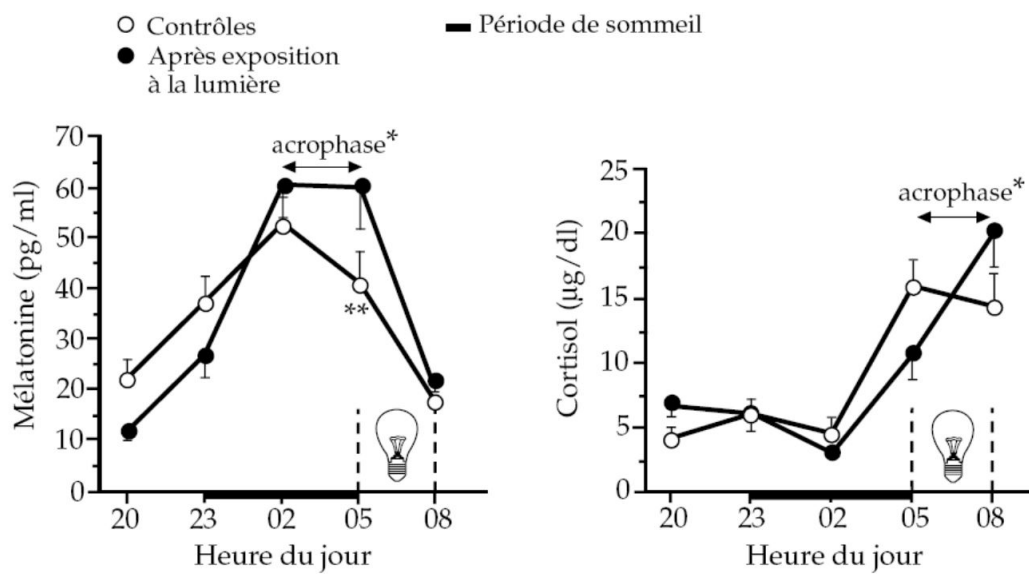


Figure 112 - Effets de l'exposition à la lumière sur les profils de la mélatonine et du cortisol plasmatiques chez le sujet sain (Touitou et al.).

ANNEXE 4

Explication de la « préférence » européenne pour l'éclairage à l'huile

L'état du commerce européen est visible en Figure 113 où le sigle « BW » signifie *Bee Wax* et indique une autonomie en production de cire pour la région considérée [350]. Les routes commerciales passant essentiellement par les mers (Méditerranée, Mer Rouge et Mer du Nord) ainsi que par les fleuves. On observe un besoin criant de routes pour approvisionner les régions les plus occidentales de l'Europe.



Figure 113 - Commerce international du Vème au Xème siècle. Warnke, 1987 d'après le travail de Chrzanovski.

L'évolution des infrastructures de production et des routes commerciales ne permettra pas l'autonomie du territoire français (à l'exception de quelques régions) comme cela est visible en Figure 114. Ajoutons à cela la « main mise » de l'Eglise sur les marchandises arrivant jusque sur le territoire, notamment car les cérémonies religieuses nécessitaient des quantités très importantes de bougies, et nous avons une explication de la difficulté que représenterait un approvisionnement régulier en cire de l'Europe occidentale au Moyen Âge à des fins d'éclairage urbain.



Figure 114 - Commerce international au bas Moyen Âge. Warnke, 1987 d'après le travail de Chrzanowski.

C'est pour ces raisons que l'huile s'est imposée comme le combustible le plus désirable pour s'éclairer dans l'Europe occidentale. Notons que des régions comme le Maghreb et l'Europe pouvaient se tourner vers la cire d'abeille, lorsque la Chine (par exemple) possédait son autonomie en cire via une production basée non pas sur les abeilles mais sur d'autres insectes.

ANNEXE 5

Atlas de la pollution lumineuse

L'étude géographique de la pollution lumineuse a déjà donné lieu, en 2001, à la production d'un premier atlas de l'artificialisation du ciel nocturne qui s'est par la suite étoffé jusqu'à la production du dernier en 2016 [351]. Cet atlas propose une vision géographique de la pollution lumineuse notamment selon un système de cartes dont la coloration est fonction de la part de l'éclairage artificiel modifiant la perception du ciel nocturne. La Figure 115 (extraite de cet atlas) montre d'ailleurs deux versions de l'Europe selon cette acception, la première (A) est la pollution lumineuse actuelle, la seconde représente une pollution lumineuse prévisible selon un changement technologique d'éclairage.

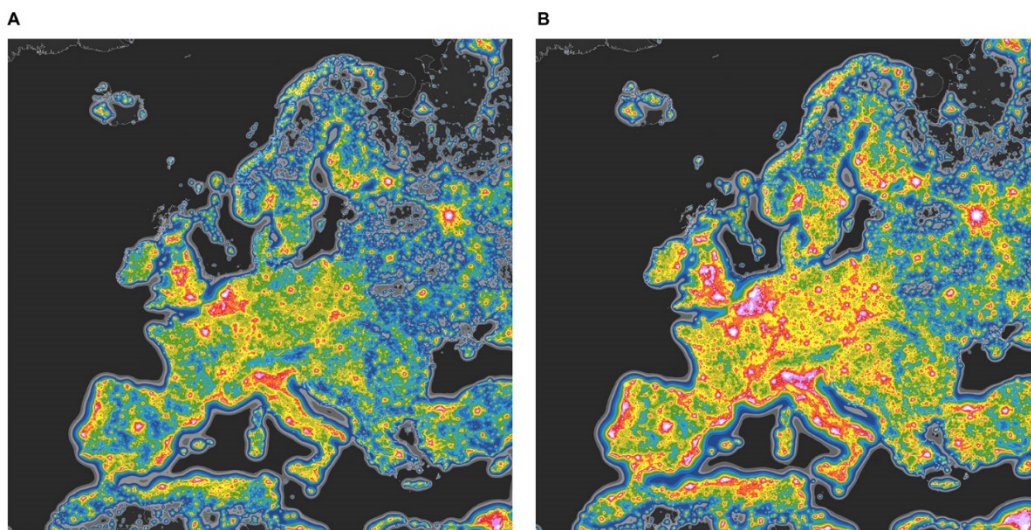


Figure 115 - Carte européenne du ciel éclairé artificiellement en 2016 (A) et selon des prévisions de changement technologique (B). Extrait de "*The New World atlas of artificial night sky brightness*" (Falchi *et al.*, 2016).

ANNEXE 6

« Paris ancestral », la ville ancienne

Maintenant que nous avons défini la notion de territoire, il est temps de se demander en quoi ce dernier se décline-t-il sur l'objet « Ville de Paris ». Ainsi avant de commencer une rapide et concise étude historique sur cette ville, il est nécessaire de préciser la position référentielle de cet objet en utilisant les coordonnées géographiques de latitude et longitude afin d'en définir un point central, autour duquel toute extension du réseau technique étudié pourra faire l'objet d'un intérêt. La notion de « territoire » nous permet de fonctionner ainsi, par la définition d'une centralité et l'étude du réseau technique l'entourant, comme de son « travail humain » [152]. Les coordonnées sont les suivantes : « 48° 51' 24'' nord, 2°21' 07'' est » soit un territoire pouvant correspondre à une zone s'étendant sur un rayon de six kilomètres au maximum autour de ce qui est actuellement « L'Ile de la Cité ». C'est autour de cette zone géographique que nous devons poser un cadre nous permettant d'étudier le réseau d'éclairage public.

Comme l'attestent les sources dont il est question dans le premier chapitre [120], le territoire est habité par des communautés humaines sédentaires depuis au moins 52 AEC [118], date à laquelle est attestée la présence d'une place forte servant à la tribu gauloise des Parisii et nommée « *Lutetia* », soit Lutèce. Cette dernière pouvait être localisée sur l'Ile de la Cité, l'Ile Saint-Louis ou même à Nanterre en fonction des débats historiques et archéologiques en cours. Avant cette date, le consensus historique est de considérer la zone comme une simple bourgade constituée de huttes.

Après l'annexion du territoire par Rome et le début de ce que l'on peut qualifier « l'ère gallo-romaine », la population se développe et la ville s'enrichit, notamment grâce au commerce fluvial dont elle est un port important sur la Seine. On peut à cette époque (entre le I^{er} et le IV^{ème} siècle AEC) estimer la population de Lutèce entre 8 000 et 10 000 habitants, ce qui en fait une ville de taille importante mais relativement moins que *Lugdunum* (Lyon) qui, à la même époque, culminait à environ 50 000 habitants. La ville commencera à prendre de l'importance après avoir été épargnée par les invasions d'Attila en 451 EC, alors que Metz et Strasbourg furent pillées. C'est également à cette époque que le nom « Paris » rentre dans le vocabulaire commun sous la plume notamment d'Ammien Marcelin [119] comme expliqué en partie bibliographique.

Nous sommes en 506 EC lorsque Clovis décide de faire de Paris la capitale de son royaume dont il a conquis une grande partie des terres au détriment des Romains. C'est la première fois que Paris devient centrale dans l'organisation d'un royaume, d'un État naissant. L'évolution du territoire parisien autour de l'île de la Cité sous la forme de la première enceinte d'origine gallo-romaine est visible en Figure 116, il s'agit d'un plan tracé à partir de documents historiques au XVIII^{ème} siècle par Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville, géographe français. C'est aussi à partir de ce moment que l'évolution « concentrique » de la ville de Paris, sous la forme d'enceintes successives, va débuter. Cette évolution, au départ conditionnée par des besoins de protection d'ordre militaire, va progressivement devenir structurante pour la ville et ses infrastructures. C'est ce dialogue constant entre besoins politiques, forme de la ville et organisation des infrastructures, que nous allons interroger, une fois que le cadre historique sera posé.

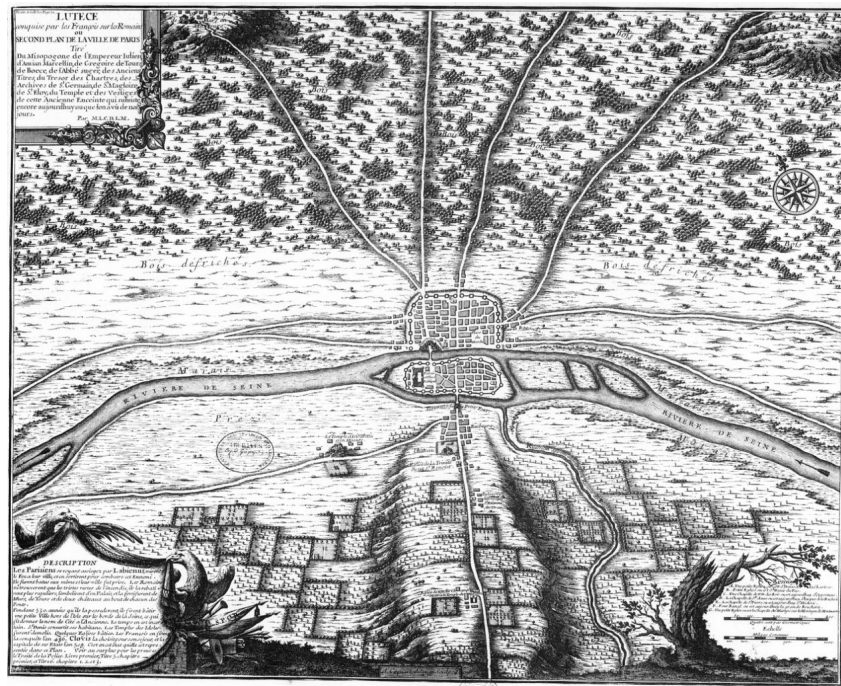


Figure 116 - Plan de Paris (Lutèce) après sa conquête par Clovis au détriment des Romains - Plan de Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville datant du XVIIIème siècle, source : Gallica, BNF (Bibliothèque Nationale de France).

Poursuivons notre histoire avec, en 845 EC, le pillage d'un raid Viking sur Paris qui va obliger le roi Charles II dit « le Chauve » à verser 7 000 livres d'argent pour la sauvegarde de la Cité. Cette épisode va marquer le début d'une prise de conscience de la vulnérabilité de Paris. Conscient de cette fragilité et désireux de protéger sa population, le pouvoir en place prend la décision d'entourer les faubourgs, et non plus seulement le centre-ville, par des murailles de protection. Succèdera alors à l'enceinte gallo-romaine (qui ne faisait que suivre les bords de l'Île de la Cité), l'enceinte dite « Carolingienne » qui devait défendre les quartiers naissants de la grandissante ville de Paris. Nous sommes alors au XIème siècle et le droit féodal régissant ce territoire ne nous invite pas à le considérer dans une perspective nationale.

Philippe II dit « Auguste », que l'on peut retenir comme le premier « Roi des Francs » (qui était son titre) aura à gérer la menace d'attaques militaires en provenance de l'Angleterre. Viendra alors au XIIème siècle, entre 1190 et 1215 EC, la construction de l'enceinte dite « de Philippe Auguste » qui servira à enserrer les 50 000 habitants de la ville toujours en expansion et dont un plan est visible en Figure 117. On la nomme également « enceinte médiévale » et il s'agit de la plus vieille enceinte dont on connaisse aujourd'hui le tracé précis et non sous la forme d'informations parcellaires comme l'enceinte précédente.

A partir de là, nous pourront commencer à aborder la Ville de Paris de manière différente, car c'est à ce moment que le pouvoir politique s'institutionnalise et se centralise. Philippe Auguste participe en effet à la définition effective de Paris comme capitale du Royaume, par la construction du Louvre et l'installation des archives royales dans la ville. On remarquera aussi que l'enceinte de Philippe Auguste était flanquée de soixante-dix-sept tours dont une d'elles, la tour de Nesle, comprend une des premières installations attestée d'éclairage public avec son « Fanal » (soit sa lanterne).

De manière très résumée et partielle, une dynastie de rois va commencer à s'installer au pouvoir et à régner de manière plus directe et plus centralisée sur l'ensemble du Royaume de France. La ville conservera son rôle de capitale pour des raisons de stratégie et de position, elle verra alors sa population s'accroître et ses infrastructures se développer. L'éclairage public fera bien entendu partie de ces développements, mais avant d'en parler nous devons encore installer le cadre parisien du pouvoir centralisé, ce que nous ferons dans la prochaine partie.

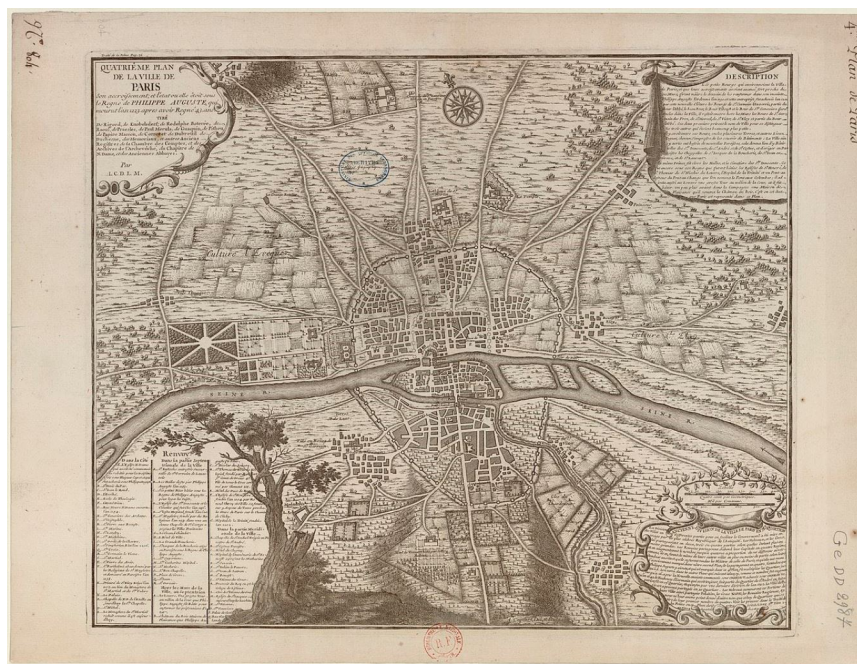


Figure 117 - Enceinte de Paris de Philippe Auguste (1280 EC) - Source : Gallica, BNF (Bibliothèque Nationale de France).

Paris du Moyen Âge à la Renaissance, Politique de la centralité

Il n'est pas dans nos objectifs de proposer une présentation exhaustive des institutions au pouvoir en France et de leurs influences sur la structure de la ville de Paris, c'est pourquoi nous continuerons notre historique selon une logique de « limites » de la ville au travers de l'histoire de ses enceintes plutôt que de ses administrateurs. La prochaine enceinte dont nous parlerons est celle de Charles V qui trouve son origine dans le développement urbain de plus en plus intense de la capitale dont les faubourgs remplaçaient progressivement les champs et dont la population était de plus à l'étroit à l'intérieur de l'enceinte de Philippe Auguste.

De manière concomitante, les conflits intermittents avec l'Angleterre durant la période historique que l'on peut retenir comme « La Guerre de Cent Ans » vont rendre nécessaire l'élargissement des fortifications parisiennes. Une représentation de cette enceinte et du tracé de la précédente est visible en Figure 118 et est extraite d'un ouvrage de Braun et Hogenberg [352], on y observe bien une évolution toujours concentrique et délimitée de la ville de Paris, dont la population reste enceinte entre ses murs.

Cette enceinte a été édifiée de 1356 à 1383 et trouve son utilité dans le remplacement partiel de celle de Charles V, dont les délimitations au Sud conservent leur rôle de limites de la ville. Les infrastructures sont toujours balbutiantes et la ville ne possède qu'un réseau d'égouts à ciel ouvert conçu dans le sillage du pavage des rues de Philippe Auguste. De même, la voirie peut être qualifiée de vernaculaire et ne présente des axes principaux que dans la continuité de ses ponts et le long de ses rives. En revanche sa population grandit et passe d'environ 50 000 sous Philippe Auguste à environ 200 000 lorsque l'enceinte de Charles V est achevée. Le pouvoir politique s'installe définitivement dans la capitale et confirme la position centrale de Paris, ainsi que son développement à venir.



Figure 118 - Plan de Braun et Hogenberg (édition de 1593) représentant les enceintes de Philippe Auguste et Charles V.

Cette dernière enceinte constituera les limites de Paris jusqu'au XVI^{ème} siècle, époque à laquelle la proximité de la Capitale avec les frontières, les progrès de l'artillerie et en partie les « guerres de Religion »⁴³² poussèrent le pouvoir à agrandir et « moderniser » l'enceinte existante. L'enceinte Louis XIII (du nom du monarque en place) ou « enceinte des Fossés Jaunes » connaît une longue période de construction s'étalant de 1556 EC à 1630 EC et comprenant l'édification de plusieurs bastions afin d'assurer la protection de l'ensemble.

On notera que la population n'a pas beaucoup augmenté depuis le XIV^{ème} siècle, en cause les famines et épidémies ayant ravagé les habitants en plus (parfois à cause) de la domination anglaise sur le territoire [353]. C'est donc une modernisation des remparts plus qu'une extension des limites qui est amorcée au XVI^{ème} siècle. Ce dernier aspect est parfaitement visible en Figure 120 où les formes caractéristiques des forteresses dites « de Vauban » [339] entourent le tissu urbain parisien.

La population finit tout-de-même par augmenter et avec elle l'aire urbaine se densifie et commence à s'étendre au-delà des limites tracées par les enceintes. Ces limites ne sont pas uniquement d'ordre sécuritaire, car depuis le XVII^{ème} siècle (au moins) le pouvoir politique tente d'imposer des zones constructibles pour la population parisienne.

⁴³² Série de conflits ayant opposé les catholiques aux protestants en France au XVI^{ème} siècle sous plusieurs formes.



Figure 120 - Plan de Paris de Claes Jansz Visscher datant de 1618, source : Gallica, BNF (Bibliothèque Nationale de France).

Ces « bornes » assorties de limites attenantes sont visibles en Figure 119 et n'ont pas toujours tenu compte de la pression démographique d'une ville rassemblant autant d'opportunités économiques et de pouvoir politique. En résulte de nombreux habitats informels au-delà des « limites à bâtir » pour les populations les plus précaires ainsi qu'une densité de population relativement élevée par rapport aux autres villes françaises. Nous verrons plus tard que ces deux caractéristiques ont en quelque sorte « poursuivies » Paris jusqu'à l'époque contemporaine et ont été à l'origine d'une concentration d'infrastructures qui permettra de faire cohabiter une concentration d'individus. Pour finir sur la carte de la Figure 119, elle fournit une preuve de plus de ce développement concentrique, circonscrit et fortement lié au pouvoir politique du territoire parisien.

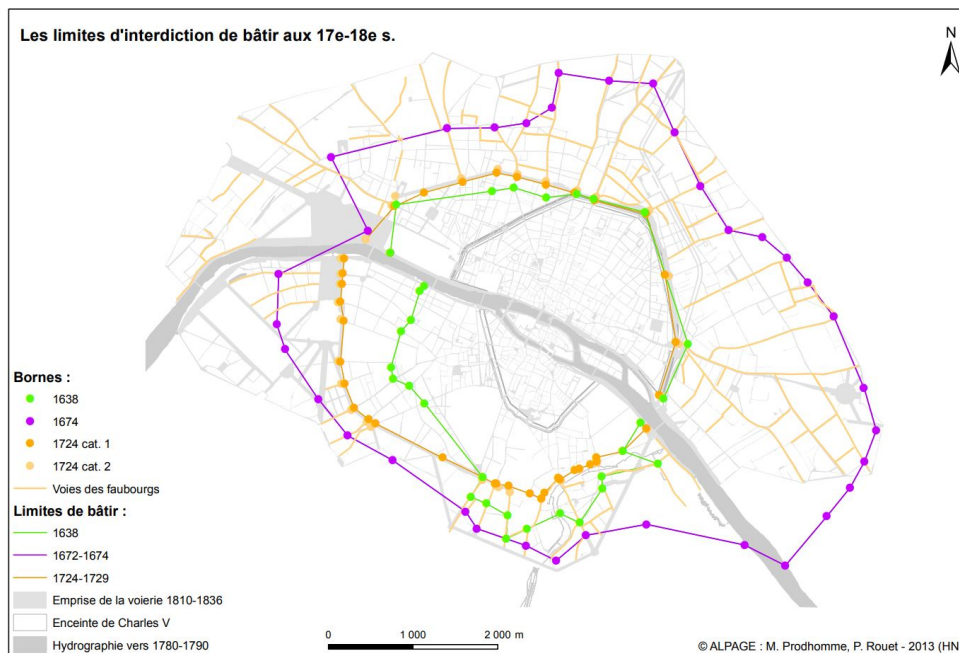
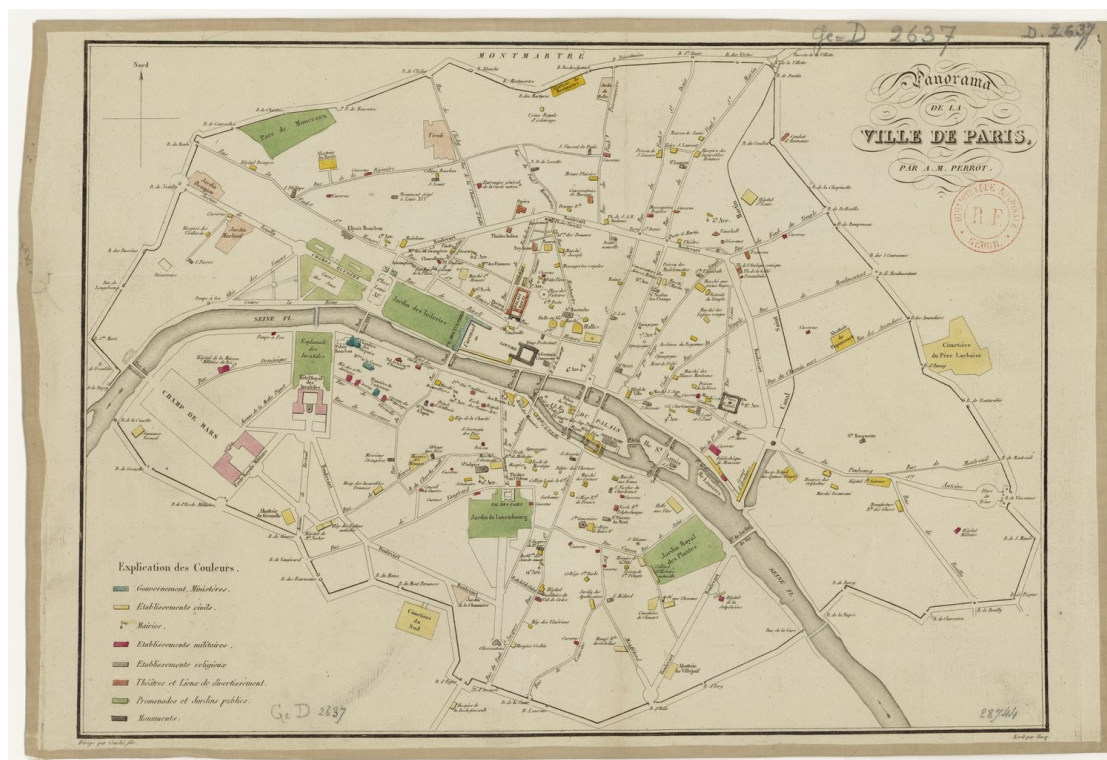


Figure 119 - Limites à bâtir de la ville de Paris aux XVIIe et XVIIIe siècles, M. Prudhomme et P. Rouet (2013).

La prochaine enceinte dont il sera question revêt une importance capitale en ce qu'elle illustre parfaitement la relation sociale et politique entre la population parisienne, le pouvoir en place et les infrastructures urbaines encadrant cette relation. Pour rappel, nous sommes donc au XVIIIème siècle, plus précisément à la fin de ce dernier, juste avant la « Révolution Française » dont les évènements amèneront un changement politique décisif (de la monarchie absolue vers la première république) en France et des insurrections violentes dans la capitale notamment.

Avant cela, rappelons que les limites de la ville de Paris ne cessent d'être repoussées, comme cela est visible en Figure 119, et que la population parisienne grandit beaucoup à cette époque où elle dépasse les 500 000 habitants. C'est dans ce contexte qu'est décidée la construction du « Mur des Fermiers généraux » dont l'origine et la désignation méritent que l'on s'y attarde. Tout d'abord le terme « Fermiers » désigne la « Ferme générale » que l'on peut décrire comme la gestion ou la « jouissance » d'une partie des revenus du Roi de France. L'ensemble de cette partie de revenus, sous la forme de cautions, forme la Compagnie des fermiers généraux, soient les dirigeants et actionnaires qui s'occupent de l'impôt, des douanes et de l'ensemble de la gestion administrative de cette partie des revenus.

Le nom de cette enceinte n'est pas anodin, la proposition venant à l'origine d'Antoine Lavoisier⁴³³ qui avait conseillé au pouvoir royal d'encercler Paris dans une enceinte dont le but affiché premier n'était pas la défense militaire mais la lutte contre la contrebande et le contrôle des taxes. Cette enceinte d'environ vingt-quatre kilomètres de tour est visible en Figure 121 où l'on peut remarquer que le tracé suit en partie les limites à bâtir de 1674 visibles en Figure 119.



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Figure 121 - Panorama de la Ville de Paris par Aristide-Michel Perrot (1793-1879), source Gallica, Bibliothèque Nationale de France (BNF).

⁴³³ Connu pour ses travaux en chimie, également fermier général de son état. Connaîtra un sort tragique lors de la « terreur » (période révolutionnaire marquée par de nombreuses exécutions) au cours de laquelle il sera guillotiné.

Afin de réaliser ce projet de barrière douanière, l'enceinte se vit assortir de soixante-et-une barrières d'octroi afin de contrôler les entrées des denrées vendues dans Paris et également dans le but d'offrir une représentation du pouvoir royal. Cette utilisation de l'infrastructure parisienne dans un but fiscal et représentatif ne tarda pas à échauder les esprits dans un contexte de remise en question intellectuelle du pouvoir monarchique et du statut des nobles. Le philosophe et figure de la future Révolution française Pierre-Augustin Caron de Beaumarchais rapportera d'ailleurs l'alexandrin suivant faisant office de satire auprès de la population parisienne [338].

« Le mur murant Paris rend Paris murmurant »

Pierre-Augustin Caron de Beaumarchais – alexandrin rapporté en 1785 [338]

La construction de l'enceinte et des infrastructures douanières en assurant le fonctionnement s'est déroulée entre 1784 et 1790, s'achevant juste avant la Révolution française. Il est d'ailleurs difficile de savoir si cette infrastructure a réellement influencé le cours de l'histoire française et les événements de cette époque (à Paris, lieu du pouvoir) ou si elle n'a été qu'un événement parmi d'autres dans ce contexte. Toujours est-il que pendant les événements insurrectionnels de cette période, de nombreuses brèches sont percées dans l'enceinte et les barrières d'octroi, symboles du pouvoir et cibles privilégiées des révolutionnaires [354]. Les troubles qui ont succédé à la Révolution française (coup d'État de Napoléon, restauration puis autre révolution) n'ont pas empêché la ville de Paris de continuer, voire d'accélérer, sa transformation.

Les mutations urbaines du XIX^{ème} et du XX^{ème} siècle feront de cette ville circonscrite un objet urbain pensé comme un tout en fonction de ses surfaces, ses constructions et ses flux, il s'agit du fantasme urbanistique absolu, celui de voir la ville comme un organisme objectivable et malléable.

ANNEXE 7

Carte Statistique des égouts de Paris – Emery de Sept-Fontaines, 1839.

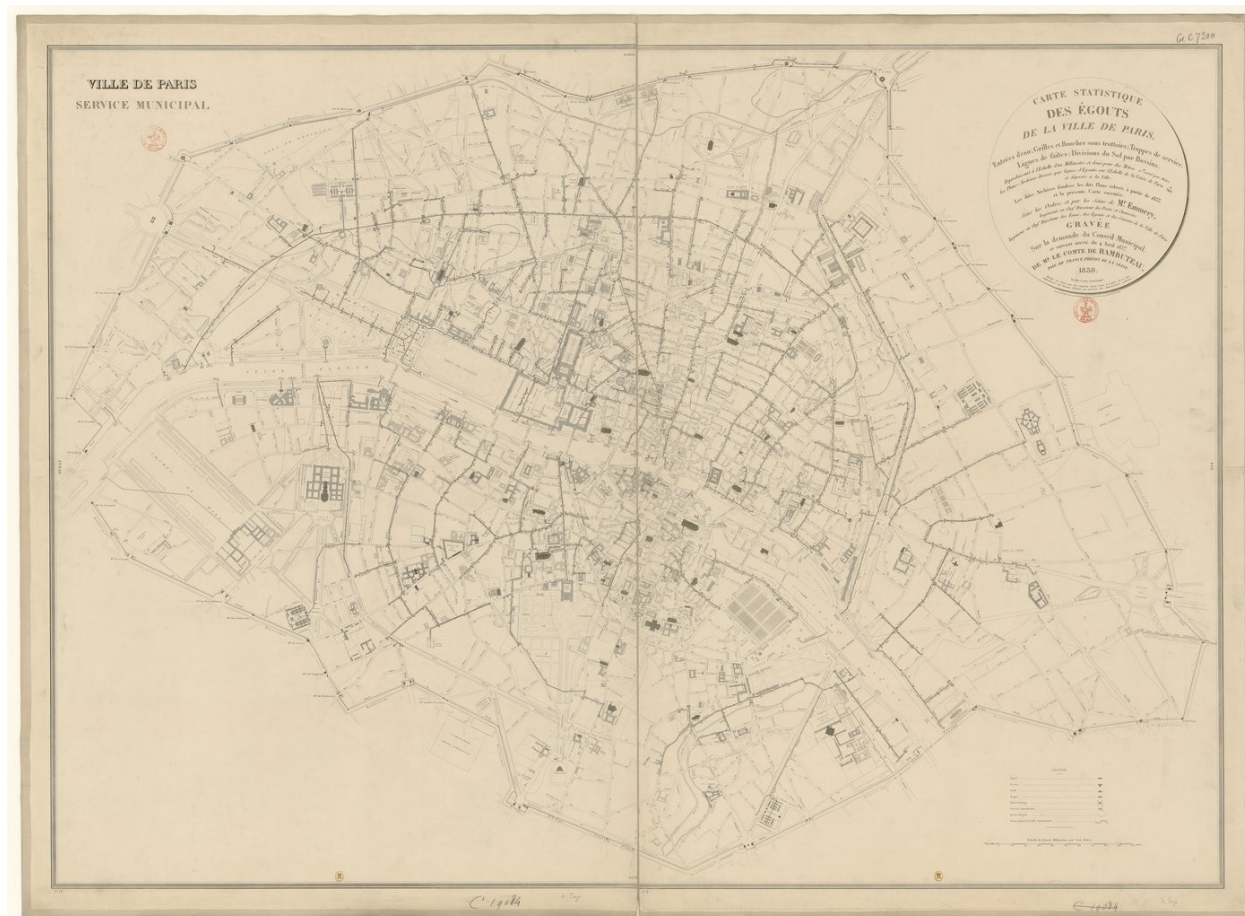


Figure 122 - Carte statistique des égouts de Paris, Emery de Sept-Fontaines, 1839, source Gallica, Bibliothèque Nationale de France (BNF)

ANNEXE 8

Chronologie du réseau d'éclairage public parisien

Code couleur : en noir l'âge solide, en rouge l'âge liquide, en marron l'âge gazeux et en jaune l'âge électrique.

- [VI^{ème} siècle]
Peu d'informations. Lampes en cuivre ou en terre cuite même en cas de situation urbanisée [180].
- [XII^{ème} siècle]
Éclairage des abbayes de Sainte-Geneviève, Saint-Germain-des-Prés, Saint-Victor et Saint-Martin-des-Champs [181].
- [1258] Etienne Boileau (ou Etienne Boylesve), prévôt de Paris tente d'imposer un éclairage de chaque façade par les propriétaires bourgeois de ces façades, ce fut un échec. Attention sources plutôt lacunaires [181], [182].
- [XIV^{ème} siècle]
La corporation des lanterniers se regroupe avec d'autres. Il s'agit d'un métier reconnu.
- [1318] « Chandelle unique [...] carcasse de bois [...] vessie de porc » à Châtelet (tribunal) suite à une ordonnance de Philippe V dit le Long (mois de janvier).
- [Fin du XIV^{ème} siècle] Fanal de la tour de Nesle & Lanterne des Morts du cimetière des Saints-Innocents.
- [1408] Allumage généralisé suite au passage de l'évêque de Liège dans la ville.
- [1409] Allumage généralisé suite à l'arrestation de Jean de Montagu.
- [XV^{ème} siècle]
Très peu d'informations. Vraisemblablement peu d'éclairage public.
- [XVI^{ème} siècle]
Les lanterniers sont toujours un métiers très reconnu, bien que dilué dans d'autres corporations.
- [1524] « Une chandelle à chaque fenêtre ». Obligation du parlement qui tombera finalement dans la désuétude. Époque des Mauvais Garçons (bande de malfrats terrorisant les parisiens).
- [1548] Volonté Royale (Henry II) de « prendre à sa charge » l'éclairage des rues de Paris.
- [1553] Retour de l'obligation à mettre des « chandelles ardentes aux fenêtres des maisons ».
- [1556] Raoul Spifame propose d'éclairer les rues au niveau des statues de Saints.
- [1558] La Chambre des vacations vote. On compte 500 rues et 1500 lanternes dans Paris.
- [1559] Toutes les lanternes précédentes sont vendues quasiment. Faute de budget.
- [1576] Louise de Lorraine (épouse de Henry II) met en place des statues de vierge avec récipients à **huile** à « tous les coins de rue ».
- [1594] Une ordonnance de police implique de devoir placer des lanternes « à chaque dizaine ou sections de quartier ».
- [1599] Apparition des premières lanternes en verre.
- [XVII^{ème} siècle]

Le temps des corporations (pâtisseries ou libraires par exemple) qui se chargent en grande partie de l'éclairage public.

[1666] Mise en place d'un conseil de police spécialement chargé du nettoyage et de l'éclairage des rues (le roi, satisfait, fait même graver une médaille commémorative)

912 rues et 2736 lanternes

[1667] Ordonnance de Gabriel-Nicolas de la Reynie (premier lieutenant général de Police, selon l'édit de Colbert à Louis XIV). Un éclairage « même pendant le clair de lune »

[1669] Une autre médaille est frappée afin de commémorer l'éclairage régulier des rues de Paris.

[1671] Les bourgeois sont mis à contribution dans l'organisation de l'éclairage public. En général le bourgeois désigné prend un commis qui, lui-même, prend un aide (page 38, E. Defrance, 1904).

[1697] Ordonnance du roi Louis XIV désignant notamment l'éclairage public et son effort de mise en place comme (par rapport aux autres efforts) « aucun dont l'utilité soit plus sensible et mieux reconnue ». Parlant notamment de « sûreté [...] commodité ». Normalisation des distances entre lanternes.

Une voix dissonante se fait cependant entendre au travers des propos écrits dans une lettre de l'Abbé Terrasson. Celui-ci reproche à l'éclairage public d'être à l'origine d'une décadence des lettres, tant il encouragerait à sortir le soir plutôt qu'à étudier chez soi.

[Fin XVIIème] La « Haute Société » d'Europe est impressionnée par l'éclairage parisien.
L'éclairage public est, de manière actée, à la charge de l'État.

[1700] Le lieutenant général de police d'Argenson met au point une réforme (à l'époque très impopulaire) consistant en l'obligation de moins éclairer les rues au clair de lune.

[1703] Une proposition de lampe-phare unique est sérieusement envisagée, proposition de Fabre. Moins absurde qu'il n'y paraît (ce n'est d'ailleurs pas la dernière).

Objet technique

A cette époque, on est passé d'un récipient allumé près d'une statue, à un support en bois (lanterne) et également à des lanternes suspendues par des « fils ».

[1720] Les lanternes suspendues de la rue Quincampoix (page 52 de E. Defrance, 1904).

[1729] **5572 lanternes dans Paris.**

[1733] Mort du dernier Chevalier du guet, Choppin de Goussangri.

[1743] Bourgeois de Châteaublanc invente un système de luminaire réverbérant la lumière produite à partir de la combustion d'**huile**. C'est le premier « réverbère » dont la capacité de diffusion de la lumière changera la perception urbaine de la nuit. Des essais ont lieu sur la rue Dauphine. Au départ, ce dispositif est trop onéreux.

[1745] Des « lettres patentes » datées de cette époque confirment l'adoption du dispositif de Bourgeois de Châteaublanc pour une partie de la ville de Paris.

[1763] Lancement d'un concours par M. de Sartine, Ministre des requêtes : « Le citoyen zélé ». Lavoisier y propose d'ailleurs un mémoire scientifique qui sera particulièrement remarqué malgré sa position « hors concours » due au fait qu'il ne s'agissait pas d'une invention « technique ».

[1765] Mémoire technique de Bourgeois de Châteaublanc prévoyant que l'éclairage complet des rues de Paris nécessiterait 2400 lanternes, qui seront bientôt installées.

[1769] Suite à de nombreuses discussions et comparaisons techniques, le concours de M. de Sartine est finalement remporté par Bourgeois de Châteaublanc avec le prix l'accompagnant.

Le 30 juin, arrêté du conseil permettant à Bourgeois de Châteaublanc d'installer ses réverbères sur la totalité de l'espace urbain. Il s'agit de la première version d'une « délégation de services publics », accompagnée d'une taxe substantielle directement payée par les riverains. Installations de lampadaires notamment au niveau des remparts/des Grands Boulevards

Circonscription du proto-réseau d'éclairage public parisien

Pour les chiffres, à l'époque **2400 lanternes dans Paris** (fonctionnant à l'**huile de tripes**).

[1777] La route est éclairée depuis Versailles jusqu'à la porte de la Conférence sur cinq lieues et demi de manière à agrémenter les trajets nocturnes de Marie-Antoinette.

[1780] Invention de la « lampe d'Argand », la « lampe à double courant d'air et à cheminée ».

1. Des mèches plates permettant l'obtention d'un important canal central
2. Une cheminée permettant la circulation de l'air et une combustion plus complète

[1788] Procédé d'épuration de l'huile de colza attribué à Leroy-de-Lille et qui permet d'avoir, dans les réverbères, une lumière plus blanche et dépourvue de fumée en se passant de l'huile de tripes.

[Fin XVIIIème] Après 3 siècles de perfectionnement, l'éclairage public devient enfin « pratique ». Le temps des mouchettes touche à sa fin avec l'avènement de la « mèche nattée ».

On est alors à 5694 réverbères dans la ville.

Tableau résumant parfaitement cela à la page 81 [183]. Page 85 (*ibid.*) se trouve la pendaison, première utilisation du réseau à d'autres fins.

Pendant la révolution le réseau est « désorganisé » selon Charles Malégarie [193].

[1800] Philippe Lebon invente le gaz d'éclairage. Il propose un éclairage public au gaz mais cela est refusé. Il loue alors l'hôtel Seignelay dans le but de faire la promotion du gaz.

[1812] La lanterne de Maëstricht révolutionne encore une fois la technique en rendant la mouchette inutile.

[1815] Winsor (un entrepreneur de Londres) parvient à louer le palais du Luxembourg ainsi que les galeries de l'Odéon et les fait éclairer au gaz.

[1817] **4645 réverbères et 11 941 becs.** Une diminution à l'origine inconnue (Révolution française).

[1818] Les premiers essais concernant l'éclairage public au gaz sont lancés.

[1821] **Pour les chiffres, on est alors à 12 672 becs [p'91] pour 5035 réverbères.** Modèle de Vivien, qui est un perfectionnement du système d'Argand.

Explosion de gaz le 26 Août 1821 au Palais-Royal, chez le restaurateur Prévost. Journaux politiques tels que le *Drapeau blanc*, la *Gazette de France* et la *Quotidienne* manifestent notamment une très vive hostilité au gaz suite à l'évènement.

[1829] Naissance de la mythologie nocturne parisienne au travers du lampadaire à gaz. Vraisemblablement en avril de cette année.

[1832] Un bilan comptable très précis donné au travers de l'ouvrage de M. d'Allemagne dans son ouvrage *Luminaires à travers les âges* (1834) [138]. Le doyen des allumeurs de réverbères, un certain « Mouton » nous apprend que la consommation annuelle de Paris était de 773 566 livres d'huile et que Paris compte, cette année-là, **5 322 réverbères contenant 12 422 becs.**

[1835] **203 becs au gaz sur les 12 816 becs totaux et 6 273 lampadaires en tout.**

[1844] Première lampe à arc, Place de la Concorde.

[1848] A cette époque l'éclairage à l'électricité est réservé au théâtre, aux fêtes ou aux travaux de nuit. Léon Foucault invente la première lampe électrique (éclairage à arc depuis 1835).

[1852] On arrive ici à **13 733 becs au gaz.** On notera d'ailleurs que l'éclairage est, à cette époque, variable en fonction de la lune (p'107) [140]. On a le droit à une énumération de plusieurs technologies de becs à la page 108 (*ibid.*). Une unité de mesure est évoquée page 109 (*ibid.*), la « carcel ». La mythologie, quant à elle, se partage entre l'appui pour « pochard » et la chanson à la grandeur du gaz.

[1853] La préfecture de Paris, en l'occurrence Georges Eugène Haussmann, prend à sa charge la gestion de l'éclairage public parisien, ce dernier n'est donc plus du ressort de la police mais d'une extension du « politique ».

[1855] Fusion des six compagnies gazières afin de former la « Compagnie Parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz » [139]

[1859] Décret mettant l'éclairage public sous la responsabilité du préfet de la Seine. Aligement des lampadaires selon le modèle Haussmannien (espacement de 20 à 35 mètres).

- [1861] Fondation d'un laboratoire d'éclairage public, en charge d'expérimentations autour du pouvoir éclairant des luminaires
- [1870] On compte à Paris environ **32 000 appareils à gaz** (à l'intérieur de la nouvelle enceinte).
- [1878] Année de la première tentative d'éclairage électrique régulier d'un endroit au travers de la place de l'Opéra et de son avenue également, ainsi que du théâtre Français. **Bougies de Jablochhoff**. Lampe à incandescence d'Edison.
- [1880] Au tour de la place de la Bastille et de la gare de Montparnasse.
- [1882] L'expérience de l'éclairage à l'électricité continue avec les grands Boulevards.
- [1883-84] Au tour du parc Monceau, de l'hôtel de ville et du parc des buttes-Chaumont (101,800 francs pour ce dernier uniquement). Une ouverture technico-prospective est proposée page 124 en parlant d'une peinture [140].
- [1887] Incendie du au gaz à l'Opéra-Comique.
- [1888] Suite au conseil municipal du 29 décembre 1888 et du 25 février 1889, la ville de Paris accorde des « **permissions** » d'une durée de 18 années. Les zones attribuées suivent une logique de service public, le centre étant plus rentable que la périphérie, tout le monde possède une zone « triangulaire » dont une pointe est tournée vers les quartiers centraux.
- [1889] Création d'un réseau public de distribution pour l'éclairage électrique suite à une autorisation municipale. Le prix du KWh ne cessera, dès lors, de baisser jusqu'en 1939. Il s'agit d'un réseau monophasé [203].
- [1888] Le 31 mars est votée au Conseil de Paris la construction d'une usine électrique municipale aux Halles, permettant notamment de comparer les technologies existantes.
- [1890] L'éclairage public est évalué à 5 millions de Francs en dépense de services. [183]
- [1896] 45% de la puissance installée est du fait de producteurs-consommateurs (Gares, théâtres et magasins notamment).
- [1900] La Compagnie Parisienne du Gaz présente à l'Exposition Universelle ses premières applications pour le gaz surpressé (consommation inférieure à 1,06 litre par bougie par heure en comparaison des 1,62 litres avant avec un gaz « classique »). L'industrie du gaz tente ainsi d'innover pour égaler les performances de l'électricité.
- [1902] La pose de canalisations électriques, jusqu'alors en « croissance régulière », commence à stagner. Selon Alain Beltran [146] cela serait dû aux conditions contraignantes qui pèsent alors sur les concessionnaires. Il s'agit d'un réseau diphasé [203].
- [1904] Fin de l'utilisation de lampes à arc à électrode en carbone fonctionnant à l'air libre. Celles-ci fonctionnent maintenant sous atmosphère conditionnée.
Arrêté du 6 août 1904, le préfet de Paris crée une commission pour étudier le régime futur de l'électricité à Paris.
- [1905] L'électricité (et dans une certaine mesure l'éclairage électrique) n'est encore réservée qu'à une part aisée de la population parisienne. Il n'existe aucune canalisation dans le 20^{ème} arrondissement par exemple.
- [1906-1907] A la suite de grèves importantes, de nombreux consommateurs « critiques » (banques et journaux notamment) se dotent de capacité électrogènes et n'utilisent le réseau qu'en cas de secours.
- [1907] Fin de la première concession. Début de la « période transitoire » qui durera 6 ans.
- [1910] Première utilisation sur le Boulevard Raspail du gaz surpressé dont les innovations venues d'Allemagne ont permis son déploiement.
- [1913] L'éclairage est évalué à 8 millions de Francs en dépenses de service. [183]. Le 31 décembre, c'est la fin officielle de la « période transitoire ».
- [1^{er} janvier 1914] Affirmation du monopole de l'éclairage électrique au travers de l'unification de tous les secteurs au sein de la Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité. Malgré l'unicité de l'entité, les secteurs restent marqués par les choix techniques d'antan.
- [1914] Apparition de la lampe électrique à atmosphère gazeuse.
- [1914-1918] Première Guerre Mondiale. Surutilisation du réseau et usure physique importante. La CPDE fait d'importants déficits certains mois malgré une augmentation de la consommation.
- [1918] Le réseau est surutilisé et la société CPDE est déficitaire 5 mois de l'année.
- [1920] Décision de la Marie de Paris de remplacer progressivement l'éclairage au gaz basse pression par un éclairage à l'électricité par incandescence avec filament sous atmosphère contrôlée.

[1924] Préconisation de la CPDE de substituer un Réseau Alternatif Complémentaire (RAC) aux réseaux continu 3 fils (en voie de disparition) et 5 fils (rarissimes).

[1925] La consommation atteint 400 millions de KWh (éclairage et force motrice confondus). Dépassée, La CPDE change de stratégie et cherche à s'approvisionner à l'extérieur (auprès de barrages hydroélectriques notamment). Délestés de la production, ceux-ci commencent à rationaliser le réseau.

[1929] En raison du maintien de la demande et de son augmentation (même pour le domestique), la CPDE est relativement peu impactée par la crise de 1929.

[1930] Fin des travaux d'unification de la fréquence sur Paris le 7 juin (qui devait être fixée à 50 période selon une circulaire ministérielle datant de 1918). Dépassement du budget de 130%. On commence également la substitution du courant continu par l'alternatif. Cela prendra presque trente ans. Création en parallèle de l'AFE (Association Française de l'Eclairage) qui permet aux spécialistes scientifiques et industrielles de mettre en commun leurs connaissances.

[Période 1930-1939]

Beaucoup de modernisation encore plus que d'extension. Etablissement du « réseau alternatif complémentaire » ou « RAC ».

[1939] Puissance de pointe multipliée par 6 par rapport à 1913. Production (ou achat de courant) huit fois supérieure, longueur des canalisations multipliée par 2.5. Superposition de plusieurs réseaux à cause de l'héritage des secteurs (RAC (Réseau Alternatif Complémentaire) et réseaux continus 3 et 5 fils). Pendant la « Drôle de Guerre », la ville de Paris ordonne à la CPDE l'extinction de la plupart des lampes et leur remplacement par de petites lampes sous abat-jour avec flux lumineux vers le trottoir. Afin de ne pas être repéré par les avions militaires de nuit.

[Période de la Seconde Guerre Mondiale] de 1939 à 1945

La municipalité décide de repeindre les luminaires et candélabres (ainsi que d'autres mobiliers urbains comme les feux tricolores) en marron afin de cacher leur composition en métal précieux (cuivre et bronze).

Peu de dégâts sur le réseau électrique de la ville. En revanche le réseau d'interconnexion à la région parisienne a été plus touché.

[1940] A la date du 30 juin, notons la fin *de facto* du monopole de la CPDE suite à la débâcle de l'armée française et le début de « l'exode » qui précédera la signature de l'armistice.

[1946] Nationalisation des réseaux selon la « loi de nationalisation ». Electricité De France (EDF) prend, de fait, à sa charge l'exploitation des réseaux électriques parisiens en reprenant la CPDE (Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité) [203].

[Années 1950] Existence de deux réseaux en moyenne tension. Un monophasé à 3 kV très ancien (fin XIXème) et un diphasé à 12 kV ancien (début XXème).

[1952] Illumination de l'Arc de Triomphe.

[1955] Convention entre la Ville de Paris et EDF afin de fonder les bases du « Traité de concession » qui durera entre les deux entités pendant 35 ans et permettra à EDF d'assumer la gestion de l'éclairage public parisien pendant toute cette durée.

[1957] Un rapport interne de la Ville de Paris fait mention d'un « abandon progressif » de l'éclairage au gaz à cette date-ci [205].

[1963] Achèvement du premier poste de transformation triphasé 20 000 Volts (remplaçant le monophasé et le biphasé). EDF se sert des conséquences du passé pour réfléchir à la rationalisation et à la normalisation future.

[Années 1960-2000] L'ensemble du réseau moyenne tension subit une transformation de taille. C'est la migration vers le triphasé à 20 000 Volt. Selon des artères (six câbles souterrains) reliant des couronnes concentriques.

[1973] La gestion de l'éclairage public parisien mobilise 825 agents pour des modalités allant parfois au-delà de l'éclairage (travaux exceptionnels, gestion de certaines situations). Eclairage public fonctionnel, technologie « Vapeur de Mercure » d'une température de couleur de 4000 Kelvins.

[1974] La part de l'éclairage public représente 2 % dans la consommation totale d'électricité en France [207]. Le choc pétrolier impose de couper la plupart des illuminations et l'on voit arriver le terme « ambiance lumineuse ».

[1977] Les calculs photométriques se font maintenant de manière informatique. (C'est aussi l'année du rétablissement de la fonction de Maire pour la ville de Paris)

[1979] Les premières cartes satellites des villes font naître le débat sur un éventuel sur-éclairage de l'environnement.

[1981] Avancées sur le plan académique avec la théorisation des « huit fonctions » de l'éclairage public d'Abraham Moles [28].

[1983] Disparition complète du réseau monophasé.

[1986] Les lampes au sodium blanc commencent à s'imposer.

[1987] La ville de Paris a fait baisser le nombre d'agents d'EDF à 650 notamment pour resserrer les activités d'EDF autour de l'éclairage public et préparer une nouvelle forme de contrat. Apparition des lampes aux iodures métalliques, plus compactes.

[1988] Le réseau diphasé n'alimente plus que 20% de la puissance nécessaire pour Paris (toutes activités confondues).

[1989] EDF assume encore la gestion de l'éclairage public parisien (150 000 sources lumineuses, 45 000 candélabres et 26 000 consoles, pour une consommation annuelle de 140 GWh ainsi que l'illumination des monuments et la signalisation de 1 350 carrefours) jusqu'au 31 décembre de cette année.

Naissance de « l'urbanisme lumière » dans la lignée de « l'architecture lumière ». Apparition des premiers SDAL (Schéma Directeur d'Aménagement Lumière) et des Plans Lumières à l'échelle municipale.

[1990] Un nouveau contrat est signé entre EDF et la Ville de Paris, plaçant la concession dans une limite de durée de 10 ans. Le nombre d'agents est ramené à 384, notamment car la Ville souhaite reprendre à sa charge un nombre non négligeable de tâches. EDF remporte également la concession des signalisations lumineuses pour 2 ans et du périphérique parisien pour 3 ans (*consortium*) qui étaient séparés du reste. Mise en lumière de nombreux bâtiments publics à Paris, notamment Notre-Dame.

[1991] Apparition de la lampe à induction qui présente des caractéristiques de longévité remarquables (60 000 h). La ville de Paris éclaire la Place du Tertre au moyen de cette technologie.

[1992] Création du MEGE (Mémoire de l'Electricité, du Gaz et de l'Eclairage public) dont le but est d'entretenir une documentation historique et archivistique des réseaux techniques parisiens en particulier.

[1993] Naissance de Citelum qui continue, avec le même personnel, le travail d'EDF (dont elle est une filiale).

[1994] Citelum embauche du personnel du secteur privé et plus seulement public. Les lampes aux iodures métalliques et à brûleur céramique font leur apparition sur le marché. Excellent IRC et bonne durée de vie.

[2000] Entrée de capitaux privés au sein de Citelum (Dalkia). Débat sur les problématiques de sur-éclairage se faisant de plus en plus vifs. L'AFE prend position en faveur du terme de « nuisances lumineuses » pour diverses raisons

[2002] Les astronomes font part de leur inquiétude quant à la cohabitation de l'éclairage public sous sa forme actuelle et la possibilité d'observer le ciel étoilé.

[2009] Appropriation de fait d'EDF d'une partie du patrimoine qui devait revenir à la ville de Paris. Parution d'un papier assez sévère de la Cour des Comptes concernant la gestion des transformateurs par EDF et leur basculement de propriété.

[2011] Le 1^{er} juillet marque le début du Marché à Performance Énergétique (MPE) où l'opérateur historique EDF (sous la forme de sa filiale Citelum) a été remplacé par le gagnant de l'appel d'offre, la société Evesa (consortium de Bouygues, Vinci, Fayat, Aximum et Satelec). Les raisons de cette passation

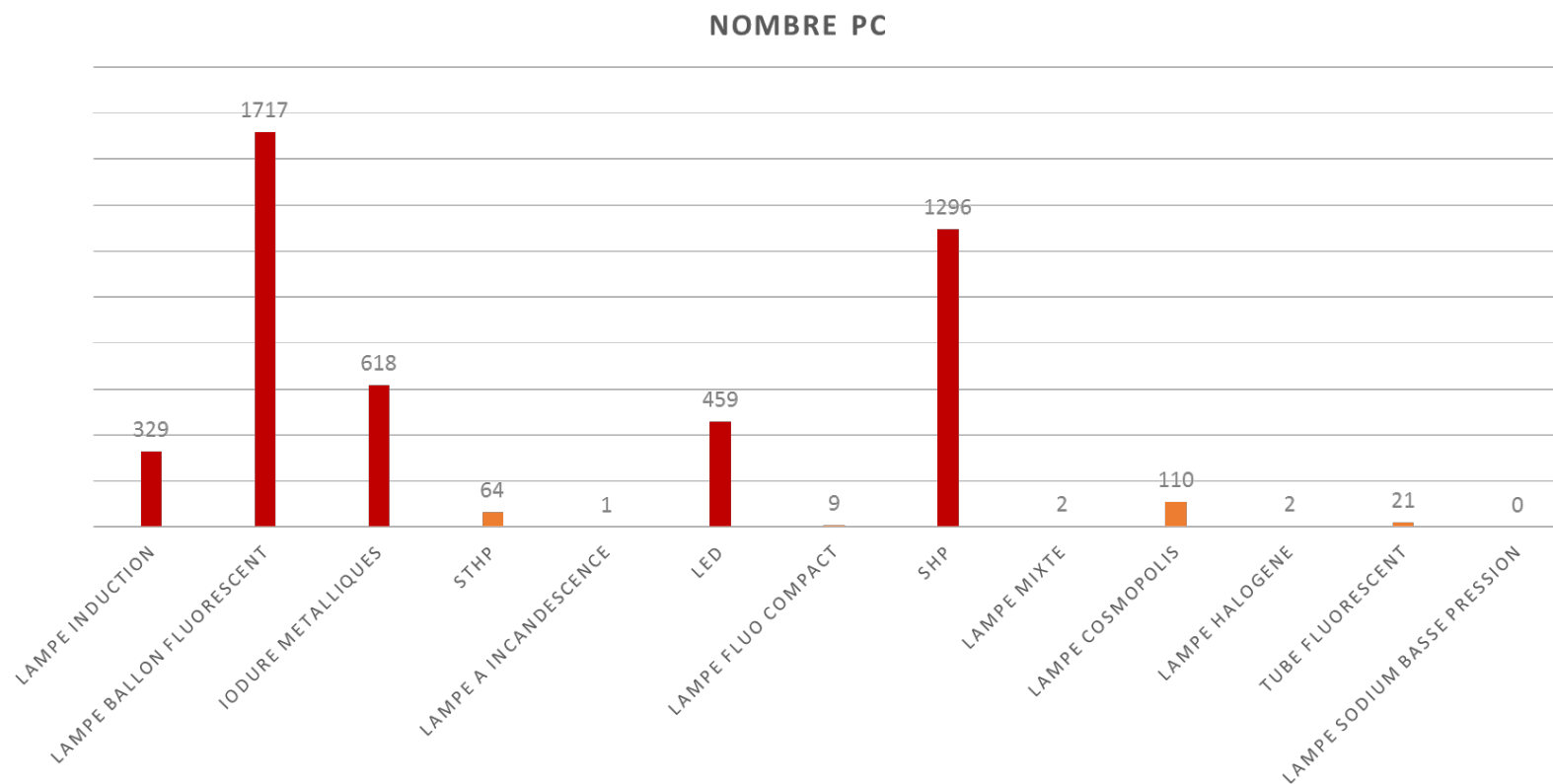
de marché concernent en dernier ressort les choix de la ville de Paris, qui reste la plus à même de décider de son opérateur.

[2011-2020] Evesa remplit les objectifs fixés par le MPE avec 3 ans d'avance sur les prévisions en abaissant de 30% la facture énergétique de la ville de Paris. Notamment grâce à la généralisation de la technologie LED dans les remplacements d'équipements et à un nouveau système de télégestion.

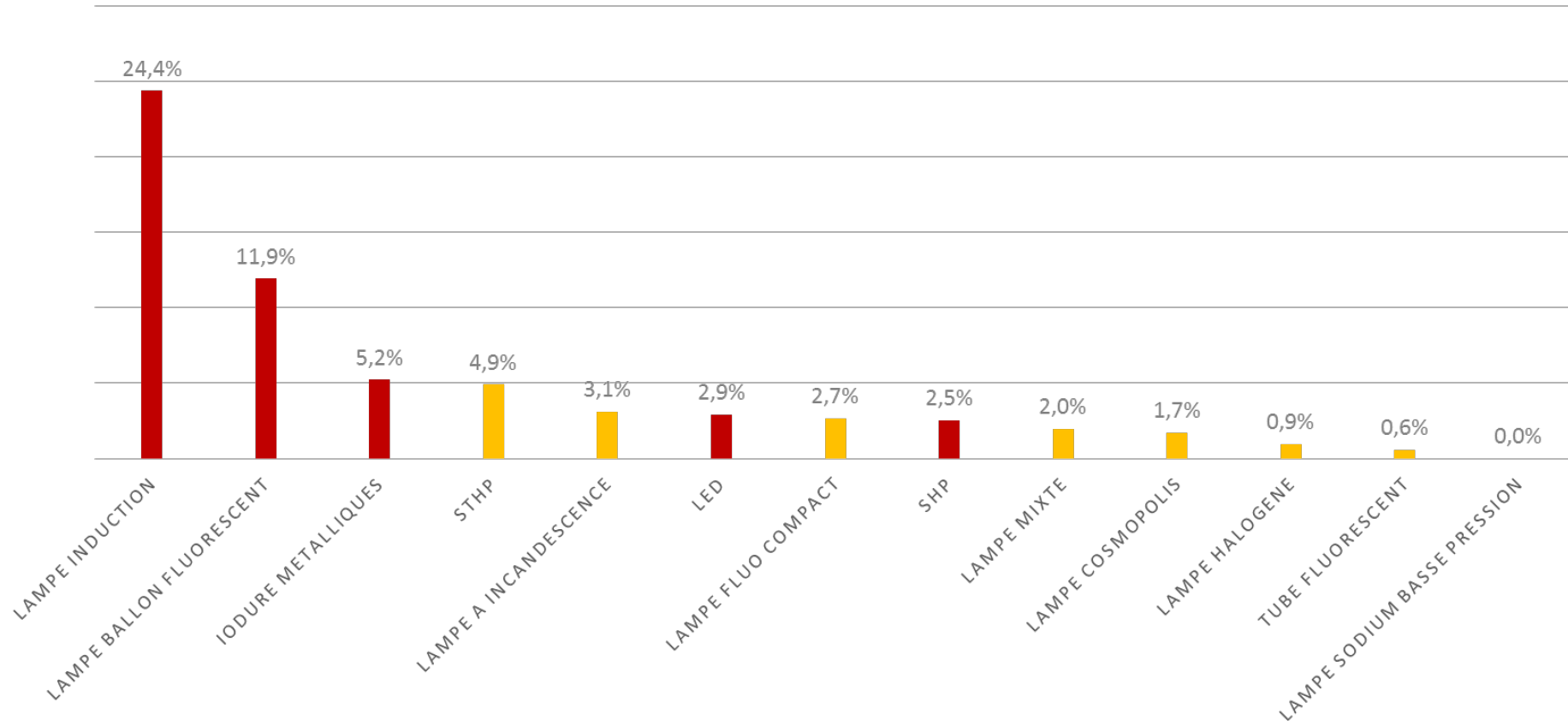
[2021] L'appel d'offre de Mairie de Paris a inauguré une nouvelle forme de marché, le Marché Global de Performance (MGE), dont les spécificités permettraient d'étendre les indicateurs de performance notamment. Au moment de la rédaction de cette thèse, le marché n'a pas encore été attribué.

ANNEXE 9

Résultats de l'étude cartographique « interne » d'Evesa sur la pollution lumineuse



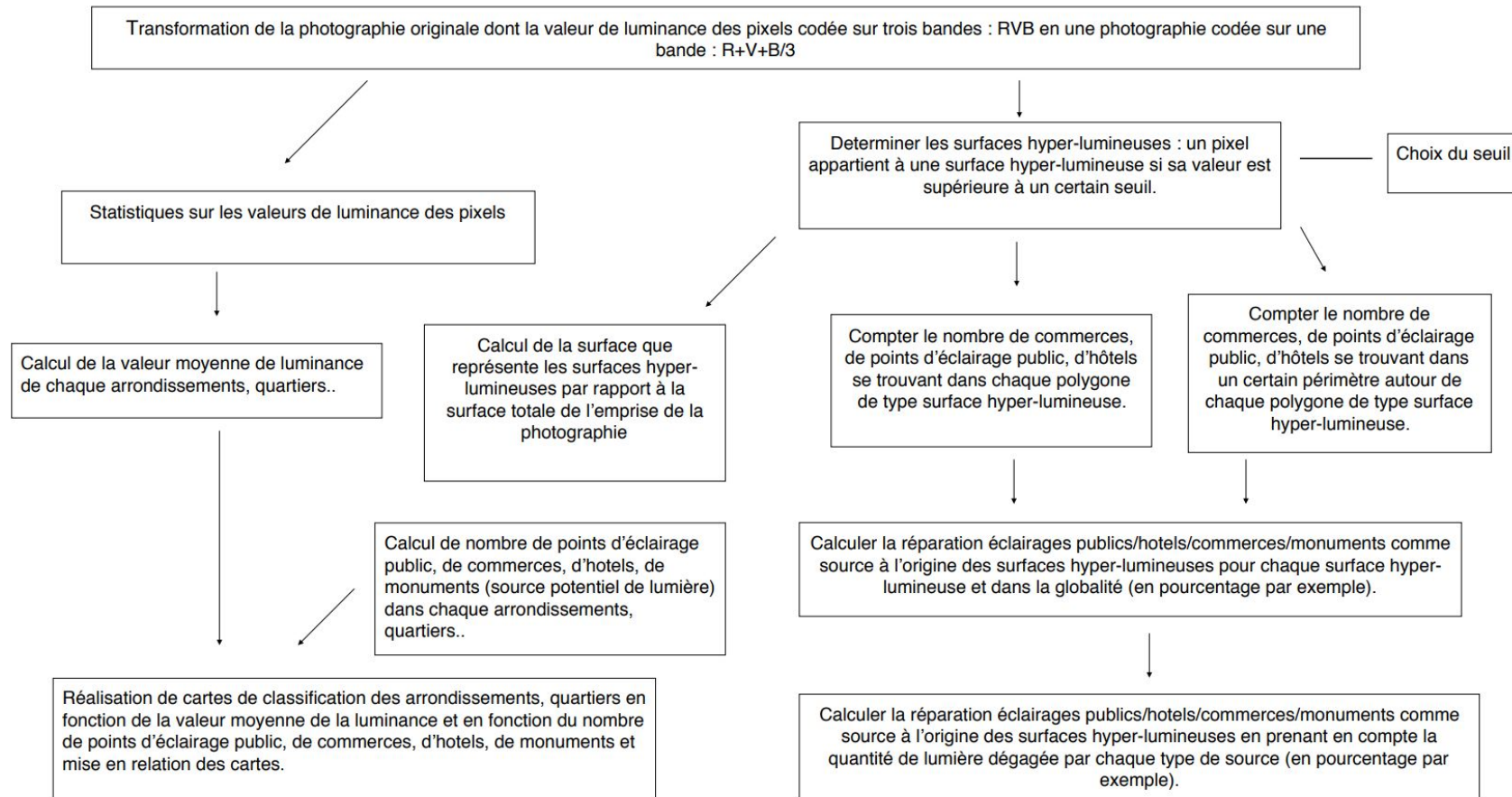
PC/EP



ANNEXE 10

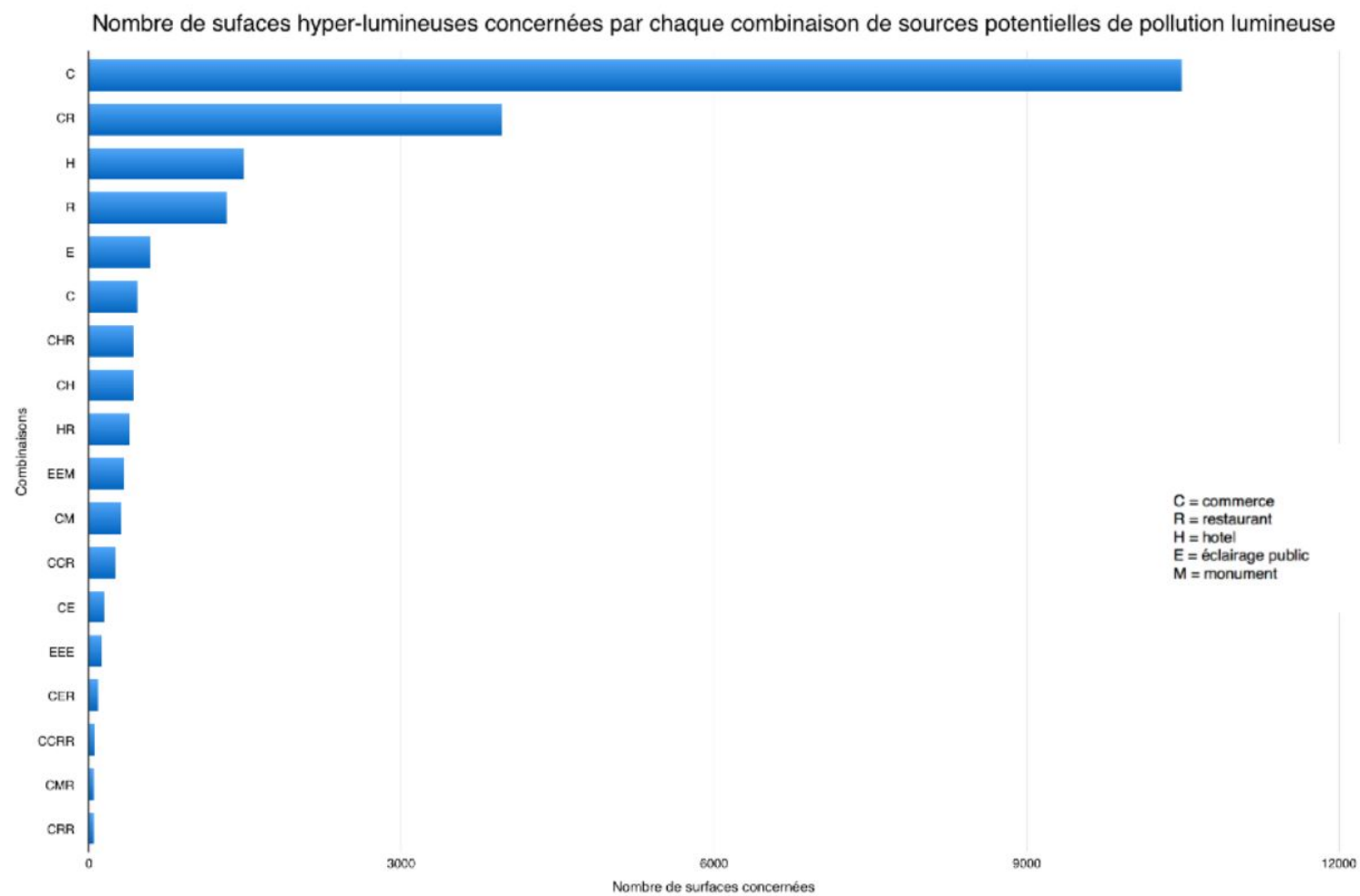
Méthodologie générale d'étude de l'ortholuminoplan

Méthodologie générale pour quantifier et qualifier la pollution lumineuse



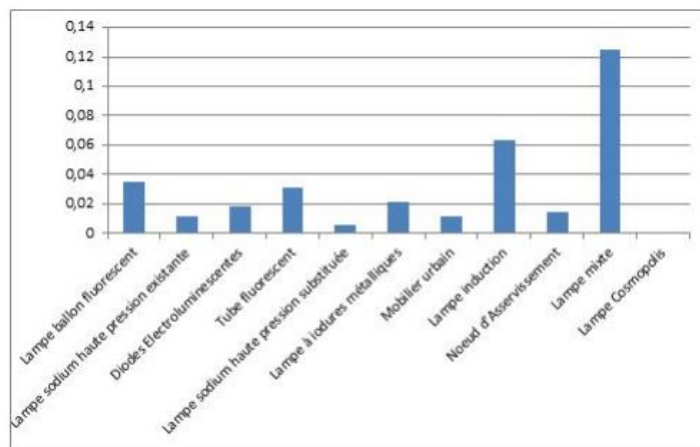
ANNEXE 11

Résultats de la première étude de l'ENSG

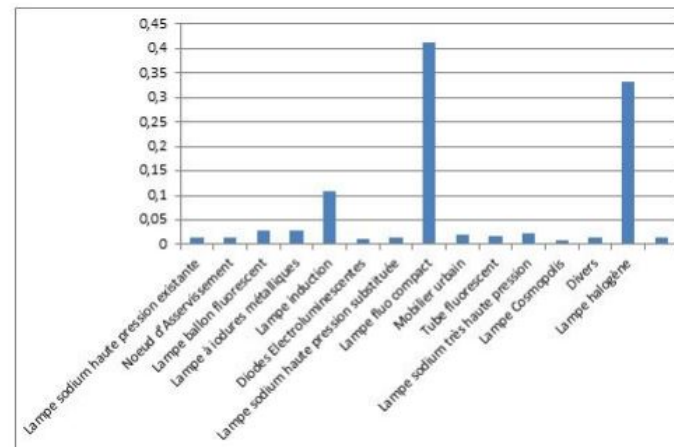


ANNEXE 12

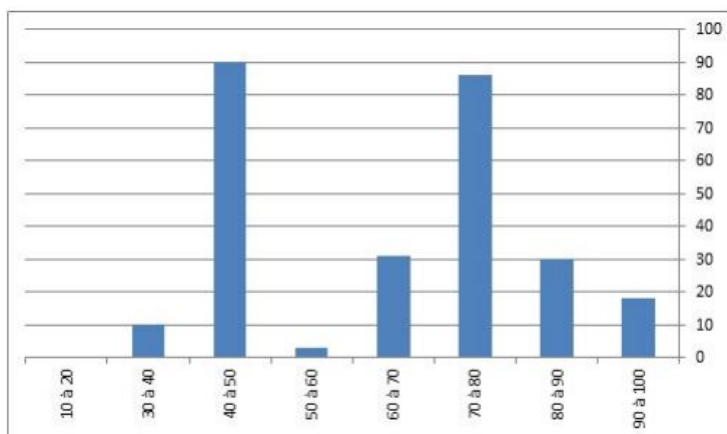
Résultats des croisements entre SHL et technologies d'éclairage puis entre SHL et ULOR



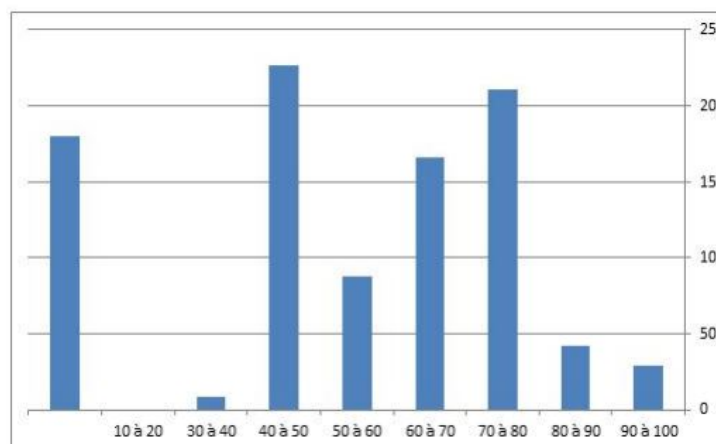
Technologies zone A



Technologies zone B



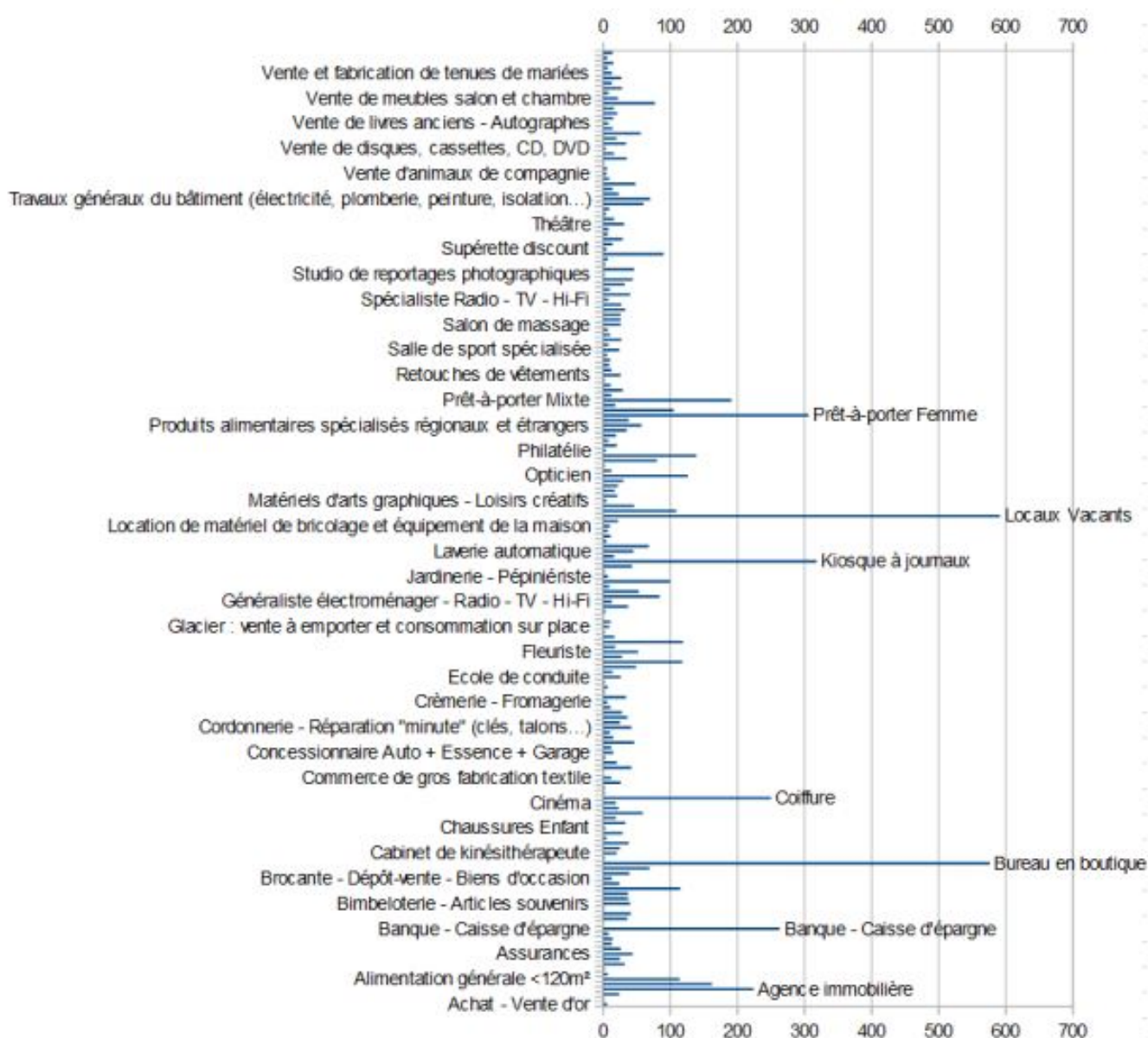
ULOR zone A



ULOR zone B

ANNEXE 13

Nombre absolu de Points chauds autour des commerces selon une typologie plus précise



ANNEXE 14

Tableau regroupant certains tops « Smart City » ainsi que les places occupées par Paris et Londres dans ceux-ci

Tops	Institution	Critères	Londres	Paris
Top 50 City Governments	Eden Strategy Institute. Cabinet de conseil spécialisé en innovation et stratégies auprès des municipalités	<ul style="list-style-type: none"> . <i>Digital technology knowledge</i> . <i>Clear Leaders Vision</i> . <i>Scope, scale and integrations</i> . <i>Entrepreneurship (number of startups, work space and hackathon)</i> . Partenariats public-privé . Nombre de spots wifi . Présence dans les autres tops . Stratégie <i>Open Data</i> 	N°1	N°46
Smart City Index	<i>Easypark</i> . Entreprise proposant des applications facilitant la recherche d'une place de parking en ville.	<ul style="list-style-type: none"> . Pourcentage d'espaces publics « <i>green</i> » . Nombre de startups . Evaluation du système de gestion des parkings. . Nombre de spots wifi, vitesse de l'internet, « pénétration » de la 4G 	N°16	N°19
Top Smart City	Forbes. Magazine économique	<ul style="list-style-type: none"> . Infrastructure numérique . Economie du numérique (startups) . Mobilité 	N°3	Non classée
Index Cities In Motion	IESE. Ecole de commerce espagnole.	<ul style="list-style-type: none"> . Mobilité . Ouverture à l'international . Economie et capital humain 	N°2	N°3

ANNEXE 15

Présentation des entretiens sociologiques à destination des informateurs

PREAMBULE

Les entretiens sociologiques sont utilisés en sciences sociales, en étude des organisations et particulièrement en urbanisme afin de décrire ce qui ne peut l'être par la technique pure. Ici il s'agit de comprendre ce que les acteurs opérationnels comprennent du terme de « Ville Intelligente » et d'autres expressions connexes au-delà des aspects évidents de nouvelles technologies par exemple.

Dans sa version la plus idéale, ces entretiens prennent la forme d'un questionnaire enregistré où le chercheur déroule sa fiche de questions. La personne interrogée est appelée un « informateur » car l'étude des réponses est différente d'un questionnaire quantitatif, ici, nous nous intéresserons à l'essence et non à la statistique. Chaque informateur apportera sa contribution à la réflexion qui sera une compilation des représentations.

QUESTIONNAIRE

Le questionnaire qui suit a pour objectif de cadrer au minimum l'échange mais il est très courant de le contourner ou de le prendre dans le sens inverse. L'important est de conserver la fluidité de l'échange même si cela nous oblige à dévier de ces questions.

1. QUESTIONS PRELIMINAIRES & GENERALISTES

- Présentation de l'informateur
- Questions relatives à ses activités professionnelles
 - En quoi concernent-elles la Ville, l'urbain ?
- Volonté de rentrer dans le sujet une fois la glace brisée avec une question volontairement caricaturale et clivant

2. PRECISIONS SUJETTES A DEBAT

- Qu'est-ce qu'une ville ? Qu'est-ce que l'intelligence ?
 - Creuser la relation étrange entre ces deux termes
- Se servir de l'assise théorique précédent pour que l'informateur nous parle d'une expérience très matérielle, concrète
 - Revenir, une fois la discussion engagée, sur la définition précédente

3. DERIVE POSSIBLE SUR LE RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC

- Connaissez-vous ce réseau ?
- Le réseau d'éclairage public y est maintenant associé, d'où vient cette situation ?

4. REMISE EN CONTEXTE PAR RAPPORT A LA POSITION SOCIO-PROFESSIONNELLE DE L'INFORMATEUR

- En tant que [...] quelle influence revêt votre avis ?
- Comment avez-vous acquis ces connaissances ?
- Qui se trompe, qui a raison ?

5. MISE EN PERSPECTIVE DES REPONSES ET REFLEXIONS PRECEDENTES ET PARTAGE DES OBSERVATIONS. INVITATION A L'AUTO-ANALYSE.

- Revenir sur les principales conclusions orales et décrire les points de convergence.
- Possibilité de faire réfléchir l'interlocuteur sur des définitions de Ville Intelligente trouvée dans la littérature.

PLAN DE REFLEXION

Nous suivrons un déroulé de réflexion thématique utilisant le contenu des entretiens comme matière à étudier et comme guide de la réflexion. Nous espérons donc que les réponses aux différents entretiens permettront l'élaboration d'hypothèses et (encore mieux) d'une théorie. Le plan qui va suivre changera continuellement en fonction des entretiens justement, son évolution alimentant elle-même la réflexion et ainsi de suite.

L'analyse « post-entretien » pourra ressembler à un plan contenant chaque argumentaire évoqué et la mise en perspective de ceux-ci avec le « terrain » et la « littérature scientifique ». La finalité étant une prise de position sur ce que signifie « réellement » le terme de « Ville Intelligente ».

ANNEXE 16

Questionnaire et plan thématique idoine

INTRODUCTION

Afin de préparer au mieux la série d'entretiens à venir, cette feuille décrira la série de questions qu'il s'agira de poser ainsi que la démarche analytique qui permettra d'objectiver ces entretiens. Un plan prévisionnel sera également joint à cette fiche, il sera vraisemblablement modifiable et aura pour vocation d'orienter la réflexion pendant les entretiens notamment.

Ces entretiens auront donc pour « fil rouge » le paradigme de « Ville Intelligente », quels non-dits et quels présupposés cache-t-il et possède-t-il une cohérence au travers des informateurs⁴³⁴ interrogés.

QUESTIONNAIRE

1. QUESTIONS PRELIMINAIRES & GENERALISTES

- Présentation de l'informateur
 - Statut
 - Structure
 - Relation par rapport à moi-même
- Questions relatives à ses activités professionnelles
 - En quoi concernent-elles la Ville, l'urbain ?
- **Volonté de rentrer dans le sujet une fois la glace brisée avec une question volontairement caricaturale et clivant : « La Ville Intelligente, esbroufe ou révolution ? »** (Le but n'est pas ici d'avoir une réponse claire mais de mettre en place un débat. Il est important de laisser répondre l'interlocuteur et de ne pas prendre position en tant qu'interviewer).

2. PRECISIONS SUJETTES A DEBAT

- Qu'est-ce qu'une ville ? Qu'est-ce que l'intelligence ?
 - Creuser la relation étrange entre ces deux termes
- Puis-je me permettre de demander du concret ?
 - Se servir de l'assise théorique précédent pour que l'informateur nous parle d'une expérience très matérielle, concrète
 - Revenir, une fois la discussion engagée, sur la définition précédente

3. DERIVE POSSIBLE SUR LE RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC

- Connaissez-vous ce réseau ?
 - Débuter par une interrogation simple afin de fixer les limites dès le début.
- Le réseau d'éclairage public y est maintenant associé, d'où vient cette situation ?
 - Revenir sur les observations précédentes concernant la « Ville Intelligente »
 - Mettre en relation de manière « directe » avec l'éclairage public et faire réagir l'informateur sur cette mise en relation.

4. REMISE EN CONTEXTE PAR RAPPORT A LA POSITION SOCIO-PROFESSIONNELLE DE L'INFORMATEUR

- En tant que [...] quelle influence revêt votre avis ?
 - Faire en sorte que l'informateur se positionne lui-même dans cette fabrique de concept
- Comment avez-vous acquis ces connaissances ?

⁴³⁴ Nous reprenons ici l'expression « informateur » de Jean-Claude Kaufmann afin de désigner les individus interrogés lors des entretiens qualitatifs.

- Démêler l'empirique du théorique
- Qui se trompe, qui a raison ?
 - Terminer (avant la mise en perspective et l'épilogue) par une question encore une fois volontairement naïve.

5. MISE EN PERSPECTIVE DES REPONSES ET REFLEXIONS PRECEDENTES ET PARTAGE DES OBSERVATIONS. INVITATION A L'AUTO-ANALYSE.

- Revenir sur les principales conclusions orales et décrire les points de convergence.
- Possibilité de faire réfléchir l'interlocuteur sur des définitions de Ville Intelligente trouvée dans la littérature.

NOTES SUR LA CONDUITE DES ENTRETIENS ET L'ANALYSE DE CEUX- CI

Nous privilégierons une conduite ayant pour objectif de « briser » ou en tout cas réduire la hiérarchie pouvant exister entre l'informateur et l'enquêteur/le chercheur. Il sera donc primordial ne pas se retrouver dans un état de « récitation » vis-à-vis du questionnaire précédent, si celui-ci doit dévier il déviara. La seule condition sera de rester dans les limites thématiques de notre recherche du paradigme du terme « Ville Intelligente ».

Ainsi nous nous baserons un modèle de théorisation « opérant une rupture épistémologique et proposant un nouveau paradigme » (Kaufmann). Cette rupture pourra se retrouver dans, par exemple, une saturation des modèles, une redondance réflexive sur un des sujets abordés. Tout ceci en se montrant empathique, en croyant à la sincérité de l'informateur sans toutefois se laisser endormir par une histoire trop « lisse ». Ce qui nous est livré est sa vision des choses, sa version des faits. Il faudra l'analyser comme une vérité.

PLAN DE REFLEXION

Nous suivrons un déroulé de réflexion thématique utilisant le contenu des entretiens comme matière à étudier et comme guide de la réflexion. Nous espérons donc que les réponses aux différents entretiens permettront l'élaboration d'hypothèses et (encore mieux) d'une théorie. Le plan qui va suivre changera continuellement en fonction des entretiens justement, son évolution alimentant elle-même la réflexion et ainsi de suite.

A. LA VILLE INTELLIGENTE EXISTE, JE L'AI RENCONTREE

- a. Comme un moyen (dont il faudra définir les ambitions)
- b. Comme une possibilité permise (par la technologie vraisemblablement mais laquelle ?)
- c. Comme une nécessité (écologique, gestionnaire, économique, etc.)
- d. Comme un produit

B. PETIT INVENTAIRE D'ARGUMENTATION CRITIQUE SUR LES IDEAUX URBAINS

- a. Conditions d'existence mercatique (Ce qu'on peut reprocher à la « ville-produit »)
- b. Technophilie et positivisme
- c. Opposition homme-machine et inversement
- d. Manichéisme urbain, bonne et mauvaise intelligence Urbaine

C. LE RESEAU D'ECLAIRAGE PUBLIC, COMBIEN DE DIVISIONS ?

- a. Un outil nouveau pour de grandes ambitions
- b. Bricolage et méconnaissance, les déconvenues
- c. L'interviewer interviewé. Discussion probable quant à mon statut de doctorant (pas obligatoire)

D. UNE REPRESENTATION, DES REPRESENTATIONS ET ENFIN UN VECTEUR DE REPRESENTATIONS.

- a. Le concept (construction et déconstruction du mythe)
- b. Le paradigme (et comment l'assumer)
- c. Le mixeur (quand « tout et son contraire » rentre dans la définition de la « Ville Intelligente »).
- d. Le masque (en cas d'utilisation du terme dans une volonté de « turpitude »)
- e. Le néant (ce qu'il se passe lorsqu'on abandonne la définition). La prise de position finale des interlocuteurs.

ANNEXE 17

Retranscriptions des entretiens sociologiques

ENTRETIEN C1

Victor – Hop là ça commence à enregistrer, pas de stress, je ne sais même pas si je vais tout revoir. On va commencer par quelque chose d'assez simple. Est-ce que vous pouvez me décrire votre statut, la structure à laquelle vous appartenez et votre relation par rapport à votre mécène ?

C1 – En tant que structure ?

Victor – Oui

C1 – C'est un fond de dotation créé il y a 10 ans par le groupe V qui aujourd'hui est son mécène unique. Ceci s'explique (comme un fond de dotation et non comme une branche innovation classique). Plusieurs choses, y'a 10 ans c'était en train de monter. Notamment cette info que l'on ressort toujours : la population de plus en plus urbaine, bientôt 3 milliards d'urbains. Comme fond de dotation car V est une grosse entreprise, surtout une myriade de petites entreprises, 3000 avec en moyenne 40 salariés. Loin l'image d'un grand groupe.

V a réfléchi « Ça ne marchera pas si on fait une direction chargée de ces questions-là au niveau *corporate* de la holding car tout le monde a internalisé ça, le fond de dotation a des répercussions très claires ».

Notre objectif est de travailler pour **l'intérêt général**. Nous avons une proximité de fait avec notre mécène mais nos travaux peuvent être utilisés par tout le monde, V, concurrents, collégiens, étudiants.

La Smart City car nous travaillons sur le futur de la ville et, ce sont de gros mots, mais « innovation urbaine » et « prospective urbaine ». A ce titre-là la Smart City est un grand champ d'étude délaissé longtemps. Terme assez critiqué et **un mouvement de gens a réalisé que cela pouvait être porté par des entreprises de type IBM et « on ne savait pas vraiment ce qu'il y avait derrière »**.

Cela recommence à monter avec Google à Toronto qui monte un quartier au *Waterfront*.

Victor – J'ai peut-être loupé ça mais V donne une dotation mais l'impulsion vient-elle de V, de l'extérieur, individuelle ?

C1 – Non je pense que c'est vraiment interne à V. Le fondateur étant le PDG du groupe V qui préside le conseil d'administration de la fabrique. Pour préciser, nos travaux ne sont pas dictés par V. Nous avons un comité d'orientation avec des personnes de V mais aussi des urbanistes, des élus, des experts.

Victor – Vous avez prononcé le mot « Think Tank ». On peut décrire ça comme un Think Tank en urbanisme ?

C1 – Ha oui c'est complètement ça. Le fond de dotation est purement juridique.

Victor – La différence entre votre poste et comment vous le décrivez ? J'ai connu ça dans les grandes structures. Spécifiquement vous. Qu'est-ce qui vous a amené là ?

C1 – J'étais à l'Ecole Urbaine de Sciences Po. Toujours compliqué à expliquer on me dit « tu as eu une formation en urbanisme ? », non pas vraiment. Tout ce qui va être « droit de la ville », il n'existe pas de papier sur le droit de la ville mais en lien. Mes cours centrés sur les sujets de déplacement. J'avais une appétence pour ces cours-là. J'ai ensuite travaillé 6 mois à la direction de l'innovation du groupe Transdev.

Ensuite je suis entré à la Fabrique en février 2016 en tant que chargé d'étude, de mission sur les sujets ayant trait à la mobilité et au numérique. Et donc ce que je fais au quotidien c'est un gros travail de veille sur le sujet. Un think tank est un réservoir d'idée qui doit être percé pour que les idées coulent. Identifier les signaux faibles sur le sujet pour perforer en organisant un évènement.

Victor – Cela ressemble à une chaire universitaire. Pas vraiment du mécénat mais peut donner des orientations.

C1 – On est voisin de la chaire écoconception qui a été aussi à l'initiative de V. Logée en ces lieux. Travaillent sur les sujets urbains sur les sujets bâtiments constructions.

Victor – Je commence par une question volontairement un peu clivante. VI, poudre aux yeux ou grande révolution ?

C1 – C'est complexe, cela va être très relativiste mais « voir ce qu'on en attend ». Si on est capable de dire avec des métriques bien ciblées ce que cela va être, cela forcerait les gens à éviter d'avoir des promesses trop importantes. (11 :06). IBM et Cisco (premier grand âge) ne voulait que vendre du serveur. Vendre quelque chose, promettre quelque chose qui fonctionne

Waze par exemple, sa promesse « Ok on en finit avec les bouchons ». Promesse tenue individuellement mais à l'échelle macro, effets pas aussi bons que ça sur la circulation. La somme d'optimums individuels permet-elle d'atteindre un optimum collectif ? pour Waze je ne suis pas hyper convaincu.

Pour la Smart City c'est un peu pareil. On avait une ville qui « n fonctionnait pas du tout ». Même le nom, on a l'impression que le pendant c'est la ville bête. On revient sur des choses que l'on faisait avant (bois, pierre). Pas hyper convaincu sur le fait que ça va transformer la ville mais des acteurs ont des choses à vendre. Ces acteurs vont proposer des bus à l'heure.

Il en parlera mieux que moi mais analyse sémantique à faire. Intelligente donc algos mais ville rusée, je n'associe pas forcément au Dashboard.

Victor – Je vais résumer il faudra critiquer. Après le 1^{er} grand âge, IBM et Cisco voulaient gagner de l'argent et faire attention à, ne pas trop promettre. Si j'ai bien compris cela peut ne pas l'être.

C1 – Une partie et tout-à-fat réalisable. Optimise certaines fonctions de la ville oui mais cela ira-t-m dans le sens d'une ville meilleure. Sur la mobilité cela peut attirer plus de conducteurs par exemple. Il faut que cela aille dans le sens de l'action publique

Victor – Vous avez beaucoup avancé. Et le réseau d'EP, mon objet d'étude. Entendu ou pas ? Libre. Vous pouvez dériver sur la mobilité

C1 – Je ne sais pas, à force de lire des choses partout je ne voudrais pas dire une énorme connerie. Pas sur l'EP mais comment utiliser moins d'EP en agissant directement sur l'infrastructure. Filiale de V énergie avec un enrobé qui renvoyait davantage de lumière. **L'éclairage de manière plus systémique, intégré dans un système qui serait l'ensemble des équipements urbains. C'est comme cela que l'on réfléchit à la Fabrique. Le programme Lumi+.** J'ai trop peu suivi mais c'est un sujet qui ne manque pas, sur la consommation mais également sur un système, l'EP c'est des points hauts, quels capteurs on va mettre pour capter des choses en hauteur, faire passer des réseaux de communication, capter de la lumière. Repenser la place que pourrait avoir un lampadaire.

Na fait un évènement sur le trottoir, le lieu de la Smart City (Rires, cela a fait beaucoup rire). Acteurs s'intégrant sur le trottoir à Londres, New-York. Filiale de Google cartographiant le trottoir. Aujourd'hui aucune carto ne peut dire si un véhicule autonome peut se garer sur le trottoir. Aux États-Unis un pourcentage monstrueux, les 5 plus grosses entreprises de livraisons avaient la moitié des amendes de stationnement. Les systèmes d'éclairage font partie de ce système mais il y a une vraie réflexion sur quel rôle plus que simplement éclairer aura le réseau d'EP dans la Smart City.

Victor – Comment on démêle le vrai du faux ? La différence entre le récit et est-ce que la Ville Intelligente se raconte une histoire ?

C1 – Souvent les mêmes exemples même s'ils sont intéressants. **Songdo et Masdar**, notamment la FING (Fondation Internet Nouvelle Génération), voulait la ville sans contact, alors que la ville c'est la contact. On a vu ce discours porté par des maires « ma ville je veux qu'elle soit sans contact ».

La ville c'est toujours des gens et pour différencier le réseau, c'est toujours la manière avec laquelle les gens vont se saisir des outils. On le verra avec Linky. Il faut voir si les objectifs sont atteints, l'un d'eux était de voir les consommations, or tant que les gens seront pas prêts à utiliser ces services-là, on ne rendra pas la ville plus intelligente.

Un autre exemple avec un éco-quartier où tout a été fait en « intelligence ». Or les consommations ont explosé car les gens ne savaient pas utiliser le bâtiment intelligent. De fait le bâtiment est intelligent mais c'est un rapport de 1 à 10 entre la consommation optimale et le pire qu'on puisse faire. Il faut plutôt regarder l'intelligence dans les usages.

Je reviens sur la mobilité mais ce n'est pas en apportant toutes les informations. Je ne suis pas sûr que des informations amènent de l'action. Quelqu'un qui habite en périphérie, on a beau lui fournir toutes les informations, tant qu'il n'y a pas de transport il viendra avec sa voiture. Pareil avec Linky, après les infos, il fait des services.

Victor – Pour revenir sur les âges de la Smart City. Quelque chose vu chez quelqu'un qui maintenant est docteur et responsable de chaire à Sciences Po.

C1 – Antoine Courmont ?

Victor – Oui c'est ça ! Antoine. Voyez-vous des typologies qui seraient différentes d'avant ?

C1 – Je pense qu'il serait meilleur, il remet ça au capitalisme urbain, la ville fordiste notamment. IL sera bien meilleur, au début c'est difficile mais une fois qu'on a tout en tête c'est plus clair. C'est Clinton qui a lancé ça avec un grand concours en disant à IBM qu'ils avaient les serveurs. Quoiqu'il en soit IBM a lancé son programme smarter city.

IL faut voir si Google fait pareil à Toronto, mais ce qui est intéressant c'est que là où IBM et Cisco arrivent avec une vision très standard, derrière il y a une sorte de vision unifiée de la ville intelligente. Antoine Picon disait quelque chose de très intéressant « on ne peut pas modéliser une ville, il y a trop de modèle ». Ce que je trouve intéressant chez Google c'est qu'ils se sont ancrés dans le territoire avec notamment leurs laboratoires.

Ils se sont ancrés physiquement sur le trottoir et comment ils ont poussé leur projet, c'est très paradoxal, c'était très classique. Ils sont revenus à « ce que c'est faire la ville ». Un acteur comme Google, si tenté qu'il arrive à faire une ville intelligente, ce qui est intéressant c'est qu'ils sont vraiment repartis de la base, fait un appel d'offres, échangé avec des acteurs locaux.

Ils ont pris 75 hectares en plus et ont proposé d'être autorité organisatrice sur l'approche, Toronto a dit non. Je trouve ça intéressant, c'est des mécaniques très tradi.

Victor – Par contre, hyper intéressant, là ça peut être en accord avec la vision française. J'ai eu l'occasion de travailler sur les différences entre l'EP de Paris et Londres. Paris, centralisée et espace public administré. Londres différente et donc avance dans les classements. IBM, Cisco ou Google se prennent un mur.

C1 – Je trouve la vision française intéressante. Non pas qu'elle soit anti-entreprise. La Ville de Paris veut que les acteurs construisent avec nous. Un marché de la livraison complètement éclaté mais on est dans un marché complètement oligopolistique (Amazon, la Poste). On est dans un système mal géré si les transports étaient gérés pareil ce serait horrible. En même temps on est pas du tout régulé et Paris a fait comme New York en demandant à l'État de pouvoir agir sur Amazon afin de faire en sorte qu'on réduise l'effet qu'Amazon pourrait avoir sur la ville.

Et en fait New York a fait l'expérience y'a un an de cela et c'était l'anarchie totale. Explosion du e-commerce et pas du tout optimisé. La situation est déjà assez complexe aujourd'hui mais lorsque l'entreprise va travailler avec Paris, qu'on le fasse dans l'objectif des politiques publiques.

Un autre exemple, qu'on m'a rapporté sans preuve. Les négociations entre Waze et Lyon, les négociations assez houleuses car Lyon a dit « on ne veut pas que les gens prennent le tunnel et l'autoroute en ville ». Car il existe un périphérique et on veut qu'il soit plus utilisé. Ils ont demandé à Waze de modifier l'algorithme.

Waze a dit non on ne touche pas à notre algorithme. Exemple de Leonia dans le New Jersey dans laquelle Waze faisait passer toutes les voitures. Waze a dit « non on ne peut rien faire » et le maire a mis deux panneaux sens interdit.

Y'a vraiment quelque chose des aménageurs contre les algorithmes. Comment les algorithmes et les entreprises derrière travaillent dans le sens des politiques publiques et non pas pour d'autres raisons.

A Boston, Harvard a un budget plus important que la ville de Boston. Des luttes, des conflits et un jeu d'acteurs important. C'est pas la ville qui va négocier avec des grandes entreprises. IL faudrait voir si il y a des travaux de recherche.

Victor – Les nouvelle choses : opportunités et conflits. Conflits vous va ?

C1 – Oui à terme ça peut aboutir à des conflits. Uber et Londres en raison des conditions de sécurité non respectées par Uber à Londres. Si on commence à avoir des autorités ^qui se braquent (personnalisation de la ville et de Uber)

Victor – jouons au diseur de bonne aventure. On utilisera encore Ville Intelligente ? Peur et envies ?

C1 – Plutôt que purement système technique, je reprendrai le terme de cité plus que de ville. La cité en tant qu'espace politique, pour recréer les réflexions de ce que c'est un projet de vue. Quand c'est possible et surtout quand c'est nécessaire, ré-impliquer les citoyens et résorber les problèmes. La démocratie du sommeil par exemple. Moi c'est un mauvais exemple mais si j'habitais à Saclay et je travaillais dans le 12^e je voterais pour une ville dans laquelle je ne travaille pas et je n'ai pas d'influence pour là où je me déplace.

Il faudrait faire un (non pas post-mortem) mais réinventer Paris ou réinventer la Seine, démarche intéressant et les outils permettent de rendre ça plus intelligent.

JE trouve que le meilleur démonstrateur de la ville intelligente, c'est dans notre poche c'est le smartphone. Comment la ville peut être plus participative, grâce au téléphone. Je suis pas un grand fan du solutionnisme technologiques et à terme on va épuiser le sujet. Les gens vont se rendre compte que le véhicule autonome ne va rien résoudre. On ça résoudre les symptômes plutôt que de s'intéresser aux causes.

Ouais mais pourquoi aujourd'hui on a besoin de se déplacer en voiture ? Je pense pas qu'aujourd'hui les problèmes des déplacements en ville vont se résoudre avec un appareil qui aura besoin d'un système monstrueux. Un exemple avec Tweet citant Elon Musk « mon trajet de 2h est beaucoup plus chill grâce au véhicule autonome ».

Si tout le monde se met à dire ça, ce sera l'étalement urbain X3 quoi ! Autant habiter en Picardie ou l'Yonne. Idem pour l'Hyperloop, pas le plus smart du monde même très dumb.

Victor – La technologie comme un démonstrateur au mieux mais surtout pas comme une solution.

C1 – La ville c'est le lieu de l'humain, la Cité, dimension beaucoup plus politique que je ne suis pas sûr qu'on résolve avec la technologie.

Le laboratoire de la CNIL a fait un cahier sur la Ville intelligente, IP5. Tous leurs cahiers sur le site de LINC, histoire de la Smart City. Exemples de ce que Allende avait développer au Chili. La ville Cyborg.

ENTRETIEN P2

Victor – La méthodo', je ne suis pas en posture journaliste, ce que je veux c'est ta définition des choses. C'est quoi la ville intelligente pour les gens qui participent à la construire, partage des résultats prévu et résultats anonymisés. La ville intelligente c'est plutôt machin ou truc, je compte sur ces gens pour me donner une définition.

P2 – ça commence quand ta thèse ?

Victor – Je suis employé que pour faire ma thèse. Rédaction cette année. Je lui parle de ma problématique. Comment la ville intelligente se construit sur une base de concepts.

P2 – C'est hyper clair. Ce que j'en comprends c'est dire ce n'est pas ça mais les caractéristiques selon les gens

Victor – Présentation ?

P2 – Je m'appelle P2, ça tu le sais, je travaille pour une structure que tu connais. Pendant très longtemps j'ai travaillé pour D city. Faire travailler ensemble des gens qui n'avaient pas l'habitude de travailler en semble. Donc la Ville de Paris, Enedis, IBM, CPCU, Climespase, Total, EDF, Enedis.

Evesa évidemment, partenaire depuis le début avec plein d'enjeux. Nike où tu peux te dire quoi ? Le sujet était de faire faire plus de sport aux gens, jeunes et particulièrement aux filles. Un programme inédit à plein de points de vue.

Victor – Tu peux expliquer pourquoi il était inédit ?

P2 – Faire collaborer des citoyens sur des sujets très concrets qui les concernent tous les jours. Pendant 9 mois tu vas faire bosser des gens habitués aux silos et à faire du Powerpoint à les faire travailler sur des cas très concrets, des cas d'usages sur mieux vivre en ville et mieux vivre ensemble.

Pas seulement « je vais du n-25 au n-26 » mais travailler très concrètement avec les partenaires. Tu as potentiellement autour de la table tous les acteurs qui sont des parties prenantes et peuvent avoir une action. Des approches très rarement utilisés c'est-à-dire quelles sont nos ressources et comment les utiliser au mieux ?

Ce qui était assez génial c'est que c'était assez flippant pour tout le monde et un peu par magie on arrive à chaque fois t'arrive à un truc qui est heu... hyper efficace ! Qui peut passer à la grande échelle et la réaction c'est « comment cela se fait que ça ne s'est pas fait depuis 15 ans ?! ». Et de l'autre côté, le versant *open data* où ça n'a jamais été fait avec une telle envergure.

A toi !

Victor – Et du coup aujourd’hui tu as un autre intitulé de poste ?

P2 – Ouais ça a rien à voir avec la ville.

Victor – Et ton expérience dans ce truc-là. Si je te demande de but en blanc « c’est quoi la ville intelligente ? »

P2 – 1 milliard de truc et c’est un concept donc chacun et ce qu’il veut derrière. Ça vaut en soi une thèse. Une ville c’est assez clair ça rassemble plein de gens et c’est relativement contraint. Pas comme des machines les gens ont besoin que le cadre soit sympa, bon pour la santé, pour le développement personnel.

Première chose sur la ville intelligente c’est multiforme, situationnel, de situation, enfin voilà... c’est une capacité à s’adapter à une situation relativement nouvelle et spécifique. S’adapter au mieux possible, le lien avec la VI aujourd’hui. Au point géographique, la ville intelligente à Johannesburg c’est pas la même qu’à Mexico, etc. Dans un pays riche avec un niveau de vie très bon, ce sont les embouteillages, la circulation, pas homogène...

Intelligent car comment elle est structurée, moi ce que j’en pense : je dirais que c’est un monde qui s’est construit sur des contraintes qui vont évoluer, je pense de plus en plus vite. Moi j’ai des gros sujets climats qui m’intéressent. Le monde n’est pas structuré pour y faire face. Comment tu fais pour répondre à cette mise à risque ? Chaleur, sécheresse, les villes structurées d’une façon avec beaucoup de bitume et pas beaucoup d’arbres. Comment tu t’y adaptes de la meilleure façon.

Avec la ville, l’intelligence c’est multidimensionnel, santé, sécurité, financement, bref hyper intéressant, sur ce sujet-là.

Victor – Tentative de résumé de la pensée

P2 – Beaucoup d’acteurs sont encore au niveau papier crayon lorsque juste une base de données pourrait tout améliorer.

Victor – Pour toi la technologie a-t-elle permis de changer l’organisation ?

P2 – La Data c’est un prétexte pour faire bosser les gens ensembles. C’est une ressource que tu peux partager au reste du monde et sur laquelle t’as un contrôle. Des acteurs hyper crispés et peurs de perdre leur pouvoir. Y’a un bénéfice à la partager, **c’est comme le dilemme du prisonnier ?**

Victor – Reprise de la définition et inclusion du réseau d’éclairage public ? Structurant ou marginal ?

P2 – Dans ?

Victor – La construction de la ville intelligente

P2 – Ce qui est intéressant c'est que l'éclairage est hyper important. Tout paraît simple et derrière t'as une complexité incroyablement importante. L'éclairage c'est pareil. Un lampadaire te coûterait un bon mois de salaire et là t'en as plein de gratos. C'est quoi la mission de l'éclairage public ? Depuis le XIXème siècle faut juste allumer au max. Maintenant on a plus l'énergie illimitée, lien avec les avions, les transports.

L'éclairage intelligent c'est « comment tu rends service aux gens ? », si je rends ce service ça veut dire que quelqu'un d'autre le paye.

Victor – Différents modèles de Ville Intelligente qui peuvent s'affronter ?

P2 – Ça dépend de comment tu définies tes priorités. Les chose et les bénéfices que tu vas essayer d'optimiser. Certes l'approche techno te permet d'optimiser sans politique ais tu reviens dans le politique car la question c'est « qu'est-ce que je veux ? ». La technologie n'a pas une vocation en elle-même mais c'est ce que nous humains on veut pour ne pas se taper dessus.

Je prends un exemple, regarde ce qu'il se fait en Chine et ce qu'il se fait en France. En France c'est mettre des caméras, la ville est intelligente mais est-ce que c'est ce qu'on a envie, non !

Et je te parle de technologies mais on peut mettre des low-tech partout. Avec l'exemple des transports c'est pas smart d'avoir des gros véhicules partout.

Victor – Est-ce que la manière avec laquelle tu as eu cet avis, plutôt de manière opérationnel ou théorique ? Ou les deux d'ailleurs.

P2 – Déjà sur D City un gros bagage climat/énergie. Mais c'est purement théorique, autodidacte. SI je peux être un peu dur. **Après les sujets Smart City/Ville Intelligente c'est du marketing pour ensuite vendre des produits qui sont associés à ces concepts.** Au XIXème siècle qu'est-ce que j'aurais mis dedans ? Comment je suis rentré dedans ? De manière très opérationnelle et concrète, la construction des villes dans leur complexité c'est quelque chose dans lequel je me suis éveillé dans l'opérationnel.

Lorsqu'on parle de la ville, on se dit ah oui Macron et les patrons, c'est là qu'est le pouvoir. Mais une strate de pouvoir/gouvernance assez puissante où tu mette en place des choses. Le pouvoir, t'as l'impression d'un truc centralisé mais t'as plein de structures à l'échelle nationale (Enedis, EDF, Carrefour). T'as plein de chose qui permettent d'influencer la gouvernance, comme les élections, comme internet. C'est hyper riche j'ai appris plein de choses.

Victor – T'as dit plein de trucs, on peut revenir sur ce que t'as dit avant ?

P2 – Une nature de contraintes arrive, certaines se renforcent d'autres disparaissent et de nouvelles apparaissent. Les canicules c'était pas un sujet avant et là la fréquence va augmenter. Pareil sur l'inondation et les sécheresses. Ce qui est un paradoxe. Les contraintes qui changent.

Victor – La VI comme moyen en fonction des objectifs, techniques intimement liée au politique

P2 – Pas intimement liée mais c'est : la technologie est agnostique en fonction de ce que tu veux en faire. Une corde tu peux trainer un traîneau ou te pendre avec. Pareil avec le système de reconnaissance en Chine. **Elle est agnostique mais son implication ne l'est pas.** L'exemple avec le climat et l'intelligence artificielle. Sujets où la technique évolue très vite avec un impact potentiel massif, structurant etc., qu'on comprend mal. L'IA c'est pareil, tu peux pas en avoir une approche simplifiée. La technique est en train d'avoir un impact sur les gens et les gens sont pas au courant, pas conscients et comprennent pas les liens de cause à effet et ne comprennent pas la mécanique. Il faut qu'on prenne ensemble des décisions de communauté de vie sur des sujets qu'on comprend pas et qui vont nous impacter vénére.

D'autres remarques, on parle d'IA. Y'a plein d'applications sur des sujets bien cadrés et millimétrés mais on est pas au début du commencement de l'intelligence artificielle. La donnée est pas récoltée, structurée, partagée (pyramide de Maslow). On met souvent des courbes simples, la technologie entre ce qu'on te vend dans la presse et la réalité au jour le jour il peut y avoir un delta non négligeable.

Victor – Lien avec la Smart City comme produit marketing ?

P2 – Oui ! Car il y a des villes qui passent commande et ça chiffre cher. Autant je trouve que sur certains sujets c'est génial mais le « concept smart city » on pourrait parler juste d'innovation dans la ville plutôt que de parler d'un concept sexy.

Victor – Rajouter quelque chose ?

P2 – Et toi ?

Victor – Très structuré, on a suivi le plan et c'est cohérent.

P2 – C'est une vision que j'ai développé pendant et j'étais déjà critique pendant. Pas comme certains qui balancent quand ils sont à la retraite.

Un truc a ajouté, sur les sujets climats ou l'IA. Ça parle beaucoup mais les réalités concrètes est-ce qu'il y en a beaucoup ? Je sais pas. Sujet dont a pas parlé, je te recommande un bouquin « les robots dans la ville »,

Missika avec P2 Musso. Là on était en mode philo mais ça c'est hyper intéressant au niveau des relations de pouvoir. Certains acteurs comme Uber et City Mapper sont nouveaux, détachés et pas de la ville.

Le sujet MAS (Mobilité As a Service), ta donnée si t'es en Uber, etc. ça va financer des trucs qui sont dégueus. Ta data c'est de l'ordre de l'intérêt général de la publier. Tu surcharges avec des usages nouveaux, les mecs ils ont des données. Si je suis en charge de la collectivité, ces données t'en as mais pas trop. Tu la captés à un endroit mais c'est pas pour ça que tu peux en être l'unique propriétaire.

Victor – On a dit beaucoup de choses !

ENTRETIEN J3, FR3 ET FL3

Victor – présentez-vous !

Fr3 – Anciennement dans le privé, en charge de l'eau sur la Métropole d'Ici

J3 – Directeur du projet « territoire intelligent », formation sociologique, Sciences Po Paris

Victor – Présentation personnelle et question clivante. Est-ce qu'on reste dans un monde de flou ?

J3 – La ville Intelligente s'inscrit dans un mouvement millénaire, depuis les Sumériens. Compter pour connaître. C'est ce qu'on appelle un « déjà-là », le nombre comme un outil de gouvernance, on compte pour gouverner. Ça date pas d'hier.

Le deuxième élément (qui change cette fois-ci) c'est l'approche fonctionnelle de la ville associée au gouvernement par les nombres. J'ai une fonction et c'est pas seulement le nombre de mats mais aussi des usages mis en équation. La réduction à des fonctions, adossées elles-mêmes à des nombres et au moyen de les ordonner d'algorithmes. Une invention, un construit techno-commerciale qui s'inscrit dans l'idéologie dominante du développement durable.

Victor – autre chose ?

Fr3 – C'est un acte avec plusieurs objectifs : amélioration qualité de vie, objectifs de développement durable et professionnalisation dans une optique d'économie. L'ensemble doit faire un territoire intelligent.

Victor – J'ai l'impression qu'il y a une idée générale qui se construit sur la gouvernance. La Ville Intelligente ou la gouvernance par les nombres peut-elle exister sans cette instance qu'est celle des algorithmes ?

Fr3 – On peut y répondre par notre approche. Le sujet de la donnée a été mis sur la table par les techniciens mais pas par les politiques. Cela a été remis à plus tard. On l'a trainé pendant toute la démarche et à t-6mois on y est. Autour de ça on est sûr « qu'est-ce que l'on collecte comme données ? », autour de la RGPD notamment. Il y a cependant un très gros flou sur la propriété de la donnée aujourd'hui.

Fl3 – Ce sujet est entraîné par l'inquiétude générée, la question de la gestion, de la sécurité de la donnée et de l'utilisation revient tout le temps. Dans la gouvernance, une commission a été lancée sur la question et à chaque réunion ces questions reviennent.

Fr3 – Ce flou nous a amené à faire ceci : « la donnée n'est pas commercialisée, il n'y a rien qui sort du territoire de la part du titulaire et ne sera sorti que des données projetées sur l'*open data* »

Victor – Je passe au réseau d'éclairage public, mon marronnier personnel.

Fr3 – C'est un élément majeur dans l'une des huit verticales, même un des principaux, dans la réduction des consommations notamment. De manière accélérée. Il est clairement intégré dans la réflexion le fait que les mats puissent intégrer des switches avec n'importe quel type de capteurs dont l'interopérabilité a été demandée la plus large possible. Forcément cela se voit donc on pourra reparler de cela.

Victor – Plusieurs modèles existence, la délégation à un organisme privé par exemple à Londres. Est-ce que à Ici ce modèle existe ?

Fr3 – Comme expliqué ce territoire est uni verticale. L'éclairage public et les feux tricolores, le choix a été porté vers Engie. Pour le marché de performance de 12 ans, Engie en assure la construction, la maintenance et le renouvellement. On est passé d'une régie à « pas une délégation ».

Fl3 – c'était déjà particulier car on fonctionnait avec le syndicat de Maine et Loire. Ici « en régie » mais beaucoup de communes déléguaient. L'idée était de laissé au syndicat la maîtrise d'ouvrage. Une philosophie de garder les équilibres, dans une logique territoriale.

Fr3 – L'outil d'hypervision permettre à tous les acteurs de piloter et contrôler ce qu'il se passe sur le territoire.

Victor – Peut-on appeler cela un moyeu pour prendre un « pouls » (métaphore)

Fr3 – c'est une belle image comme vous le disiez, vient apporter des compléments des outils numériques. L'intelligence du projet c'est l'intégration. On faisait déjà des choses avant. A partir de cet hyperviseur on pourra rentrer dans les supervisions d'usage.

J3 – de nouveaux entrants dont les métiers initiaux ne sont pas les services urbains mais les services numériques. On se retrouve ici dans une situation où les nouveaux entrants n'ont pas cette perspective historique. **Alors que les opérateurs historiques apparaissent comme des parties prenantes, lorsque les opérateurs numériques apparaissent comme des « preneurs de ville » où la ville est pensée en fonction de ce que la société peut fournir de service numérique.**

Deuxièmement le service public et sa production ne sont plus le monopole du service public. La ville intelligente consacre une évolution du mode de production du service publique de plus en plus hybride.

Fr3 – **Il est complètement utopique de vouloir maîtriser la donnée ou en être le seul producteur.** L'infrastructure devait avoir le potentiel d'agréger et de fédérer et que cela soit suffisamment malléable. On construit un tronc avec des racines et demain on va mettre des branches dessus.

Victor – cela me rappelle un autre entretien et l'opposition entre les acteurs comme Waze et certaines municipalités.

J3 – Waze ne comprend pas la transition écologique du territoire. **Pour Waze il n'y a pas de problèmes.** Il y a des usages dans la ville qui président à une hiérarchie viaire. Le problème de Waze c'est que la hiérarchie n'est faite que dans une logique de déplacement du point A au point B. Donc on peut être d'accord avec les villes qui s'opposent à ce qui remet en cause un ordre politique et démocratique. Pareillement avec Air BnB, par lesquels il est possible de créer des conflits sur un marché.

Autre exemple. **Qui s'occupe de la représentation cartographique de la ville ?**

Victor – dans les usages c'est plutôt Google Maps. Ce que je comprends c'est que c'est plus simple qu'une opposition entre opérateurs publics et privés. Encouragement de la cogestion, qu'en pensez-vous ? Ici a-t-elle une politique d'intégration ou de gestion ?

Fr3 – Cela existe sur la mobilité notamment. La prise de conscience existe et l'opérationnalité n'est pas présente.

J3 – Quand même s'interroger sur la manière de faire. **Dites-moi, il y a une différence majeure entre demander pardon et demander l'autorisation.** Après une entrée sur le marché un peu « sauvage ». « Vous êtes là, on va tolérer votre présence même si vous ne nous avez jamais demandé ». Il faut après pas s'étonner que les villes aient souhaité un minimum de régulation pour que l'on puisse avoir des modes de régulation conformes à chacun.

Fr3 – un mode en BtoC qui, de fait, existe et le marché est captif dans le cas de la Métropole avec l'élection qui fera la différence. Un modèle qui percute avec ce nouveau libre-choix qui impacte le vivre en ville.

J3 – le choix de la régulation ou non-régulation et celui de la visibilité/non visibilité. RATP, offre intégrée de micro-mobilité qui prendra en compte les pieds, la trottinette, le métro et le bus. Avec autant d'acteurs. On rend visible une offre qui n'est pas seulement visible. Le choix de l'intégration ou pas de l'offre privée.

Victor – ça me fait penser à un « modèle français de la ville intelligente ». Existe-t-il ?

Fr3 – Oui et il restera administré (rires)

Victor – et angevin ?

F13 – Oui l'idée est de se démarquer et de créer un modèle angevin de ville intelligente avec un partenariat long et un souhait de co-construction dans la durée des usages. Ne pas en rester à la technologie mais se consacrer au cœur : la relation aux habitants, pour qu'ils se l'approprient, trouvent des usages et que l'on trouve des usages.

S'appuyer sur tout ce qui fait notre force afin d'en faire un modèle particulier, en tant qu'exemple. Un lieu pour attirer les délégations étrangères et françaises afin d'attirer les villes.

J3 – autre fait nouveau. Le territoire intelligent tel que penser d'un point de vue démocratique est un sujet qui mis à l'ordre du jour du prochain mandat.

« Pas un sujet de droite ou de gauche »

F13 – une vraie vision commune de la philosophie d'un territoire intelligent en adéquation avec ce que les élus voulaient.

Victor – résumer, La ville intelligente comme gouverner par l'information

J3 – Non des nombres ! Vous pouvez avoir des nombres sans information.

F13 – et donc sans valeur.

[Blague sur le mémoire]

J3 – un socle infrastructurel pour un périmètre fonctionnel. Un agenda démocratique, pas partisan, pas politique.

Victor – un territoire comme non neutre mais géré par la chose publique.

F13 – c'est novateur, là on est sur des flux horizontaux et non verticaux. On a beaucoup d'instances représentatives publiques. Donc une Smart City comme nous on la conçoit n'est pas possible si pas de façon continue avec des flux innovants des uns et des autres.

J3 – On passe d'une gouvernance de ville centralisée à une gouvernance plurielle autour d'un projet commun.

F13 – reste encore à organiser, il y a la French Tech dedans aussi. Comment travailler avec les acteurs aujourd'hui et dans la durée pour aboutir à un modèle de Smart City à la française

ENTRETIEN R4

Victor – J'ai un plan et une routine mais aucuns soucis pour en dévier. Votre poste ou votre titre plutôt.

R4 – Normalien agrégé docteur en géographie et aménagement, enseignant et chercheur à l'Université de G et chargé de projet à La F (think tank du groupe V, néanmoins une entité indépendante)

Victor – Comment me présenter cette structure ?

R4 – Trois choses : Léonard l'incubateur (incubateur, intrapreneurs), Léonard Paris le lieu, La F est le think tank, un fond de dotation (organisme de défiscalisation), mécénat du groupe V. Intérêt général donc tout est gratuit.

Victor – Question clivante.

R4 – Je préfère qu'on parle de *Smart City*, ville intelligente autre chose. **La Smart City c'est une proposition industrielle de déploiement numérique dans l'espace urbain pour récolter de la donnée. La « Ville Intelligente », les gens disent c'est la matière grise, des citoyens bien formés.** Ce n'est pas ça, c'est une mauvaise traduction du terme « intelligent » en anglais. Lorsqu'on a nommé la VI on a fait un anglicisme (comme le I de CIA).

Dans Smart il y a un côté esthétique, un côté physique, intuitif, malin de bien présenter, bien porter.

Victor – ça fait écho à un entretien avec la Métropole d'Angers. Ils ne la proposent pas de manière sémantique, étymologique mais comme une forme de modèles. Pour vous cela est-il plausible.

R4 – à mon avis la Smart City ce n'est pas un modèle, c'est une grammaire, au sens de la sociologie pragmatique. Un ensemble de mots qu'on utilise pour coordonner l'action, parler et comprendre de quoi on parle. C'est pas un modèle, lorsqu'on dit Smart City, c'est plutôt un processus.

Victor – En tant que processus est-ce que ceci est au-dessus des clivages ?

R4 – La politique est partout. Le programme Smart City, la politique est partout mais pas forcément où on le croit. Dans la diffusion du numérique dans l'espace urbain il y a aussi du politique. Si on remonte aux origines de l'internet, origines libertariennes, il y avait cette idée de liberté, vision politique de liberté totale, communautés qui se structurent à partir de ça. C'est l'origine de l'internet, d'où tous les débats sur la neutralité du web, qui contrôle quoi. Est-ce logique que Google face du ranking des résultats en fonction de qui à payer et de ses intérêts propres.

Après dans tous les « géants du numérique » on a de la politique. Uber dit « moi les systèmes de transport public ça ne me concerne pas », il va pas dire objectivement qu'il a une offre de transport en disant que cela est une plateforme d'ailleurs.

Victor – ça me rappelle Félix et la *safe city*. Espace de plus en plus cloisonné. Parallèle avec la *smart city* comme un modèle en devenir. Critique comme Cisco ou IBM et maintenant B et V sur des modèles tout aussi liberticides, récemment forcément des caméras installées à Nice et des problèmes ainsi posés.

En tant que chercheur, faites-vous une différence entre production de chercheur et industriel. Quand est-ce que je donne mon avis ?

R4 – Avant de répondre, sur l'aspect sécuritaire. Ce n'est pas le fait des grands groupes comme B et V. Deuxièmement la dérive sécuritaire détruit la ville car elle détruit l'anonymat.

Ensuite pour mon positionnement. Être un académique et travaillé pour grand groupe c'est pas pareil. Un académique neutre ça n'existe pas. La neutralité généralement c'est se poser dans un système neutre. Je me positionne plutôt à gauche, les théories néomarxistes et l'approche foucauldienne de la ville m'intéressent.

Ensuite en tant que chargé de projet à V, j'ai un devoir de réserve car je en parle pas en mon nom propre. Ce qui signifie qu'on ne peut pas clamer du marxisme triomphant au nom de V. Ce n'est pas facile, je me fais souvent relire. Il faut tout de même produire un contenu politique car la F est critique sans affiliation politique. D'ailleurs les membres sont eux-mêmes de différents bords politiques.

Après le but c'est de secouer la culture ingénierale du groupe V, ne plus faire de la poutrelle pour faire de la poutrelle.

Victor – Ce devoir de réserve est un vocabulaire qui revient plutôt dans le public. Cela me rappelle Antoine Courmont. Est-ce que pour vous il y a une continuité ? Semi rupture ou vraie rupture ?

R4 – toujours partagé, le premier élément est que si on regarde l'histoire longue, le numérique est extrêmement perversif et s'est échappé des environnements domestiques à la conquête des environnements urbains. Il a connu le même sort que les régies environnementales et a été externalisé. IBM et Cisco ne voulaient pas se substituer mais désiraient profiter de cette externalisation. Le deuxième élément c'est qu'ils répondaient à

une proposition de Bill Clinton qui voyait deux grandes révolutions. La révolution du numérique (3^e ou 4^e) et la révolution de l'urbain. Il a donc dit « prenez en charge ces deux révolutions » à Cisco, IBM a suivi. Crise urbaine qui offre une bêche en. Cela n'a pas marché car ils n'avaient pas de culture politique de l'urbain.

Ils ont ensuite été dépassés par les plateformes puis par des groupes qui ont des cultures politiques de l'urbain. C'est donc difficile de parler de privatisation de l'urbain car avant eux il y avait déjà du partenariat public-privé.

Victor – amélioration de l'urbain mais est-ce qu'il aurait un but autre ? Par exemple la ville servicielle. Une évidence, une illusion ?

R4 – tout est en train d'être mis en place donc difficile de répondre à la question du *business model*. Ici on l'appelle « *as a service* » et on réfléchit de plus en plus à des forfaits proches de la téléphonie mobile, sous la forme d'abonnements. On réfléchit à de la même chose pour l'immobilier. Acheter un appartement 1€ en échange d'un forfait qui fournirait tous les services, notamment ceux du numérique.

Victor – Sur un point de vue du génie urbain, je m'intéresse à la manière avec laquelle les évolutions du réseau d'éclairage public pourraient participer à ces transformations numériques. Ce sujet éveille-t-il des commentaires de votre part ? Le nouveau marché se concentre notamment sur les nouveaux usages et les nouveaux services.

R4 – Oui, j'avais organisé un événement qui s'appelait « le trottoir, espace de *plug and play* de la smart city » et je suis en train de réfléchir à un projet qui vise à promouvoir des systèmes concessionnaires qui visent le trottoir et le mobilier urbain.

Je ne peux pas vous en dire plus, par contre si votre entreprise est intéressée évidemment, on peut parler contrat ! *humour*

En revanche je pense qu'à l'avenir cela permettra de remporter des négociations avec la puissance publique, avec Paris, avec Angers. C'est une forme gagnant-gagnant, la concession c'est intéressant, pour le public et pour le privé.

Victor – C'est une question que je me suis beaucoup posée, d'où vient ce gagnant-gagnant ? Dans mon travail, pour Nantes Métropole, puis pour Véolia. Ici à Evesa cela marche extrêmement bien notamment.

R4 – Je peux pas vous détailler le business model car c'est des trucs sur lesquels je réfléchis évidemment. Néanmoins pour comprendre cette stratégie gagnant-gagnant, **Il faut être conscient de ce que perd la puissance publique et comment est-ce qu'on compense, voire comment est-ce qu'on surcompense. Tout est dans la surcompensation.** La puissance publique elle perd une rentrée d'argent, la question est de savoir comment on perd cette rentrée d'argent et comment en plus on peut en rajouter, en fait c'est dans la création de valeur, évidemment.

Victor – Et le numérique va augmenter cette création de valeur ?

R4 – Je suis pas convaincu que c'est uniquement ça. On oublie souvent que le numérique c'est aussi de la physique et de l'espace concret. La question est de savoir comment dégager de la valeur des deux en même temps. L'éclairage public en l'équipant du numérique vous avec immédiatement l'aspect physique et l'aspect digital donc je pense que vous voyez exactement où je veux en venir. Vous avez les deux mais ce sera pas suffisant pour créer de la valeur.

Victor – Même en travaillant avec ces ingénieurs qui sont affairés à ce type de contrat, il y a plein de services mais la création de valeurs, les seuls qui existaient était les publicités. Vraiment à chaque fois l'insertion dans l'espace urbain de publicité. On crée de l'information, de la donnée, de nouveaux services mais pas de création de valeurs. Pas grave mais contraire aux projections.

Cela va de pair avec l'association de la Smart City et du développement durable. Pour moi cela était un hasard. Cela est différent ? C'est lié ?

R4 – bah d'une part ils apparaissent pas à la même époque. Le développement durable c'est quand même les années 90 et le sommet de Rio (91 pour être exact. Même avant avec le Club de Rome et tout ça. La smart city elle émerge vers 2005 et plutôt 2008 en fait. Une grosse quinzaine =, voire une vingtaine d'années après. On a donc présenté souvent la smart city comme une augmentation de la ville durable.

On en peut pas opposer les deux car de nombreux capteurs sont polluants et dans le même temps, sans supercalculateurs, aucune projection.

Victor – Ville Intelligente trop confuse, Smart city une grammaire

R4 – ça permet de flécher les gens, simplifie les prises de décision, c'est ça la grammaire.

Victor – Cisco en réponse à une proposition initiée par Bill Clinton. Ils ont échoué à cause de l'économie de plateformes ou de l'impossibilité d'avoir une culture politique de l'urbain ?

R4 – la deuxième en fait. L'économie de plateforme ce n'est pas la même ville, elle identifie trois choses. Offre hétérogène et offre hétérogène et elle se place au nexus (airbnb). Des déséquilibres, type Wase. Ça fait partie de ce qu'on appelle le solutionnisme, la fermeture du problème.

Victor – cela caractérise-t-il toutes les entreprises du numérique ?

R4 – bien faire attention à séparer les premiers qui sont type IBM, Cisco et ensuite tous les géants du web. Qui ont une vision de la ville différente des plateformes. On peut faire en trois si vous voulez mais il y a au moins deux groupes et le solutionnisme au second.

Victor – Le réseau d'éclairage public, important en termes de gestion des trottoirs. Pas quelque chose de beaucoup abordé. Il y a la voirie et on a l'impression que le trottoir n'existe pas. Pas de direction des trottoirs par exemple.

R4 – Parce que les trottoirs c'était un coût jusqu'à présent.

Victor – Moyen que ça devienne...

R4 – Oui bien évidemment

Victor – très efficace comme entretien, j'ai tout ce qu'il me faut. Quelque chose en plus ? Ce n'est pas une question que je me pose souvent. Content de pouvoir la poser.

R4 – Non non juste bon courage. Tenez-moi au courant pour la publication de la thèse et des articles.

ENTRETIEN V5 ET F5

Victor – Vous le coupez quand vous voulez. Je vais vous inviter à vous présenter vous deux.

V5 – Développement pour Smart City B Energie et Services. Direction nationale qui vient en soutien au régional, sensibilité politique, pour ma part c'est ce qui m'a amené à rejoindre le groupe B. Tous ces projets m'intéressent

F5 – Chef de projet Smart City, je suis rentré chez B Energie et service par le « graduate program », que j'ai fini sur la direction Smart City où j'étais chef de projet chez Evesa. J'étais à l'aie et c'est un sujet qui change tout le temps, sur les plans techniques et politiques.

Victor – Question clivante.

V5 – Tout dépend ce qu'on en fait, une révolution des pratiques pour les villes qui comme A ou D arrivent à construire un projet global. Une révolution car cela a des incidences sur le pilotage de l'espace urbain, sur

l'ensemble des contrats publics, une révolution en interne sur l'organisation et le fonctionnement des « équipes de la ville

F5 – En fait pour moi la poudre aux yeux c'est de dire qu'on va mettre plein de technologies sans arriver à trouver des usages. La Smart City pour moi c'est l'usage de la techno, si l'usage est pas intelligent c'est juste des capteurs. Et si l'usage est intelligent là c'est ce qu'on fait.

V5 – La Smart City doit être un moyen et non une fin

Victor – On parle souvent d'une stratégie gagnant-gagnant. Des métropoles pour un savoir qu'elles n'auraient pas et les groupes privés pour le revenu qu'ils tirent de ce partage de connaissances. Est-ce que vous validez ce modèle où vous avez une critique à effectuer ?

V5 – Oui c'est gagnant gagnant pour tout ce que vous venez de dire. Cependant un marché de Smart City doit permettre in fine à la ville de maîtriser ses outils et donc effectuer une montée en compétences de la collectivité. Et pas aboutir à deux mondes où le donneur d'ordres ne maîtrise pas ses outils. Ça déclenche l'irréversibilité du marché et est assez contre-productif

F5 – Si on parle d'usages, l'évolution de l'éclairage public apparait comme la base de la Smart City. Car nous B on greffe des usages dessus car du coup, par exemple le réseau est nouveau et les usages sont pilotables. C'est gagnant gagnant on a un marché et la ville fait des économies grâce à ça. Si vous faites ça, vous consommez tant et là vous consommez tant. Du coup entre les deux y'a un delta.

V5 – Mais là tu parles pas de la smart city tu parles de la première brique qui est la performance

F5 – Oui car celui-là c'est quantifiable et si on parle de stationnement intelligent, de trafic et. Y'a des bénéfices mais c'est pas quantifiable. Y'a du gagnant gagnant quantifiable et du non quantifiable je pense.

V5 – Gagnant gagnant quantifiable en termes contractuel, c'est un des enjeux des prochains marchés globaux. D a quantifié la performance autour de l'éclairage public, A avait été plus loin notamment au niveau de l'eau. En demandant aux groupes de prendre des engagements mais c'est très compliqué.

Victor – La première brique ressort souvent pour le lien entre la Smart City et les objectifs de développement durable. Deux grands scénarios : la grammaire smart city en même temps (concomitance) et un autre de dire que la smart city découle de ces objectifs. Qu'est-ce que ça représente pour vous ?

V5 – Pour la première Smart City sur D c'était pas une fin, pour A ça l'est car ça suit l'ère du temps et que c'est une demande politique, une demande des citoyens. Le besoin en ressources commence à précéder la smart city et avant ce n'était pas le cas. Ce qu'on voit avec les éco quartiers.

Victor – Avec l'éclairage public est né l'idée que ce réseau pourrait servir de colonne vertébrale pour le déploiement de cette smart city. J'ai pu voir beaucoup d'innovations et de déconvenues. De votre part ?

F5 – Nous sur les usages ça va de pair avec la city box, qui propose wifi, vidéo, des signaux et grâce au « city box controller » la télégestion. Pas trop de déconvenues à ce niveau-là en dehors de la mise en place.

V5 – On a une technologie qui permet de garder le territoire et de conserver un réseau qui maille le territoire au plus près du citoyen.

F5 – Tu connais le principe d'une city box ?

Victor – Juste sur un flyer, je n'en ai jamais décortiqué une.

F5 – En gros y'a un city box controller dans une armoire. Lui il est alimenté par un câble data ensuite il communique en 3G

V5 – Soit en 3G, soit il peut activer le courant porteur en ligne pour télé-gérer, apporter des services etc. C'est un produit qui a dit 10 ans déjà, au début pour l'éclairage public, on est à la troisième version il y en a 60 000 en France.

C'est une technologie qui permet de mettre une alimentation et un port RG45 sur le mat, qui sert de support.

Victor – Tout à l'heure t'avais abordé la manière de gérer les équipements de manière large. Concernant la city box ?

V5 – Elle est complètement ouverte, la ville peut la démonter, un concurrent peut la récupérer. On joue le rôle d'intégrateur ! Son seul défaut c'est qu'elle n'est rentable que si vous mutualisez les usages. Les collectivités n'ont pas encore cet état d'esprit.

Victor – SI on le met juste pour être un super interrupteur de l'éclairage public.

V5 – ouais c'est trop cher

Victor – ça me rappelle la théorie des âges de la Smart City d'Antoine Courmont. Echec absolu des premiers acteurs Cisco et IBM. Repris maintenant par d'autres acteurs : B, Vinci, Veolia également. Ce serait un peu un modèle à la Française plutôt qu'Anglo-saxon où ce serait « donnez-moi les clefs de la ville » ?

V5 – Déjà vous avez différents modèles en fonction des continents et nous n'es pas pertinents partout. L'Asie et la safe city on ne va pas être pertinents, les États-Unis on pourra amener des technologies mais pas être des intégrateurs. On va être intéressants en Europe mais pas en Angleterre où beaucoup de réseaux sont privés. Ça va être intéressant dans les pays qui ont les mêmes modalités qu'en France.

F5 – Y'a quelques city box en Afrique aussi mais c'est peu et on en joue pas le rôle d'intégrateur.

V5 – Sur la deuxième partie de votre question, y'a quelques acteurs en France qui ont un fonctionnement complètement où le service est complètement délégué. Là je pense à EDF, Engie qui restent pilotes même si d'autres peuvent s'intégrer. Chez B Energie et services on a une position d'intégrateurs ouverts, tournés vers l'intérêt de la collectivité, quand bien même cela pourrait nous coûter le marché après. On essaie d'avoir une démarche éthique, le mot est fort, vertueuse côté client.

Victor – Lié à l'histoire de B ou un calcul de long terme ?

V5 – Oui les deux et le fait que B souhaite être une boîte qui fournit des services. B a pas de concurrent, ce qui permet de traiter des demandes très originales des collectivités. Y'a vraiment ce besoin-là de même qu'on a développé la city charge. Mais on a pas besoin de développer de nouveaux produits, on développe des services.

Victor – D'accord, don la nouvelle grammaire smart city pour B, elle est envisagée mais tout en restant cohérent avec l'ancienne logique de B.

V5 – Oui mais attention on ne reste pas sur des contrats normaux. On fait de l'ingénierie contractuelle pour de nouveaux contrats. On fait des projets en photovoltaïque, en énergie. On travaille sur des nouvelles technologies mais on est tourné vers le client.

Victor – C'est très riche, j'ai une petite question. Comment vous avez acquis ces connaissances ? Sur le terrain ? Sur la théorie ? Passation de connaissances ?

F5 – Les connaissances qu'on sur l'écosystème proviennent du tissu commercial de B. Double approche, Smart City du BU et plus locale. On est jamais seul, des grosses boîtes et des start-ups de l'économie locale. C'est des choses qu'on peut pousser vers des Etudes de faisabilité lorsque le client ne sait pas réellement ce

qu'il veut faire (améliorer la circulation et que ça coûte moins cher). C'est nous qui l'orientons vers des choses qu'il pourrait faire.

Tout dépend des régions, de la taille des villes, des personnes impliquées, de plein de choses.

Victor – Partenaires ?

F5 – Bureaux d'études, boîtes de BTP, start-ups de tout ou grands groupes avec des compétences pointues sur un domaine, comme l'eau.

V5 - On a des compétences très pointues sur l'éclairage public, le photovoltaïque, l'éolien, travaux de réseaux et voirie. Pur tout le reste on a le rôle de chef d'orchestre, c'est ça qu'on apprend. Plutôt ce rôle-là, après on se nourrit de tout, de la théorie, des échanges.

F5 – Actualités internationales ou nationales

V5 – Un truc dont on se nourrit pas en raison des études universitaires et de cette théorie trop utopiste et qui a créé un vrai biais. Entre ce qu'apprennent les étudiants et ce qu'on peut faire. Même quand les collègues vont assister à des conférences d'éminents universitaires, ils entendent des choses pas du tout réalisables.

Victor – Comme si la mise en récit de la Ville Intelligente faisait perdre le sens des réalités ?

V5 – Oui comme si demain la Maire de Paris pouvait décider de créer une ville avec des immeubles de 10 étages et des fermes intérieures. Comme si elle avait de l'argent à pas savoir qu'en faire.

Victor – Fait écho à des sujets avec des élèves. Avez-vous des stratégies pour influencer ces idées-là ?

V5 – On a des partenariats avec des écoles mais surtout sur des solutions technologiques qu'on aimerait développer et on a une influence en amont sur les projets des collectivités en réponse au sourcing de ces mêmes collectivités. On cherche pas à faire du lobbying politique, on a une approche très pragmatique des choses. On le fait par le biais des projets qu'on gagne

De toute façon les collectivités savent bien qu'ils peuvent pas demander à un groupe privé de leur faire une étude de faisabilité sur les terrains existants pour les transformer en un truc fantasmagorique.

F5 – C'est vrai qu'en terme d'études. On a des élèves de HEI, on a des échanges de HEI vers B mais de B vers HEI y'a rien. Plus influencer les étudiants pour venir vers B mais pas d'influencer ce que les élèves pourraient penser de la smart city.

V5 – Depuis que ls projets de D et A sont sortis de terre, la doctrine universitaire aborde ç avc plus de pragmatisme.

F5 – Par exemple à Dion, un master en gestion des données s’est créé depuis le projet Smart City de D.

Victor – La smart city c’est ?

F5 – Pas forcément les données, mais une meilleure gestion de la ville

V5 – un approche systémique et maligne des choses, smart c’est malin.

Victor – Et pour une meilleure vision à l’avenir ?

V5 – Certains bureaux d’études ont une vision pas encore très pragmatique. Seuls les entreprises privées ont la maturité pour savoir ce qu’on peut faire, pour combien et en combien de temps sur la Smart City. **C’est aux entreprises de faire monter en compétence les collectivités et les bureaux d’études. Sans chercher à garder la main et à verrouiller les marchés.**

ENTRETIEN M6 (NON ENREGISTRÉ)

Entretien téléphonique, non enregistré donc sans verbatim

Directrice adjointe du service Energie Climat du Grand P. Juriste de formation, à l’origine d’une volonté de la Métropole de « re-centraliser » les juristes. Elle occupe un poste ou elle gère les « contractualisations complexes », cela ressemble à un travail de « chef de projet » selon elle.

Elle est aussi en charge des projets relatifs à la « Smart City » sur le Grand P, sujet qu’elle aborde notamment sous le prisme de l’écologie.

« Faire du neuf avec du vieux »

DEFINITION DE LA « SMART CITY »

Pour elle « la sémantique et le vocabulaire » sont importants car cela permet ce qui suit.

« On fait sortir des projets sous couvert de Ville Intelligente. Projets qu’on ne réaliserait pas sinon »

L'exemple du compteur connecté Linky est parlant. S'occupant du dialogue avec les citoyens concernant l'installation de ce dispositif, l'interlocutrice a tenté **l'angle de l'expérimentation**. « Et si ça marche de passer à l'échelle macro ».

Pour elle, la Ville Intelligente (elle préfère utiliser le terme français) a pour objectif (notamment) la supervision de gestion des données. Elle associe la VI au concept d'IOT qui permet de « mieux piloter les données ». Ce genre de thèmes « inquiète beaucoup les élus ».

A défini notamment son travail comme suit.

« Ce n'est pas mon projet, il s'agit de l'intérêt général »

Tout en précisant que certains de ses collègues ont parfois du mal à la suivre dans ce sens.

Pour elle, une ville Intelligente n'est vraiment possible qu'avec une vision qui prend de la hauteur.

SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC

Elle a tout de suite été très bavarde sur le sujet de l'éclairage public, notamment car elle a participé à la mise en place d'un PPP sur l'éclairage public : « C'est mon bébé, c'est ma réussite ».

Cela faisait suite à un audit de Philips ayant mis en évidence la surconsommation de deux quartiers notamment.

« Je rêvais de faire un PPP, pour pallier le manque de financement »

Le MPE a, ici, servi à faire comprendre les objectifs globaux de transition énergétique tout en effectuant un partenariat. Dans les faits (d'après ses dires), la maintenance a été divisée par 2 et une économie d'énergie de 80% (au lieu des 60% initiaux) constatée sur le parc. Rénovation des sources et des réseaux.

Tout ceci s'est fait en lien avec la MAPPP (Mission d'Accès au PPP) qui est un organisme de « Bercy » définissant la viabilité d'un partenariat ou pas. Celui-ci est visiblement souvent mis en avant.

Ici, c'est une société de projet du nom de « Grand P Lumière » appartenant à 50% à S et à 50% à V.

SUR LES CONTRATS AVEC LES ENTREPRISES

« Pour des PPP, il faut être armés ». Pour certaines petites structures comme une station de gaz, un MGP a été trouvé préférable. **Elle répond ici aux questions sur le lien entre « Smart City » et PPP qui est souvent présent sur les classements.**

Pour résumer, lors d'un PPP, le maître d'ouvrage privé gère tous les risques (contrairement au MGP). La mauvaise réputation (notamment de B) sur les PPP viendrait de mauvaises expériences non généralisables.

En répondant à une remarque de ma part sur le fait que les acteurs des entreprises « étaient mus par des logiques internes » pour expliquer ces mauvaises expériences, elle a déclaré.

« Je suis pro-entreprise »

En ce qui concerne son expérience sur P, le mot partenariat est vraiment de circonstance, le dialogue compétitif ayant été très constructif.

Pour faire la différence, le MPE est une dénomination mettant en avant les objectifs du contrat, celui-ci peut ensuite être un partenariat ou marché à bons de commandes.

Pour comprendre cela, il faut d'abord savoir que l'Europe ne distingue pas les marchés publics et les PPP. Depuis la réforme de 2015, il faut s'aligner sur la position européenne, le partenariat est donc un marché avec un loyer.

« Je ne défends pas le MGP, je fais autre chose »

Légalement un MGP engage l'administration sur parfois 12 ans, ce qui peut être très problématique en cas de mandat. L'exemple de Niort qui a dû arrêter les travaux pendant les périodes électorales est saisissant. L'entreprise peut par la suite poursuivre la collectivité pour entrave à la bonne tenue de ses engagements.

Donc si on fait ce genre de choix il faut :

- Soit avoir une programmation en béton
- Soit être plus souple et proposer plutôt une ATMO interne à l'entreprise de manière à ne pas avoir à supporter cette charge intellectuelle

Ce qu'elle préconise le plus serait un « accord-cadre à bons de commande » avec des analyses précises sur les zones. C'est donc un marché public (contrairement au PPP). Cela peut durer de 4 à 7 ans.

« On leur laisse (à l'entreprise) le soin d'être malins techniquement »

L'important, pour elle, est de ne pas laisser l'autorité adjudicatrice rédiger un CCTP qui serait trop restrictif pour l'opérateur économique. Plutôt qu'une réflexion par modèles, elle propose une réflexion basée sur les usages.

AUTO-ANALYSE

Une grosse part d'avis personnel est incluse dans ce sujet selon elle, qui se résume ainsi.

« Je crois profondément aux objets connectés »

Elle tempère son inclination « pro-entreprise » par une vision d'un monde de la donnée où la collectivité devra garder la main sur ses données. L'EP, seul réseau propriétaire de la collectivité et donc réseau parfait pour cette collecte propriétaire.

- Une méfiance vis-à-vis de Parking Map notamment et de sa captation des données
- Certains capteurs sont tout désigné pour l'EP selon elle. On peut les mettre n'importe où.
- Par exemple pour faire une étude en amont avant d'installer des détecteurs de mouvement (savoir si l'éclairage perturbe la biodiversité notamment).
- Les bornes de recharges doivent être expérimentées
- Pas nécessaire de mettre trop de technologies en centre-ville mais une bonne idée pour équiper des zones rurales

POUR RESUMER

« Ce n'est pas notre métier d'être un bureau d'études »

Elle présente le rôle de son organisme « **on doit penser la ville, pas la faire** ».

Concernant les prospectives elle propose le Lora comme exemple de réseau bien dimensionné et persiste sur la « Data en régie ». Elle prend l'exemple de E-Tron.

« L'intelligence est dans la tête des bonhommes », sur la technologie « Personne n'y comprend rien ».

Concernant D elle fustige le modèle proposé par B qui consiste, selon elle, à « filer les clefs de la boutique ». Elle est notamment opposée à ce type d'hyperviseur passant par une entreprise privée et à un hyperviseur tout court si ce dernier n'est pas pensé comme par les usages d'abord. Elle fait référence à V5.

ENTRETIEN M7

La personne concernée a souhaité à ce que sa retranscription d'entretien ne figure pas dans le manuscrit.

ENTRETIEN I8

Entretien téléphonique, non enregistré donc sans verbatim

COMMENT SE PRESENTE-T-ELLE ?

Elle se présente comme la fondatrice d'I : « Une structure que j'ai créée il y a 10 ans et dans laquelle il n'y a que moi ». Elle est également enseignante à Sciences Po.

Sa formation comprend un cursus à l'ESCP puis un master (un « cycle » ?) urbain à Sciences Po.

Elle s'intéresse à la dimension public-privé du jeu des acteurs dans l'espace urbain et aux modèles économiques en découlant. Ces deux derniers aspects, en lien avec la « Ville Intelligente ».

Ainsi après 6 ans de conseil en finance locale, puis un passage à une structure publique et 3 ans à une structure privée (qui a presque fait faillite), elle finit par être indépendante.

DEFINITION DE LA « SMART CITY » SUITE A LA QUESTION CLIVANTE

Elle n'aime pas trop le terme de « Smart City » qui, selon elle, est trop techno-centré et lui préfère la « traduction » française de « Ville Intelligente ». Dans laquelle on peut comprendre qu'il s'agit d'une « ville saisie par le numérique ». Elle le trouve notamment moins connoté que la terme anglais.

Dans cette même veine, elle a participé à une étude financée par l'ADEME et la Caisse des Dépôts sur les « Nouveaux modèles économiques urbains ». Elle liste donc quatre transformations majeures de la ville saisie par le numérique dans ce sens.

1. Hybridation
2. Sur-mesure
3. Passage en temps réel
4. Disparition de l'échelle intermédiaire au profit des autres (grande et petite donc)

Pour reparler de sa préférence sur le terme « Ville Intelligente », elle trouve (même s'il est critiquable) qu'il véhicule un imaginaire moins « *techno-push* » que son pendant anglo-saxon.

Ceci corrobore avec son domaine de prédilection, les changements des jeux d'acteurs et le paradigme changeant en découlant. Ainsi pour citer Rachel Botsman : « Une évolution des mentalités, des technologies, de l'environnement et de la finance ».

SUR L'ECLAIRAGE PUBLIC

Le réseau d'éclairage public l'intéresse fortement notamment après une discussion avec une certaine C de Ci (entreprise de fourniture de services urbains). Un objet intéressant car il s'hybride avec d'autres fonctionnalités. Il représente de plus une interface entre le sous-terrain et l'aérien.

Elle aborde, elle aussi, le sujet du trottoir dont elle pourrait être l'autrice de la réflexion. Elle aurait en effet « amené » le sujet notamment au travers d'un article pour le site *Futurible* qu'elle prévoit de me partager. En gros le réseau d'éclairage public comme un sous-objet du trottoir.

Elle a participé à une réflexion sur le sujet en lien avec le réseau de veille du Grand L (dont elle fait partie).

SUR LES NOUVEAUX CONTRATS

Elle a eu l'occasion de réfléchir sur le projet O D, l'éclairage public représentant (pour ce dernier) une « verticale intéressante » car cela permettrait de financer d'autres fonctionnalités par les économies engendrées.

L'espace public, ou plutôt une portion de ce dernier, comme un actif stratégique pour par exemple les VTC. En somme une « ressource clé » pour les collectivités locales. Un « outil de régulation » (je lui ai proposé le terme qui reprenait ses idées et qu'elle a validé) pour l'espace public ou une partie de celui-ci.

L'entreprise COORD⁴³⁵ qui propose de vendre de l'occupation ou des informations sur l'espace public est un bon exemple.

Cela se finit par beaucoup de questions de sa part sur mon sujet d'étude et mon statut ainsi qu'un questionnaire sur la crise actuelle (Corona Virus) et l'influence que cela pourrait avoir pour ma réflexion.

ENTRETIEN DE R9

Victor – C'est parti, il faut que tu te présentes.

R9 – Du coup je suis responsable de l'expertise à E depuis 6 mois maintenant. Mon travail a 3 volets. Le premier c'est veiller à ce que mes équipes aient les moyens de réaliser leurs missions. Aujourd'hui à E on est en charge de trois choses.

1. Veille réglementaire et normative, lecture et participation à des salons, des ateliers, des associations entreprises ;
2. Projets innovants, qu'on peut déployer sur le territoire en question, qu'on ne faisait pas forcément avant. Avec l'arrivée de Z11 on a des projets beaucoup plus variés. Brumisation ou détection par exemple ;
3. Enfin, un volet plutôt « matériel et accompagnement du reste de l'entreprise », dans notre domaine ça a été le passage à la LED. Par exemple de plus en plus de fabricants ne fabriquent plus de SHP (Sodium Haute Pression), du coup qu'est-ce qu'on propose en remplacement ? Accompagner la ville et l'entreprise.

Victor – C'est consultatif ou tu donnes des recommandations ?

R9 – C'est une table de correspondance, ce qu'on dit c'est qu'on regarde la voie et la photométrie qui lui correspondra le mieux. Deux questions, des voies qui n'ont pas de configuration standard et la seconde question c'est « si j'éclaire avec la LED, j'éclairerais moins qu'aujourd'hui car c'était sur-éclairé avant ». On va par exemple faire un réglage sur la LED pour éviter les différentiels de luminosité.

Victor – Maintenant que ça, c'est fait, la ville intelligente/smart city, est-ce que c'est de la poudre aux yeux ou une vraie révolution ?

R9 – Je ne t'ai pas parlé des carrefours à feux. La plupart sont reliés entre eux et sont reliés au « PC Lutèce ». Par exemple la rue Richard Lenoir, tu croises plusieurs feux, donc on sait qu'un véhicule qui rentre, on sait que les trois prochains feux soient verts. La rue est-elle encombrée ? Comment les véhicules avancent-ils ? Les remontées d'informations se font de manière filaire au PC Lutèce.

⁴³⁵ « *Coord is an online platform that helps cities inventory, price, allocate & manage the curb.* » (source : coord.com)

Via notre réseau bas-débit, on peut faire remonter maintenant ce type d'informations. La question c'est « qu'est-ce qu'on appelle une ville intelligente ? ». La possibilité que nous offre les réseaux informatiques d'avoir de la remontée d'informations et certains paramètres. Nous c'est les feux, pour d'autres ce sera l'eau. Ça permet aux gestionnaires de la ville d'avoir plus de données. Qu'est-ce qu'on fait de ces données ?

Par exemple avec les poubelles enterrées, si tu connais quand les poubelles sont pleines tu peux les ramasser si nécessaire uniquement. Si tu continues à faire tes quatre remontées par semaine, cela ne sert à rien.

On s'intéresse aux réseaux électriques car la ville intelligente est une ville connectée et donc on a besoin de ces réseaux. Or à P les réseaux sont vétustes et ont parfois plus de 60 ans, donc on ne fera pas de ville intelligente avec des réseaux vétustes. Est-ce que la ville permettra la rénovation je ne sais pas. Après si on veut faire n quartier d'expérimentation de type « La Chapelle », de repasser partout, de faire des câbles de connectique, de faire des bâtiments intelligents, ça permet de se poser la question de la pertinence d'étendre ça à l'ensemble de la ville. **Après je pense que la ville intelligente c'est quelque chose de factuel, qui existe. Après ça dépend de ce qu'on met derrière.**

On est capable de récolter et de faire remonter un certain nombre d'informations et je suis sceptique de est-ce qu'on est capable de les analyser. Et après mon aspect citoyen me dit que je suis inquiet de ce qu'on est tous fliqué. Est-ce qu'on va se retrouver comme en Chine avec un passeport de politesse.

Victor – Un responsable de collectivité me disait que la donnée y'en a toujours plein et elle n'est utile que si on la transforme en information. QU'en penses-tu ?

R9 – Oui tout à fait c'est ça.

Victor – ça marche, on est bon pour la définition de la ville intelligente. Est-ce que pour toi le réseau électrique, sa modernité est nécessaire pour supporter l'infrastructure des données. Quand on essaie de la penser, on se dit que le réseau n'existe pas. Je mets un boîtier et il sera connecté. En quoi l'infrastructure historique pourra avoir de l'influence ? Sur l'éclairage public en particulier. En quoi est-ce que l'éclairage public peut participer à la construction de la ville intelligente ?

R9 – Aujourd'hui on fait un projet de ville intelligente sur un quartier. Avec une détection de l'utilisateur. On a mis le projet en place, la première phase en tout cas. On a changé tous les luminaires et le réseau étant vétuste, tout a été coupé au bout de 4 jours car le câble était vétuste. Ce n'est pas crédible de vouloir dépenser 200 000€ pour faire une ville intelligente et que le câble coupe. Ça c'est un premier exemple de « perception riverain ».

Un second exemple, aujourd'hui on dit que on veut mettre des équipements sur nos ouvrages d'EP et de SLT. Ces équipements sont alimentés en énergie. Par exemple pour la brumisation. On a posé des bornes électriques, à partir du réseau électrique. On ne peut pas rajouter des équipements neufs sur un réseau vétuste. Parce que très clairement le réseau n'a pas été fait pour et parce que le réseau étant vétuste, cela va créer plus de pannes.

Troisième aspect, si on reste uniquement sur l'aspect « éclairage pur », on fait du contrôle au point lumineux. On peut se dire également qu'on fait du contrôle à l'armoire, c'est ce qu'on fait dans les tunnels c'est pour ça que dans les tunnels on repasse tous les câbles. Dans les tunnels on a trois régimes d'éclairage. Car plus l'extérieur est éclairé et plus le tunnel doit l'être. J'ai donc des capteurs de luminosité à l'entrée et à la sortie

de tous les tunnels. Cette information est envoyée à un module qui pilote les luminaires. Je ne peux pas transmettre cette information si le câble ne permet pas cette possibilité.

Victor – Et là vu que c'est du filaire, c'est structuré par le...

R9 – C'est ça, là j'ai pris l'exemple du tunnel mais on le fait aussi en pilotage en voirie. Autour d'A Arena, quand il y a beaucoup de monde, hop ! On augmente l'éclairage et quand on revient à une situation normale on revient à un éclairage classique. Et ce « hop on augmente, hop on baisse », il faut que tu aies les dispositifs qui te permettent de contrôler le groupe de luminaires et aujourd'hui ces dispositifs sont plus fiables en filaire.

Après il y aurait le moyen de faire des nœuds radios mais à un moment il faut une alimentation électrique.

Victor – ça marche. Tu m'as donné une définition très cohérente de la ville intelligente. Est-ce que tu as eu l'impression qu'il y avait un vague flou, de ne pas partager cette définition avec d'autres personnes. C'est souvent revenu qu'il y avait une sorte de flou. Ca t'est arrivé ?

R9 – Pas beaucoup. Pour moi c'est une ville des données, de l'information. Beaucoup de personnes qui estiment que, étant donné la structure de la ville, ce sera difficile d'en faire une ville intelligente et est-ce que les gens sont prêts à l'accepter. Les gestionnaires techniques de la ville ne sont pas convaincus de cette configuration car ne serait-ce que mettre à jour un jardin. Faire un jardin connecté c'est loin car ils en sont même pas à faire un jardin classique.

Victor – Est-ce qu'on pourrait décrire ça comme une sorte de désillusion ?

R9 – C'est ça. C'est même pas une désillusion car ils n'y croient pas tout simplement. Car les projets simples ne se font pas forcément. Dans les projets neufs on en profitera mais vu le rythme de renouvellement il faudrait globalement 80 ans pour faire le réseau électrique de la ville de P. Après rien n'empêche la ville d'augmenter son rythme. A l'occasion des JO il faudra contrôler les foules.

Aujourd'hui les mobilités intelligentes on n'y échappera pas car il ne faudra pas une grande modification des infrastructures. Beaucoup plus rapidement qu'on aura la « Ville Intelligente ». On le voit aujourd'hui avec les véhicules qui inspectent les yeux et te disent quand tu t'endors. Dans peu de temps. Les véhicules intelligents existent. Les autonomes on est pas prêt car le facteur humain est important.

On est capable de dire je sors d'une rue je dois aller à telle gare, quel est le trajet le plus simple ? Des plateformes le font aujourd'hui et globalement avec assez de précisions.

Victor – Je vais te partager une réflexion qui vient des géographes, avec leur vision macroscopique. Qui disaient que la Smart City c'était le fantasme ultime de la ville que tu pouvais aborder comme un seul objet et vu que je contrôle tous les flux entrants et sortants, je peux tout gérer dans mon système-ville. Tu parles de certaines choses très précises mais, selon toi, si on voulait transformer toute la ville en objet contrôlable, cela resterait au stade d'utopie. Est-ce que tu es d'accord avec cette réflexion ?

R9 – Bah... Hmm... je vais prendre deux exemple. Je vais partir de l'exemple le plus petit. Ma belle-famille vient d'Auvergne, avec un village de moins de 200 personnes, quelques commerces, une église, un bureau de Poste. Une cinquantaine de maisons dans le bourg et le reste est diffus. Dans un endroit comme ça est-ce qu'on a intérêt de faire la ville intelligente ? Est-ce qu'on a envie ? Est-ce que les habitants cherchent à avoir une ville connectée ? Non ça n'a pas de sens. Même chose dans une ville de 1000 habitants. Il se passe beaucoup de choses, y'a des festivals de jazz notamment.

La première chose dont ils ont besoin c'est la météo, la seconde c'est s'ils ont un train est-ce qu'il sera à l'heure. Tu n'as pas d'embouteillages et le train va prendre le même temps. Quand on dit ville intelligente on parle d'une ville d'une certaine taille. En France on a Toulouse, Lille, Nantes, P, Marseille, on veut que les gens se déplacent rapidement et faire du gain énergétique. Economie d'énergie et d'un point de vue environnemental aussi.

Est-ce qu'une ville a le budget de le faire ? Je ne sais pas. Est-ce qu'une ville souhaite le faire ? J'en doute. Effectivement le fantasme ultime d'un urbanisme est de voir la ville comme un ensemble cohérent mais c'est d'un ennui mortel. Si tout fonctionne comme une machine bien huilé, comme une horloge. Tu connais ce film avec Jim Carey ? Le Truman Show. Bah lui sa ville était bien huilée tous les jours à la même heure. Se dire qu'on va avoir une vie parfaite, c'est ne pas connaître la nature humaine. Pendant le confinement, rester comme ça pendant une durée indéterminée, c'est compliqué quoi.

Victor – Pour toi la ville c'est l'imprévu ? Un universitaire me l'avait décrite comme le « droit à l'anonymat » ce qui n'est pas possible dans les espaces ruraux et les espaces surveillés comme la fin de la ville.

R9 – Je ne sais pas si je la décrirais comme ça. Mais en tant qu'être humain c'est ce qui nous motive. Si on dit « voilà dans 3 ans tu auras un enfant... ». Je suis la personne qui aime le plus me projeter au monde mais si on me balançait le bouquin de ma vie je ne le lirais pas. En tant que citoyen on doit accepter l'imprévu et en tant que gestionnaire on en doit pas l'accepter ou avoir un plan de contingences pour y faire face. Je pense que malgré tout avec les dérèglements climatiques il faut que les citoyens soient de plus en plus prêts à l'imprévu. Que la vie en ville ne soit pas un long fleuve tranquille. Aujourd'hui tu sors de chez toi à Fontenay, ton trajet sera différent en fonction de ton heure de départ.

Là où je rejoins ce qu'a dit cette personne, j'ai grandi en ville. Mais ce qui m'a toujours attiré dans une grande ville occidentale, ce que j'aime c'est l'anonymat, notamment avec mes voisins. J'aime que ma pharmacienne et mon boulanger me reconnaissent mais ne peuvent rien dire sur moi. Je pourrai être actrice de cinéma ou nageuse professionnelle, elles n'en savent rien. Les caméras en ville c'est la fin de cela et dans ce cas-là je préfère vivre dans une ferme en autosuffisance en Bretagne.

Victor – Tu parlais du dérèglement climatique. Une autre personne m'avait dit que pour lui la Smart City c'était « juste » la rencontre entre des disponibilités technologiques et des conditions particulières liées au réchauffement climatique. Lui faisait la relation directe entre smart city et développement durable. Et toi ?

R9 – Bah, moi j'aime bien ce que disait la rencontre d'innovations technologiques. Y'a 40 ans on se posait pas la question car on ne pouvait pas le faire. Grâce à la LED on consomme moins, avec de nouveaux dispositifs on consomme encore moins et on a un rythme de maintenance moindre donc on pollue moins aussi. Avec les poubelles on le fait déjà. Par exemple dans ma résidence, systématiquement elles sont remplies

le lendemain de jour des poubelles. En Août elles sont vides. Est-ce que ça sert ? Effectivement si tu as le taux de remplissage de tes poubelles tu peux en remplir moins et moins polluer.

Oui les innovations permettent de mettre en place des dispositifs dans un objectif de développement durable. A l'inverse, aujourd'hui on ne sait pas recycler la LED. Voilà qu'est-ce qu'on fera de nos déchets dans 5 ans ? On ne sait pas. C'est comme le nucléaire, tout le monde est content d'avoir une énergie soit disant peu chère mais comme on ne sait pas traiter les déchets nucléaires. On ne sait pas quoi en faire et le coût du stockage dépasse tout ce qu'on pensait. On y réfléchit pas suffisamment.

Des villes plus écologiquement responsable mais ce n'est pas directement lié. Surtout qu'il y a aussi le volet économique et le retour sur investissement me paraît compliqué à calculer.

Victor – Je comprends. Juste, toutes les autres technologies on savait les recycler ?

R9 – C'est une bonne question effectivement. Non je ne sais pas.

Victor – On arrive à la fin. On me parle aussi de la ville intelligente comme de l'entrée dans l'espace public d'entreprises qui veulent faire de l'argent. Par exemple IBM.

R9 – Ha oui ! Il n'y aura pas de ville intelligente sans IBM, je me souviens d'une conférence il y a 7 ans. Pourquoi Google fait « Google Glass » ? Pour moi il y a deux enjeux. L'aspect connecté et la mortalité est aujourd'hui très mal vue. Ce sont les deux sujets, comment prolonger notre vie en bonne santé.

Victor – Un retour sur ce que t'as dit et je te laisserai le mot de la fin. Tu te définis comme responsable de l'expertise.

R9 – Oui je te corrige, mon introduction est un peu partie dans plusieurs directions. Quelles sont mes missions et quelles sont celles de l'expertise ? Exploitation est expansion du réseau bas-débit. Après moi en tant que directrice, je dois faire de la veille, sur les nouveaux usages je dois faire dans les temps et les coûts et veiller à ce que mes équipes fassent leur travail.

Victor – Tu m'avais cité comme exemple les boîtiers connectés. Puis on était parti sur l'importance du type de réseau dont on hérite. Avant cela tu avais dit que c'était une ville de données et qu'il y avait une dérive de contrôle du public.

R9 – Ou des entreprises privées, comme IBM, Google et consorts. Comme exemple de la ville intelligente on a aussi de l'asphalte absorbant de sons et des capteurs intelligents. Par exemple ça leur permet de diffuser un message agressif en cas de « rassemblement de jeunes », ce qui tombe dans le travers d'une ville complètement aseptisée.

Victor – On a parlé des tunnels, des évènements.

R9 – A Bercy on pourrait vouloir le faire mais on le fait au Stade Chambourin.

Victor – Tu as parlé de la mobilité intelligente. Ce qu'on appelle « *mobility as a service* ».

R9 – Oui par exemple Angers qui peut proposer un parcours thématique par le biais de Google. Après le second volet « en véhicule », le véhicule personnel les gens s'y sont attachés et ça a un intérêt. On a des technologies qui permettent d'avoir une conduite écoresponsable et en plus une politique qui veut moins de voitures thermiques. On se pose alors la question de savoir où charger les véhicules électriques. Connaître les points de recharges et la nature des gens qui les chargent. Mais le fait qu'il soit électrique ne joue pas forcément.

Victor – TU avais parlé de l'importance de l'échelle choisie avec le village en Auvergne.

R9 – Je me suis rendu compte que je ne connais que ces deux échelles ! En France je ne connais pas de petites villes.

Victor – J'ai un ami au laboratoire qui fait son doctorat sur les villes moyennes et qui a des exemples de « bons » et « mauvais » élèves avec Albi en haut et Châtellerauld en bas.

R9 – Saint-Etienne oui qui est un symbole de la ville moyenne en souffrance quoi. Ils ont plus de centre-ville et les gens se barrent. Mais tu vois j'ai pas l'impression qu'Orléans par exemple ne se porte mal. Et tu as toutes ces villes qui sont dans le « bassin d'emplois » de l'Ile de France à Orléans, Chartre et Tours.

L'avantage c'est que le weekend ou le soir dans une ville, tu as les moyens d'avoir une qualité de vie agréable et tu te déplaces en train jusqu'à P. Et que tu travailles à proximité d'une gare.

Victor – On avait fini avec le paradoxe des usagers. Est-ce que la concentration en ville joue ?

R9 – Typiquement en ville on ne modifie pas le niveau d'éclairage avec la concentration. La densification joue forcément sur les mobilités. C'est plus la densification du « bassin d'emplois » que des « habitations ». T'as aussi « Ile-de-France mobilités » qui gère ça. Les deux fois où j'ai pris la ligne 13, ça n'avait plus aucun sens. Tu ne peux pas augmenter la fréquence du RER A par exemple. Pour l'éclairage public ce n'est pas problématique, on a juste un réseau qui s'étend éventuellement.

Victor – On avait parlé d'IBM et de Google. Des enjeux majeurs aussi. Est-ce que tu voudrais un mot de la fin ?

R9 – On a beaucoup axé la ville intelligente sur les gestionnaires (éclairage, transport, eaux et déchets). On a en France des services publics non privatisés, on a pas parlé d'EDF. Si on veut parler du fantasme ultime, si on veut rénover tous les bâtiments, est-ce que se serait une ville où tous les bâtiments communiquent entre eux ?

En Corée du Sud par exemple, pour les personnes âgées, si pendant une journée ils ne détectent pas de mouvement. Le bâtiment contacte un hôpital ? Ça c'est un exemple de capteurs, qui est une intrusion, mais ça semble être bien vécu. On vit dans une société intergénérationnelle mais est-ce que dans 50 ans ce sera des bâtiments communiquant entre eux ?

On ne peut pas faire une ville intelligente sans gestion du réseau et avec un réseau vétuste. Collecte des données mais en se posant la question de pourquoi et pour qui ?

Victor – Est-ce que, question difficile, cette importance des données fait de la ville intelligente une question plus seulement technique mais aussi politique.

R9 – En vrai j'ai failli dire « tout est politique » mais la ville intelligente est d'abord une question politique. Dans quelle ville on a envie de vivre ? Une fois qu'on a répondu à cette question on peut commencer. Il y a un côté ingénieur mais si on parle à l'échelle globale de la ville et que des capteurs sont partout est-ce que des robots nous assisteront ? Est-ce qu'on accepte de vivre dans une société avec des caméras chez nous ? On peut dire non mais j'ai une amie qui vit seule et pendant le confinement elle a eu le Covid et les hôpitaux ont dit « quand vous arrivez pas à respirer vous nous appeler ». Dans quelle société on veut vivre et une fois qu'on le sait, par quels moyens technologiques on le met en œuvre ?

ENTRETIEN DE Z10

** Dialogue en amont concernant les masques et le gel hydro-alcoolique (20 minutes) **

Victor – Présentes-toi et dis-moi ton statut et tes activités professionnelles.

Z10 – Actuellement mon statut c'est plus un poste, j'occupe la fonction de directeur des nouvelles technologies. Je suis un employé détaché, ce qui est possible si je suis piloté par ma nouvelle boîte et facturé sans marge. Par une entreprise actionnaire en l'occurrence. Je viens d'un groupe où j'avais des compétences de type « grands projets ». Beaucoup d'opérations high tech et qui faisaient intervenir tout un temps de gens. La fonction collait bien par rapport à son historique et tout ce que j'avais pu faire jusqu'à maintenant.

Victor – ça concerne surtout les travaux urbains ?

Z10 – Toujours travaillé autour des infrastructures et autour de la route. Toujours dans un système de pilotage des infrastructures. Le modèle de nos métiers c'est « dans le monde professionnel on a la partie technique et la partie métier ». Toujours des personnes qui en maîtrise un ou les deux. Un exemple c'est le dessinateur

industriel rompu aux logiciels. Techniquement il maîtrise de bout en bout son logiciel mais si on lui demande de travailler non plus pour l'automobile mais sur la plomberie, il n'aura plus d'expertise métier.

Les consultants « techniques » redécouvrent la partie métier à chaque fois. Moi j'ai un très très fort potentiel technique, faut demander aux autres, et après d'un point de vue « métier » j'ai une forte spécialisation sur tout ce qui concerne les routes. Infrastructures dynamiques surtout. Et plus précisément sur le métier, bonne connaissance des réseaux et maintenant de l'éclairage. J'ai appris à maîtriser les aspects métiers sans avoir à maîtriser la partie technique. D'ailleurs un manager fait le deuil de sa partie technique avec l'âge, il organise.

D'autres exemples qui illustrent ça c'est les data scientist, qui sont très compétents d'un point de vue technique. Ils arrivent ils ont plein d'algorithmes et faut les mettre autour de la table avec des experts de la partie métier. Par exemple quelles sont les problématiques, pour un smart grid, qui consomment. Et au bout de ça les nouvelles technologies permettent de mieux gérer. Aujourd'hui quand on veut faire de l'IA on réunit deux personnes de chacune des composantes. Composante technique système.

Sachant qu'aujourd'hui c'est de plus en plus le smart building qui tire la smart city.

Victor – Je commence toujours par une question clivante. Ville intelligente, esbroufe ou poudre aux yeux ?

Z10 – Je pense qu'il y a plusieurs phénomènes, je pense au poste d'une personne en charge des données à la ville qui disait « la ville n'a pas attendu les données pour être intelligente ». Ça j'aime bien. Y'a un phénomène marketing. Est-ce que c'est de l'esbroufe ? Pas complètement mais oui en même temps. Pourquoi ? La Smart City existe depuis longtemps, les objets connectés y'en a plein. La y'a des gens qui arrivent à de nouvelles techniques dans des villes avec des métiers très poussés. Ils arrivent en « découvrant le truc ».

Si on prend les carrefours, ça fait plus de 40 ans que les carrefours sont gérés, que tout est compté. C'était très axé communications et transports. Un chercheur a bien montré que l'évolution économique était corrélée au nombre de rue. Ce qui me rappelle la pax romana, toutes les routes mènent à Rome pour une bonne raison. Un autre exemple qui n'est pas bon, l'Allemagne de la seconde guerre mondiale qui a commencé à construire des autoroutes qui sont toujours gratuites dans tous les sens. On a des systèmes urbains qui sont encore très très compétents. On a installé une vingtaine d'années de la DAI (Détection Automatique d'Incidents). Tout se faisait via un réseau coaxial qui faisait de l'analyse et savait que quelque chose allait mal.

Et aujourd'hui y'a des personnes qui arrivent avec un peu d'intelligence artificielle dans des caméras et qui nous disent qu'ils veulent révolutionner la ville alors que ça existait déjà. Et on a même pas attendu ces nouvelles technologies, si on prend le réseaux d'assainissement d'Ile-de-France tout est supervisé. La vidéo-surveillance, aujourd'hui y'a des milliers de caméras en Ile-de-France et ça existe depuis super longtemps. Moi ça fait plus de 10 ans que personne n'est revenu relever mon compteur d'eau chez moi.

C'est pas nouveau, ces systèmes existent. Mais qu'est-ce qui est nouveau ? Quelques réseaux qui arrivent, les réseaux bas-débit, mais qui ne correspondent pas à ce qu'on veut faire. Cela ne répond pas à, des besoins dont les gens du métier ont réellement besoin.

Notamment la fameuse « révolution de la donnée » que les gens commencent à comprendre. Stocker de la donnée sans la comprendre (5% de la consommation mondiale) n'a pas réellement d'utilité. Ça arrive et je commence à voir ce qu'on pourrait en faire. Des réseaux qui ouvrent un peu le champ du possible et des équipements embarqués qui arrivent mais des gens qui ne comprennent pas forcément ce qui serait vraiment disruptif.

La preuve avec le réseau Télécom, t'a des acteurs historiques qui se sont écroulés en quelques années. Le jour où on a eu les smartphones, tout s'est écroulé (Nokia, Black Berry). Je prends cet exemple-là de révolution technologique disruptive. Ça s'est pas produit sur la ville.

Victor – Pas encore ?

Z10 – On y est pas encore et je pense qu'il n'y a pas encore de petites start-ups arriver et être vraiment disruptifs. Alors qu'on regarde de près ce qui se passe. Les infrastructures physiques qui existent sont toujours là et n'ont pas bougé. On est venu saupoudrer de nouvelles technologies sans les remplacer. Pas complètement de l'esbroufe, pas disruptif. On a pas eu de grosse révolution.

Y'a un phénomène de mode et fait répondre aux besoins. Nouveaux phénomènes qui sont les biais de la construction de l'infrastructure urbaine telle qu'on l'a mise en place. Le sur-éclairage. Les îlots de chaleur, en lien avec le réchauffement climatique qui modifie de nombreux usages. Donc les métiers historiques n'ont pas été révolutionnés. On a les conséquences climatiques qui génèrent des besoins qui ne sont même plus du confort mais sont d'un niveau sanitaire. On va avoir des problèmes de sécurité en lien avec des inondations par exemple à côté de chez moi j'ai un voisin qui a tout le temps sa cave inondée.

Les épisodes de canicule deviennent récurrents. Toutes les conséquences du réchauffement climatique qu'il faut gérer. En plus de ça on a les aspects sociétaux, comportementaux. Chaque personne veut la prise en charge de ses besoins individuels. Individualisation des besoins et qui se traduit par « l'inclusivité ». Ce phénomène, bon c'est pas le bon terme mais bon le corollaire c'est que chacun veut son individualité prise en charge. Maintenant en plus du truc bien pour tout le monde il faut plein de petites verrues qui prennent bien ça en charge.

Des problématiques de mobilité, de logements, de sécurité, de sentiment de sécurité. Ces phénomènes urbains qui sont arrivés, ces nouvelles technologies qui arrivent et ces gens qui veulent améliorer les performances de la ville. Une partie c'est comment ces technologies qui peuvent répondre à ces nouveaux enjeux urbains. Ça tombe bien en même temps que les nouvelles technologies. **Par exemple aujourd'hui la ville il lui manque un bras et bah on peut lui mettre un bras cybernétique pour compenser les inondations.**

On peut prendre de façon très fine la température pour la « smart agriculture » qui permet d'être beaucoup plus fin. Plus de propreté, plus de sécurité, de meilleurs logements, moins de bruit. De nouveaux enjeux sanitaires.

Y'a de l'esbroufe sur certaines parties et de l'autre côté d'autres solutions des fois disruptives. Voilà ma vision.

Victor – Du coup qu'est-ce que vient faire le réseau d'éclairage public dans cette dynamique et as-t des exemples ?

Z10 – Deux phénomènes, premièrement l'EP bénéficie d'un « gap technologique » que d'autres n'ont pas eu, l'arrivée de la LED. Ni plus ni moins que des points lumineux en modélisation. Est-ce que c'est une bonne approche ? Je me pose des questions là-dessus. Ce point lumineux est donc pilotable, on peut faire du « on off ». Si on revient aux caractéristiques de cet éclairage et si on veut le piloter, y'a rien d'autres que ça, ce qui n'existait pas historiquement. **L'éclairage n'était pas « intelligent » et on ne pouvait pas jouer avec les grandeurs physiques intrinsèques du service que rend l'EP.** Donc on a ce phénomène qui arrive qui est que

l'éclairage peut devenir smart par rapport à ce qu'il était historiquement grâce à cette nouvelle technologie. Une révolution a eu lieu. Cet éclairage nouveau, on a trouvé des fonctions réelles à ce nouveau pilotage.

On va trouver des moyens de palier à cette nuisance lumineuse. Qui existait auparavant mais on ne lisait pas d'articles aussi prolifiques sur le sujet. Est-ce que cet enjeu existait déjà ou est-ce que des solutions existent maintenant.

Y'a ce premier point de réflexion autour de l'éclairage public. Tout doit devenir « intelligent », bon ils étaient pas plus bêtes avant, les villes elles fonctionnaient bien. Donc l'EP peut devenir plus intelligent et le deuxième volet c'est, une fois que lui on travaille dessus pour le rendre meilleur. Sachant qu'il va être remplacé par la LED, qu'on a un bon retour sur investissement. On sait que c'est dans les 10-15 prochaines années. Est-ce qu'on peut pas aller plus loin pour ne pas générer d'effets induits ? Y'a forcément des effets induits, des biais et faudra pas dire « on a fait exprès ». Donc construisons au mieux en essayant d'anticiper au maximum. Moi on m'a pas expliqué que l'éclairage public empêchait les gens de dormir. Donc la deuxième partie c'est l'attention envers ce réseau d'éclairage qui va être rénové et qui est la seule infrastructure qui apporte de l'électricité partout sur lequel on pourra greffer des nouveaux systèmes.

La révolution de cette infrastructure peut amener de nouveaux supports. Tous les apports de la LED. Nouveaux services peut-être. Donc vraiment ces deux volets sur lesquels y'a des réflexions à mener et ils ne sont pas antinomiques. L'éclairage plus intelligent ne bloque pas la smart city via l'éclairage public.

Victor – Tu vas me dire si tu es d'accord et on va remettre en contexte. Il n'y a pas dans la ville ce qui s'est passé dans les télécoms. Le marketing s'accompagne de quelque chose de vraiment nouveau. Comment t'es-tu construit ces réflexions ? Collègues ? Réflexion personnelle ? Littérature ? Empirique ?

Z10 – Y'a plusieurs trucs. D'abord un aspect très pragmatique. Mon directeur me dit « tu as une vision très ingénieur », ça c'est mon volet technique. Y'a un truc très important que je retrouve pas assez. La finalité, ce qui n'est pas un objectif. Quel est le vrai besoin ? Pour répondre à cette finalité, on doit répondre à des objectifs. Faut vraiment garder ça en tête, des biais de raisonnement finissent par remplacer le moyen par la finalité et le but par l'objectif. Faut vraiment avoir cette approche à chaque fois qu'on cherche à résoudre une problématique. Peut-être mon côté ingénieur mais si on l'a pas on ne réussit pas à résoudre le problème.

Cette approche générale qu'il faut avoir et ça permet de vraiment donner du sens à tout ce qu'on fait. A chaque fois qu'on consacre de l'énergie à résoudre cela, c'est toujours comment je vérifie que ça marche ? Aucun grand projet ne se déroule exactement tel qu'il a été prévu. Le vrai art de piloter consiste à changer tout en gardant les finalités en tête. C'est un peu la réflexion globale et la structure de réflexion qu'il faut avoir. Je me rappelle qu'il y avait les méthodes et si on applique les méthodes à la lettre cela marche pas.

Ensuite la vision globale c'est une vision très structurée, on me dit « avec des systèmes urbains faut résoudre des nouveaux problèmes ». Pour moi c'est très simple, un système urbain c'est des capteurs sur le terrain, des systèmes centraux et une gestion du tout. Maintenant comment on le structure ? Bah pour chacun des métiers on va réfléchir à un moyen de le faire. L'objectif c'est de communiquer avec des gens selon cinq sens. Là on a cerné, de toute façon on a pas 36 façons de communiquer, on va utiliser du tactile, visuel ou auditif. Maintenant quelles infos on veut communiquer ? Il faut avoir l'information.

C'est toujours cet aspect très structuré qui permet de bien communiquer. Par exemple le fauteuil roulant pourrait être « V to X ». Cet aspect modélisation qui dit « qu'est-ce je peux donner à qui et comment ? ». Cet aspect d'analyse très structurel qui permet de réfléchir à comment nous on peut venir accompagner suivant vos besoins.

Victor – On pourrait finir sur un truc : ta réflexion s'intègre très bien dans l'urbain.

Z10 – Système, on parle de système. Le guidage urbain par exemple répond à un objectif pas à une finalité. Une réflexion sur la finalité « on a des problèmes urbains et on cherche à les résoudre ».

Par exemple la fin des voitures dans la ville c'est pas la finalité, la finalité c'est le bruit, c'est la pollution, c'est le CO2. La suppression des véhicules devient la finalité ce qui génère des biais.

Victor – Sur ton idéal urbain...

Z10 – Je dis une bêtise, si pour supprimer les véhicules, on met des pompes à chaleur, on aura pas résolu la problématique. Les moyens sont parfois contre-productifs par rapport à la finalité.

Victor – J'avais vu un colloque « Paris, Ville Intelligente du XIXème siècle » qui parlait de cette époque où la ville intelligente était le triomphe d'une vision « ingénierique » de la ville. Une ville pas laissée au développement subie. Un moyen de repenser l'urbanisme pour tous. Pour toi ce serait ça l'idéal urbain ?

Z10 – Une des contraintes qu'on a c'est qu'on est à géométrie constante. On est pas comme Haussmann à tout refaire. On a le poids de l'histoire qu'il faut qu'on prenne en compte. Ce poids de l'histoire conditionne pas mal tout ce qu'on doit faire. Je me suis dit attends mais de quoi on parle ? La ville ? Des objets en béton les uns à côté des autres, mobilier et trottoirs collés. Le seul pouvoir de l'urbaniste c'est ça, il peut calculer des rayons de giration, des hauteurs de trottoir. Uniquement géométrique quand on dit « comment penser une ville plus inclusive gnagnagna ». Bah avec un pouvoir uniquement géométrique, répondre aux besoins des gens.

Avec ça on a du numérique qui vient rajouter de la dynamique dans la ville. La Smart City... enfin le lien social, c'est la population qui construit sa ville. On lui donne un espace physique figé et il vient y faire sa vie dessus. Je pense que si on prend la place de la Nation et qu'on la duplique à Istanbul, à Marrakech, etc. On verra que ce sera pas de la même façon. En Asie on aura des petits troquets, au Maghreb des salons de thé etc. Moi mon approche ce n'est ni plus ni moins que des géométries collées.

Une approche de « géométrie variable » serait vraiment disruptive pour rendre cette géométrie dynamique. Car pour l'instant on leur dit « vous avez ça, faites votre vie ». Celui qui fait du roller il veut ça, du vélo ça, des enfants ça. Plein d'aspects différents. Une population senior, telle typologie, une autre telle et ainsi de suite. L'appropriation de cet espace physique change en fonction des gens qui sont autour. La vraie réflexion elle est là. Toujours ramené à quelques espaces que j'aime bien, celle de chronotopie. Quand j'étais petit les terrains de foot étaient fermés en été. Et y'a pas si longtemps on se dit « tiens y'a plein d'infrastructures pas utilisés ».

Victor – Je propose qu'on finisse là-dessus, les géométries plus variables pour permettre une appropriation de la population.

Z10 – Il doit y avoir une innovation disruptive qui n'est pas encore arrivée. Les gens préfèrent rester dans leur confort actuel qu'ils maîtrisent avec les contraintes qu'ils subissent mais qu'ils préfèrent plutôt que de changer. C'est un phénomène connu, quelle proportion dans une population de gens capables de prendre des risques, des individus. Cette proportion fait qu'on est plus ou moins enclin à évoluer, des études là-dessus. C'était quoi la question ?

Victor – Sur l'idéal urbain.

Z10 – Oui être plus disruptif et modulables. Y'a ça et être plus renouvelable en milieu urbain et beaucoup plus que ce qu'on fait ici. On est face à une problématique majeure et on le résout à coup de bidouillage. On est dans Titanic en train de couler et comme j'ai trouvé un super fauteuil bah je bouge pas !

Une autre part qui est importante qui a un lien avec tes recherches est que certaines mutations urbaines ont déjà eu lieu sur un temps très très court, avec une approche de gain de confort et qui peut se permettre de modifier la ville. Toujours avoir en tête qu'il faut avoir cette capacité de modularité de l'espace urbain.

Victor – Ça te va comme mot de la fin ?

Z10 – Ouais c'est pas mal.

ENTRETIEN DE T11

Victor – ça enregistre, donc voilà on va se lancer et si on suit pas le plan c'est pas grave. Tu vas te présenter si tu veux bien.

T11 – Thomas Sellier, 26 ans, je suis ingénieur au service expertise et innovations. Depuis 1 an de CDD puis 6 mois. Je fais en charge que chaque projet se réalise depuis l'idée jusqu'à application sur le terrain.

Ces projets ça consiste en utiliser le réseau d'éclairage public pour faire autre chose que l'éclairage. Ça peut être de la végétalisation, ça peut être utiliser le réseau pour faire de la brumisation. Ça peut être l'utilisation comme support pour le stationnement de véhicules ou de l'éclairage « intelligent ». C'est-à-dire qu'il fait de la gradation en fonction des usagers présents sur l'espace public. Donc voilà y'a beaucoup de nouveaux usages de ce réseau technique urbain.

Ça c'est 80% de mon travail, les 20% restant c'est ce qu'on peut appeler des « tâches de fond ». Comme par exemple des ateliers avec d'autres acteurs institutionnels et des projets pédagogiques dans lesquels je suis amené à encadrer des élèves. Et aussi la gestion du réseau de télécommunication. De l'expertise réseau pour maintenir ce réseau de télécommunication.

Victor – Je commence toujours par une question volontairement candide. La VI, de l'esbroufe, de la poudre aux yeux ou une vraie révolution technologique ?

T11 – Ni l'un ni l'autre pour moi ! C'est pas de l'esbroufe dans le sens ou Ville Intelligente. Le terme et ce à quoi il peut référer dans l'esprit commun des gens c'est peut-être un peu mal choisi comme terminologie. C'est pas la ville qui est intelligente mais certains usages qui s'appuient sur des réseaux sur lesquels s'appuie la ville et qui sont des outils d'aide à la décision. C'est pas la ville en tant qu'entité qui est intelligente mais des parties qui constituent la ville et qui sont plus efficaces grâce à des nouvelles technologies.

C'est pas révolutionnaire dans le sens où on vient pas casser un verrou technologique mais c'est quelque chose qui apporte beaucoup. Beaucoup en tant qu'amélioration de services urbains. C'est tout ça qui va être de plus en plus important. Et c'est logique qu'on y investisse du temps et de l'énergie.

Victor – TU aurais une autre terminologie à proposer ? Est-ce que ça mérite une terminologie ? Ou c'est beaucoup de choses dans le même concept ?

T11 – Une terminologie j'en sais rien. Ça mérite qu'on l'étudie en tant que concept pour moi. La terminologie pour moi qui serait plus exact, ce serait (plus de la périphrase) mais ce serait de la « gestion intelligente de la ville », on peut faire un terme plus marketing. On crée pas une ville intelligente mais une manière de gérer de manière plus intelligente la ville.

Avec le réseau d'EP, ce serait une erreur de réfléchir qu'à notre propre réseau. On réfléchit, en amont et en aval, sur les autres réseaux techniques mais aussi sur le confort des usagers. Sur leur qualité de vie, le prix qu'ils vont payer. Pour moi c'est une gestion intelligente et une gestion optimisée. Mais Ville Intelligente ça fait un peu Frankenstein. La ville existe en tant que concept mais trop large pour que l'humain se dise « ha on a trouvé un moyen de la rendre autonome et intelligent », ça j'y crois pas dans les années à venir. Par contre, la ville existe comme concept et ça on peut le faire de manière intelligente avec des nouvelles technologies et ce domaine doit être étudié dans son ensemble car dans la ville, plus c'est dense et plus tout à un impact sur tout.

C'est important qu'on soit en lien avec les gens qui gèrent d'autres choses dans la ville et qu'on sache ce qu'est la ville et comment on la gère.

Victor – Du coup tu avais dit que ça peut se faire avec les nouvelles technologies. Est-ce que y'a un lien structurel entre technologies et ville intelligente.

T11 – Pour moi oui ! En gros la réponse c'est qu'on pourrait faire la Ville Intelligente sans les nouvelles technologies mais elles sont un moyen de faire une ville plus efficace, moins coûteuse. Pour moi c'est ça, on pourrait très bien imaginer une ville intelligente ultra low-tech où toutes les décisions sont prises en consensus. **C'est un énorme facilitateur et catalyseur de ce qu'on fait dans la ville.**

Victor – On a compris que tu connaissais ce réseau d'EP, peux-tu donner les points que tu connais bien et les autres ?

T11 – Mon expertise, de par mes expériences académiques et professionnelles c'est la connaissance de l'interconnexion des réseaux entre eux. Ce qui me permet de bosser sur la mutualisation des réseaux techniques car je vois comment ils fonctionnent. J'ai plus de connaissances techniques sur le réseau d'EP

même si j'ai des lacunes car je ne suis pas électricien. Même si j'en ai fait en prépa', J'ai fait des calculs de flux aussi mais en fait dans le réel on me demande demain « là on a un poste, il faut le dimensionner à combien de puissance pour que tel driver ne crame pas ? », je ne suis pas incapable de le faire mais je ne suis pas à l'aise.

On ne peut pas être expert en tout, ce qui est le défaut de la formation d'ingénieurs, on en nous forme pas à la manipulation technique d'objets. J'essaye de brancher un fil avec un autre pour compenser cette lacune. Y'a pas de métier où on est amené à tout faire.

Victor – Tu as parlé d'éclairage intelligent qui faisait de la gradation. Est-ce que tu pourrais me donner d'autres exemples de sujets concrets sur lesquels tu travailles.

T11 – Tu veux des exemples ?

Victor – Des exemples concrets de ce que ça peut être l'éclairage intelligent. La LED par exemple pour certains, pour d'autres tout le système. Pour toi ?

T11 – Pour moi y'a trois choses différentes, les nouveaux usages, l'éclairage intelligent et y'a la LED à part que je mettrais dans la catégorie « optimisation du système existant ». La LED pour moi c'est pas à proprement parler de l'éclairage intelligent mais une amélioration de la performance de ce qui existe déjà. On a un mât avec une lanterne et dans cette lanterne on a de la lumière. Avant, tu le sais mieux que moi, bougie, gaz, filament, puis SHP c'est-à-dire du gaz électroluminescent. Aujourd'hui on est du coup sur de la LED. Personne c'est magique.

Victor – Un matériau, tu lui donnes de l'électricité, il te sort des photons.

T11 – C'est un semi-conducteur, oui j'ai des amis qui ont fait leur TIPE sur les semi-conducteurs. Pour moi la LED c'est une évolution technologique dans la continuité et pas de l'éclairage intelligent. Ce qui est très bien mais c'est de la gestion intelligente mais c'est « **on remplace quelque chose de moins bien par quelque chose de mieux mais on remplace un pour un** ». Ça c'est une première chose, pour moi ensuite y'a l'éclairage intelligent, c'est pas un remplace un pour un mais on cherche des nouvelles manières d'éclairer. On pourrait dire la LED c'est ça mais c'est pas la même chose. On va chercher non pas une variation technologique mais une variation fonctionnelle, par exemple là dans la gradation on prend pas quelque chose qui va éclairer pareil mais avec moins d'énergie mais quelque chose qui éclaire au moment opportun.

En gros pour moi l'éclairage intelligent c'est globalement ça. Pour prendre un exemple d'avec mon collègue, on refait l'éclairage de 80 luminaires, je vais en parler sans donner le lieu. C'est de la gradation par la détection, on fait de la détection de mouvement pour éclairer à un niveau A et sous-éclairer à un niveau B quand on constate qu'il y a pas de visibilité. C'est de l'asservissement à un moyen d'éclairer à un facteur extérieur.

Première approche, la LED, on éclaire avec moins d'énergie, OK. Ensuite on va chercher comment « asservir » cet éclairage c'est-à-dire faire varier tout ça en fonction de paramètres extérieurs et ça c'est de l'éclairage intelligent. Le premier paramètre c'est la présence. On peut en avoir un deuxième qui va être la

temporalité. On peut asservir l'éclairage à l'heure du jour ou de la nuit. On va éclairer par exemple dans des couleurs chaudes plus que froides. Ou à 50% ou on éteint tout. Ça c'est un asservissement à de la temporalité et y'a un troisième type c'est de la communication entre luminaires, c'est-à-dire un asservissement ça l'état de ses voisins. C'est-à-dire si j'ai 3 lampadaires sur une ligne, mes lampadaires 2 et 3 sur-éclairent si le 1 détecte. **On asservit le mode d'éclairage à des paramètres extérieurs.** Ça peut être du bruit, de la pollution, des dates, etc. Et là on parle d'éclairage intelligent. C'est-à-dire on utilise l'éclairage public, deux choses.

- L'éclairage public
- Le réseau qui constitue l'éclairage public

Des choses pour lesquelles ne sont pas pensé ce réseau. Le support d'éclairage public et ce pour faire autre chose. En se disant le réseau a été fait pour remplir cette caractéristique et il peut remplir une autre caractéristique. On peut mettre de la brumisation, de la végétalisation, des kakemonos.

1. **Amélioration de l'EP en propre**
2. **Amélioration de l'EP en utilisant des nouvelles technologies de communication par exemple**
3. **L'amélioration de l'EP en l'utilisant de manière détournée pour des nouveaux usages**

Victor – Très bien c'est hyper clair. Je sentais dans les précédents entretiens deux catégories mais les gens ne savaient pas où mettre la LED.

T11 – On pourrait très bien dire que la LED rentre dans la deuxième catégorie. Mais non pour moi c'est à part.

Victor – Beaucoup de gens positionnent la LED comme catalyseur.

T11 – La LED ça déclenche beaucoup l'éclairage intelligent. On peut pas faire de gradation sans LED, on pourra faire de la double température de couleur sans LED. En mettant deux ampoules. Par contre pour les nouveaux usages c'est faux, car par définition c'est utilisé le réseau pour autre chose que l'EP. Or la LED est un élément constitutif de l'EP. Ils vont être dépendant du mât mais pas du type de lampe.

Victor – Je vais reprendre tes idées et on va prendre de la hauteur. On va essayer de comprendre d'où ça vient, expériences, lectures, rencontres. C'est l'usage qui rend intelligent le réseau et sa gestion. C'est pas révolutionnaire car cela ne vient pas casser de verrous technologiques.

T11 – Oui c'est parce que ce terme est beau aussi, mais également dans le sens où c'est pas l'imprimerie. C'est pas une révolution mais une évolution, continu et sans rupture.

Victor – La VI en tant que concept, mieux avec les nouvelles technologies.

T11 – Oui le faire sans nouvelles technologies ce serait compliqué sans. Les nouvelles technologies essentielles actuellement.

Victor – Débat que j'ai vu en colloque, les travaux haussmanniens est-ce que ville intelligente pour l'époque ?

T11 – Ma connaissance des grands travaux, le métro et les grandes avenues. Moi ce qu'on m'a appris lors d'un cours « formes urbaines et sociétés » par Xavier Malverti qui parlait de l'histoire de la création des villes. En en parlant la réponse va être oui ! Il parlait de la « forme spontanée des villes », quelqu'un qui fait un champ puis un autre et ainsi de suite. Les gens se regroupent par intérêt commun et au bout d'un moment ça crée une ville avec plein d'activités cohérentes et complémentaires entre eux.

Mais au bout d'un moment on arrive à une taille critique, l'auto-organisation a ses limites dans le nombre. C'est très politique, quand on arrive à une masse critique de personnes qui ont leur volonté et leurs compétences. On élit un maire qui a les compétences de la gestion de l'eau, des déchets, de la voirie, des transports en commun.

On arrive à Paris, ça s'étend et Haussmann dit « c'est le bordel, c'est insalubre », ce qui est logique. Du coup ce qu'il fait Haussmann c'est que, il fait une avenue comme ça ! Les gens des maisons gueulent mais ça permet de faire de l'air, des réseaux et de réorganiser quelque chose de viable qui ne l'était pas au départ. Car le fait d'organiser des réseaux c'est utile. Le premier vélo et le premier métro sont apparus en même temps.

Donc ouais pour moi Haussmann c'est de la gestion intelligente mais c'est pas pour ça que c'est bien. Y'a pas de jugement moral derrière mais sur le principe c'est ça, on **utilise les moyens technologiques de l'époque pour répondre à des besoins qui n'ont pas été adressés par l'ordre naturel des choses**. Enfin adressé c'est pas le bon moment mais plutôt « réfléchi ».

Victor – Naturel ?

T11 – Spontané !

Victor – On avait fait la différence entre trois types d'éclairage pas forcément dans la manière mais le fonctionnement. C'est un asservissement des manières d'éclairer en fonction de paramètres extérieurs et tu en as pris trois. Ensuite la LED.

T11 – Et on va dire y'a que la LED mais non on peut changer les réseaux de cuivre aussi. Je dis ça pour justifier que je mets la LED à part. Faire des poteaux en bois ça rentre dans cette catégorie par exemple.

Victor – Ok et enfin les nouveaux usages.

T11 – Oui un nouvel usage qui utilise l'EP en tant que tel et pas son réseau. J'ai pas mais on peut penser à deux choses qui existent déjà. Le premier c'est que les matériaux, les rebords de trottoir, aient une couche phosphorescente la nuit et donc bien visible. Ou les lignes blanches sur la chaussée. Un autre exemple c'est de la télécommunication via la lumière.

Victor- Maintenant on va finir sur « l'auto-sociologie ». Tu es plutôt d'accord sur ta définition en tant qu'ingénieur chez Evesa. La question est libre, d'où vient cela ? De tes expériences ? De ta formation ? De tes lectures ? Comment tu as construit ta vision ?

T11 – Je pense, c'est un reproche que fait un de mes amis à l'école d'ingénieurs. C'est l'école qui nous inculque cette vision-là. C'est une théorie en urbanisme qui porte un nom qui s'appelle « la ville des réseaux » que je connais mal. C'est l'idée que l'essentiel de la ville se fait par les réseaux techniques. Ce qui pour moi est assez vrai et pour un ami qui a fait un master d'urbanisme à Chicago est pas tout à fait vrai. En travaillant sur les différents réseaux de la ville.

Eclairage, eau, informatique et vision globale, économie. Ensuite j'ai eu la chance d'effectuer un stage de 6 mois auprès d'une thésarde que tu connais. On m'a demandé de faire une fiche récapitulative de ce qu'était les réseaux. J'ai vu l'intérêt de tout ce qu'étaient ces réseaux dans la construction de la ville. Mes études, mes stages et une vision aussi de Jean-Luc Mélenchon qui dit que la pensée politique d'un citoyen au XXIème siècle qui est très fonction de l'accès aux réseaux de la cité.

Et je trouve ça vrai car il y a une différence entre les pauvres de la ville et de la campagne c'est que le pauvre de la ville a accès à tout. Un SDF dans la ville a accès à Twitter, à de l'eau.

Victor – L'urbain rattrape la campagne mais il reste une différence.

T11 – La concentration des réseaux urbains fait qu'il y a une atténuation de la différence de classes sociales. A cause de cette collectivité. A la campagne tu payes pour ton tonnage de déchets, en ville c'est mutualisé.

Victor – Est-ce qu'on relit à la théorie marxiste de la ville. Dans le matérialisme, tes idées de tes conditions matérielles d'existence. Tu valides ce lien ?

T11 – Oui et notamment car dans les grands centres urbains, le Front National est le plus faible. Car il y a la culture mais il y a aussi l'adoucissement de la peine de l'écart social. C'est aussi vrai car des gilets jaunes parisiens y'en a pas trop. SDF en ville et campagne c'est l'horreur. Mais si on exclue les extrêmes riches et pauvres et qu'on garde le reste. Dans les centres-villes y'a beaucoup plus ces communs que l'individualisme qui est le marqueur de l'extrême droite.

Y'a beaucoup de choses qui m'intéressent là-dedans et qui m'ont fait m'y intéresser. Les réseaux techniques de la ville participent activement à la citoyenneté de ses habitants.

Victor – J'ai pas de fin à la *Thinkerivew* mais est-ce que tu as un mot de la fin ?

T11 – Ouais, globalement on a parlé beaucoup de l'intérêt de la ville intelligente pour les citoyens mais je pense que l'intérêt de la Ville Intelligente est aussi important pour lutter contre les effets du changement climatique. On utilise moins de ressources par habitants qu'à la campagne. Lutter contre les îlots de chaleur

urbain, pour permettre d'accueillir de nouvelles personnes qui sont des réfugiés climatiques. Beaucoup de choses comme ça peuvent être liées aux réseaux techniques urbains.

ANNEXE 18

Réflexions et bibliographie sur la recherche-action

La recherche-action est une modalité de la recherche dans laquelle la chercheuse ou la chercheur est partie prenante de son objet d'étude. Dans le cas de cette thèse, le caractère de son financement, au travers de la convention Cifre (Convention industrielle de formation par la recherche)⁴³⁶ pourrait orienter l'analyse de son contenu vers une prise en compte de cet aspect « opérationnel » ou « tourné vers l'action ». En réalité la consubstantialité des conditions de financement et des modalités opératoires n'est pas à analyser sous un angle aussi linéaire. Aussi est-il utile de faire un rapide détour par la littérature scientifique afin d'expliquer ce qui est à entendre par « recherche-action » et « terrain d'étude » au-delà de l'apparente trivialité de ces termes.

Rendons alors hommage à un précis scientifique de Georges Adamczewski [355] qui a rassemblé de nombreuses références académiques sur le sujet. Commençons donc ce tour d'horizon bibliographique par certains ouvrages proposés ainsi que les citations les plus pertinentes. Guy Le Boterf propose à ce sujet, dans un article de 1983 [356], la définition ci-dessous.

« La recherche-action est un processus dans lequel les acteurs sociaux ne sont plus considérés comme de simples objets passifs d'investigation, deviennent de plus en plus des sujets conduisant une recherche avec la collaboration de chercheurs professionnels. Ce sont donc les groupes sociaux concernés qui vont identifier les problèmes qu'ils veulent étudier, en réaliser une analyse critique et rechercher les solutions correspondantes »

Guy Le Boterf – « La recherche-action : une nouvelle relation entre les experts et les acteurs sociaux ? » [356].

Ici il est question d'une collaboration avec des chercheurs professionnels et de « groupes sociaux concernés » qui identifient les problèmes et participent à leur « résolution ». Il est donc ici présenté une démarche déductive par excellence, qui ne correspond pas exactement à notre cadre d'analyse. Nous nous permettrons cependant de retenir que les acteurs sociaux ne sont plus considérés uniquement comme des « objets passifs », une précision qui sera utile concernant notre terrain. Dans un cadre épistémologique similaire, Michel Bataille propose, quant à lui, une définition plus ouverte qui prend des allures de « non-définition ».

« On peut dire que la R-A n'est ni de la recherche, ni de l'action, l'intersection des deux, ni l'entre-deux, mais la boucle récursive entre recherche et action : se situer dans la complexité, c'est d'abord se situer dans cette boucle et non dans l'un ou l'autre des termes qu'elle boucle »

Michel Bataille – « Méthodologie de la complexité » [357].

Ainsi pour aborder pleinement la recherche-action dans des termes complexes⁴³⁷, il nous paraît important de « rester dans la boucle ». Soit ne pas se considérer ni comme un chercheur purement séparé de la réalité et de ses biais, ni comme un acteur à la rationalité complètement déterminée par son environnement opérationnel. Cette acceptation de la subjectivité et des biais personnels comme partie intégrante du processus de recherche

⁴³⁶ Voir glossaire.

⁴³⁷ Au sens de Michel Bataille [357].

se retrouve également dans un autre ouvrage, un « lexique » [358] dont l'entrée propose la définition ci-dessous.

« Recherche-action : modalité de recherche qui rend l'acteur chercheur et qui fait du chercheur un acteur, qui oriente la recherche vers l'action et qui ramène l'action vers des considérations de recherche, tout en refusant le postulat d'objectivité du positivisme »

B. Gauthier (sous la direction de) – « *Lexique.* » *Recherche sociale*, p' 522 [358].

Ce refus du postulat d'objectivité du positivisme fait notamment écho à la présentation de « l'analyse systémique » en Partie 1 [13]. « L'action » étant ici définie par la « modification du réel » ou plutôt la « modification de l'objet de recherche par le chercheur chargé de l'analyser ». En l'occurrence, il est question ici (dans le Chapitre 4.1.2) de notre expérience en tant que chef de projet et de l'analyse de cette dernière. Notre activité de recherche-action modifie donc l'objet de notre recherche, puisque nous en sommes partie prenante. C'est donc une théorie de la *praxis* en quelque sorte, qui permet de mieux la dévoiler et fait de l'analyse une partie de l'action, si nous reprenons les termes de Sartre [359].

« Le dévoilement d'une situation se fait dans et par la praxis qui la change. Nous ne mettons pas la prise de conscience à la source de l'action, nous y voyons un moment nécessaire de l'action elle-même : l'action se trouve en cours d'accomplissement ses propres lumières »

Jean-Paul Sartre – *Question de méthode* [359].

Si l'action trouve en cours d'accomplissement ses propres lumières⁴³⁸, la recherche-action pourrait alors faire figure d'acceptation de cette théorie de la pratique ou de cette inclusion de la théorie dans la pratique. Le chercheur utilise ses propres biais et sa subjectivité comme des outils au service de son analyse. Une analyse qui, ontologiquement, sera donc plus portée vers les aspects « qualitatifs » [360], comme le préconise Michèle Catroux. Un aspect qui nous ramène vers un aspect fondamental de la recherche-action, la définition du « terrain ».

Le terrain est une notion polymorphe dans la recherche scientifique, dont le sens premier est en lien avec la vérification empirique *in situ* des théories formulées précédemment⁴³⁹. Malgré cette définition qui paraît claire, il existe de nombreux écrits critiquant ce modèle de pensée fondé sur l'observation. C'est notamment le cas de Karl Popper [361], pour qui aucune démarche scientifique ne commence par l'observation de la réalité, le présumé étant le développement d'une idée de la réalité si (toutefois) celle-ci existe. De plus, toujours selon Popper la science suppose une tension constante entre la vérification empirique et la validation théorique, or un terrain est déjà la transformation d'un modèle intellectuel, voire d'une ébauche de théorie. Ce qu'il faut comprendre, c'est que le concept même de « terrain » implique une presque impossible complète mise à distance, incompatible avec l'observation *in situ*. Il (le terrain) implique donc la prise en compte de la subjectivité, de l'expérience personnelle, non pas en tant que biais mais en tant que « manière ».

En soi, le « terrain », dans notre recherche, permet de prendre au sérieux l'empirie en tant que rapport au réel et notre rôle de partie prenante dans cette empirie. Plutôt que de balayer d'un revers de la main toute forme de subjectivité supposée, il s'agit donc de la comprendre et de l'analyser au sein de la recherche scientifique.

⁴³⁸ Au sens où l'entendait Sartre.

⁴³⁹ Ce qui ne sera pas la définition que nous pourrions retenir *stricto sensu* concernant nos recherches.

Le résultat peut alors prendre la forme d'une « mise en récit de son existence » en se prémunissant de toute contemplation narcissique, pour reprendre la pensée de Joëlle Le Marec [362].

Pour parler spécifiquement de l'urbanisme et de l'objet « Ville Intelligente », la définition de notre terrain de recherche se fera dans la continuité des travaux présentés en Partie 3, c'est-à-dire notamment de Hahrie Han [302]. Cette dernière voyait, dans la manière d'organiser (au sens de « connecter ») la réflexion sur l'urbanisme en lien avec les technologies numériques, une porte ouverte sur un militantisme. Le but affiché étant la recherche d'une alternative à ce que cette politiste appelle « l'hégémonie des applis citoyennes » [302] dans la *Smart City*. Sur le même sujet, nous proposons une filiation avec les travaux d'Emmanuel Eveno [260] faisant de l'opérationnel une modalité de la science, dans une logique qui nous paraît bien « prendre au sérieux » l'empirie.

*
**

Une fois ces considérations prises, il importe de définir ce qui constitue, précisément, notre terrain et de comprendre son lien avec notre objet d'étude. **De manière directe, notre terrain est l'opérateur économique dans lequel cette thèse a eu lieu, à savoir Evesa (opérateur délégataire du réseau d'éclairage public parisien) et il peut s'étendre jusqu'aux connexions annexes que cette appartenance nous a permis de tisser.** Nous nous étendrons sur ces connexions dans le prochain chapitre qui y est dédié. La connexion entre terrain et objet d'étude nous paraît de surcroît évidente, notre objet étant le réseau d'éclairage public parisien, celui-là même qui est au cœur de la délégation. Ainsi, la subjectivité qui nous anime se dessine au cours des activités annexes auxquelles nous avons pu prendre part lors de cette thèse. Car tout en conservant le rôle de chercheur, nous avons également pu endosser celui d'ingénieur ou de chef de projet de manière annexe et en soutien aux employés d'Evesa.

Car si l'éclairage est un objet rétif (Partie 1), que ses mutations sont jalonnées de processus sociotechniques et politiques (Partie 2) et que la « ville intelligente » est le processus sociologique, *l'illusio* qui caractérise le mieux certaines de ses mutations contemporaines (Partie 3) **alors la participation à des activités visant à se projeter sur les évolutions futures du réseau nous semble la plus à même de constituer le terrain d'étude le plus adéquat pour compléter notre réflexion.** C'est cela qui rend ce terrain à la fois justifiant et justifié, comme respectivement une modalité de la recherche scientifique et une manière de penser les théories exposées précédemment.

C'est donc de manière très concrète que se déroulera la réflexion de la Partie 4, en proposant tout d'abord une série de « réalisations opérationnelles » que nous avons eu l'occasion d'observer en état de construction. L'occasion de comprendre comment un processus sociologique peut amener à la modification d'une matière technique. Nous présenterons également un *corpus* d'analyse plus compact dans lequel nous avons tenu un des rôles principaux et qui s'apparente à de la « recherche-action » comme décrite plus haut. S'en suivra une discussion qui nous permettra enfin de comprendre la teneur actuelle des processus de mutations urbaines de l'éclairage public, en tout cas à Paris.