EPFL

Thèse n° 9497

Lieu hologrammatique, un concept et une méthodologie complexe de mesure de l'organisation spatiale des réalités sociales.

Présentée le 29 avril 2020

à la Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit
Laboratoire de sociologie urbaine
Programme doctoral en architecture et sciences de la ville

pour l'obtention du grade de Docteur ès Sciences

par

Thibault Pierre Louis ROMANY

Acceptée sur proposition du jury

Prof. F. Kaplan, président du jury
Prof. V. Kaufmann, Prof. J. Lévy, directeurs de thèse
Prof. M. LUSSAULT, rapporteur
Prof. F. Burini, rapporteuse
Dr S. A. Koseki, rapporteur

École polytechnique fédérale de Lausanne

2020

Table des matières

Remerciements p. 7

Résumé p. 8

Abstract p. 9

Avant-propos p. 10

Entrée en matière p. 12

I. Faire le choix de la complexité p. 16

I.1. Un défi épistémologique. p. 21

Comment entrer en matière avec un problème complexe ?

I.1.1. Dépasser le paradigme de simplification p. 23

I.1.1.1. Le principe de disjonction p. 24

I.1.1.2. Le principe de réduction p. 25

I.1.1.3. Le principe d'abstraction p. 26

I.1.2. Quels sont les problèmes de connaissance relevant de la complexité ? p. 27

I.1.2.1. Les problèmes de simplicité p. 28

I.1.2.2. Les problèmes de complexité désorganisée p. 29

I.1.2.3. Les problèmes de complexité organisée p. 31

I.1.2.4. Les notions de complexe et de compliqué p. 33

I.1.3. Le défi épistémologique p. 35

I.2 Un défi théorique p. 37

Comment rendre compte de la construction sociale de l'espace afin de mesurer l'urbanité ?

I.2.1 Habiter comme travail écoumènal p. 41

I.2.2. L'urbanité actuelle, l'urbanité virtuelle p. 44

I.2.3 Le défi théorique p. 46

I.3 Un défi méthodologique p. 47

Comment établir une mesure du gradient d'urbanité ?

I.3.1 Critique des notions d'indicateur et de mesure p. 48

I.3.2. L'urbanité a priori, l'urbanité a posteriori p. 51

I.3.3. Le défi méthodologique. Mesurer l'urbanité de quels espaces ? p. 52

I.4 Propos d'étape p. 54

Mesurer l'urbanité de quels espaces ? Problématisation, hypothèses et enjeux

II. Le défi épistémologique p. 56

II.1. La pensée complexe p. 57

II.1.1. Le principe de réintroduction du connaissant p. 58

II.1.2. Le principe systémique p. 62

II.1.3. Le principe d'auto-éco-organisation p. 64

II.1.4. Le principe dialogique p. 66

II.1.5. Le principe récursif p. 71

II.1.6. Le principe rétroactif p. 72

II.1.7. Le principe hologrammatique p. 75

II.2. Les sciences sociales de l'espace p. 80

II.2.1. Où est l'espace ? p. 83

II.2.2. La conceptualisation absolue et positionnelle de l'espace p. 86

II.2.3. La conceptualisation relative et positionnelle de l'espace p. 88

II.2.4. La conceptualisation absolue et relationnelle de l'espace p. 89

II.2.5. La conceptualisation relative et relationnelle de l'espace p. 90

II.3. Propos d'étape. Le cheminement épistémologique p. 94

III. Le défi théorique p. 98

III.1. Du paléolithique à la mobilisation de la notion d'urbanité p. 99

III.1.1. L'invention perpétuelle d'une ressource : les lieux p. 100

III.1.2. Le Monde et la mondialisation p. 105

III.1.3. Les modalités de gestion de la distance p. 109

III.2. L'espace compte ! p. 113

III.2.1. La notion de métrique, problématiser la transdisciplinarité p. 115

III.2.2. La notion de substance, spatialiser l'a spatial p. 119

III.2.3. L'échelle, une notion simplifiante p. 122

III.3. L'urbanité, un concept faible p. 127

III.3.1. Les apports de la notion de densité p. 130

III.3.2. Les apports de la notion de diversité p. 135

III.4. Les figures de l'urbain **p. 137**
III.4.2. La notion de lieu et ses acceptions p. 139
III.4.2.1. Genius loci, dialogique entre milieu et individu p. 141
III.4.2.3. Khôra, le lieu est une matrice p. 144
III.4.2.4. Hyper lieux, évolution des processus de localisation p. 146
III.4.3. Vers une conceptualisation hologrammatique de la notion de lieu p. 146
III.5. Point d'étape. Le cheminement théorique **p. 144**
III.5.1 Une grille de lecture pour rendre compte d'un phénomène complexe p. 156

IV. Le défi méthodologique **p. 160**
IV.1. La mesure de l'urbanité n'est pas son analyse **p. 161**
IV.2. L'urbain et ses données **p. 164**
IV.2.1. Les données du réseau viaire mobilisées p. 167
IV.2.2. Les données de transports publics mobilisées p. 169
IV.3. Produire une discrétisation de l'urbain **p. 172**
IV.4. Produire une matrice Origine-Destination et Destination-Origine (OD2) **p. 178**
IV.5. Les outils de modélisation mobilisés **p. 182**
IV.5.1. Création du réseau permettant le calcul de la matrice OD2 p. 186
IV.5.2. Préproduction de la matrice OD2 : tuilage p. 190
IV.5.3. Calcul de la matrice OD2 p. 192
IV.5.4. Création des tables de travail par origine p. 194
IV.6. Identification des lieux **p. 195**
IV.6.1. Calculs préliminaires à l'identification des lieux p. 196
IV.6.2. Visualisation préliminaire à l'identification des lieux p. 198
IV.6.3. Mesure absolue et relationnelle d'une substance en tout point p. 200
IV.6.4. Etablir un algorithme récursif d'agrégation p. 201
IV.6.4.1. Échec d'un premier algorithme par emboitement p. 202
IV.6.4.2. Un algorithme récursif par connexité p. 204
IV.6.5. Mesure relative et relationnelle d'une substance p. 208
IV.7. Propos d'étape. Ne pas se tromper d'espace **p. 210**

V. Le lieu hologrammatique, un concept et une méthodologie p. 215
V.1 Le lieu hologrammatique, une conceptualisation complexe de la notion de lieu p. 218
V.2. Le lieu hologrammatique, une méthodologie complexe de mesure p. 224

Tables
Table des encadrés p. 226
Table des figures significatives p. 228
Table des codes p. 231

Bibliographie p. 229

Curriculum vitae p. 238

Remerciements

> « Le seken, ce sont « les gens », mais pas n'importe lesquels : les gens qui, d'une façon ou d'une autre, ont avec le sujet un rapport localisé dans l'espace et dans le temps. » (Berque, 1982, p. 186)

Au président du jury, Frédéric Kaplan, aux membres du jury, Michel Lussault, Federica Burini et Shin Koseki, ainsi qu'à mes directeurs de thèse, Vincent Kaufmann et Jacques Lévy, j'exprime toute ma gratitude pour l'accueil et l'intérêt qu'ils ont réservés à ce travail.

Je tiens à témoigner ma reconnaissance au professeur Jacques Lévy qui m'a permis de débuter cette aventure et de bénéficier de l'autonomie indispensable afin de parcourir l'horizon construit par les sciences sociales de l'espace et la pensée complexe. Les échanges au sein du laboratoire Chôros, aussi nombreux que stimulants, m'ont permis d'orienter et de critiquer mes explorations. Je tiens à souligner l'importance dans ce processus d'Ogier Maitre, Jean-Nicolas Fauchille, Ceyda Bakbasa, André Ourednik, Boris Beaude, Mirza Tursic, Lucas Tiphine, Carole Lanoix, Jade Rudler, Dominique von der Mühll, Monique Ruzicka-Rossier et Véronique Mauron. De plus, les apports des personnes participant au rhizome exploré durant différents projets de recherche ont également été inestimables. Je tiens à remercier les membres du laboratoire Diathesis (UNIBG) et particulièrement Federica Burini et Giuseppe Psaila (Urban Nexus). Serge Thibault (Polytech Tours) pour avoir participé à produire un espace de transdisciplinarité autour de la notion de lieu. Alain l'Hostis (UGE) pour ses critiques concernant la notion de distance (Géopoint16). Je tiens également à souligner le soutient du professeur Jeffrey Huang (LDM, EPFL) pour la réalisation de la summer school Relational space / Relational urbanism, Monique Amhof et particulièrement Peter Ortner avec qui j'ai eu le plaisir d'organiser cet évènement.

Je tiens à témoigner ma reconnaissance au professeur Vincent Kaufmann qui m'a permis de réaliser une mobilité vers la sociologie urbaine et a critiqué mon travail dans la plus difficile partie de cette recherche. Pour les nombreux échanges qui ont rendus possible la finalisation de ce travail, merci à l'ensemble des membres du LaSUR, et particulièrement à Luca Pattaroni, Guillaume Drevon, Annick Evéquoz, Emmanuel Ravalet, Armelle Hausser, Juliana Villamizar, Caroline Lorio, Maxim Felder et Marc-Edouard Schultheiss.

Merci enfin à mes parents et à mes amis pour leur soutien, à ma mère en particulier pour ses corrections minutieuses et à Thomas pour sa relecture. Merci enfin à Marina pour son soutien et sa présence tout au long de la réalisation de ce projet.

Résumé

> « *Nous vivons à l'époque de l'infinie variété des spatialités, des métriques et des échelles. Nous vivons à l'époque de l'espace complexe.* » (Lévy & Lussault, 2003, p.20)

L'urbain est un phénomène complexe dont l'exploration demeure un enjeu scientifique majeur. Faire le choix de la complexité afin de renouveler nos capacités de compréhension et d'action sur et avec l'urbain n'a rien de trivial. *La pensée complexe* développée par Edgar Morin est aussi élégante qu'insaisissable. *Les sciences sociales de l'espace* développées par Jacques Lévy et Michel Lussault ont contribué au renouvellement de la place de l'espace pour comprendre l'habité. L'objectif de la présente thèse est d'articuler ces deux approches constructivistes, afin d'atteindre un plus haut niveau de synthèse concernant la compréhension et la mesure de la construction sociale de l'espace habité. Cette recherche se développe en trois parties :

- Le défi épistémologique : comment entrer en matière avec un problème complexe ?
- Le défi théorique : comment rendre compte de la construction sociale de l'espace afin de mesurer une substance urbaine ?
- Le défi méthodologique : comment établir une mesure de cette substance ?

À partir de réflexions sur la mesure de l'urbanité, je propose une généralisation à celle de la spatialisation des réalités sociales. Par la traduction des notions de métrique, d'échelle et de lieu, le travail de l'auteur aboutit à la proposition d'un concept et d'une méthodologie indisciplinaire de mesure de la spatialisation des réalités sociales : le lieu hologrammatique.

La thèse défendue est qu'une telle conceptualisation nous permet d'identifier les limites des lieux, leurs émergences. Cette identification *a posteriori* permet l'établissement non pas d'un indicateur, mais d'une mesure de la spatialisation des réalités sociales.

Cette recherche contribue au renouvellement des méthodes d'analyse de l'urbain vers l'établissement d'une méthodologie complexe permettant de rendre imaginable un urbanisme relatif et relationnel.

Mots clefs : pensée complexe / sciences sociales de l'espace / urbain / modélisation / cartographie / métrique / échelle / dialogique / densité / diversité / urbanisme / urbanité

Abstract

> « *Nous vivons à l'époque de l'infinie variété des spatialités, des métriques et des échelles. Nous vivons à l'époque de l'espace complexe.* » (Lévy & Lussault, 2003, p.20)

The urban is a complex phenomenon whose exploration remains a important scientific challenge. Choosing complex thought in order to renew our capacities for understanding and action on and with the urban is not trivial. The complex thought developed by Edgar Morin is as elegant as elusive. The social sciences of space developed by Jacques Lévy and Michel Lussault have contributed to the renewal of the space's place to understand the inhabited. The objective of this thesis is to articulate these two constructivist approaches, in order to achieve a higher level of synthesis regarding the understanding and measure of the social construction of inhabited space. The thesis consists in three parts :

- the epistemological challenge : how to enagage with a complex problem ?

- the theoretical challenge : how to appreciate the social construction of space in order to measure an urban substance ?

- the methodological challenge : how to measure this substance ?

Based on reflections concerning measuring urbanity, I propose a generalization to that of the spatialization of social realities. By translating the notions of metric, scale and place, the author's work leads to the proposal of an indisciplinary concept and methodology for measuring the spatialization of social realities: the hologrammatic place.

The thesis defended is that such conceptualization allows us to identify boundaries of places by their emergence. Such an *a posteriori* identification allows the establishment not of an indicator, but of a measure of the spatialization of social realities.

This research contribute to the renewal of urban planning methodologies toward the establishment of a complex methodology that makes conceivable a relative and relational urbanism.

Keywords : complex thought / spatial social sciences / urban / modelling / cartography / metric / scale / dialogic / density / diversity / urbanism / urbanity / place / hologram

Avant-propos

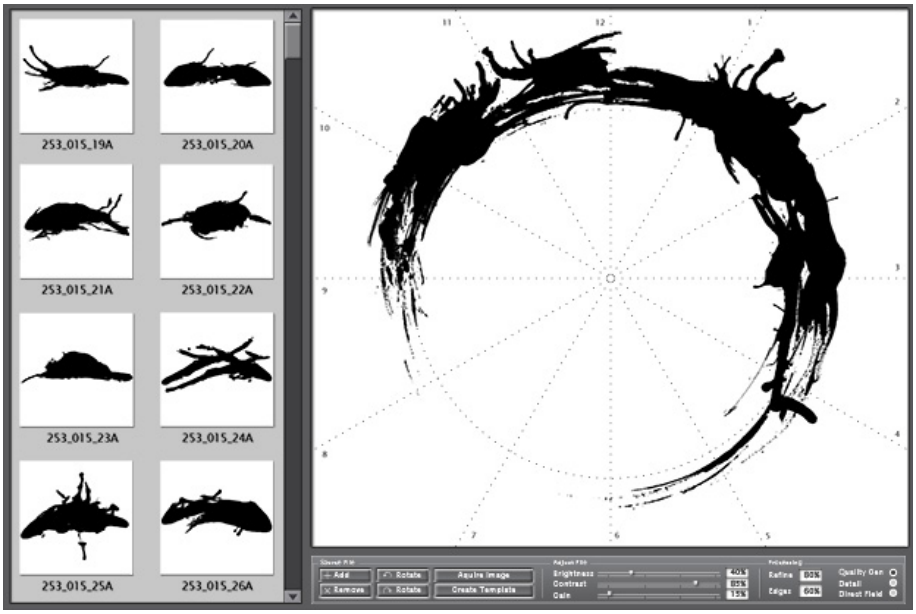


Figure 1. *Analyse et écriture d'un code pour un langage fictif, visuel et non linéaire, C. Wolfram, 2017.*

> « *Qu'un lien sans équivoque unisse le mot et son référent, telle est la réalité des îles, et telle est l'insularité du monde, pour peu que l'on n'en réduise pas la concrétude à l'abstraction d'un espace universel. Concretus, en latin, c'était le participe passé de concrescere : grandir ensemble. Effectivement, dans les îles comme dans la réalité du monde, les gens, les mots et les choses ont grandi ensemble ; ils ont une histoire commune.* » (Berque, 2016, § Premier cheminement vers le lieu)

L'ensemble des symboles qui participent à la production de sens constitue un système complexe que nous coproduisons quotidiennement. En ce sens, l'axiome de Sapir-Whorf, qui stipule une relation entre la faculté d'expression et notre représentation du monde, est une clef de compréhension tant de la construction de l'individu, de la société, que de notre régime de connaissance. Si nous percevons l'évolution de notre propre langue à travers différents néologismes et hybridations, il est important de relever que le contexte linguistique de production d'une proposition est fondamental pour atteindre le sens de toute proposition. Pour faciliter cette compréhension, les différents auteurs sont, volontairement, cités sans traduction vers le français.

Notes de rédaction

Les références dans le texte renvoient à l'ouvrage consulté (Auteur, date de publication) complété par une date entre crochets quand la contribution initiale est antérieure et significative (nouvelle édition, publication postérieure à une conférence, etc.). Les citations sont complétées par la page de l'ouvrage consultée où il est possible de la retrouver afin de contextualiser le propos. Dans le cas d'un ouvrage numérique n'indiquant pas de pagination, le titre complet du paragraphe contenant la référence est mentionné

Les différentes dates précisant les consultations de documents en ligne, la tenue de colloques, et de séminaires sont précisées sous la forme : année / mois / jour.

Entrée en matière

Figure 2. *Sky Mirror for Gothamist, Anish Kapoor, New York, 2006.*

« ***Comment définissez-vous l'architecture et l'urbanisme ?*** *[…] Nombreux sont les architectes* […] *qui sont persuadés que l'objet architectural qu'ils élaborent n'a de lien ni avec les autres constructions ni avec le site, ou plus généralement avec la société* […]. *L'urbain possède plusieurs niveaux d'espaces différenciés et l'urbaniste croit qu'il n'intervient que sur une portion continue et homogène d'un espace, lui-même supposé homogène, alors même qu'il s'agit d'une superposition à plusieurs dimensions.* […] *l'urbaniste ne comprend pas toujours que les échelles se télescopent, et qu'il faut penser le "petit" avec le "grand" et inversement* […]. *Une telle approche oblige à redéfinir la notion de limite, de frontière.* […]. *Ou plus compliqué encore : quelle est l'identité d'un lieu ?* […] *Peut-être faut-il apprendre à vivre dans le changement, l'instabilité, l'éphémère, dans des lieux dont le sens se modifie rapidement, dans lequel les repères se brouillent sans nous affecter. Chaque identité correspond alors à une certaine combinaison de circonstances.* […] *Cela est particulièrement stimulant, mais je crois que nous en sommes encore au degré zéro de la pensée... Quand on ne maîtrise pas un changement social et culturel, comme dans l'exemple de la périphérie, on évoque une situation pathologique de la ville, alors même qu'il faudrait saisir l'ordre de ce désordre, la logique propre à cette situation. Mais pour cela, il faut en comprendre les divers mécanismes.* » (De Carlo dans Paquot & Martin, 2008 [1997], p. 161)

D'un espace, à l'*espace*. Comme le souligne Giancarlo De Carlo1 [1] contextualiser les situations urbaines constitue un enjeu afin de nous permettre de comprendre et d'agir sur l'espace des sociétés (citation, p. 12). En vue de penser l'organisation des dimensions du social, il nous invite à rejeter une conception homogène de l'espace, à problématiser l'émergence des notions d'échelle, de limite, de lieu et d'identité. Entrer en matière avec ces problèmes complexes constitue ma principale source de motivation.

Durant mes études d'architecte, j'ai appris à concevoir *de l'espace*, suivant une acception simplifiante de cette notion. Il était usuel de le réduire à sa dimension matérielle et de le différencier du social (lui-même réduit à la notion d'usage). Tout en étant efficientes afin de projeter *des espaces* génériques, les méthodes enseignées me semblaient particulièrement limitées concernant la prise en compte du contexte. Afin de concevoir une contextualisation plus subtile de mes projets, la lecture de *l'Homme spatial. La construction sociale de l'espace humain (Lussault, 2007)* et les retours critiques de Sylvaine Bulle [2] ont rendu imaginable une pensée conjointe de l'espace et du social (Figure 4, p. 16).

Durant mon cycle de master, j'ai tenté de dépasser cette disjonction* en mobilisant les notions de spatialité*, d'hétérotopie* (Foucault, 2012 [1966]) puis d'émergence* (Morin, 2005 [1990]). Ces travaux m'ont permis d'appréhender la complexité [3] comme une prise pour problématiser la construction sociale de l'espace. Cette attention curieuse pour la pensée complexe a dès lors guidé mes choix vers la réalisation de cette thèse sur la mesure de l'urbanité.

Dans ce cheminement, Xavier Marsault [4] a contribué à organiser mes premières pistes de recherches liant architecture et complexité. Par la suite, Pablo Jensen [5] a également pris le temps de critiquer mon positionnement et participé à réorienter mes questionnements de l'architecture vers l'urbain. Les échanges avec ces deux chercheurs ont structuré mes réflexions concernant mon mémoire [6], mon orientation professionnelle vers l'urbanisme (agence INterland 2010-2013) tout en alimentant mon goût pour la recherche. Dans le même temps, la réalisation de mon

[1] Ingénieur et architecte italien [1919-2005], il fut membre du CIAM et fondateur du Team X. Il contribua aux sciences humaines et sociales par la création de la revue *Spazio e Società* [1978-2001] fondée dans l'espace francophone en 1975 par Henry Lefebvre [1901-1991] et Anatole Kopp [1915-1990]. Il est également fondateur du *Laboratory of Architecture and Urban support Design* [1976-].
[2] Professeure de sociologie (ENSA PVS-Diderot).
[3] Sans entrer plus en détail pour le moment sur le sens de ce terme, il convient d'en citer la racine : « *complexus : ce qui est tissé ensemble* » (Morin, 2005, p. 21).
[4] Chercheur (ENSAL, MAP-ARIA), ingénieur des Travaux Publics de L'Etat et docteur en informatique.
[5] Directeur de recherche (ENS), directeur de l'institut des systèmes complexes de Lyon, docteur en physique.
[6] Romany, T. (2010). Design complexe. Quelles méthodes mettre en œuvre pour aborder le design en architecture et en urbanisme suivant le paradigme de la pensée complexe? Mémoire mention recherche. https://www.aria.archi.fr/wp-content/uploads/2011/01/Memoire_2010_Thibault_Romany.pdf.

diplôme d'architecte [7] a été l'occasion de construire une réflexion sur les processus de construction de limites urbaines et d'approfondir les apports des sciences sociales de l'espace par le vecteur de la revue *EspacesTemps* [8].

Vers un renouvellement des méthodologies d'analyse de l'urbain. Dès la fin de mes études d'architecte, j'ai intégré une agence d'architecture, de paysage et d'urbanisme [9] développant également des travaux de recherche. Bien que le travail en équipe pluridisciplinaire fût particulièrement stimulant (architecte, urbaniste, paysagiste, sociologue), j'ai pu constater lors de cet exercice de l'urbanisme opérationnel que la simplification usuelle des espaces habités ne nous offre pas de prise suffisamment robuste pour fonder une action sur l'urbain en adéquation avec les temps et les pratiques (Encadré 1, p. 15). Cette expérience a renforcé ma conviction qu'un renouvellement des méthodologies d'analyse et des pratiques de l'urbanisme est souhaitable.

Dans le cadre des activités orientées vers la recherche de cette agence, j'ai eu l'occasion de rencontrer Jacques Lévy lors d'un colloque à l'institut rhônalpin des systèmes complexes [10]. Ce premier contact m'a permis plusieurs années après de débuter cette recherche au sein du laboratoire Chôros dans les meilleures conditions, celles offertes par l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (ÉPFL).

Ce parcours m'amène aujourd'hui à vous présenter l'avancement d'une méthodologie permettant de rendre imaginable une approche complexe de l'urbain. Ce premier travail de recherche représente, pour moi, une étape orientée vers l'émergence d'un urbanisme complexe qui dépasse largement mon objet de recherche, la mesure de l'urbanité.

Dès la première réunion de travail concernant la précision du sujet de cette thèse, Jacques Lévy a redéfini les contours généraux de mon intention de rendre opérante une approche complexe de l'urbain : « *Un tel projet n'est pas un travail de thèse. C'est le travail d'une vie* ». J'aborde ainsi cette recherche avec pour ambition de contribuer au renouvellement des méthodes d'analyse vers l'établissement d'une méthodologie complexe nous permettant conjointement de comprendre et d'agir sur l'urbain.

[7] Émergence, 2010.
[8] Revue indisciplinaire de sciences sociales, www.espacestemps.net.
[9] INterland, Lyon, www.interland.info.
[10] Dynamiques intra-urbaines, 12/10/08.

Encadré 1. Vers un renouvellement systémique des méthodologies d'analyse de l'urbain

Dans le cadre d'une analyse urbaine et territoriale préfigurant le projet d'extension d'une ligne de métro, je me suis trouvé, avec l'ensemble de l'équipe d'assistance à la maîtrise d'ouvrage, dans une impasse. Il nous était demandé dans une première phase d'évaluer le potentiel urbain de différents tracés identifiés par un bureau d'étude en déplacement, avant de proposer les principes fondamentaux d'un projet urbain.

L'un des tracés, le plus coûteux du fait de la constitution des sols, était en mesure de desservir un grand ensemble existant. Un autre offrait une surface agricole urbanisable au contact de la future station (Figure 3, ci-dessous). Bien que notre équipe ait identifié l'enjeu de la connexion au grand ensemble comme prioritaire, nous n'avons pas su développer un argumentaire suffisamment convaincant pour nous opposer aux bilans financiers des experts en déplacement et des économistes. Nous nous battions avec une approche qualitative, contre un argumentaire quantitatif plus probant pour les techniciens et les politiques en charge de ce projet. Les mots n'ont pas eu la moindre chance contre les nombres.

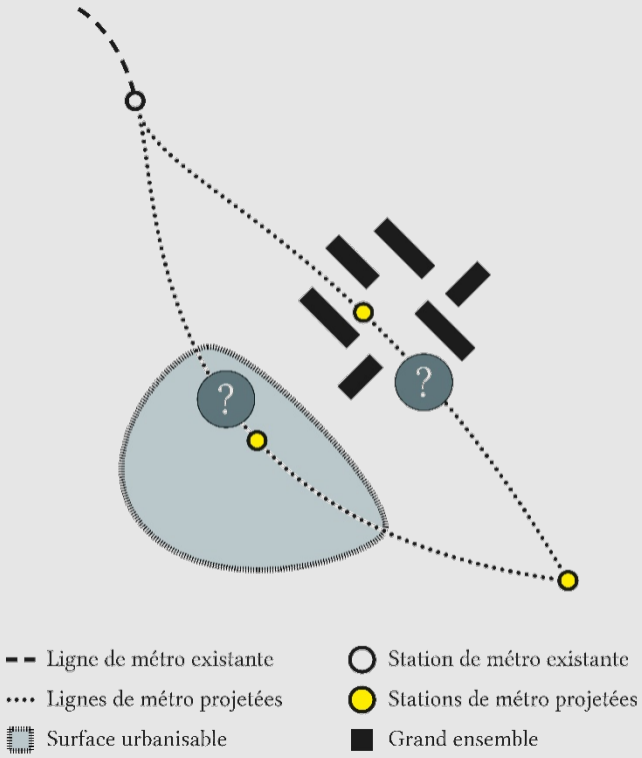


Figure 3. *Schéma de situation.*

Le plus troublant dans cette expérience tient au fait que c'est peut-être la meilleure solution qui a été adoptée. Nous n'avons actuellement aucune méthodologie nous permettant d'évaluer l'impact de tels scénarios d'aménagement sur l'urbain, ce qui a la fâcheuse conséquence opérationnelle de fonder la planification urbaine et territoriale sur un malentendu. Cette expérience a été pour moi significative dans l'identification d'un besoin de renouvellement des méthodologies d'analyse qui puisse nous permettre d'entrer en matière avec les systèmes urbains.

I. Faire le choix de la complexité

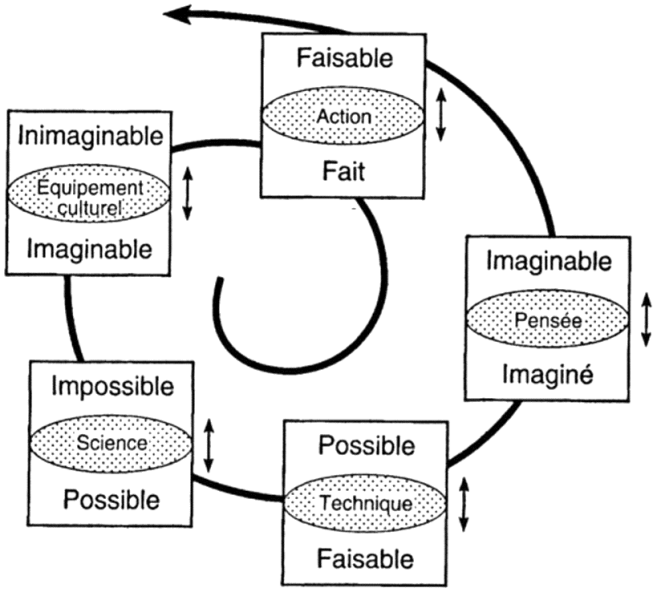


Figure 4. *La dérive continue du monde humain (P. Lévy, 1994, § Voyage à Cnossos).*

> « *Ce qui nous manque – il faut bien s'en rendre compte – c'est un mode de pensée, une vision d'ensemble qui nous permette de comprendre, en réfléchissant, ce que nous avons en réalité sous les yeux tous les jours, qui nous permette de comprendre comment la multitude d'individus isolés forme quelque chose qui est quelque chose de plus et quelque chose d'autre que la réunion d'une multitude d'individus isolés - autrement dit, comment ils forment une « société » et pourquoi cette société peut se modifier de telle sorte qu'elle a une histoire qu'aucun des individus qui la constituent n'a voulue, prévue, ni projetée telle qu'elle se déroule réellement* » (Elias, 2004 [1939], p. 41)

De l'individu à l'espace. La complexité inhérente à l'organisation sociale de l'espace (Entrée en matière, p. 12) peut être introduite grâce aux apports particulièrement stimulants du philosophe et sociologue Norbert Elias [1897-1990]. Il conçoit dès 1939 [11] une approche quasi complexe de la société qu'il formule par une métaphore : l'ensemble des relations au sein d'une société constitue un filet multidimensionnel reliant les réalités sociales (Elias, 2004 [1939], p. 70,

[11] La première partie de *la société des individus* explicite les fondements théoriques de sa pensée concernant la notion de société. Elle a été rédigée en 1939 mais ne sera finalement rendue publique qu'en 1983. Initialement soumise en tant que conclusion de son ouvrage - *Sur le processus de civilisation* (1939) elle a été retirée par contrainte éditoriale. Cette situation, finalement considérée comme bénéfique par l'auteur, aboutira un demi-siècle plus tard à une contribution fondamentale pour la sociologie. La seconde partie, rédigée entre 1940 et 1950 développe le processus d'individuation au regard des notions de génération et de société, et plus précisément leurs relations de dépendance et d'autonomie. La troisième partie, rédigée entre 1986 et 1987, constitue l'aboutissement de cette recherche avec le rapport de la partie au tout à travers les évolutions dans le temps du « nous-je ».

p. 91). Afin d'entrer en matière avec ce tissu complexe de relations il nous invite à dépasser l'opposition entre individus et société, à dépasser tant l'individualisme méthodologique que l'holisme* (citation, p. 16). Il s'agit de comprendre les spécificités de leurs dialogiques* afin d'ouvrir la voie « *à une vision d'ensemble plus étendue, à un plus haut niveau de synthèse* » (Elias, 2004 [1987], p. 212).

Au début des années 1980, Augustin Berque intègre explicitement l'espace à cette contribution en établissant que les spécificités de chaque société s'expriment dans l'organisation de leurs espaces, matériels, immatériels et idéels (Berque, 1982, p. 3 ; Encadré 3, p. 39). Il conçoit cette organisation comme *analogique*, notion qu'il définit, au-delà de l'association de dimensions du social ayant des propriétés communes, par l'existence de liens non déterministes entre la société et ses parties (Berque, 1982, p. 15-24).

Loin d'être isolés à la fin du XX^{ème} siècle, ces deux penseurs nous invitent à prêter une attention fine aux relations entre les réalités sociales*, à accepter la complexité intrinsèque de l'organisation sociale de l'espace (Encadré 2, p. 18).

La complexité comme problématique. La complexité a été identifiée comme un chantier majeur de construction des savoirs dès la première moitié du XX^{ème} siècle (citation, p. 71 ; Bachelard, 2013[1934] ; Elias, 2004 [1939] ; Weaver, 1948). Il a cependant fallu attendre la fin du siècle pour observer une stabilisation de son épistémologie avec le paradigme*, aussi élégant qu'insaisissable, de la pensée complexe (Morin, 2008 [1977-2004] ; II.1, p. 57).

La pensée complexe implique de *concevoir* un dépassement du paradigme de simplification (I.1.1, p. 23). Afin de relever ce défi, il s'agit de naviguer dans un contexte noologique [12] qui perpétue l'héritage de la Raison afin de *rendre imaginable* des savoirs complexes, de *rendre possible* des méthodologies complexes et de *rendre faisable* des pratiques complexes (Figure 4, p. 16). L'enjeu contemporain relatif à ce paradigme consiste à développer des méthodologies afin de rendre faisable ce que ces penseurs ont rendu imaginable. Comme le souligne Alvaro Malaina, ce défi est plus simple qu'il n'y parait « *étant donné que ses pièces constitutives sont déjà là, même si elles sont encore dispersées. Il ne faut pas les créer, il faut les réunir et les tisser ensemble.* » (Malaina, 2012, p. 185).

[12] Cette notion a été introduite par André-Marie Ampère afin de classifier les connaissances (Ampère, 1838 [1834]). Elle renvoie aux savoirs de « *la philosophie, la littérature et l'étude des langues, la technique et l'esthétique, la pédagogie, l'ethnologie et l'histoire, les sciences politiques (Thinès-Lemp.1975)* » (CNRTL, noologique, 19/07/11.). Elle a été mobilisée par Edgar Morin afin de préciser en quoi la pensée complexe est disruptive : l'établissement d'un paradigme noologique de la complexité implique une organisation différente des savoirs et des connaissances ainsi qu'une évolution des pratiques de l'ensemble de la société (Morin, 2008 [1991], t. 4).

Encadré 2. Le tournant spatial, un évènement épistémologique

À la fin XX^{ème} siècle, cet évènement a transformé l'ensemble des sciences sociales en affirmant « *qu'une pensée de l'espace est nécessaire pour mener à bien le projet d'intelligibilité du monde inhérent aux différentes disciplines des sciences sociales et humaines* » [13] (Pattaroni, 2016, p. 2). Il consiste à concevoir l'espace comme une construction sociale, une dimension du social (Lefebvre, 2000, p. 108). Comme le souligne Luca Pattaroni, « *L'enjeu en particulier est de mieux spécifier la dimension relationnelle et politique de l'espace en identifiant différentes modalités de la relation entre les processus spatiaux, les formes de l'agir et les modalités du commun.* » (Pattaroni, 2016, p. 3). Le tournant spatial peut ainsi être compris comme une évolution axiomatique : le passage d'une conceptualisation positionnelle et absolue de l'espace à une conceptualisation relative et relationnelle (II.2.1, p. 83). Dès lors que cet axiome est retenu, il impose de (re)questionner l'ensemble des connaissances fondées sur une conceptualisation de l'espace compris comme un simple support de la société.

Afin de mieux cerner pourquoi cet axiome n'est pas seulement théorique, Henri Lefebvre [1901-1991], établit que cet évènement constitue une ouverture transdisciplinaire dans la construction même des savoirs : « *le développement d'une « science de l'espace » s'inscrit dans une visée de « théorie unitaire » à même de relier le physique, le social et le mental dans une « science globale de la réalité dite humaine » (Lefebvre, 1974, p. 20). C'est la notion de « production de l'espace » qui permet de lier dans un tout théorique à la fois la genèse des espaces – dans leur dimension à la fois idéelle et matérielle – et les « pratiques sociales (spatiales) inhérentes aux formes » (Ibid., p. 21). Une distinction en triptyque doit permettre cette articulation : l'espace est à la fois perçu, conçu et vécu.* » (Pattaroni, 2016, p. 6-7). Au-delà du triptyque proposé par Henri Lefebvre, ce qui est au centre du débat scientifique à la fin du XX^{ème} siècle est la puissance unificatrice de cette évolution épistémologique et les modalités permettant d'avancer vers une *science de l'espace*.

Edward W. Soja a relevé la spécificité des géographies post-modernes ainsi que l'importance du tournant spatial (Soja, 2011). Son apport fut complété par une ouverture de la géographie vers d'autres disciplines mobilisant la notion d'espace, et réciproquement (Warf & Arias, 2009). Jacques Lévy en a explicité les implications en renforçant cette notion par celle de tournant géographique et en contribuant à l'émergence des sciences sociales de l'espace (J. Lévy, 1999). Cette évolution a eu, et continu d'avoir, de significatives répercussions pour les sciences humaines et sociales et la production de savoirs relatifs à l'espace tant matériel, immatériel qu'idéel (Beaude, 2012).

[13] Il importe de préciser que la contribution fondatrice du tournant spatial a été établie par Leibniz entre 1714 et 1716. Elle consiste à conceptualiser l'espace comme un ordre de coexistence des choses en relation (Leibniz, Clarke, 2000 [1715] ; citation, p. 83). Elle sera développée par Martin Heidegger (Heidegger, 2001 [1951]), Pierre Bourdieu (Bourdieu, 1979), Henri Lefebvre (Lefebvre, 2000 [1974]) ou encore Michel Foucault « *L'époque actuelle serait peut-être plutôt l'époque de l'espace. Nous sommes à l'époque du simultané, nous sommes à l'époque de la juxtaposition, à l'époque du proche et du lointain, du côté à côté, du dispersé. Nous sommes à un moment où le monde s'éprouve, je crois, moins comme une grande vie qui se développerait à travers le temps que comme un réseau qui relie des points et qui entrecroise son écheveau.* » (Foucault, 2004 [1967], p. 12).

Concevoir la complexité de l'urbain. Ce problème nous confronte à de multiples écueils dont les plus récurrents relèvent de notre propre équipement culturel (note 12, p. 17).

À ce titre, la langue constitue un enjeu manifeste [14] qui m'impose de soigneusement éviter certains termes usuellement mobilisés par les approches simplifiante de l'urbain, en faveur de ceux permettant de cheminer dans la pensée complexe [15].

Au-delà de la langue, les écueils les plus saillants concernent la construction des savoirs. Faire le choix de la complexité questionne dans un même mouvement l'épistémie, la théorie et la méthodologie. Au cours de cette recherche, j'ai le plus souvent abordé ces trois défis simultanément. Leur explicitation progressive dans cet ouvrage est complétée par de nombreux renvois vous permettant une lecture fondée sur les connexités qui ont structuré mes réflexions et raisonnements. Le plan proposé constitue ainsi une lecture alternative de ce cheminement lui-même complexe.

Avant d'aborder en détail ces trois défis, ce chapitre a pour objet la précision de mon sujet de recherche, sa problématisation et l'explicitation des enjeux afférents.

L'objectif de cette recherche est de contribuer à l'établissement d'une méthodologie de mesure de l'urbanité.

Axiome 1/. L'urbanité est comprise comme un indicateur de l'état spécifique de l'organisation des objets de société au sein d'une situation urbaine (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 966).

[14] « *La parole qui concerne l'être d'une chose vient à nous à partir du langage, si toutefois nous faisons attention à l'être propre de celui-ci. Sans doute en attendant, à la fois effrénés et habiles, paroles, écrits, propos radiodiffusés mènent une danse folle autour de la terre. L'homme se comporte comme s'il était le créateur et le maître du langage, alors que c'est celui-ci qui le régente.* » (Heidegger, 2001 [1951]).

[15] À titre d'exemple, la notion de *dialogique* (II.1.4, p. 6666) est privilégiée à celle de *dynamique* afin d'éviter les raisonnements de causalité linéaire depuis l'identification de relations vers celle de l'évolution qu'elles produisent. La notion de *dialogique* introduit le rapport complémentaire et contradictoire de ces relations pour comprendre l'organisation des réalités sociales. Comparativement, cette notion permet de concevoir conjointement les phénomènes de croissance, de déclin, d'inertie, de résilience, etc. (Moriconi-Ébrard dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 281).

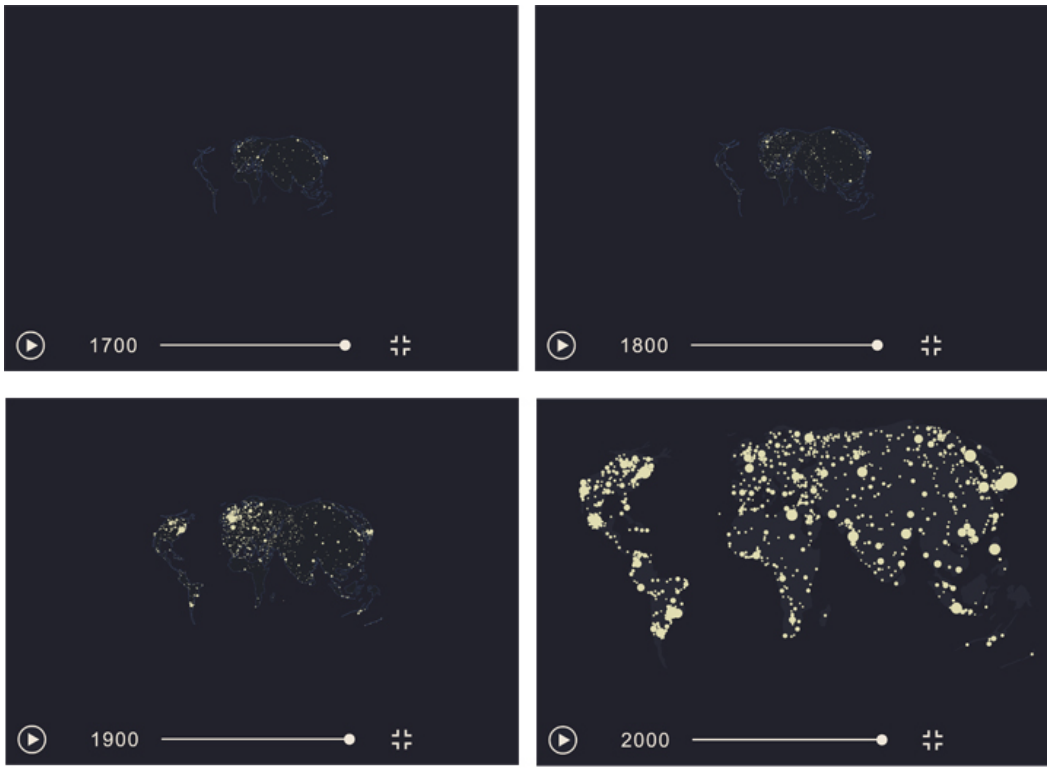


Figure 5. *Une histoire de l'urbanisation, laboratoire Chôros, Elsa Chavinier, Luc Guillemot, Carole Lanoix, Jacques Lévy et Ogier Maitre, www.choros.place, 18/12/26.*

Corollaire 1.1/. Établir un indicateur de l'état de l'organisation des situations urbaines permet de rendre compte du processus d'urbanisation. La notion d'urbanisation peut être de prime abord comprise comme le « *Processus de concentration de la population et des activités dans des agglomérations de caractère urbain* » (Moriconi-Ébard dans, J. Lévy & Lussault, 2003, p. 962). Afin d'illustrer cette définition, la visualisation offerte par les travaux du laboratoire Chôros est remarquable (Figure 5, ci-dessus). Ce cartogramme dynamique de l'évolution des concentrations de peuplement relativement à la démographie planétaire permet d'apprécier de manière inédite ce processus. Cette visualisation nous donne à voir la multiplication tout d'abord lente des villes, les vagues de croissance démographiques liées aux révolutions industrielles puis dans la période la plus récente les agrégations en aires métropolitaines. Elle permet de dépasser le constat trivial d'une urbanisation massive au cours du XX^{ème} siècle en révélant la rapidité de cette évolution [16]. Dans ce contexte, établir une mesure de l'urbanité nous permettant de comprendre et d'agir sur le processus d'urbanisation constitue un enjeu contemporain majeur.

[16] Durant le XX^{ème} siècle, la proportion d'individus vivant dans un ensemble urbain a augmenté de plus de 30 % pour atteindre près de la moitié de la population mondiale en 2000. Si nous rapportons cette évolution au temps historique, cela n'est qu'un instant dans une journée (45 secondes environ 200 000 ans). Rapportée au temps biologique du genre *Homo,* elle se fait en quelques secondes (4,5 secondes pour 2 000 000 d'années).

I.1. Un défi épistémologique. Comment entrer en matière avec un problème complexe ?

Figure 6. *People of Shibuya.*

> *« The complexity of urban spaces has not yet been extensively studied. However, exploring this complexity remains an important scientific issue with substantial potential. »* (Beaude dans, J. Lévy, Kitchin, Ingold, 2015, p. 280)

Il est aujourd'hui admis que l'urbain est un phénomène complexe. Comme le souligne Boris Beaude, étudier cette complexité constitue un enjeu scientifique majeur (citation, ci-dessus). Dès lors, comment entrer en matière avec un tel phénomène ? Quelles sont les implications pour notre régime de connaissance ?

Porter un regard complexe sur l'urbain instaure un défi épistémologique qui doit être explicité. Suivant une posture constructiviste et réaliste [17] (II.2, p. 80), cela implique une construction cognitive dont les fondements sont établis dans cette partie afin de pouvoir les développer durant le chapitre dédié à ce défi (II, p. 56).

[17] « *Le travail scientifique ne consiste pas en un tri ou en une mise en ordre d'un objet qui nous serait immédiatement accessible, mais d'une construction d'un objet nouveau qui ne possède sa fonction cognitive que si les « faits » y ont été traités en matériaux fragiles et les phénomènes appréhendables en indicateurs* » (J. Lévy dans Durand et al., 1992, p. 16).

Axiome 2/. L'urbain est un phénomène complexe qui participe du système anthropo-social hypercomplexe (Morin, 2005 [1990]). L'hypercomplexité de ce phénomène peut être explicitée par la mise en tension de *la société des individus* (I, p. 16) et du tournant spatial (Encadré 2, p. 18) : chaque individu, lui-même complexe, participe à l'organisation sociale des espaces qui rétroagissent non seulement sur les individus, mais également sur la société. Autrement dit, l'organisation sociale de l'espace est un produit et un producteur de la société des individus.

Il peut sembler difficile de traiter un tel problème, cependant l'évènement épistémologique que constitue le tournant spatial a permis de concevoir la construction de l'espace comme un phénomène au cœur de ces interactions (Encadré 2, p. 18). L'espace est ainsi compris comme l'une des dimensions du social [18] qui participe à ce système hypercomplexe.

Avant d'entrer en matière avec le défi théorique qui consiste à rendre compte de la construction sociale de l'espace pour mesurer l'urbanité, il importe de nous concentrer sur le défi épistémologique que la pensée complexe nous impose afin de rendre imaginable une conceptualisation de cette la dialogique entre individus, espaces et sociétés (Figure 7, ci-dessous).

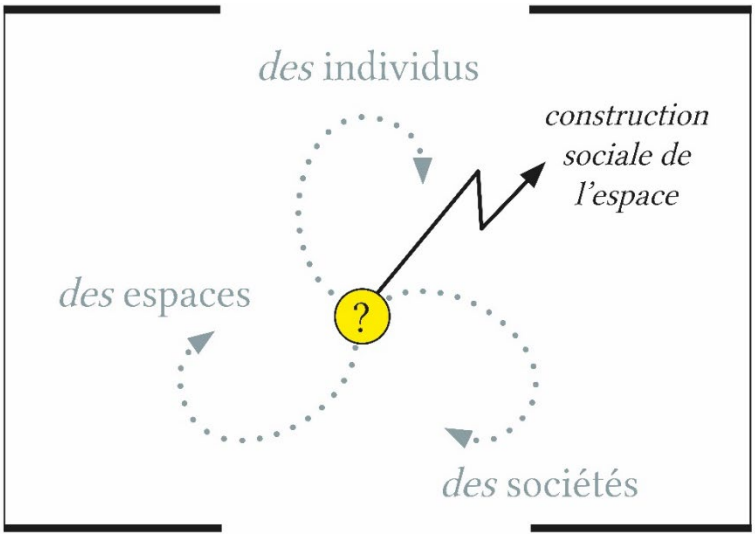


Figure 7. *Une dialogique au coeur de la construction sociale de l'espace.*

[18] Dimension : « Manière de découper le réel qui privilégie le croisement de points de vue partiels sur un vaste ensemble de phénomènes, plutôt que la partition d'un champ en territoires fragmentés et disjoints » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 261). Nous pouvons citer les dimensions politique, économique, mais également les dimensions matérielle, immatérielle et idéelle.

Comment entrer en matière avec un problème complexe ? Afin d'éviter la confusion entre les notions de compliqué et de complexe, de comprendre les apports de la pensée complexe et de rendre possible sa mobilisation pour établir une méthodologie de mesure de l'urbanité il importe dans un premier temps d'expliciter ce qu'est le paradigme de simplification [19].

Cette précision permettra de contextualiser l'identification par Warren Weaver de trois types de problèmes dont certains seulement relèvent de la complexité (problèmes de simplicité, de complexité désorganisée et de complexité organisée). Cette grille de lecture pragmatique permet d'expliciter les limites de nos savoirs au regard des problèmes auxquels nous faisons face et ainsi de préciser pourquoi une pensée scientifique fondée sur le paradigme de simplification nous confronte à une crise de la connaissance (Ortega y Gasset, 1962) [20].

I.1.1. Dépasser le paradigme de simplification

> « *L'œuvre de René Descartes* [...] *relève de deux tendances dominantes : le scepticisme à l'égard de la tradition et une haute considération pour la raison. Fort de l'élan que lui donnent les récents succès des sciences exactes et la méthode des mathématiques, le philosophe rêve d'établir « les fondements d'une science admirable », capable d'unifier toutes les connaissances. Mais cette ambition, qui culminera avec Hegel, s'effondrera ensuite face à la complexité du monde et du savoir* » (Kunzmann et al., 2010, p. 105)

Le projet de René Descartes [1596-1650] était de fonder une science universelle (citation, ci-dessus). À partir de ses réflexions concernant la notion de doute, il a cherché à établir une méthode scientifique que l'on ne puisse remettre en cause, une science qui permette de mettre en doute les connaissances afin d'établir des savoirs stables. Pour la philosophie des sciences qu'il va participer à construire, la conscience de soi est la certitude fondamentale qui résiste au doute méthodique [21]. Cette entité, *res cogitans « qui pense, c'est-à-dire doute, qui affirme, qui nie, qui connaît peu de choses, qui en ignore beaucoup, qui aime, qui hait, qui veut, qui ne veut pas, qui imagine aussi et qui sent »* doit ainsi être méthodologiquement disjointe du reste du réel, *res extensa* (Kunzmann et al., 2010, p. 106).

[19] Les travaux fondateurs d'Edgar Morin concernant la pensée complexe - *La méthode* (1976-2004) - se placent en contrepoint de ceux de René Descartes - *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et cherche la vérité dans les sciences* (1637) - qu'il nomme le paradigme de simplification.
[20] Cette notion est comprise par José Ortega y Gasset [1883-1955] comme une rupture conjointe dans le régime de connaissance *et* dans l'équipement culturel, que la société transmet de génération en génération.
[21] « *cogito ergo sum »,* je pense donc je suis. Cette idée est attribuée au philosophe Gomez Pereira [1500-1567].

I.1.1.1. Le principe de disjonction

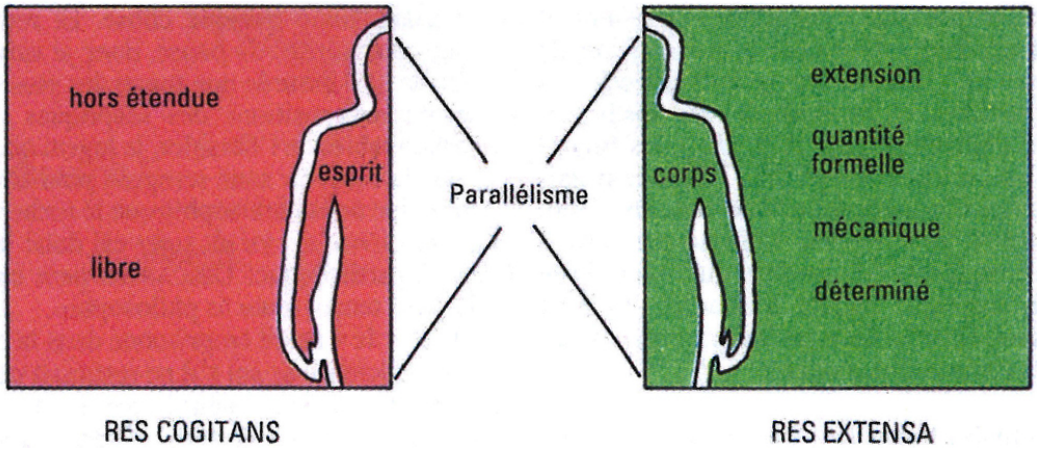


Figure 8. *Le dualisme chez Descartes (Kunzmann et al., 2010, p. 106).*

> « *L'intelligence aveugle détruit les ensembles et les totalités, elle isole tous ses objets de leur environnement. Elle ne peut concevoir le lien inséparable entre l'observateur et la chose observée.* » (Morin, 2005 [1990], p. 19)

Le principe de disjonction implique une séparation ontologique entre des réalités, comme c'est le cas pour Descartes entre le sujet observant (res cogitans) et le réel observé (res extensa) (Figure 8, ci-dessus). En opérant cette disjonction, il fonde son projet de science universelle sur un principe en rupture avec les apports humanistes de la renaissance [22]. Si ce principe peut sembler aujourd'hui surprenant, il importe de le contextualiser. Tout en soutenant le système copernicien, il apprend la condamnation en 1633 de Galilée [23] pour son ouvrage *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (Dialogue sur les deux grands systèmes du monde). Il renoncera alors à publier son propre ouvrage sur le sujet et réorientera ses recherches vers une proposition de philosophie des sciences, sans morale, afin de garantir l' « *autonomie de la recherche scientifique par rapport à l'énorme pouvoir que représentait alors l'Église* » (Morin & Le Moigne, 1999, p. 22). Le principe de disjonction différencie les savoirs concernant les êtres dotés d'une substance pensante (l'Homme et Dieu) de ceux concernant le reste du réel.

[22] À titre d'exemple, François Rabelais [1483-1553] affirmait « *science sans conscience n'est que ru*ine de l'âme » (Les horribles et épouvantables faits et prouesses du très renommé Pantagruel Roi des Dipsodes, fils du Grand Géant Gargantua, 1532).
[23] Galilée est condamné à un emprisonnement à perpétuité en 1633, après différentes controverses au sein de l'Église depuis 1616.

I.1.1.2. Le principe de réduction

> « *Prenons une tapisserie contemporaine. Elle comporte des fils de lin, de soie, de coton, de laine, aux couleurs variées. Pour connaitre cette tapisserie, il serait intéressant de connaître des lois et les principes concernant chacun de ces types de fil. Pourtant la somme des connaissances sur chacun de ces types de fils entrant dans la tapisserie est insuffisante pour non seulement connaître cette réalité nouvelle qu'est le tissu, c'est-à-dire les qualités et les propriétés propres à cette texture, mais, en plus est incapable de nous aider à connaître sa forme et sa configuration. Première étape de la complexité : nous avons des connaissances simples qui n'aident pas à connaître les propriétés de l'ensemble.* » (Morin, 2005 [1990], p. 113)

Le principe de réduction précise les rapports de la partie au tout. Pour ce qui concerne la méthodologie scientifique, deux types de réduction complémentaires sont identifiables : la réduction interne qui concerne la méthodologie et la réduction externe qui concerne la théorie. La réduction interne implique de découper un objet d'étude alors que son complémentaire, la réduction externe doit permettre de synthétiser les savoirs produits par différents découpages du même objet.

La réduction interne suppose que la connaissance des parties rend possible la connaissance du tout (Malaina, 2012, p. 14 ; citation, ci-dessus). Elle implique un accès aux lois qui gouvernent ces différentes réalités par séparation et décomposition en éléments plus simples, qui aboutit à produire un cabinet de curiosités du réel.

La réduction externe implique la recherche de théories toujours plus générales. Suivant une posture réductionniste, une théorie devrait pouvoir être déduite d'une autre plus générale. La première est ainsi réduite à la seconde. Respectivement en 1931 et 1936, Kurt Gödel [1906-1978] puis Alfred Tarski [1901-1983] ont démontré que tout système déductif est fondé sur des axiomes qui ne sont pas démontrables dans le cadre de ce système. La réduction externe a ainsi une limite inhérente à sa propre construction.

Ce projet de connaissance qui tend vers une raison absolue, relève d'une vision déterministe et mécaniste du monde où le désordre est un indicateur d'ignorance qui présume une loi à découvrir. Newton [1642-1727] comme Laplace [1749-1827] dans la continuité des fondations posées par Descartes [1596-1650] vont consolider un déterminisme où l'incertitude est inconcevable, ou tout du moins doit systématiquement être dépassée. Dans ce type de raisonnement linéaire, chaque cause à une conséquence qui devient potentiellement la cause

d'une autre conséquence. Suivant cette manière déductive et dialectique de concevoir la connaissance (II.1.4, p. 66), il est envisageable de remonter ce flux de causes et de conséquences jusqu'aux conditions initiales afin de comprendre exactement tout objet étudié. Cette vision sera définitivement rejetée au début du XX^{ème} siècle avec le théorème d'indétermination (1927) lié aux travaux sur la physique quantique de Werner Heisenberg [1901-1976]. Celui-ci a démontré que plus les particules ont des masses faibles, plus l'amélioration de la précision de mesure de leurs masses diminue la précision de la mesure de leurs vitesses. La réduction interne ne permet pas d'atteindre une compréhension exhaustive des parties [24].

Ces limites au principe de réduction sont renforcées par la construction disciplinaire des savoirs [25] qui éloigne lentement mais surement du réel l'ensemble des savoirs produits [26] et accentue de manière récursive la crise de notre régime de connaissance.

I.1.1.3. Le principe d'abstraction

> « *Le but des sciences humaines n'est pas de révéler l'homme, mais de le dissoudre.* » (Claude Lévi-Strauss dans Morin & Le Moigne, 1999, p. 24)

L'abstraction est le principe complémentaire de la disjonction, mobilisable quand il n'est pas possible de disjoindre deux réalités. S'il n'existe pas d'exclusion ontologique entre deux réalités (comme celle que Descartes identifie pour le couple *res cogitans* / *res extensa*) l'abstraction permet d'établir une distinction conceptuelle. Ainsi l'Homme est un objet d'étude différent pour la biologie, la médecine ou les sciences sociales. Chacune de ces disciplines se focalise sur une abstraction différente de l'Homme (citation, ci-dessus).

[24] Il existe donc une impossibilité fondamentale au déterminisme laplacien qui soutient l'idée qu'une « intelligence exceptionnelle dotée d'une capacité sensorielle, intellectuelle et computationnelle suffisante pourrait déterminer n'importe quel moment du passé et n'importe quel moment du futur. » (Morin & Le Moigne, 1999, p. 28).
[25] « la méthodologie dominante produit un obscurantisme accru, puisqu'il n'y a plus d'association entre les éléments disjoints du savoir, plus de possibilité de les engrammer et de les réfléchir » (Morin, 2005 [1990], p. 20).
[26] Dans la continuité des effets identifiés de la disjonction concernant la rupture entre philosophie et science, la réduction a eu pour effet l'émergence des disciplines à partir d'une caractérisation spécifique de leurs objets d'étude. C'est ainsi que l'Homme va être étudié par une diversité de disciplines (biologie, psychologie, sociologie, etc.) ayant leurs propres définitions de ce qu'est l'Homme et vont développer des méthodologies pour étudier leur objet. Ce réductionnisme pragmatique fondé sur la manière de concevoir son objet d'étude participe respectivement à la construction de la connaissance sur la réalité biologique humaine, sur la réalité psychologique humaine et sur la réalité sociologique. D'un découpage pratique à la pratique du découpage, peu de connaissances subsistent concernant l'Homme.

Un exemple canonique de critique concernant l'abstraction est lié aux développements de la formalisation mathématique. La mobilisation croissante d'équations permettant de comprendre le réel a produit un effet inverse, avec une construction de la connaissance focalisée sur l'abstraction du réel à ces équations. Si l'émergence des sciences sociales est issue de réflexions mathématiques et particulièrement des champs de la statistique et de la probabilité, il importe de ne pas réduire les sciences sociales à la Mathématique mais bien d'opérer une traduction transdisciplinaire des notions susceptibles d'en renouveler le cadre conceptuel (Jensen, 2018).

Durant le XX^{ème} siècle, l'abstraction a pris une forme nouvelle avec les développements de la simulation des sociétés artificielles [27]. Cette méthodologie largement mobilisée par les « sciences de la complexité » souligne les difficultés à établir un paradigme de la complexité dans un environnement culturel dominé par la Raison (I, p. 16). Elle est également révélatrice des enjeux épistémologiques concernant l'abstraction : il importe de dépasser un formalisme abstrait et réducteur afin de pouvoir rendre compte de la pluralité [28], d'entrer en matière avec le couple singulier / universel.

I.1.2. Quels sont les problèmes de connaissance relevant de la complexité ?

> « *How can we get a view of the function that science should have in the developing future of man? How can we appreciate what science really is and, equally important, what science is not? It is, of course, possible to discuss the nature of science in general philosophical terms. For some purposes such a discussion is important and necessary, but for the present a more direct approach is desirable. Let us, as a very realistic politician used to say, let us look at the record.* » (Weaver, 1948, p. 1)

[27] « *L'objectif est de mathématiser le substrat/mécanisme fondamental de la complexité sociale qui expliquerait le passage micro/macro. Il y a là déjà une contradiction avec la pensée complexe : même si ces modèles sont considérés comme des approches complexes ou émergentistes, on constate qu'ils opèrent toujours par abstraction et simplification, et donc par une réduction. Même si on peut considérer que les SA* [Sociétés Artificielles] *opèrent sur la base d'un « individualisme méthodologique complexe » (Dupuy) et donc non réducteur, on constate sans aucun doute que la complexité arborescente de l'émergence anthropo-sociale est toujours démembrée et analysée jusqu'à obtenir ledit squelette fondamental, le squelette du « comportement » micro qui engendre la complexité macro. Peut-être la science ne peut pas opérer d'une autre façon, ce qui n'empêche pas qu'on rencontre à ce point là une certaine contradiction entre une pensée de la complexité et une science de la complexité. Rappelons que Morin définit le paradigme de simplification en tant que paradigme d'abstraction et d'universalité, alors que le paradigme de complexité serait un paradigme de concrétion et de singularité. La science des systèmes complexes travaille par contre avec des modèles mathématiques/computationnels qui à travers l'abstraction et l'universalité cherchent à expliquer une pluralité de processus concrets.* » (Malaina, 2012, p. 153).

[28] L'importance de cette diversité peut être abordée avec le couple *unitas / multiplex*, la conjonction de l'un et multiple qui est structurante pour le principe hologrammatique (II.1.7, p. 75).

En 1948 le mathématicien Warren Weaver [1894-1978] [29], alors administrateur scientifique de la division des sciences naturelles de la fondation Rockefeller [1932-1955], publie *Science and complexity.* Durant cette période, il a impulsé et soutenu le développement des sciences de la complexité qui après une période de maturation durant la seconde moitié du XX^{ème} siècle va contribuer à l'émergence de la pensée complexe. À travers cet article, il établit un constat sans appel : nous sommes démunis face à de nombreux phénomènes courants relevant de la complexité. Ce constat sera par la suite repris et complété par de nombreux auteurs (Jensen, 2004 ; Morin, 2008 ; Morin & Le Moigne, 1999 ; Ortega y Gasset, 1962).

Son regard pragmatique sur la science, forgé à partir des problèmes de connaissance à résoudre, permet de contextualiser les enjeux relatifs à la complexité, à commencer par les problèmes qu'il nomme de simplicité.

I.1.2.1. Les problèmes de simplicité

> « *Speaking roughly, it may be said that the seventeenth, eighteenth, and nineteenth centuries formed the period in which physical science learned variables* » (Weaver, 1948, p.1)

La période allant du XVII^{ème} siècle au XIX^{ème} siècle a été gouvernée par le régime de connaissance qu'Edgar Morin nomme le paradigme de simplification (citation, ci-dessus). Ce paradigme est fondé sur l'axiome d'un ordre universel et déterministe dont il s'agit de révéler les lois fondamentales (I.1.1, p. 23). Les problèmes dits de simplicité sont caractérisés par la mobilisation de quelques variables. De nombreux développements techniques et théoriques durant le XX^{ème} siècle relèvent de l'évolution de cette part de la connaissance : depuis les modalités techniques de gestion de la distance jusqu'à la relativité générale.

Cependant, une part significative des domaines scientifiques est confrontée à des objets d'études dont la compréhension demeure inaccessible avec une petite quantité de variables. Dès lors, comment révéler un ordre universel, cet horizon du paradigme de simplification ? Sans pouvoir ne serait-ce que l'imaginer, la médecine ou la biologie se sont développées jusqu'au

[29] Tout en ayant largement contribué aux développements des théories de la probabilité et de la statistique, Warren Weaver participe à leur dépassement : pionnier de la traduction automatique (1947) de la cryptographie (1949) et coauteur de la théorie de l'information avec Claude Elwood Shannon [1916-2001], il a également contribué à l'émergence de la biologie moléculaire. Ce chercheur particulièrement influent incarne au milieu du XX^{ème} siècle une posture scientifique transdisciplinaire remarquable.

début du XX^{ème} siècle par la collection, la description et la classification. Les connaissances produites dans ces domaines relèvent d'approches qualitatives largement fondées sur l'observation et l'identification de corrélations (Weaver, 1948, p. 2). Il s'agissait de distinguer, discuter ces distinctions avant de les dépasser par la production d'une synthèse qui devait augmenter les savoirs. Cette dialectique a cependant pour inconvénient de passer sous silence la compréhension et l'analyse des mécanismes sous-jacents aux phénomènes étudiés. Ainsi l'axiome d'un ordre universel et la méthodologie scientifique afférente fondée sur la réduction et l'abstraction se sont avérés inefficients pour entrer en matière avec le désordre apparent de nombreux phénomènes.

Les développements de la connaissance concernant la résolution de problèmes relevant de la simplicité depuis le siècle des Lumières et l'émergence de la Raison ont encore aujourd'hui une résonnance significative. Sortir de ce cadre de construction de la connaissance implique une posture qui est loin d'être aisée tant pour la science que pour la société [30]. Afin d'opérer ce dépassement Warren Weaver propose d'introduire la notion d'organisation et de la concevoir comme un phénomène intelligible : il s'agit de problématiser la dialogique du triptyque *ordre / désordre / organisation*.

I.1.2.2. Les problèmes de complexité désorganisée

> « *Rather than study problems which involved two variables or at most three or four, some imaginative minds went to the other extreme, and said: "Let us develop analytical methods which can deal with two billion variables."* » (Weaver, 1948, p.2)

Dépasser la quantité réduite de variables mobilisables dans le cadre de raisonnements est un enjeu pour de nombreux domaines scientifiques au début du XX^{ème} siècle (citation, ci-dessus). À ce titre, deux notions vont fondamentalement évoluer vers l'établissement de domaines scientifiques durant le XIX^{ème} siècle : la statistique et la probabilité.

[30] Les récents développements du *deep learning* (apprentissage profond) dans le domaine informatique de l'apprentissage non supervisé ont produit des résultats significatifs dans la reconnaissance de contenu et le développement de raisonnements complexes. Yann Le Cun qui est l'un des chercheurs ayant participé à l'émergence de ce domaine et qui bénéficie aujourd'hui d'une reconnaissance mondiale n'a pour autant pas été considéré comme un véritable scientifique pendant plusieurs décennies, du fait que sa contribution à la connaissance ne s'inscrit pas le cadre traditionnel de production disciplinaire de la connaissance. Tout en étant efficiente, la compréhension théorique de l'apprentissage profond est actuellement un enjeu de connaissance.

La plus ancienne des deux, la statistique, est historiquement liée au recensement et plus largement à la gestion des structures sociales (dès le XVIII^{ème} siècle avant J.C., en Chine et en Égypte [31]). Cette notion, qui implique des techniques de collecte de données et permet leur analyse, va connaitre un tournant significatif en 1835 avec la contribution du mathématicien et naturaliste Adolphe Quételet [1796-1874] - *Sur l'homme et le développement de ses facultés, essai d'une physique sociale*. Il propose que « *« ce qui se rattache à l'espèce humaine, considérée en masse, est de l'ordre des faits physiques ». Ces régularités « statistiques » permettraient de fonder une « mécanique sociale » aussi rigoureuse que la mécanique céleste de Laplace, et capable de gouverner les masses humaines.* » (Jensen, 2018, p. 11) Parmi les régularités observées à l'époque, nous pouvons citer les suicides, les condamnations et le taux de naissance qui permit d'établir une estimation de la population à partir des naissances enregistrées. Cette innovation, bien que largement controversée déjà au XIX^{ème} siècle, s'inscrit dans l'évolution des états et la recherche de techniques de gouvernance telles que l'homogénéisation du cadastre, des unités de mesure ou de la langue. Au XX^{ème} siècle l'informatique va renouveler les approches statistiques permettant d'entrer en matière avec un grand nombre de données de types différents et ainsi permettre l'émergence de l'analyse multidimensionnelle dont l'analyse factorielle ou encore l'analyse en composantes principales.

La notion de probabilité, largement mobilisée par les travaux statistiques, a subi un glissement sémantique depuis la perception de l'accord commun à une idée (Aristote), vers la vraisemblance d'une idée puis la représentation du degré de certitude d'une idée avec les travaux Blaise Pascal [1623-1662], Pierre de Fermat [1600?-1665] et le premier ouvrage sur la question de Christian Huygens [1629-1695] - *Sur le calcul dans les jeux de hasard* (1657). C'est cependant avec les travaux de Jacob Bernoulli [1655-1705] publiés à partir de 1685 qu'une théorie des probabilités émerge, avant d'être stabilisée comme un domaine de la Mathématique au début du XX^{ème} siècle grâce à la contribution axiomatique d'Andreï Kolmogorov [1903-1987] - *Le traité de Kolmogorov* (1933).

Il est intéressant de relever que les méthodes développées par Adolphe Quételet, concernant les sciences sociales, vont innerver la physique et inspirer l'un de ses plus célèbres représentant James Clerk Maxwell [1831-1879] [32]. Durant la même période, c'est l'américain Josiah Willard

[31] Wikipédia, statistique, 18/07/21.

[32] En 1859, il publia *Illustrations of the Dynamical Theory of Gases* et fonda la physique statistique. « *Il s'inspira de l'approche de Quételet, en postulant que les imprévisibilités des trajectoires individuelles des atomes se compensent lorsqu'on en agrège un grand nombre. Cela lui permit de trouver la manière dont les vitesses des atomes sont réparties dans le gaz, et d'en déduire ses propriétés, comme la viscosité.* » (Jensen, 2018, p. 13-14).

Gibbs [1839-1903] qui développa ses travaux concernant la thermodynamique, les ensembles statistiques et proposa un formalisme de la mécanique statistique qui résistera à la découverte de la mécanique quantique au début du XX^{ème} siècle. L'émergence de cette conception atomique de la matière qui s'oppose dans son formalisme à la mécanique newtonienne va fonder la physique contemporaine et mettre à mal le paradigme de simplification (I.1.1, p. 23).

À l'image de la mécanique quantique, il est important de relever que cette avancée s'est faite de manière théorique, permettant d'établir des prédictions probabilistes, telles que la position, mais aucunement le calcul exact de l'ensemble des variables. Un autre point important concerne les conditions initiales, largement mobilisées dans le formalisme newtonien en accord avec l'ordre universel déterministe, qui doivent dans le cadre d'une approche probabiliste être aléatoires ou tout du moins produire un comportement des éléments désorganisé. Ainsi les cas particuliers, tels que l'alignement de tous les éléments ou une organisation de leurs variables, ne peuvent être calculés avec ces méthodes. Cela permet de comprendre pourquoi ces méthodes sont d'autant plus précises que le nombre d'éléments est élevé et donc la probabilité de cas particulier est faible.

C'est ainsi le tryptique quantité élevée de variables / faible diversité d'éléments / comportement désorganisé fonde l'identification par Warren Weaver d'un second grand type de problèmes scientifique : la complexité désorganisée. De nombreux problèmes concernant l'économie, les risques ou encore la formation stellaire ont ainsi été résolus durant le XX^{ème} siècle en mobilisant conjointement les statistiques et la probabilité. D'un point de vue épistémique, la percée concernant la thermodynamique a amorcé une refonte complète de notre conception de la nature du monde physique et de la construction des connaissances scientifiques.

I.1.2.3. Les problèmes de complexité organisée

> « *What is a gene, and how does the original genetic constitution of a living organism express itself in the developed characteristics of the adult? [...] All these are certainly complex problems, but they are not problems of disorganized complexity [...]. They are all problems which involve dealing simultaneously with a* sizable number of factors which are interrelated into an organic whole. *They are all, in the language here proposed, problems of* organized complexity. » (Weaver, 1948, p. 5)

Aux deux précédents types de problèmes de connaissance Warren Weaver en ajoute un troisième relevant d'une complexité organisée. Ces problèmes ne peuvent être résolus en mobilisant exclusivement la statistique et la probabilité : les comportements moyens de ces ensembles ont une valeur relative dans la construction de savoir concernant leur organisation et particulièrement l'émergence de configurations singulières. Il est important de relever que dans des situations relevant de problèmes de complexité organisée, il est ardu de pouvoir isoler une partie et ainsi entrer en matière avec la compréhension de leurs organisations sans considérer un ensemble plus vaste, tel que c'est le cas pour l'expression des gènes [33].

Comme je l'ai relevé en introduction de cette partie la complexité, et je peux maintenant préciser la complexité organisée, est un défi scientifique majeur. Elle l'était déjà en 1948. Il est intéressant de relever que Warren Weaver, en tant qu'administrateur scientifique de la fondation Rockefeller, imagine la résolution de ce type de problème avant la fin du XXème siècle [34]. Cet optimisme peut être contextualisé par la fin de la Seconde Guerre mondiale qui a vu l'émergence de calculateurs efficaces et d'une coopération scientifique internationale. Warren Weaver cite spécifiquement les travaux interdisciplinaires qui ont permis de résoudre de nombreux problèmes stratégiques de manière innovante (Weaver, 1948, p. 7). Ce qui est intéressant est qu'il accorde un développement significatif à l'explicitation de cette pratique, qu'il décrit comme évidente pour tous ceux qui ont participé à cet effort de guerre et conclut sur des termes d'actualité concernant la problématique disciplinaire de construction des savoirs : « *It was found, in spite of the modern tendencies toward intense scientific specialization, that members of such diverse groups could work together and could form a unit which was much greater than the mere sum of its parts.* » (Ibid., p. 8).

Corollaire 2.1/. L'urbain est un phénomène relevant de la complexité organisée.

[33] Warren Weaver a grandement contribué au développement de la biologie moléculaire qui ouvrira la voie à l'épigénétique, l'une des premières disciplines systémiques.

[34] « *These new problems, and the future of the world depends on many of them, requires science to make a third great advance, an advance that must be even greater than the nineteenth-century conquest of problems of simplicity or the twentyth-century victory over problems of disorganized complexity. Science must, over the next 50 years, learn to deal with these problems of organized complexity.* » (Weaver, 1948, p. 6).

I.1.2.4. Les notions de complexe et de compliqué

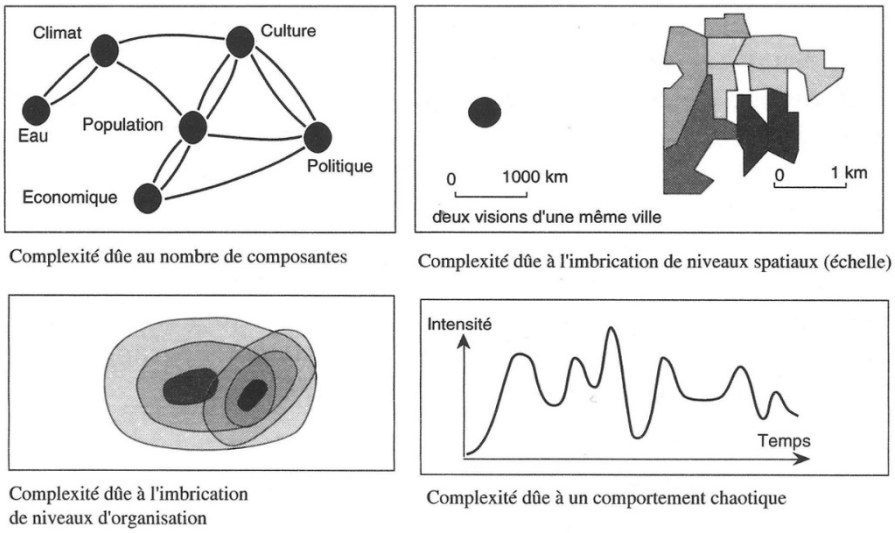


Figure 9. *Les quatre formes de complexité (Dauphiné, 2003, p. 46).*

Pour faire suite à l'identification de l'importance de l'équipement culturel afin de rendre imaginable une approche complexe de l'urbain (I, p.16), le couple *compliqué* / *complexe* tient une place privilégiée ; quelle que soit la sphère de connaissance concernée (Figure 4, p. 16).

La première apparition du terme *complexité* remonte au siècle des Lumières (1755) afin de caractériser ce qui est complexe (Rey, 2010). Sa racine étymologique, du latin *complexus*, signifie « *ce qui est tissé ensemble* » (Morin, 2005 [1990], p. 21). C'est au XVI^{ème} siècle que la composante du sens introduisant la confusion et le désordre est faite afin de qualifier de complexe tout ce qui est composé d'éléments hétérogènes (Rey, 2010). Durant le siècle des Lumières, le terme *complexité* est utilisé pour caractériser ce qui est « *composé d'éléments qui entretiennent des rapports nombreux, diversifiés, difficiles à saisir par l'esprit, et présentant souvent des aspects différents* » (Rey, 2010). Alors que le mouvement intellectuel des lumières va structurer l'évolution de la science et du régime de connaissance, la notion de complexité était loin de constituer un candidat propice à structurer une simplification des savoirs (Ortega y Gasset, 1962, p. 100). Jusqu'au XX^{ème} siècle, le substantif *complexe* a été mobilisé ponctuellement par différents domaines scientifiques dont la physiologie, l'économie, la chimie et la mathématique, produisant un décalage lent, mais inéluctable vers l'aspect composé d'un objet ou d'un phénomène, qui est à l'origine de la confusion sémantique contemporaine liée à ce terme.

L'explicitation du paradigme de simplification et particulièrement les principes de réduction et d'abstraction permettent de comprendre plus précisément cette confusion sémantique et ses implications pour la construction des savoirs (I.1.1, p. 23). Dans le cas d'un objet d'étude compliqué, il est possible de le décomposer en éléments et de les étudier séparément afin de comprendre le fonctionnement du tout. S'il n'est pas possible de réaliser une telle réduction interne ou d'opérer après étude des parties une réduction externe permettant de comprendre le tout, l'objet d'étude peut être considéré comme complexe (I.1.1.2, p. 25).

En complément, la grille de lecture des problèmes de connaissance proposée par Warren Weaver introduit le couple *organisé / désorganisé* afin de caractériser différents types de complexités (I.1.2, p. 27). Cela m'a permis de préciser que l'urbain est un phénomène relevant de la complexité organisée (Corollaire 2.1, p. 32).

La première forme de complexité proposée par André Dauphiné (Figure 9, p. 33) est un exemple canonique de la confusion entre la notion de compliqué qui mobilise la réduction, la complexité désorganisée qui permet d'étudier le comportement moyen d'un ensemble d'éléments et la complexité organisée qui nous permet d'entrer en matière avec l'organisation générale et les configurations particulières d'un système constitué d'une diversité importante d'éléments. Une grande quantité de composants n'est pas suffisante pour justifier l'usage du substantif « *complexe* », bien qu'il soit encore fréquent de procéder de la sorte [35].

Afin de ne pas confondre un phénomène compliqué que l'on peut étudier avec le paradigme de simplification et un phénomène complexe qui nous impose un cadre différent de construction des savoirs, il importe de ne pas fonder la distinction entre compliqué et complexe sur l'identification d'une limite quantitative, d'un seuil d'organisation ou d'une échelle [36].

Corollaire 2.2/. L'urbain est un phénomène complexe indépendamment de l'échelle considérée.

[35] « *Situés à une échelle intermédiaire entre le fragment de ville et le mégabâtiment, les projets complexes montrent qu'à partir d'une surface critique de plus de 100 000 m2, les problématiques énergétiques, constructives et programmatiques se transforment radicalement.* » Présentation du programme doctoral compleXdesign, Prof. Inès Lamunière. complexdesign.epfl.ch, 18/07/10.

[36] Pour ce qui concerne l'urbain, un espace public comme une métropole sont des phénomènes complexes.

I.1.3. Le défi épistémologique

> « *toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiates et immédiates, et toutes s'entretenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes, je tiens impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties.* » (Pascal, 1925 [1670], p. 88)

Pour ce qui concerne l'urbain, faire le choix de la complexité apparait à la fois comme une évidence compte tenu de la nature même ce phénomène relevant de la complexité organisée (Axiome 2, p. 22 ; Corollaire 2.1, p. 32) et un horizon qui puisse nous permettre d'atteindre un plus haut niveau de synthèse que ce que nous offre la Raison ; afin de conjointement comprendre et agir sur le processus d'urbanisation (I, p. 16, Corollaire 1.1, p. 20). D'un point de vue épistémique, le paradigme de simplification est au cœur de la critique formulée par les différents penseurs de la complexité. Le régime de connaissance de la Raison et plus particulièrement les principes d'abstraction et de réduction dissolvent le réel dans des savoirs aussi isolés que peuvent l'être les disciplines scientifiques (I.1.1, p. 23) [37].

Hypothèse 1/. Concevoir la complexité de l'urbain n'implique pas de renoncer à la simplicité. Dès le début du XX^{ème} siècle, dans son ouvrage - *Le Nouvel Esprit Scientifique* (Bachelard, 2013 [1934]), Gaston Bachelard [1884-1962] insiste sur le caractère transitoire d'une méthodologie consistant à découper un objet d'étude en éléments plus simples et isolés de leur environnement. Le point de convergence de tous les penseurs de la complexité se situe dans ce refus d'une simplification réductrice déjà identifiée par Blaise Pascal [1623–1662] (citation, ci-dessus). Si la pensée complexe cherche à éviter les simplifications qui éloignent les objets étudiés du réel, il ne s'agit pas de renoncer aux savoirs établis concernant les problèmes de simplicité et de complexité désorganisée, mais de les relier quand cela semble pertinent. De la même manière établir des raisonnements et des savoirs complexes n'implique pas de renoncer à la simplicité, ou pour le dire autrement la simplicité n'est pas l'apanage du compliqué (I, p. 16).

Comme le souligne Warren Weaver, un processus logique de la méthode scientifique implique d'identifier ce qui est pertinent de ce qui ne l'est pas et de soumettre ce choix à une

[37] Pour Edgar Morin « *les modes simplificateurs de connaissance mutilent plus qu'ils n'expriment les réalités ou les phénomènes dont ils rendent compte* » (Morin, 2005 [1990], p. 9).

critique sans retenue, tant par un formalisme logique que par son explicitation et la mise au débat des hypothèses et des résultats (Weaver, 1948, p. 8). Cette posture constructiviste est caractéristique tant de la pensée complexe que des sciences sociales de l'espace. Elle implique pour traiter mon sujet de produire une grille de lecture sur la mesure de l'urbanité.

Problématique épistémologique. Comment rendre compte de l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain ? Une fois que le constat formulé de l'identification d'un problème relevant de la complexité organisée, il est nécessaire d'identifier des prises qui puissent permettre d'entrer en matière avec sa problématisation. Pour la mesure de l'urbanité, cela implique de rendre compte de l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain complexe (Axiome 1, p. 19 ; Axiome 2, p. 22).

Axiome 3/. L'espace est une construction sociale. La plus fondamentale de ces prises réside dans l'évènement épistémologique du tournant spatial (Encadré 2, p. 18) qui m'amène à ouvrir sur ses implications théoriques : comment rendre compte de la construction sociale de l'espace afin de mesurer l'urbanité ?

I.2. Un défi théorique. Comment rendre compte de la construction sociale de l'espace afin de mesurer l'urbanité ?

Figure 10. *Urbanité/s. Jacques Lévy, 2013.*

> « *Urbain - Urban, Städtisch (das Stadtische) - Système sociétal regroupant l'ensemble des géotypes caractérisé par le couplage spécifique de la densité et de la diversité.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 949)

L'objectif de cette partie est d'expliciter le défi théorique à relever afin de me permettre de rendre compte de la complexité inhérente à la construction sociale de l'espace. Elle contribue à la problématisation et à la limitation de mon sujet afin de préfigurer la construction d'une grille de lecture concernant la mesure de l'urbanité (I.1.3, p. 35). Cette précision de mon objet d'étude se fonde principalement sur les sciences sociales de l'espace (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 19) et mobilise notamment les apports de *L'espace légitime* (J. Lévy, 1994), du *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés* (J. Lévy & Lussault, 2003) et de *L'homme spatial* (Lussault, 2007).

Corollaire 3.1/. L'urbain est un phénomène spatial (J. Lévy, 1994, p. 314). Si l'on considère que l'espace est une construction sociale (Axiome 3, p. 36), l'urbain peut être compris comme une organisation spatiale impliquant une dialogique entre concentration et diffusion des réalités sociales. Dans le cadre théorique des sciences sociales de l'espace, la cité et la ville peuvent être comprises comme des options spatiales fondées sur une concentration des réalités sociales.

Pour la cité, ce phénomène était essentiellement institué par la coprésence tout en mobilisant marginalement la mobilité et la télécommunication (Figure 11, ci-dessous). Cette lecture de l'organisation spatiale implique la production d'un *capital absolu de position*. Ce

capital était si prégnant qu'il est perceptible jusque dans la conceptualisation qu'Aristote avait de la notion de lieu : un espace qui caractérise ce qu'il contient (Encadré 3, p. 39).

Pour la ville, cette concentration implique une dialogique entre coprésence et mobilité tout en mobilisant dans une moindre mesure la télécommunication (Figure 11, ci-dessous). La ville se différencie de la cité par l'émergence de centralités en réseau caractérisables par *un capital relatif de position* (Encadré 3, p. 39).

Pour l'urbain, l'évolution des modalités de gestion de la distance a rendu possible un second niveau dialogique de concentration / diffusion qui contribue à l'émergence d'un gradient de lieux centraux et de lieux périphériques (J. Lévy, 1994, p. 314-319) [38].

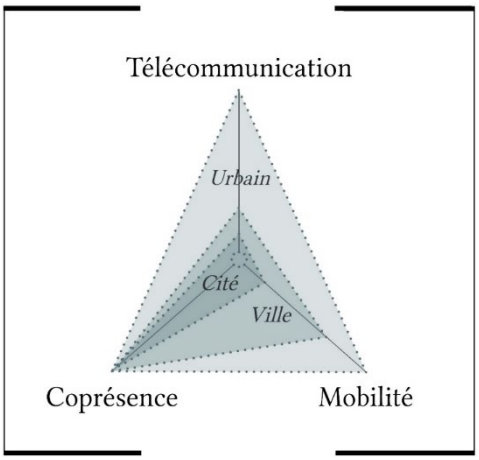


Figure 11. *Organisations spatiales / modalités de gestion de la distance.*

Corollaire 3.1.1/. Établir une mesure de l'état d'organisation des géotypes d'un système urbain implique de mesurer leurs capitaux relatifs de position et de situation (Corollaire 3.1, p. 37). Pour identifier ces capitaux, la notion de distance est fondamentale afin de problématiser l'accessibilité réciproque des réalités sociales : la coprésence organise le contact suivant une métrique essentiellement topographique alors que la mobilité et la télécommunication organisent la connexité suivant des métriques principalement topologiques. La cité et la ville peuvent être comprises comme des utopies du point respectivement absolue et relative, alors que l'urbain est caractérisé par un gradient d'aires plus ou moins centrales. Caractériser ces

[38] L'urbain mobilise conjointement les trois modalités de gestion de la distance. Si la position au sein du système urbain importe, c'est avant tout au regard de la situation relative que cette position offre vis-à-vis de l'ensemble du système. La concentration implique la production d'un *capital de position*, la diffusion participe à la production d'un *capital de situation* (J. Lévy, 1994, p. 316).

géotypes (citation, p. 37) implique d'identifier leur *capital relatif de position,* mais également leur *capital relatif de situation*.

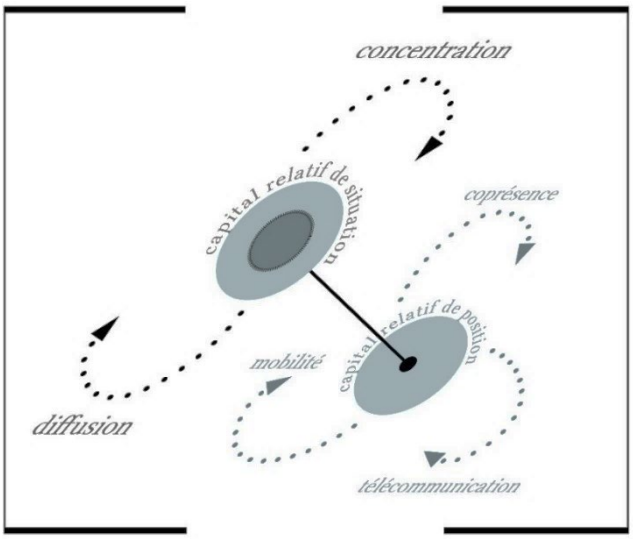


Figure 12. *Caractériser l'état d'organisation des géotypes urbains.*

Hypothèse 2/. Rendre compte de la dialogique concentration / diffusion des réalités sociales au sein d'un système urbain implique de problématiser la notion de distance et plus précisément le couple contact / connexité.

Encadré 3. L'urbain en question à travers les notions *pólis, civitas, urbs*

> « *chaque société organise son espace selon une logique d'ensemble qui lui est propre : cette organisation reproduit analogiquement les mêmes principes au plan mental et au plan social, tout comme au plan matériel.* » (Berque, 1982, p.3)

Afin de caractériser l'urbain il est utile d'entrer en matière avec l'historicité des agglomérations humaines, à commencer par la notion de *civitas*. Cette racine latine du terme cité est héritière de la notion grecque de *pólis* (πόλις). Toutes deux sont fondées sur l'identification de l'ensemble des citoyens qui constituent une ville, une cité ou un état. Elles recouvrent également les droits liés à cette citoyenneté participant de la dimension politique du social (Pradeau dans, J. Lévy & Lussault, 2003, p. 161). Par synecdoque généralisante ou particularisante, ces notions peuvent signifier le territoire régi par cette communauté (qui participe à la notion de pays) ou l'agglomération la plus importante au sein de ce territoire (qui participe à la notion de cité). Dans le cas de la cité-état grecque, cette notion est liée à l'acception de la notion d'espace : la *pólis*

préexiste à l'Homme et l'Homme qui appartient à cette communauté est un citoyen. La cité-état grecque est ainsi comprise comme un espace absolu et positionnel qui caractérise ce qu'il contient (II.2.1, p. 83).

L'évolution significative du terme urbain, de la caractérisation des habitants de la ville vers un substantif actant l'existence du processus d'urbanisation, trouve ses racines au milieu du XIX^{ème} siècle. Elle est incarnée par l'une des figures les plus marquantes des évolutions opérationnelles et théoriques concernant les agglomérations : Ildefons Cerdà [1815-1876]. Cet ingénieur, juriste et homme politique a été mandaté en 1860 par le gouvernement espagnol afin de réaliser une extension de la ville de Barcelone, qui permette de faire face à la croissance démographique. Dans un contexte de développement des techniques de gestion de la distance (chemin de fer et télégramme) et d'émergence de l'hygiénisme, l'environnement offert par la cité médiévale n'était plus pérenne. En 1859, le gouvernement acte la destruction des murs d'enceinte de la cité et Cerdà commence à travailler sur ce qui deviendra le projet fondateur de l'urbanisme : l'*Eixample* (*Ensanche* en castillant, qui signifie extension ou agrandissement). Afin de faire la promotion de sa proposition (qui est opposée à un autre mandat délivré par la ville de Barcelone), il va travailler sur l'ouvrage fondateur de la discipline : *Teoría de la Construcción de Ciudades* [1867] (Choay, 1970, p. 1148). Cette proposition accorde une place centrale aux relations entre les fonctions [39]. Le formalisme retenu est celui d'une trame urbaine hiérarchisée ouvrant l'espace des possibles. La démarche d'Ildefons Cerdà peut être comprise comme une approche multidimensionnelle de la ville.

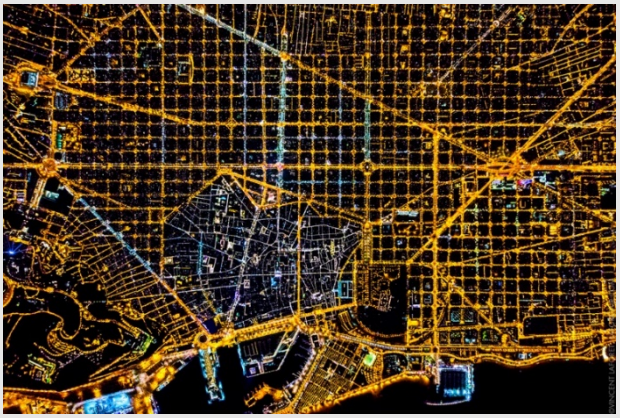


Figure 13. *Barcelona, par Vincent Laforet, www.laforetair.com.*

Le terme urbanisme choisit par d'Ildefons Cerdà renvoie au terme latin *urbs*, qui dans l'antiquité caractérise une partie de la ville mise à distance de son territoire par une limite idéelle : l'enceinte sacrée du *pomerium*. La ville et le territoire impliquent des droits et des usages différents (présence militaire, pratiques religieuses, inhumation, etc.). Il importe de relever que le territoire pouvait accueillir différents types de constructions, dont des faubourgs, les *suburbia*. Cette limite entre l'*urbs* et son territoire n'est donc pas morphologique : la continuité du bâti n'est pas pertinente. Dès l'antiquité, les agglomérations sont structurées par une construction sociale de différentes limites matérielles, immatérielles et idéelles dont l'identification constitue une problématique, toujours contemporaine.

[39] « *Cerdà définit le rôle de l'urbaniste comme celui qui gère au mieux du développement urbain cette contradiction fondatrice entre lieux et liens.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 146).

I.2.1. Habiter comme travail écoumènal

> « *La distinction opérée par Lefebvre [Sociologie urbaine, Nathan, 1994.] entre habitat et habiter exprime bien cette tension entre, d'une part, une ville cristallisée dans une certaine morphologie de l'habitat et, d'autre part, une ville en mouvement où s'expriment de multiples manières d'habiter et de s'approprier un lieu.* » (Stébé & Marchal, 2010)

Afin de préciser ce qu'implique de concevoir l'espace comme une construction sociale (Axiome 3, p. 36), il est intéressant de mobiliser la notion *habiter* (Encadré 4, p. 41). À ce titre, 1968 est une date marquante pour la publicité de l'écoumène, cet espace produit par l'humanité qui a contribué à l'émergence du Monde (Figure 14, p. 42) [40]. Ce cliché pris de la main de l'Homme explicite la faisabilité technique de dépasser une conception terrestre de l'écoumène, en nous offrant littéralement d'aller plus loin que ce qui pouvait être jusqu'alors compris comme un « *espace habitable de la surface terrestre* » [41].

Encadré 4. Habiter le Monde

> « *les systèmes sociaux, culturels et politiques que les humains avaient mis en place au cours des siècles ont, à un moment très particulier de l'histoire, secrété des conditions qui ont permis à des processus d'auto-organisation de constituer le Monde* » (Lussault, 2013, p. 11)

Parmi les évènements qui ont imposé un renouvellement de nos pratiques comme de nos savoirs concernant l'habitation humaine, l'émergence du Monde est significative [42]. Cet espace a des fonctions instituantes et imaginantes que nous pouvons illustrer avec la première photographie d'un levé de terre, décrite par Galen Rowell [1940-2002] comme « *la photographie environnementale la plus influente jamais prise* » (LIFE magazine, 2003). Afin de préciser la spécificité de cet espace et de comprendre ses

[40] Comme aime le rappeler Jacques Lévy, « *la majuscule compte !* ». Géopolitique et politique de la mondialisation, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2013-2016.
[41] CNRTL, œkoumène, 18/08/27.
[42] En introduction de son ouvrage sur l'invention du Monde, Jacques Lévy souligne les enjeux révélés par l'émergence de cet espace. « *La mondialisation change les sciences sociales. Elle oblige à revoir des cadres de pensée liés au cadre national dans lequel et pour lequel ils ont été construits. En géographie, c'est notamment le cas des notions de lieu, de territoire, de réseau, de Monde et d'humanité. La mondialisation invente un nouvel échelon qui force au réagencement de l'ensemble des autres niveaux. À l'encontre d'une idée courante, elle ne détruit pas les lieux préexistants. Elle n'est pas la victoire du général sur le particulier : elle instaure de nouveaux rapports, pas nécessairement conflictuels, entre le singulier et l'universel. Les acteurs mondialisant sont aussi mondialisés, et tout se joue en tension entre ces deux logiques. L'individu est le grand « gagnant » du processus, alors que les communautés, malgré de nouvelles ressources, se trouvent menacées.* » (J. Lévy, 2008, § Présentation). Le processus de mondialisation couplé à la capacitation des individus impliquent des évolutions concernant le rapport des individus et des communautés, à l'espace matériel, immatériel et idéel ; mais également des évolutions de leurs représentations, de leurs connaissances et de leurs pratiques. L'émergence de ce lieu nous enjoint à remettre l'ouvrage conceptuel sur le métier, à critiquer les théories et connaissances existantes au regard de ce phénomène complexe qui se joue quotidiennement sous nos yeux.

implications pour l'évolution de la notion *habiter*, il importe de différencier trois réalités : la planète, la Terre et le Monde.

Figure 14. *Earthrise, Apollo 8, William Anders, 24th December, 1968.*

La planète, un corps céleste. Elle est aujourd'hui positionnée dans le superamas de galaxies Laniakea (Hélène Courtois [1970-]). Nous savons qu'elle tourne autour du soleil depuis les travaux de Nicolas Copernic [1473-1543] au XVI^{ème} siècle qui ont été confirmés par les observations de Galilée [1564-1642] et affinés par Johannes Kepler [1571-1630]. Il est intéressant de relever que c'est également l'objet privilégié de la géographie physique, cette discipline qui « *s'intéresse dans une moindre mesure aux activités humaines* » [43].

La Terre, écoumène des humains. « *Du grec oikoumenê (gê), terre habitée, ensemble des milieux humains, relation de l'humanité à l'étendue terrestre.* » (Berque dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 298)**.** Grâce à l'équipement physico-chimique de la planète, l'émergence d'une biosphère a permis celle de la vie, et plus tardivement des hominidés qui l'ont anthropisé pour faire de la planète, la Terre [44].

Le Monde, un lieu. « *l'espace (humain) dont l'étendue est la planète Terre* » (Retaillé dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 635)**.** L'émergence du Monde est directement liée à l'écoumène et à la notion *habiter* (Lussault, 2013, p. 9).

Aussi succinctes que soient ces définitions, elles nous permettent de souligner l'importance de la notion *habiter* afin de « *saisir l'articulation de ces trois registres de la planète, de la Terre et du Monde, et de le faire en acceptant de considérer que c'est à partir du Monde et pour lui qu'il nous faut inventer une nouvelle conception pour organiser nos espaces de vie en commun.* » (Lussault, 2013, p. 27).

[43] Wikipédia, Géographie physique, 18/12/09.

[44] Comme le suggère Augustin Berque, « *L'existence humaine est géographique : non seulement nous avons nécessairement un lieu physique sur la planète, mais notre être se fonde sur le couplage structurel d'un corps animal et d'un milieu technique et symbolique, son complément à la fois social et écologique. Ce couplage engendre la réalité des milieux humains, dont l'ensemble forme l'écoumène : le rapport onto-géographique de l'humanité avec la Terre.* » (A. Berque, 2016, § présentation).

Corollaire 3.2/. **L'urbain est un phénomène généralisé à l'ensemble des espaces habités.** Comme le souligne André Ourednik, la notion *habiter* est composée d'un aspect positionnel complété par un second de propriété, qui sont mobilisés conjointement dans l'action d'occuper (Ourednik, André, 2010, p. 196) [45]. Il faut attendre le XII^{ème} siècle pour que cette notion soit liée à la demeure, le XIII^{ème} siècle à celle de l'occupation d'un lieu et au XV^{ème} siècle à l'occupation d'un pays [46]. Nous pouvons comprendre cette évolution sémantique comme une généralisation à *des espaces* toujours plus vastes. Elle souligne également qu'habiter un pays était difficilement imaginable avant le XV^{ème} siècle, ou tout du moins il n'était pas nécessaire d'intégrer cette subtilité à la langue (citation, p. 9). Aujourd'hui le processus de mondialisation nous projette vers l'habitation du Monde ce qui nous impose de renouveler notre conception de la notion de lieu (Note 42, p. 41, Encadré 4, p. 41) [47].

Mobiliser la notion *habiter* me permet de préciser mon objet d'étude, à commencer par ce qui ne relève pas de cette mesure, les espaces qui se trouvent au-delà de l'érème.

Corollaire 3.2.1/. Les espaces habités sont produits de manière récursive par un processus d'actualisation individuel et collectif. Afin d'identifier les apports de la notion *habiter*, je pense intéressant d'ajouter à cette étymologie le triptyque « *Bauen Wohnen Denken* » (Bâtir Habiter Penser) proposé en 1951 par le philosophe Martin Heidegger [1889-1976] [48]. Cette contribution lie les notions de bâtir, d'habiter et de penser dans une relation à la fois transitive et récursive : « *Habiter serait ainsi, dans tous les cas, la fin qui préside à toute construction. Habiter et bâtir sont l'un à l'autre dans la relation de la fin et du moyen. Seulement, aussi longtemps que notre pensée ne va pas plus loin, nous comprenons habiter et bâtir comme deux activités séparées, ce qui exprime sans doute quelque chose d'exact ; mais en même temps, par le schéma fin-moyen,*

[45] « *Le verbe « habiter » est de la « famille du verbe latin habere : 'tenir', 'se tenir', d'où 'posséder, occuper' et finalement 'avoir', qui a en germanique de nombreux correspondants (all. haben, angl. to have) […] Au sens de 'se tenir', 'occuper' habere a tendu à être remplacé par son fréquentatif habitare »* » (Picoche dans Ourednik, 2010, p. 196). *Habitare* est une forme verbale qui marque la récursion, la répétition et l'habitude concernant conjointement la possession et la position, sans impliquer de sens diminutif à cette action, « *Se tenir habituellement, habiter, résider, loger, occuper.* » (CNRTL, Habiter, 18/08/07).

[46] CNRTL, habiter, 18/08/07.

[47] « *Le Monde contemporain, bien loin d'aliéner purement et simplement le rapport des individus à leurs espaces de vie, enrichit et complexifie sans cesse ces derniers et multiplie le nombre de ceux qui nous sont accessibles : il n'y a jamais eu autant de lieux offerts et praticables pour autant de personnes en même temps et cette inflation des unités spatiales est trop peu mentionnée* » (Lussault, 2017, p. 15-16).

[48] Cette conférence est l'une de ses plus célèbres interventions publiques qu'il ait faites après la Seconde Guerre mondiale, durant laquelle son adhésion au parti national-socialiste lui a valu une interdiction d'enseigner entre 1945 et 1951.

nous nous fermons l'accès des rapports essentiels. Bâtir, voulons-nous dire, n'est pas seulement un moyen de l'habitation, une voie qui y conduit, bâtir est déjà, de lui-même, habiter. » (Heidegger, 2001 [1951]). À travers la mobilisation du terme bâtir, *buan*, en vieux-haut-allemand, Martin Heidegger précise la relation entre les notions d'individu et d'habiter [49]. L'habiter relève ainsi d'une logique de milieu. L'individu est à la fois acteur, à travers ses actions visant à bâtir un habitat (matériel, immatériel et/ou idéel) et agent du fait que l'écoumène engramme en retour sur lui son habité qui participe de sa construction identitaire et de son sentiment d'être au Monde. L'écoumène étant une construction collective, ce n'est pas seulement l'habité de l'individu qui est actif dans ce processus, mais également celui de la société des individus. L'identification de cette récursion au cœur de l'habité permet de problématiser la mesure de l'urbanité (II.1.5, p. 71).

I.2.2. L'urbanité actuelle, l'urbanité virtuelle

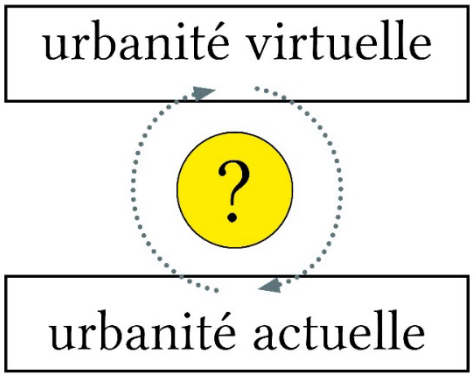


Figure 15. *Problématiser le processus d'actualisation de l'urbanité.*

Corollaire 3.2.1.1/. L'urbanité est comprise comme un indicateur de l'organisation des géotypes, à la fois produite et productrice de l'urbain. Alors qu'une mesure statique de l'urbanité devrait nous donner à voir l'urbanité virtuelle, une mesure intégrant ses processus d'actualisation rend imaginable d'étudier son évolution (Encadré 5, p. 45). Problématiser ces processus doit nous permettre de rendre compte des relations individuelles et collectives à l'organisation de l'espace (Encadré 5, p. 45 ; Figure 15, ci-dessus).

[49] « *Que veut dire alors ich bin (je suis) ? Le vieux mot bauen, auquel se rattache bin, nous répond : « je suis », « tu es », veulent dire : j'habite, tu habites. La façon dont tu es et dont je suis, la manière dont nous autres hommes sommes sur terre est le buan, l'habitation.* » (Heidegger, 2001 [1951])

Encadré 5. Le couple actuel / virtuel

> « *Ce processus par lequel une société engendre les relations qui lui intègrent son territoire, appelons-le par convention : l'organisation de l'espace. Ce terme d'organisation est englobant. Il permet d'évoquer à la fois la production de l'espace par la société (c'est l'organisation active), et celle de la société par l'espace (c'est l'organisation comme cadre donné, conditionnant l'état actuel et l'évolution ultérieure de la société).* » (Berque, 1982, p.23)

Afin de comprendre ce couple de notions, il importe de clarifier celle de *virtuel*. Nous avons vu que l'humanité est active dans la construction de l'écoumène qui implique des dimensions matérielles, immatérielles et idéelles (Encadré 4, p. 41). Dans la continuité des travaux de Boris Beaude sur l'espace d'Internet, il importe de ne pas confondre *immatériel* et *virtuel* [50](Beaude, 2012). Le sens du terme *virtual* a évolué durant la seconde moitié du XX^{ème} siècle afin de caractériser l'opposition *hardware / software*. La généralisation de son usage a induit une dérive sémantique depuis une caractérisation matérielle / immatérielle vers une caractérisation réelle / immatérielle. Ce que nous désignons par *virtual reality* est bien réel, tout en étant une réalité immatérielle (Beaude, 2012, p. 43). Cette précision me permet de revenir au couple actuel / virtuel pour problématiser l'évolution itérative de l'urbanité. L'actualisation récursive des espaces par la société des individus implique l'identification de deux pôles :

- Le *virtuel* d'une situation urbaine, compris comme le potentiel d'urbanité de cette situation.
- L'*actuel* d'une situation urbaine, compris comme l'urbanité de cette situation.

Il importe de préciser que le virtuel d'une réalité sociale peut être actualisé de plusieurs manières suivant les choix opérés par les opérateurs (qui sont alors actifs dans l'actualisation de l'urbanité virtuelle). De la même manière, l'actuel est impacté par le virtuel (l'urbanité virtuelle est alors un opérateur actif participant à caractériser l'urbanité actuelle). Dans le cas d'une réalité sociale résiliente au processus d'actualisation, son virtuel demeure inchangé pour l'actualisation suivante (II.3, p. 93).

Le processus menant récursivement de l'un à l'autre est fondé sur les relations qui participent de l'organisation des réalités sociales étudiées. Ce couple de notions permet de préciser le regard que l'on porte sur les dynamiques spatiales (Moriconi-Ébrard et Stock dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 281). Il permet l'identification d'étapes intermédiaires dans l'analyse des dynamiques urbaines ainsi qu'une approche discrète du temps.

[50] « *Qualifier un espace de virtuel, par opposition au réel, présente une ambiguïté intrinsèque et surtout, traduit un impensé dont l'incorporation langagière fourvoie la pensée. La virtualité n'autorise pas à penser l'espace singulier d'Internet qui émerge chaque jour un peu plus. Pourtant, penser cet espace, reconnaitre ses lieux, c'est s'autoriser à penser le monde contemporain dans toute sa complexité.* » (Beaude, 2012, p. 41)

I.2.3. Le défi théorique

Afin de rendre possible une mesure de l'urbanité (Figure 4, p. 16), l'émergence de l'urbain nous invite à renouveler notre attention à la lutte de l'humanité contre la distance (I.2, p. 46).

Dans le contexte de cette lutte, la cité a constitué une utopie du point fondée principalement sur la coprésence. Avec l'évolution des modalités de gestion de la distance, la mobilité a pris de l'importance dans l'organisation des réalités sociales faisant émerger des problématiques liées à l'accessibilité. Les évolutions de la ville, largement structurées par l'émergence de l'urbanisme, ont dès lors dû se faire suivant une conception relationnelle de l'espace (Encadré 3, p. 39 ; II.2.1, p. 83). Pour entrer en matière avec le processus d'urbanisation il importe aujourd'hui de mesurer les capitaux relatifs de positions et de situation des géotypes (Corollaire 3.1.1, p. 38 ; Hypothèse 2, p. 39).

Cette partie m'a également permis de limiter mon sujet aux espaces habités et d'identifier l'importance des processus d'actualisation pour rendre compte de la construction sociale de l'espace. Relever le défi théorique va consister à problématiser cette actualisation de l'urbain afin de soutenir l'établissement d'une méthodologie de mesure de l'urbanité (Problématique théorique, p. 45).

I.3. Un défi méthodologique. Comment établir une mesure du gradient d'urbanité ?

L'explicitation des défis épistémologique et théorique contribue à ma problématisation d'une approche complexe de l'urbain comme de la construction sociale de l'espace afin de rendre possible une mesure l'urbanité (Figure 4, p. 16). Ces premiers constats seront développés et critiqués dans les chapitres dédiés à ces défis afin de produire une grille de lecture permettant de traiter le défi méthodologique (II, p. 56 ; III, p. 98 ; IV, p. 160).

Corollaire 2.2/. Une méthodologie de mesure permettant d'établir un indicateur d'urbanité implique une démarche indisciplinaire (Axiome 2, p. 22). Mon hypothèse épistémologique (Hypothèse 1, p. 35) est étayée par l'identification d'une crise dans notre régime de connaissance induit par le paradigme de simplification (I.1.1, p. 23). Dans la perspective de dépasser une construction des savoirs fondée sur les principes de réduction et d'abstraction, il importe d'éviter une approche disciplinaire de mon objet d'étude. J'ai souligné qu'un équipement disciplinaire participe à dissoudre le réel dans des savoirs compartimentés (I..1, p. 21). Afin de relier ces savoirs, il s'agit d'adopter une posture transdisciplinaire (focalisée sur la traduction) et non pas interdisciplinaire (mobilisation littérale les savoirs d'une autre discipline). Il s'agit de traduire les savoirs et leurs constructions afin qu'ils soient à la fois moins efficients pour la discipline d'origine et plus efficient pour d'autres disciplines [51].

Si j'utilise encore dans cette démonstration la notion de discipline, c'est pour mieux la dépasser par la critique du principe de disjonction. Ce principe est fondé sur une différenciation ontologique entre différentes réalités. Dépasser cette disjonction implique pour l'urbanité de traiter avec soin conjointement les connaissances portées par la société des individus et les savoirs transdisciplinaires concernant l'urbain. Ce qui importe dans cette démarche n'est pas tant la discipline que l'objet d'étude et les problèmes auquel il nous confronte. Afin d'atteindre un plus haut niveau de synthèse sur l'urbain, il convient donc de tisser ensemble les connaissances et les savoirs. Il s'agit d'adopter une posture indisciplinaire.

[51] Un exemple transdisciplinaire est identifiable dans le champ de la prétopologie. Il est décrit par le groupe de chercheurs qui a participé à son émergence comme une simplification axiomatique de la topologie à destination des sciences sociales (Belmandt, 2011). Cette traduction de la topologie est à la fois moins efficiente pour la Mathématique et plus efficiente pour les sciences sociales. Cette construction théorique est en opposition avec le principe de réduction externe (I.1.1, p. 23).

I.3.1. Critique des notions d'indicateur et de mesure

> « *Par construction, un indicateur quantifie un phénomène complexe, en retenant du réel certains aspects jugés pertinents. Les nombres ainsi obtenus permettent des comparaisons, des classements entre différents choix possibles, ce qui en a fait un des outils majeurs pour justifier les arbitrages.* » (Jensen, 2018, p. 244).

La notion d'indicateur constitue une entrée pragmatique afin de conjointement préciser cette construction indisciplinaire et mon sujet de recherche. Il est tout d'abord intéressant de relever que l'origine des indicateurs est récente. Elle remonte au milieu du XX^{ème} siècle et trouve ses racines dans « *la méfiance du public pour le jugement subjectif des experts* » (Jensen, 2018, p. 249). En cherchant à dépasser les points de vue individuels, les indicateurs peuvent devenir de puissants outils de légitimation (citation, ci-dessus). De plus, tout indicateur est contestable du fait de l'ensemble des savoirs et des connaissances qui ne sont pas prises en compte pour les établir, qui ne sont pas jugées pertinentes mais qui participent cependant du réel [52]. Afin d'offrir un regard opérant pour la critique d'indicateurs, il est alors pertinent d'identifier les actions que ces indicateurs légitiment (Encadré 6, p. 49). Dès lors, comment arbitrer la prise en compte de savoirs et de connaissances afin d'établir un indicateur ? Il s'agit finalement d'arbitrer pour pouvoir arbitrer ce qui nous confronte à un paradoxe : d'une notion heuristique et simplifiante, nous aboutissons à un objet complexe qui nous renvoie à mon hypothèse épistémologique (Hypothèse 1, p. 35). Afin d'établir une méthodologie de mesure de l'organisation des réalités sociales, il importe de la construire de manière indisciplinaire, en intégrant les connaissances portées par la société des individus. Il s'agit d'assumer la relativité du domaine de pertinence d'une telle mesure à ses contributeurs avant de rendre imaginable une généralisation de ses enseignements (II.1.1, p.58 ; III.3, p. 127 ; Encadré 24, p. 153).

Corollaire 2.2.1/. L'établissement d'un indicateur d'urbanité relatif à une réalité urbaine implique une méthodologie actualisable de mise au débat afin d'arbitrer la pertinence des savoirs et des connaissances mobilisées pour rendre compte de cette réalité. Pour ce qui relève de l'établissement d'un indicateur, il s'agit de produire un objet actualisable qui soit le support de débats et en retour supporté par ces débats afin d'arbitrer la mobilisation des savoirs et des connaissances. Pour le dire autrement la diversité des réalités urbaines est telle que, s'il est

[52] Dans le domaine de la recherche, l'évaluation des chercheurs est polémique, il est de même pour les différents classements concernant les universités ou les pays. La liste n'est limitée que par la quantité d'indicateur.

possible d'établir une mesure de l'urbanité, cette mesure ne pourra pas rendre compte de l'ensemble des réalités urbaines (III.2, p. 113). Ainsi un indicateur de l'urbanité du tourisme, et l'arbitrage des connaissances et des savoirs qui participent de ce phénomène pour un système urbain donné, n'est pas comparable à un indicateur de l'urbanité du travail ou commerciale, bien que la méthodologie pour les établir puisse être la même. De plus, ces thématiques sont des processus complexes qui impliquent un arbitrage concernant le phénomène précis que l'on souhaite étudier.

Corollaire 2.2.2/. L'établissement d'un indicateur d'urbanité relatif à une réalité urbaine implique d'établir une méthodologie de mesure de l'urbanité. Contrairement à la notion d'indicateur, la notion de mesure est fondée sur une méthodologie qui consiste à rendre objectivement comparable différentes évaluations [53]. Si la référence de cette mesure peut être relative comme pour les différentes échelles de température, il s'agit de rendre comparable des phénomènes a posteriori (Encadré 6, p. 49). Afin de pouvoir établir un indicateur d'urbanité relatif à une réalité urbaine (Webber, Guillot, & Choay, 1996 [1964]) il importe dans un premier temps de produire non pas une mesure de l'urbanité mais bien une méthodologie qui puisse nous permettre de comparer a posteriori les géotypes participant d'un système urbain.

Hypothèse 3/. Pour devenir opérante une méthodologie de mesure de l'urbanité doit être mise au débat afin d'arbitrer collectivement les connaissances et les savoirs pertinents pour établir un indicateur relatif à une réalité urbaine.

Corollaire 2.2.2.1/. L'établissement d'une méthodologie de mesure de l'urbanité implique l'identification a posteriori des géotypes participant d'un système urbain. À la réduction des dimensions de l'urbain (citation, p. 12 ; III.2.3, p. 122), il faut ajouter les découpages *a priori* qui endiguent notre capacité à concevoir la complexité de l'urbain (Encadré 6, p. 49). Pour ce qui relève de la mesure, il convient de ne pas présupposer l'existence *a priori* de géotypes mais de construire un raisonnement critiquable qui nous permette de les identifier *a posteriori*.

[53] « *Évaluation d'une grandeur ou d'une quantité, par comparaison avec une autre de même espèce, prise comme terme de référence* », CNRTL, mesure, 19/07/20.

Encadré 6. Une critique des indicateurs de densité surfacique par le couple a *priori / a posteriori*

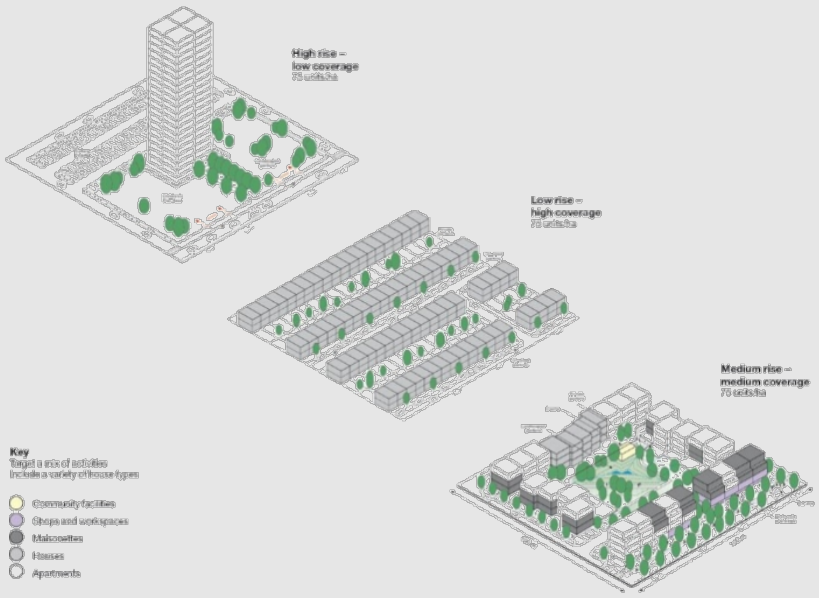


Figure 16. *Density can be achieved in different ways, Urban Task Force, 1999.*

> « *découper, c'est délimiter en traçant, mettre à part, isoler. L'opération peut se réaliser de deux manières, a priori ou a posteriori. […] le découpage a priori consiste à postuler l'existence d'un ensemble géographique pour l'isoler sur la foi de son nom. Plus rien alors n'est observé que ce qui est dedans, favorisant les corrélations verticales, c'est-à-dire l'explication du lieu par lui-même.* »
> (Dagorn dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 230)

Pour l'analyse urbaine et l'urbanisme opérationnel, un exemple canonique permettant d'illustrer la pertinence du couple *a priori / a posteriori* réside dans l'établissement et l'usage d'indicateurs de densité surfacique (Figure 16, p. 50). Un tel indicateur est fondé sur une conception implicitement homogène de l'espace : un hectare est *a priori* comparable à tous les autres. Or, les expériences quotidiennes que nous avons de l'urbain sont toutes autres : l'espace réel est hétérogène. Ainsi la mobilisation d'un indicateur de densité surfacique fondé sur une méthodologie de comparaison *a priori* de surfaces ne nous permet pas de rendre comparables les situations urbaines.

Aborder la notion de densité avec un tel outillage conceptuel semble vain, particulièrement quand cette heuristique est prolongée par un second raccourci cognitif mobilisant la densité de peuplement virtuelle pour signifier la densité perçue. Ces différentes opérations pseudo-logiques semblent plus efficaces pour nous éloigner du réel que pour nous assister dans la compréhension de l'urbain. Cela demeure pourtant le mobile, plus ou moins explicite, de nombreuses opérations urbaines.

Il est important de relever à travers cet exemple que la comparaison repose sur les fondements de l'analogie comprise comme l'établissement d'un rapport de proportion mathématique entre deux phénomènes (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 68). Afin de critiquer un tel raisonnement, il doit conjointement être compris dans le contexte de sa mobilisation (comme la justification de démolitions dans les grands ensembles afin de ventiler la population résidente et de répondre pour les bailleurs sociaux à une logique de subvention) et faire l'objet d'une déconstruction de ses présupposés (comme le lien causal entre une forte densité de peuplement virtuel et différents problèmes d'insécurité). Ce type de raisonnement illustre la réduction usuelle des méthodologies d'analyse urbaine : pour nous permettre d'orienter nos décisions nous devons diminuer la complexité du réel (Panerai, Demorgon, & Depaule, 1999).

De plus, comme le souligne René Dagorn (citation, ci-dessus), le découpage est un outil qui, mobilisé *a priori*, implique une conception absolue de l'espace (II.2.1, p. 83). Une telle opération est fondée sur deux postulats : une identité présumée et un primat des surfaces qui engendrent une « *explication du lieu par lui-même* ». J'entrerai plus en détail dans les acceptions de la notion de lieu (III.4, p. 137) afin d'expliciter les prises qui me permettent de problématiser leur identification [54]. L'usage d'indicateurs établit *a priori* souligne l'importance de problématiser une identification des limites des lieux *a posteriori.*

I.3.2. L'urbanité *a priori*, l'urbanité *a posteriori*

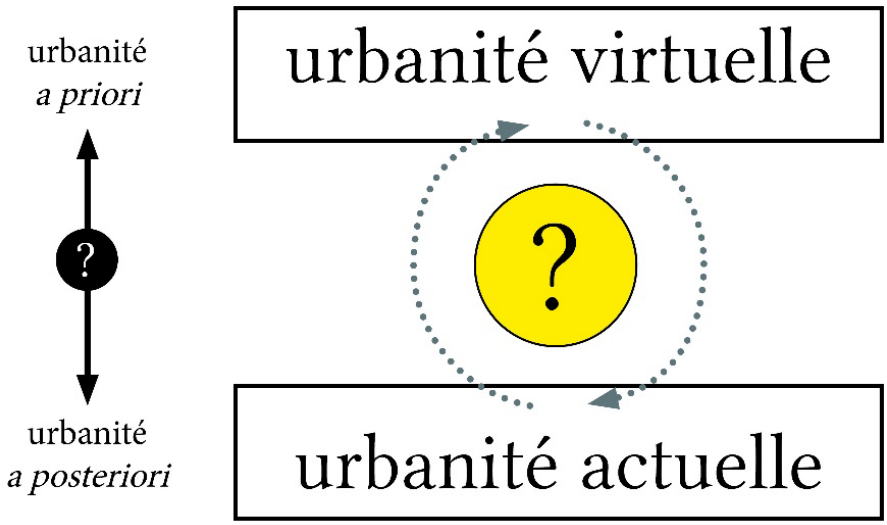


Figure 17. *Problématiser le processus d'actualisation de l'urbanité.*

[54] « *La recherche et la mesure des seuils, la prise de conscience des recouvrements partiels et des limites floues, la reconnaissance qu'englober n'est pas nécessairement contenir, peuvent seules ramener l'opération à une signification maîtrisée et pertinente* » (Dagorn dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 231).

Problématique méthodologique : Comment rendre comparables les situations urbaines *a posteriori* afin d'établir une méthodologie de mesure de l'urbanité ? Comme nous venons de le voir concernant la mobilisation d'un indicateur de densité surfacique, nous ne pouvons pas simplifier le réel à un espace homogène où tout hectare serait *a priori* comparable à l'ensemble des autres (Encadré 6, p. 49). Il importe dès lors de construire une méthodologie de mesure de manière récursive, entre l'identification de l'urbanité *a priori* qui « *synthétise le niveau théorique de performance fonctionnelle d'une entité urbaine* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 966) et l'urbanité *a posteriori* qui rend compte de « *l'état avéré d'une situation urbaine (qui peut être de toute échelle) particulière en un temps historique donné.* » (Ibid., p. 966). Pour la problématisation des processus d'actualisation de l'urbain, le couple *a priori / a posteriori* est complémentaire au couple précédemment identifié *actuel* / *virtuel* (Encadré 5, p. 45).

I.3.3. Le défi méthodologique. Mesurer l'urbanité de quels espaces ?

> « *l'urbanité d'une situation urbaine est d'autant plus grande que la densité et la diversité sont fortes et leurs interactions importantes* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 966)

Pour conclure sur le défi méthodologique relatif à l'établissement d'un indicateur d'urbanité, il importe de préciser que la mesure soutenant une telle méthodologie doit être complexe afin de rendre compte d'un phénomène qui est lui-même complexe. Cela n'implique pas de renoncer à la simplicité, mais au paradigme de simplification (Hypothèse 1, p. 35).

Afin de traiter ma seconde hypothèse et rendre compte du couple contact / connexité (Hypothèse 2, p. 39) j'exposerai une preuve de concept fondée sur une métrique qui soit conjointement topographique et topologique. L'identification de cette métrique implique une problématisation préliminaire du couple distance / métrique (III.2.1, p. 115).

Enfin, la mesure de l'urbanité doit être représentative du potentiel offert par une situation urbaine relativement à une caractérisation des notions de densité et de diversité. Il est important de relever que cet indicateur ne se limite pas aux situations urbaines denses et diverses, que nous appelons couramment la ville, mais s'étend à l'ensemble des espaces habités (Corollaire 3.2, p. 43) sous la forme d'un gradient impliquant des capitaux relatifs de position et de situation

(Corollaire 3.1.1, p. 38). Afin d'établir une telle mesure, il importe de rendre comparables *a posteriori* les géotypes d'un système urbain (Corollaire 2.2.2.1, p. 49).

Cette problématisation explicite pourquoi les deux questions qui semblent évidentes à la lecture de la définition de l'urbanité (citation, ci-dessus) - quelle(s) densité(s) mesurer ? quelle(s) diversité(s) mesurer ? - ne nous permettent pas d'entrer en matière avec la mesure de l'urbanité.

La question de recherche privilégiée pour avancer vers une méthodologie complexe de mesure de l'organisation des réalités sociales est : *mesurer la densité et la diversité de quels espaces ?*

I.4. Propos d'étape. Mesurer l'urbanité de quels espaces ? Problématisation, hypothèses et enjeux

Hypothèse 1/. Concevoir la complexité de l'urbain n'implique pas de renoncer à la simplicité

Axiome 1/. L'urbanité est comprise durant cette recherche comme un indicateur de l'état spécifique de l'organisation des objets de société au sein d'une situation urbaine

Corollaire 1.1/. Établir un indicateur de l'état de l'organisation des situations urbaines permet de rendre compte du processus d'urbanisation

Axiome 2/. L'urbain est un phénomène complexe qui participe du système anthropo-social hypercomplexe

Problématique épistémologique. Comment rendre compte de l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain ?

Corollaire 2.1/. L'urbain est un phénomène relevant de la complexité organisée

Corollaire 2.2/. Une méthodologie de mesure permettant d'établir un indicateur d'urbanité implique une démarche indisciplinaire

Corollaire 2.2.1/. L'établissement d'un indicateur d'urbanité relatif à une réalité urbaine implique une méthodologie actualisable de mise au débat afin d'arbitrer la pertinence des savoirs et des connaissances mobilisées pour rendre compte de cette réalité

Hypothèse 3/. Pour devenir opérante une méthodologie de mesure de l'urbanité doit être mise au débat afin d'arbitrer collectivement les connaissances et les savoirs pertinents pour établir un indicateur relatif à une réalité urbaine et nous permettre de la comprendre et d'agir.

Corollaire 2.2.2/. L'établissement d'un indicateur d'urbanité relatif à une réalité urbaine implique d'établir une méthodologie de mesure de l'urbanité

Corollaire 2.2.2.1/. L'établissement d'une méthodologie de mesure de l'urbanité implique l'identification *a posteriori* des géotypes participant d'un système urbain

Problématique méthodologique. Comment rendre comparables les situations urbaines *a posteriori* afin d'établir une méthodologie de mesure de l'urbanité ?

Axiome 3/. L'espace est une construction sociale

Corollaire 3.1/. L'urbain est un phénomène spatial

Corollaire 3.1.1/. Établir un indicateur de l'état d'organisation des géotypes d'un système urbain implique de mesurer leurs capitaux relatifs de position et de situation

Hypothèse 2/. Rendre compte de la dialogique concentration / diffusion des réalités sociales au sein d'un système urbain implique de problématiser la notion de distance et plus précisément le couple contact / connexité

Corollaire 3.2/. L'urbain est un phénomène généralisé à l'ensemble des espaces habités

Corollaire 3.2.1/. Les espaces habités sont produits de manière récursive par un processus d'actualisation individuel et collectif

Corollaire 3.2.1.1/. L'urbanité est comprise comme un indicateur de l'organisation des géotypes, produit et productrice de l'urbain

Problématique théorique. Comment problématiser les processus d'actualisation de l'urbain ?

Figure 18. *Problématisation de la mesure de l'urbanité.*

Avant d'aborder en détail les trois défis identifiés, ce chapitre avait pour objet la précision de mon sujet de recherche, sa problématisation (Figure 18, p. 54) et l'explicitation des enjeux afférents.

L'enjeu principal de cette recherche est de contribuer au renouvellement des méthodologies d'analyse de l'urbain afin de nous permettre :

- d'entrer en matière avec la complexité inhérente à la construction sociale de l'espace
- de comprendre et d'agir sur le processus d'urbanisation.

Cet objectif implique la construction d'une grille de lecture afin :

- de rendre compte de l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain complexe (Problématique épistémologique, p. 36)
- de problématiser les processus d'actualisation de l'urbain (Problématique théorique, p. 45)
- de rendre comparable *a posteriori* les géotypes d'un système urbain (Problématique méthodologique, p. 52)

Ces trois problèmes tendent vers le même objectif : identifier les espaces au sein desquels il s'agira de mesurer l'urbanité (I.3.3, p. 52).

La méthodologie que je cherche à développer vise dans un premier temps à rendre compte de l'organisation spatiale des réalités sociales. Cette étape implique une problématisation du couple métrique / distance (Hypothèse 2, p. 39) qui doit me permettre de produire un fond de carte complexe et actualisable (Hypothèse 3, p. 49) afin d'identifier et de rendre comparables les situations urbaines et rendre ainsi possible une mesure simple de l'urbanité (Hypothèse 1, p. 35).

Afin d'aborder la construction de cette grille de lecture, il s'agit dans un premier temps de relever le défi épistémologique, d'expliciter les prises offertes par la pensée complexe et les sciences sociales de l'espace pour concevoir une mesure complexe de l'urbanité.

II. Le défi épistémologique

Problématique épistémologique initiale. ***Comment rendre compte de l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain ?***

Ce chapitre a pour objectif de préciser itérativement ma problématique épistémologique en mobilisant les apports de la pensée complexe (II.1, p. 57) et des sciences sociales de l'espace (II.2, p. 80) afin de rendre imaginable une mesure simple de l'urbanité (Hypothèse 1, p. 35).

Ces deux écoles de pensée bénéficient aujourd'hui d'une reconnaissance scientifique internationale. Les sciences sociales de l'espace offrent un cadre stabilisé sur le plan épistémologique, théorique et empirique [55]. La pensée complexe a bénéficié d'une publicité importante depuis la fin du XX^{ème} siècle [56] mais n'offre pas encore de base empirique stable - ce qui constitue un enjeu pour notre régime de connaissance afin de stabiliser le paradigme de la complexité (I, p. 16). Pour établir une méthodologie de mesure transdisciplinaire, cette asymétrie impose une attention particulière aux principes de la pensée complexe et aux notions centrales des sciences sociales de l'espace.

Le défi épistémologique identifié afin de rendre imaginable l'établissement d'une telle mesure implique de construire une grille de lecture concernant l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain compris comme étant complexe (I.1.3, p. 35). À l'instar du tournant spatial (Encadré 2, p. 18), cet objectif a des implications théoriques et méthodologiques qu'il s'agit d'expliciter par une réflexion concernant la manière même de construire des savoirs sur un phénomène complexe. Le traiter implique une distinction claire entre les notions de compliqué et de complexe, entre le paradigme de simplification et la simplicité d'une approche complexe de l'urbain (I.1, p. 21).

[55] Jacques Lévy a été retenu dans la liste finale de quatre candidats au Grand Prix de l'Urbanisme en 2017 et est lauréat du prix Vautrin-Lud de 2018 (« *Le prix international de géographie Vautrin-Lud ou prix Vautrin-Lud, créé en 1991, est considéré comme étant la plus haute récompense décernée dans le champ de la géographie. Ce prix, qui couronne une carrière de géographe, est parfois considéré comme l'équivalent d'un prix Nobel de géographie.* », Wikipédia, Prix Vautrin-Lud, 18/07/21).

[56] Edgar Morin a reçu de nombreuses reconnaissances pour ses travaux épistémologiques et théoriques. Ces ouvrages sont très largement traduits (28 langues) et diffusés (plus de quarante pays) (Wikipédia, Edgar Morin, Ouvrages, Distinctions, Docteur honoris causa, 18/07/21).

II.1. La pensée complexe

Afin d'avancer vers l'horizon que constitue l'établissement d'une méthodologie de mesure de l'urbanité je vais identifier les apports des principes de la pensée complexe explicités par Edgar Morin et Jean-Louis Le Moigne (Morin & Le Moigne, 1999). Pour les contextualiser, je mobilise le paradigme de simplification (I.1.1, p. 23) et à la grille de lecture de Warren Weaver concernant les problèmes de connaissance (I.1.2, p. 27).

- En liant savoirs et connaissances, **le principe de réintroduction du connaissant** (II.1.1, p. 58) réfute la pertinence du principe de disjonction (I.1.1.1, p. 24).

- **Le principe systémique** (II.1.2, p. 62) permet de problématiser l'identification des parties d'un ensemble par celle de leurs relations internes et externes. Il introduit la notion d'autonomie. Ce principe va à l'encontre de la réduction interne et participe à enrichir la grille de lecture proposée par Warren Weaver (I.1.1.2, p. 25 ; I.1.2, p. 27).

- **Le principe d'auto-éco-organisation** (II.1.3, p. 64) complète la notion d'autonomie par celle d'émergence et permet de préciser pourquoi un système complexe organisé n'est pas la somme de ses parties (I.1.1.2, p. 25). Il permet également d'introduire les apports du triptyque matériel / immatériel / idéel (Encadré 9, p. 65).

- **Le principe dialogique** (II.1.4, p. 66) offre une alternative conjointement à l'abstraction (I.1.1.3, p. 26) et à la causalité linéaire par la prise en compte de relations complémentaires et contradictoires. Il offre une prise pour entrer en matière avec l'autonomie d'un système et de ses parties.

- **Les principes récursif** (II.1.5, p. 71) **et rétroactif** (II.1.6, p. 72) permettent de concevoir l'observation du principe dialogique tout en offrant une manière complexe de concevoir la notion de causalité.

- Le principe **hologrammatique** (II.1.7, p. 75) permet de dépasser les principes de réduction (I.1.1.2, p. 25) et d'abstraction (I.1.1.3, p. 26) et d'entrer en matière avec le couple singulier / universel (Encadré 7, p. 59).

Cette lecture doit nous permettre de dépasser les paradoxes qui figent la pensée linéaire, de rendre compte de l'organisation d'un système complexe et particulièrement de l'émergence de comportements d'ensemble non prédictibles sans la prise en compte des relations complémentaires et contradictoires entre ses parties.

II.1.1. Le principe de réintroduction du connaissant

Figure 19. *Lost in Translation, Shibuya, Japan, Richard Schneider.*

> « *Leibniz va nous raconter une histoire qui paraît une histoire de fées, uniquement une histoire de fées, quoi, ou de science-fiction. Il nous dit : eh ben vous savez, c'est pas difficile, vous avez en effet - partons de Descartes - vous avez en effet la certitude du moi dans l'autoposition Moi = Moi ; seulement ce que Descartes n'a pas vu, c'est que chaque Moi contient la totalité du monde. Il suffisait d'y penser, à ce moment-là, en effet : la pensée, grâce au Moi = Moi, ne porte plus sur le petit îlot de la res cogitans, va porter sur l'ensemble du réel et de l'existant.* [...] *chaque moi est un point de vue sur le monde, c'est-à-dire : il exprime le monde entier de son point de vue. Et l'exprimer, c'est-à-dire : le monde, il n'existe pas hors des points de vue qui l'expriment. La ville n'existe pas hors de l'ensemble des points de vue sur la ville. C'est une rudement belle idée, euh... et la ville c'est ça, c'est l'ensemble des points de vue sur la ville.* [...] *Chaque moi contient la totalité du monde, ça veut dire quoi ? Eh ben oui : chacun de ces moi, il va créer un nom pour les désigner, le mot « monade ». Chaque monade exprime la totalité du monde, dans son existence.* » (Deleuze [1983] - Cinéma - 41)

Gilles Deleuze [1925-1995] nous offre une lecture de la notion de monade introduite par Gottfried Wilhelm Leibniz [1646-1716] qui explicite l'intérêt épistémologique de dépasser le principe de disjonction (citation, ci-dessus). Si toute réalité sociale existe *dans et par* la multitude des opérateurs, de leurs actions comme de leurs représentations, il semble vain de fonder une construction des savoirs sur la disjonction *res cognitans / res extensa* (I.1.1.1, p. 24). Afin de préciser les apports de cette réintroduction du connaissant dans le processus de construction des savoirs concernant l'urbain, je mobilise la notion de spatialité (Encadré 7, p. 59).

Encadré 7. La notion de spatialité

> « *1. En un sens général, caractéristiques de la dimension spatiale d'une réalité sociale. 2. Spécialement, ensemble des actions spatiales réalisées par les opérateurs d'une société.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 866)

La notion de spatialité permet de problématiser les relations entre opérateurs et espaces [57]. Afin de comprendre comment mobiliser cette notion dans le cadre d'une mesure de l'urbanité, il importe de critiquer les deux composantes de sa définition (citation, ci-dessus).

La première conceptualise la spatialité comme un descripteur de la dimension spatiale d'une réalité sociale (Encadré 8, p. 61), comme « *la forme de déploiement de l'activité dans l'espace géographique.* » (Lussault, 2007, p. 147). Elle est fondée sur une caractérisation des relations entre les différents éléments qui participent d'une réalité sociale [58]. Elle implique une conceptualisation de l'espace relationnelle (le déploiement de l'activité) et absolue (dans l'espace géographique) (II.2.1, p. 83).

La seconde se focalise sur les relations entre opérateurs et réalités sociales afin de caractériser la dimension spatiale. Les relations en jeux peuvent être conjointement matérielles, immatérielles et idéelles. De plus, cette conceptualisation introduit le temps ce qui permet d'informer le processus d'actualisation de l'urbain (Problématique théorique, p. 45). Cette définition implique une conceptualisation de l'espace relationnelle et relative (chaque réalité sociale est relative aux effets des actions des opérateurs dans le temps et dans l'espace [59]).

La notion de spatialité permet d'entrer en matière avec le couple singulier / universel [60] (Calbérac, Lazzarotti, J. Lévy & Lussault, 2019, p. 32-35) et souligne le fait de distance (III.2.1, p. 115) : qu'elle soit mobilisée comme un simple descripteur ou comme une dialogique entre opérateurs et espaces, « *aucun acte n'est a-spatial* » (Lussault, 2007, p. 148).

Cette notion est centrale pour entrer en matière avec la construction sociale de l'espace (Encadré 2, p. 18 ; Calbérac, Lazzarotti, J. Lévy & Lussault, 2019, p. 16). Sa mobilisation suivant

[57] « *Si le concept d'espace pousse à réfléchir, de façon théorique, aux caractères et aux attributs (échelle, métrique, substance) de l'espace des sociétés, aux grands types qui peuvent être discriminés (le lieu, le territoire, le réseau), celui de spatialité permet de prendre en compte les actions spatiales des opérateurs, leurs technologies et instruments et leurs effets dans et sur l'espace.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 866)

[58] Il est possible d'illustrer cette définition par les relations entre un commerce et ses clients potentiels, cet espace que les économistes nomment le bassin de chalandise.

[59] « *Celle-ci n'est pas réductible à la seule localisation, ni même aux effets de positions relatives d'une réalité sociale par rapport à d'autres réalités, car il importe de considérer les questions de généalogie de cette spatialité et de manifestation de celle-ci sous ses multiples formes idéelles et matérielles.* » (Lussault, 2007, p. 147).

[60] « *on doit prendre au sérieux l'action du moindre opérateur et aborder systématiquement ce domaine de l'activité, en tant que celle-ci organise la spatialité humaine* » (Lussault, 2007, p. 148) « *toute activité engage une relation de l'opérateur à la dimension spatiale (idéelle ou/et matérielle) de la société.* » (Lussault, 2007, p. 181).

une conception relative et relationnelle permet d'informer le processus d'actualisation de l'urbain, d'articuler connaissances et savoirs (Encadré 7, p. 59 ; Problématique théorique, p. 45).

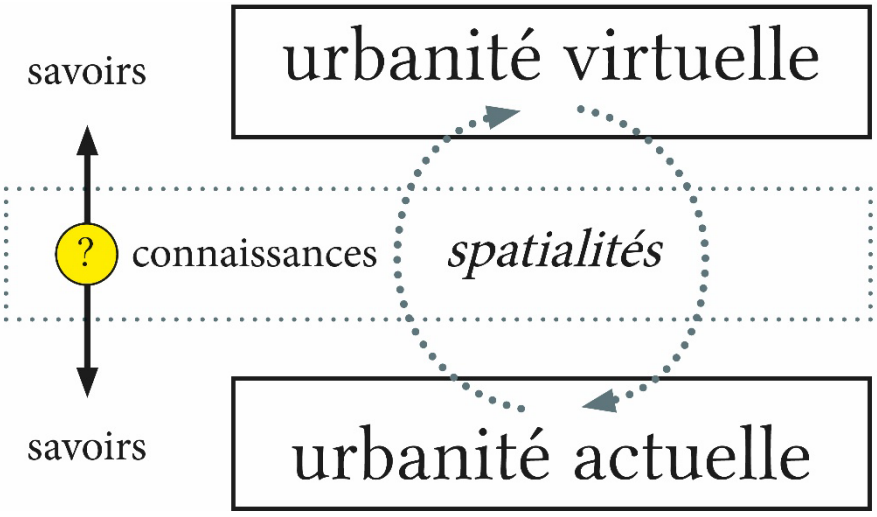


Figure 20. *Urbanité et spatialités, une récursion entre savoirs et connaissances.*

Dans la perspective d'établir une pensée qui relie tout en distinguant, comprendre les réalités sociales qui participent de l'urbain bénéficie d'une attention aux spatialités. Pour ce qui relève des processus d'analyse, l'enjeu est d'intégrer les opérateurs afin de construire un regard partagé l'urbain (Encadré 24, p. 153). Plus spécifiquement pour la mesure de l'urbanité, une telle mise au débat permet de contextualiser socialement sa mobilisation afin qu'elle puisse devenir opérante (III.3, p. 127 ; I.3.1, p. 48 ; Encadré 12, p. 84). Savoirs et connaissances sont complémentaires afin d'établir une méthodologie de mesure de l'urbanité, indisciplinaire.

Problématique épistémologique initiale. *Comment rendre compte de l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain ?*

Les apports du principe de réintroduction du connaissant. *Quelles sont les spatialités pertinentes* afin de rendre compte de l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain ?

Figure 21. *Problématique épistémologique, les apports de la réintroduction du connaissant.*

Encadré 8. L'espace comme dimension du social

« *l'espace est abordé comme une des dimensions du système sociétal* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 19)

Afin de pouvoir rendre compte de la construction sociale de l'espace pour établir une mesure de l'urbanité (I.2, p. 39) il est intéressant d'identifier les implications de l'évènement épistémologique qu'a constitué le tournant spatial (encadré 2, p. 20). La plus fondamentale consiste à considérer l'espace comme une dimension du social.

L'acception courante de la notion de dimension relève de l'étendue mesurable ou de la mesure d'une réalité matérielle. Pour la mathématique et la physique, un ensemble de dimensions indépendantes et strictement nécessaires permettent de caractériser un espace. Pour les sciences sociales, elle renvoie à son usage figuré et défini comme une « *Composante spécifique et relativement importante, quoique parfois mal perçue, de la pensée ou du réel.* » [61]. Évoquer la dimension spatiale du social implique la pertinence de la notion d'espace, qui sans être évidente de prime abord permet d'étudier toute réalité sociale (III.2.2, p.119).

Le corollaire de cette proposition (citation, ci-dessus), est que toute réalité sociale est à la fois spatiale et sociale. Au-delà de poser de sérieux problèmes de langage et par extension de compréhension, tant la disjonction et la réduction sont ancrées dans notre équipement culturel, cela soulève une question fondamentale, comment problématiser cette prise en compte conjointe ?

Une piste consiste à dépasser la mise en partition des différentes disciplines qui s'intéressent à l'espace et/ou au social. Il s'agit de dépasser les postures disciplinaires et interdisciplinaires (I.1.1.1, p. 24), la hiérarchisation de leurs apports pour l'étude de réalités sociales. L'idée générale est de chercher à ne dissoudre ni l'espace ni le social (I.1.1.3, p. 26). Dans cette perspective, la notion de spatialité peut être comprise comme une clef de voûte de la dialogique dimensionnelle du social (encadré 7, p. 61) « *saisir l'espace comme une des dimensions du système sociétal et la spatialité en tant qu'une des logiques de son mouvement* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p.19).

D'un point de vue épistémique, la tension entre hiérarchie et dimension est structurante afin de penser l'espace (III.2.3, p. 122), mais également pour franchir les frontières disciplinaires, entre les sciences sociales comme avec les sciences de la nature. Il s'agit d'établir une méthode transdisciplinaire centrée sur la conceptualisation des notions structurantes d'un objet d'étude afin qu'elles deviennent opérantes dans les différents champs de savoirs. Cela implique de dépasser le paradigme de simplification pour faire de notre régime de connaissance un projet systémique.

[61] CNRTL, dimension, 18/10/16.

II.1.2. Le principe systémique

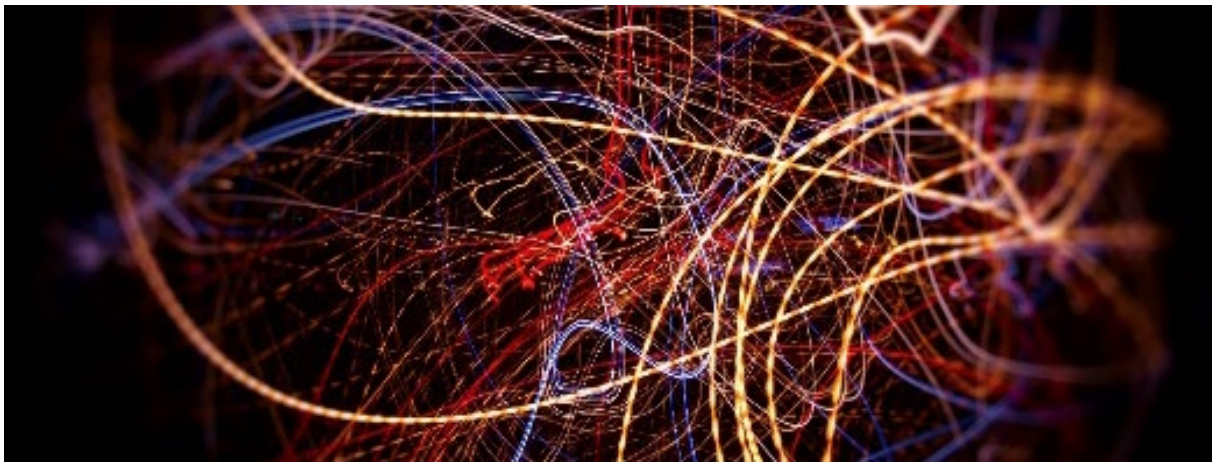


Figure 22. *Grab and Swing it Slow Shutter, Johny Silvercloud.*

> « *À l'évidence, les épistémologies constructivistes entretiennent un étroit cousinage avec celles des systèmes et de la complexité, tant il est vrai que le constructivisme pousse à s'émanciper de la pensée causale linéaire et des « longues chaînes de raison » chères à la science positiviste.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 202)

Au début du XX^{ème} siècle, les percées relatives aux problèmes de complexité désorganisée ont placé la notion de système au centre des problématiques épistémologiques en permettant d'imaginer dépasser le paradigme de simplification [62] (I.1.2.2, p. 29). Cette notion a contribué au développement de la cybernétique puis prendra une certaine autonomie avec la théorie des systèmes [63]. Dès le milieu du siècle, la notion de système est incontournable dans l'évolution des savoirs, particulièrement pour penser la ville (Batty, 2009 ; Forrester, 2001 [1960]).

Dans la continuité de la proposition de Blaise Pascal [1623-1662] (citation, p. 35) le principe systémique lie la connaissance d'un ensemble à celle de ses parties et inversement. Plus précisément, la notion de système implique un « *Ensemble d'éléments qui sont reliés et coexistant ; il constitue une totalité organisée distincte de son environnement.* » (Thibault dans, J. Lévy & Lussault, 2003, p. 884). Afin de nous prévenir de tout raisonnement positiviste,

[62] Il importe de souligner que contrairement au principe de réduction interne, un système est *a priori* différent de la somme de ses parties (Morin & Le Moigne, 1999, p. 261).
[63] Norbert Wiener [1894-1964] fondateur de la cybernétique, Ludwig von Bertalanffy [1901-1972] fondateur de la théorie des systèmes ou encore Warren Weaver [1894-1978] fondateur de la biologie moléculaire, ont légitimé la mobilisation de cette notion dans différents domaines scientifiques.

distinguer les parties d'un ensemble et un ensemble de son environnement nous impose de problématiser cette identification *a posteriori* (Encadré 6, p. 49 ; citation, p. 62, Figure 17, p. 51).

Afin d'entrer en matière avec cette identification, le couple de notions ouvert / fermé a participé à la structuration des sciences de la complexité. Cette caractérisation se fonde sur une distinction concernant le type de relation qu'un système entretient avec son environnement. S'il n'en existe pas, le système est dit fermé alors que s'il en existe il est dit ouvert. Cependant un regard plus fin sur les types de relations qui existent impose une différentiation qui a amené à la proposition d'une troisième catégorie : les systèmes autonomes qui organisent leur ouverture avec leur environnement [64]. Relevons que si cette grille de lecture n'est pas fondamentalement différente de celle proposée par Warren Weaver (I.1.2, p. 27) elle permet de la préciser en plaçant la notion de système au cœur de la description des problèmes de connaissance.

Système fermé ≡ problème de simplicité

Système ouvert ≡ problème de complexité désorganisée

Système organisant son autonomie ≡ problème de complexité organisée

Pour un objet de recherche tel que l'urbain, relevant de la complexité organisée (corollaire 2.1, p. 32), cela implique de problématiser son arrangement interne et ses relations avec son environnement. Il s'agit d'entrer en matière avec l'organisation de son autonomie et de celles de ses parties.

Les apports du principe de réintroduction du connaissant. *Quelles sont les spatialités pertinentes* afin de rendre compte de l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain ?

Les apports du principe systémique. Quelles sont les spatialités pertinentes afin de rendre compte de l'organisation *de l'autonomie* des objets de société au sein d'un système urbain ?

Figure 23. *Problématique épistémologique, les apports du principe systémique.*

[64] La loi de la gravitation découverte par Newton a pour objet de caractériser les relations entre différents éléments dans un système isolé, un système conceptualisé comme un fermé, qui relève des problèmes de simplicité. Le second principe de la thermodynamique caractérise la relation d'un gaz avec son environnement et décrit ainsi un système ouvert relevant des problèmes de complexité désorganisée. Le troisième type de système, dont relève l'urbain, organise son ouverture et donc sa fermeture avec son environnement. Il relève de la complexité organisée.

II.1.3. Le principe d'auto-éco-organisation

> « *Exister : ex-sistere, c'est se tenir hors de, mais hors de quoi ? Hors d'un état premier que l'on ne peut pas se figurer, que l'on ne peut pas penser. Mais étant sorti de cet état premier, on va se mettre à exister en tant que quelque chose qui n'existait pas avant.* » (Thinking Places, Augustin Berque, 29')

Ce principe est spécifique aux problèmes de complexité impliquant des systèmes qui organisent leur autonomie avec leur environnement (I.1.2.3, p. 31). Alors qu'un système fermé n'entretient pas de relation avec son environnement, un système autonome dépend de relations énergétiques / matérielles mais également organisationnelles / informationnelles afin de maintenir sa structure et/ou son existence (Morin, 2005, p. 30). L'organisation de l'autonomie d'un système complexe peut ainsi être comprise comme l'expression de dialogiques stabilisatrices et non pas de dynamiques d'équilibre propres aux systèmes fermé et ouverts (II.1.2, p. 62). Ce principe participe à distinguer complexité désorganisée et complexité organisée.

Pour l'urbain, il permet d'entrer en matière avec la spatialisation de l'habiter (Encadré 4, p. 41). J'ai relevé que la notion d'individu participe au système anthropo-social hyper-complexe (Axiome 2, p. 22). Comme le précise Edgar Morin, « *Être sujet, c'est être autonome, tout en étant dépendant. C'est être quelqu'un de provisoire, de clignotant, d'incertain, c'est être presque tout pour soi, et presque rien pour l'univers.* » (Morin, 2005, p. 89). Les effets de cette dialogique pour la construction sociale de l'espace informe la notion de lieu, ses visages et leurs relativités (III.4, p. 137).

Pour la dimension spatiale du social ces relations peuvent être caractérisées grâce au triptyque de notions matériel / immatériel / idéel (Encadré 9, p. 65). Le couple de notions matériel / immatériel participe à caractériser les relations entre espace et énergie (Encadré 9, p. 65) alors que la notion d'idéel caractérise les relations entre espace et information. Cet ensemble permet de problématiser l'identification des dialogiques supportant l'autonomie d'un système complexe et d'entrer en matière avec l'émergence.

Ainsi, la notion d'autonomie implique des relations énergétiques / informationnelles afin d'organiser la dialogique entre ouverture / fermeture d'un système, ce qui nous invite pour l'urbain à adopter une conception relative et relationnelle de l'espace (II.2.1, p. 83).

Encadré 9. Le couple matériel / immatériel

Figure 24. *"Kunstruine" Berlin-Dahlem, Material & immaterial art, Maha.*

Afin d'aborder la complexité inhérente à la construction sociale de l'espace, il importe de différencier les notions d'espace matériel et immatériel. Un archétype de la simplification de la dimension spatiale est le matérialisme [65]. Cette approche philosophique et par extension les différentes méthodes scientifiques relevant de ce paradigme sont fondées sur un socle commun : les substances sont uniquement matérielles (III.2.2, p. 119). Cette ontologie a profondément évolué depuis l'antiquité sous l'impulsion des différentes conceptions de la matière, dont l'un des moments charnières a été la découverte du système atomique au XVIII^{ème} siècle. Concernant la dimension spatiale, introduire le couple matériel / immatériel permet de ne pas confondre la partie et le tout : l'étendue topographique et l'espace. D'un point de vue systémique, le couple matériel / immatériel informe le rapport entre espace et énergie. Cette distinction est particulièrement importante pour ce qui concerne les modalités de gestion de la distance, sans pour autant l'épuiser : les représentations idéelles doivent également être prises en compte (citation, p. 58).

Les apports du principe systémique. Quelles sont les spatialités pertinentes afin de rendre compte de l'organisation *de l'autonomie* des objets de société au sein d'un système urbain ?

Les apports du principe d'auto-éco-organisation. Quelles sont les spatialités pertinentes *afin d'identifier les relations entre les objets de société participant* à l'organisation de leur autonomie au sein d'un système urbain ?

Figure 25. *Problématique épistémologique, les apports du principe d'auto-éco-organisation.*

[65] Comme le souligne Jacques Lévy, la conception matérialiste de l'espace « *a fini par être emportée par la dynamique sociale elle-même, qui a rendu tellement visible la dématérialisation du monde, que celle-ci, si l'on suit la démarche de Pierre Lévy, peut désormais être considérée comme le fil conducteur de toute l'histoire technique de l'humanité.* […] *Les hiérarchies explicatives n'en disparaissent pas pour autant, mais, si on les exprime par la chaîne dominance / production / organisation, on retrouvera du matériel et de l'immatériel à tous les étages.* […] *Du couple matériel / immatériel, qui permet de distinguer les activités impliquant des masses ou des énergies importantes des autres activités, on glisse alors vers le couple matériel / idéel, qui découpe le réel social d'une manière différente.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 594).

II.1.4. Le principe dialogique

Figure 26. *rhizoming pleats of desirance, Jef Safi.*

> *À propos de la société* « *Mais comme il serait vain [...] de prétendre établir des relations de nécessité ou même seulement de fonctionnalité entre les différentes parties d'un ensemble tellement complexe, nous nous satisferons d'un acte de foi : oui, ces relations existent, mais elles restent en grande partie hors de notre portée.* » (Berque, 1982, p. 16)

Bien qu'il soit extrêmement ardu d'entrer en matière avec les relations qui fondent une société (citation, ci-dessus), l'identification des spatialités participant à la construction sociale de l'espace nous offrent une prise pour d'entrevoir l'inimaginable (Figure 20, p. 60).

L'étymologie de la notion dialogique renvoi au grec *dialogikos* qui signifie « *En forme de dialogue* » [66]. Cette notion est définie dans le champ des sciences sociales de l'espace comme une « *interaction qui prend la forme d'un dialogue. Par extension, principe d'échange dynamique et productif entre deux acteurs. Spécialement, manière de penser qui met en tension deux réalités sociales contradictoires.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 255). Cette dernière

[66] CNRTL, dialogique, 18/08/29.

composante est centrale pour la pensée complexe qui définit le principe dialogique comme « *l'association complexe (complémentaire / concurrente / antagoniste) d'instances, nécessaires ensemble à l'existence, au fonctionnement et au développement d'un phénomène organisé.* » (Morin, 2008, p. 98). Le questionnement fondateur de ce principe réside, pour Edgar Morin, dans les interactions entre ordre et désordre (II.1.3, p. 64). Si l'ordre peut émerger du désordre comment penser la complémentarité entre ces deux phénomènes ?

Afin de préciser les apports du principe dialogique, je vais discuter les rapports qu'entretiennent les notions de dialogique, de dialectique et de trajection. Au titre d'un mouvement de la pensée, il importe de ne pas confondre la dialogique avec la notion de dialectique. Toutes deux emploient une métaphore d'interaction orale. La dialectique use de la métaphore de la discussion pour mettre l'accent sur l'importance des d'arguments afin de dépasser l'échange d'opinions alors que la dialogique use de la métaphore du dialogue dans sa la composante collaborative et organisationnelle. La méthode dialectique est historiquement mobilisée à la fois par des scientifiques idéalistes (Platon, Hegel) et des scientifiques matérialistes (Marx, Engels). Son usage contemporain est héritié de la pensée de Friedrich Engels [1820-1895] (Engels, [1878] 2017). Cette méthode de pensée est fondée sur l'identification de contradictions et de paradoxes. Elle vise à leurs résolutions par le dépassement d'une opinion, la *doxa*, vers l'établissement d'un savoir ou d'une vérité. Cette méthode s'efforce de distinguer, puis de discuter ces distinctions afin de les dépasser ou de réconcilier (Figure 27, ci-dessous). Ce processus peut être illustré par le plan dialectique : thèse, antithèse, synthèse.

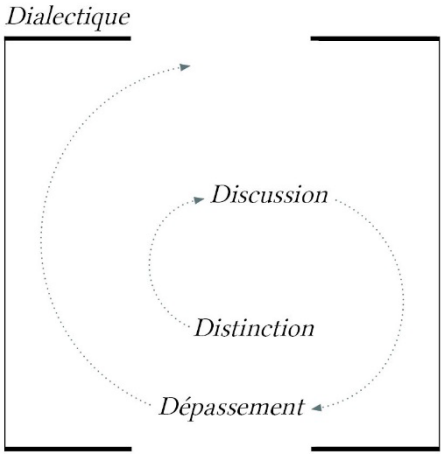


Figure 27. *Dialectique, un processus itératif.*

Afin de dépasser la dialectique comprise comme une « *Manière de penser qui privilégie, en toutes choses, le mouvement engendré par ses propres contradictions.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 254) je mobilise les apports d'Augustin Berque et particulièrement l'une de ses contributions majeures : la notion de trajection (Thinking Places 7, Berque, 36'). En complément de cette séquence particulièrement claire concernant les concepts de médiance et de trajection, il présente ce concept de la manière suivante : « *la réalité concrète et empirique résulte d'un va-et-vient (la trajection) entre ces deux pôles théoriques – et donc abstraits – que sont le subjectif et l'objectif ; et c'est pourquoi elle est trajective.* » [67] (A. Berque, 2016, p. 3). Pour nous concenter ici sur la genèse de ce concept, il importe de noter qu'Augustin Berque est géographe, orientaliste, et philosophe. À ce titre la traduction tient un rôle important dans le mouvement de ses idées. Pour le concept de trajection, il mobilise, la notion japonaise *aida*, « *ce qui existe « entre » les hommes »* qui est liée à celle de *ki* « *La part qui en échoit au sujet dépendant de son rapport avec l'Autre, il ne peut déterminer cette part, donc être lui-même, que dans ce rapport.* » (Berque, 1982, p. 59). Le milieu produit par deux pôles est ainsi compris comme étant nécessairement une résultante d'interactions entre ces pôles. Une fois cette racine centrale dégagée, la notion de trajection est à la fois plus complexe et moins compliquée.

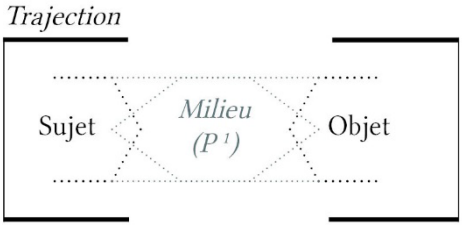


Figure 28. *Trajection. Un va-et-vient entre deux pôles.*

Si la dialogique se fonde partiellement sur les apports de la dialectique, elle participe à la dépasser en ne focalisant pas le mouvement de la pensée sur la distinction et la contradiction, mais sur l'identification d'interactions complémentaires et contradictoires. De plus, la dialectique, comme la trajection sont fondées sur l'interaction de pôles. La dialogique ne limite cependant pas la quantité de pôles en interaction. Ainsi, la dialogique entre réalités sociales est fondée sur des relations *complémentaires* et *contradictoires* participant de leur organisation.

[67] Cette définition, au-delà de nous permettre de discuter les rapports entre trajection et dialogique, intéresse également un autre principe de la pensée complexe : le principe de réintroduction du connaissant (II.1.1, p. 58).

Afin de simplifier sa mobilisation, je représenterai ce principe par l'opérateur suivant :

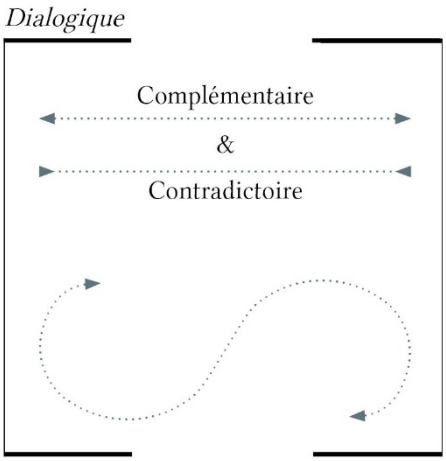


Figure 29. *Dialogique, un opérateur.*

Les apports du principe d'auto-éco-organisation. Quelles sont les spatialités pertinentes *afin d'identifier les relations entre les objets de société participant* à l'organisation de leur autonomie au sein d'un système urbain ?

Les apports du principe dialogique. Quelles sont les spatialités pertinentes afin d'identifier les relations *dialogiques* entre les objets de société participant à l'organisation de leur autonomie au sein d'un système urbain ?

Figure 30. *Problématique épistémologique, les apports du principe dialogique.*

Encadré 10. L'urbanité, une dialogique entre densité et diversité

> « *une société produit l'espace qui lui est propre, et cet espace est condition de son existence en tant que société. Cette proposition doit permettre d'intégrer toutes les « espèces d'espaces » (selon le mot de Georges Pérec)* » (Berque, 1982, p. 21)

Caractériser la notion de ville implique de prendre en compte la diversité des regards que les opérateurs portent sur ce phénomène (II.1.1, p. 58). Du point de vue de la théorie de l'urbanité générale, cette notion peut être conceptualisée comme un géotype où la densité et la diversité sont conjointement élevées (III.3, p. 127). Durant cette recherche j'ai dans un premier temps abordé la notion d'urbanité comme une substance spécifique de l'urbain, doublement relative à la densité et à la diversité. Ce premier regard m'a permis de préciser la mobilisation de ces notions concernant l'établissement d'une modélisation complexe de l'urbain : la densité et la diversité sont des substances complémentaires et contradictoires. La diversité est virtuellement maximum à la plus grande échelle, alors que c'est l'inverse pour la densité (Figure 31, p. 70). Quand ces deux substances sont conjointement élevées, elles permettent de caractériser la borne supérieure de l'urbanité relative d'un système urbain. Cette dialogique permet d'identifier *a posteriori* le géotype dense et divers que nous appelons couramment ville (Figure 31, p. 70).

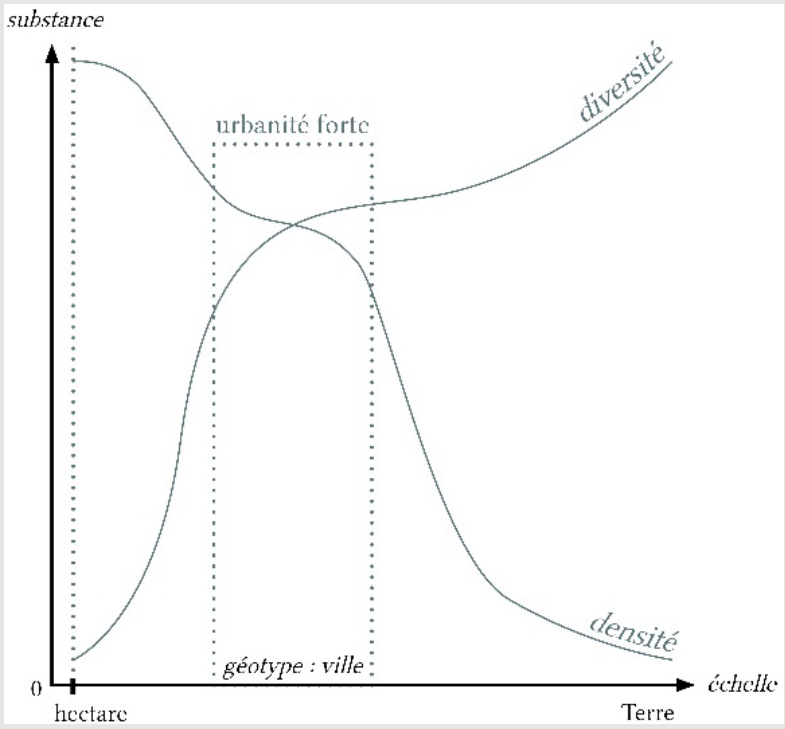


Figure 31. *Rendre comparable différentes situations urbaines.*

Figure 32. *L'urbanité, un processus dialogique.*

Entrer en matière avec cette relation dialogique bénéficie du constat concernant la lutte de l'humanité contre la distance (I.2, p. 37). Le rôle structurant de la coprésence ainsi que de la mobilité dans ce processus implique de chercher à établir une métrique à la fois topographique et topologique afin de rendre compte de l'organisation dense et diverse des objets de société (IV, p. 160). Concernant la télécommunication, l'hypothèse initiale a été que la généralisation de son accès n'en fait pas une composante de la métrique pertinente pour différencier l'organisation des objets de société. Si l'accès à cette modalité de gestion de la distance n'est pas pertinent, son usage doit participer à l'établissement d'une méthodologie d'intégration des spatialités.

Il est important de relever qu'une mesure de l'urbanité ne se limite pas aux situations urbaines denses et diverses, que nous appelons couramment *ville*, mais s'étend à l'ensemble des espaces habités, sous la forme d'un gradient. Cette généralisation place la ville et l'érème comme les bornes de l'urbanité et permet de rendre imaginable l'identification et l'étude de géotypes suivant les contributions respectives de la densité et de la diversité à leur organisation. L'urbanité, dans son acception la plus générale, peut être comprise comme un indicateur conjointement de l'habitation et de l'organisation de l'espace par l'humanité.

II.1.5. Le principe récursif

Figure 33. *Romanesco Broccoli, Ian Sane.*

« *La complexité est un mot problème et non un mot solution* » (Morin, 2005 [1990], p. 10)

Ce principe est certainement le plus simple de la pensée complexe. Pour un système relevant de la complexité organisée, il implique la répétition d'opérations participant à l'organisation de son autonomie. Pour les sciences informatiques, un algorithme est dit récursif s'il s'appelle lui-même. Cela permet d'appliquer une même logique de traitement à un ensemble d'éléments dont l'entropie diminue à force d'itérations. Comme pour la rétroaction (II.1.6, p. 72), la notion de récursion mobilise celle d'autonomie, non pas uniquement dans un processus de régulation pour le système lui-même mais vers un objectif. Quand cet objectif peut ne pas être connu à l'avance, on parle d'un phénomène d'émergence. Ce principe implique donc une dynamique génératrice, qui nous renvoie pour l'urbain à la notion d'espace [68] et à celle de lieu comprise comme une matrice (III.4, p. 137). Ce principe rend imaginable l'identification a posteriori de situations urbaines à partir de logiques récursives (Figure 20, p. 60).

Les apports du principe dialogique. Quelles sont les spatialités pertinentes afin d'identifier les relations *dialogiques* entre les objets de société participant à l'organisation de leur autonomie au sein d'un système urbain ?

Les apports du principe de la boucle récursive. Quelles sont les spatialités pertinentes afin d'identifier les relations dialogiques entre les objets de société participant à l'organisation de leur autonomie *a priori / a posteriori* au sein d'un système urbain ?

Figure 34. *Problématique épistémologique, les apports du principe récursif.*

[68] Georges Perec nous invite à douter de l'espace afin de le désigner de manière récursive (citation, p.137 137).

II.1.6. Le principe rétroactif

Figure 35. *Régulateur à boules, Centre d'Histoire Sociale, Rouen, Frédéric Bisson.*

> « *Il est très rare, en effet, de pouvoir isoler des causalités purement linéaires, sans que des effets réagissent à leur tour sur quelque élément des chaînes causales. C'est, de façon immédiatement évidente, le cas dans l'analyse des faits de société* » (Grataloup, HyperGeo, Causalité)

Le principe de rétroaction est associé au mathématicien Norbert Wiener [1894 -1964] qui a fondé en 1948, la cybernétique, cet « *art de piloter; art de gouverner* » [69] (Wiener, 2000 [1948]). La boucle de rétroaction avait précédemment été utilisée par l'ingénieur Joseph Farcot [1824 - 1908] dès le milieu du XIX^{ème} siècle pour l'invention du servomoteur qui révolutionna notre capacité à contrôler la puissance développée par les machines à vapeur. Il s'était lui-même appuyé sur les travaux de James Watt [1736-1819] qui à la fin de XVIII^{ème} siècle inventa le premier mécanisme d'autorégulation matériel fondé sur la force centrifuge : le régulateur à

[69] CNRTL, cybernétique, 17/03/16.

boules [70] (Figure 35, ci-dessus). La révolution industrielle a bénéficié de ces premiers outils de pilotage automatique pendant près d'un siècle avant que la boucle rétroactive ne soit théorisée. Ce principe de régulation a également inspiré de nombreux scientifiques tel qu'Alfred Russel Wallace, codécouvreur de la théorie de l'évolution [1823-1913].

Il est important de relever que la cybernétique a dès sa formulation eu pour objet les processus de pilotage et de communication à la fois des machines et des organismes vivants. Cette proposition sera augmentée en 1950 par un ouvrage à visée intégratrice concernant la cybernétique et la société (Wiener, 1989 [1950]). Le principe de la boucle rétroactive est simple (un élément A agit sur un élément B qui agit à son tour sur l'élément A) mais ses implications sont compliquées particulièrement dans le cas ou plusieurs éléments sont en interaction (Figure 36, ci-dessous). Il est intéressant de noter que cette notion est également mobilisée pour caractériser la distance d'un élément à une action.

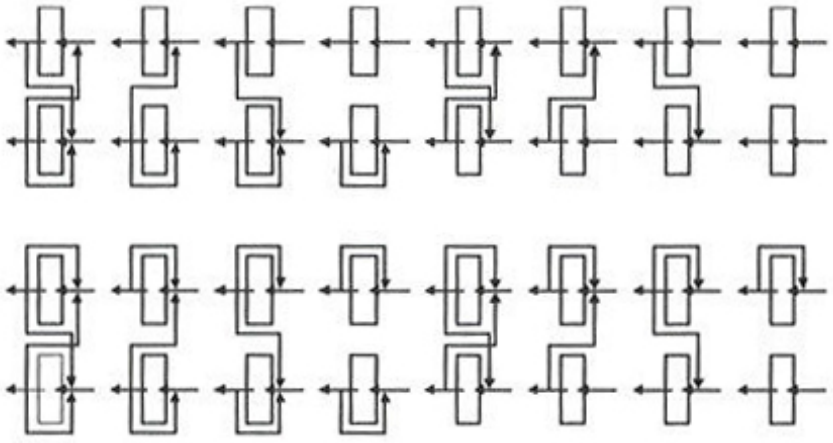


Figure 36. *Les interactions entre deux processeurs (Dauphiné, 2003, p.44).*

[70] Dans ce cas de figure, il est possible d'isoler le système de son environnement puis de décrire les différents états du système, dans le temps. L'énergie cinétique (vitesse de rotation) de l'axe augmente (A) ce qui produit une augmentation de la force centrifuge (B). L'augmentation de la force centrifuge (B) augmente l'énergie potentielle des poids (C). L'énergie potentielle des poids (C) n'est pas suffisante pour débrayer l'axe. [Répétition de la séquence (A-B), (B-C), (C-A) jusqu'à ce que l'énergie potentielle des poids (C') soit suffisante pour débrayer l'axe dont l'énergie cinétique (vitesse de rotation) diminue (A') ce qui produit une diminution de la force centrifuge (B') qui produit une diminution de l'énergie potentielle des poids (C'). Il est important de noter que la répétition de la séquence est simplifiée ici, les causes A, B, C ne sont jamais successivement identiques, mais le sont potentiellement sur une période de temps de l'ordre de la séquence complète d'accélération et de décélération. De plus un même effet peut avoir deux causes dans cet exemple : chaque valeur de l'énergie potentielle (C, C', C'', C'''…) des poids est atteinte une fois avec l'axe embrayé et une fois avec l'axe débrayé.

Concernant le défi épistémologique, la boucle rétroactive constitue une critique de la causalité linéaire qui établit un lien entre une cause (ou un ensemble de causes) et une conséquence (Pradeau dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 138). Dans ce régime de connaissance, la caractéristique qui nous permet de ne pas confondre une cause et une conséquence tient à la succession des ordres : la cause est antérieure à la conséquence. Dans le cas de la boucle rétroactive A est la cause de B qui est la cause de A. Jean-François Pradeau définit le principe de causalité comme une hypothèse générale et vague du fait même que la définition de la notion de cause est complexe. Dans une première proposition, une cause est à la fois ce qui produit un effet, mais aussi sa raison d'être et ce qui permet de le caractériser, de le rendre intelligible. Il existe alors logiquement des cas particuliers ou une cause pourrait être sa propre cause, une cause première, ou pour reprendre les termes de Spinoza qui ne soit pas l'effet d'autre chose qu'elle-même.

Le principe de rétroaction à travers l'idée de boucle causale permet d'étendre le régime de connaissance aux problèmes où les causes sont multiples. La causalité demeure centrale, mais la définition de la notion de cause est déplacée vers la caractérisation du processus de passage d'un état d'organisation à un autre. Dans l'exemple du régulateur à boules j'ai explicité pourquoi ce régime de connaissance implique de connaitre à la fois l'état spécifique du système, mais également la direction de son évolution (Note 70, p. 72).

Pour les sciences sociales de l'espace le principe de rétroaction permet de souligner l'importance de la seconde acception de la notion de spatialité : les actions des opérateurs sont organisées et organisantes (Encadré 7, p. 59). Comprendre l'organisation des réalités sociales peut ainsi bénéficier d'une identification des états virtuels et actuels ainsi que du processus rétroactif entre ces deux pôles (Figure 20, p. 60).

Les apports du principe de la boucle récursive. Quelles sont les spatialités pertinentes afin d'identifier les relations dialogiques entre les objets de société participant à l'organisation de leur autonomie *a priori / a posteriori* au sein d'un système urbain ?

Les apports du principe de la boucle rétroactive. Quelles sont les spatialités pertinentes afin d'identifier les relations dialogiques entre les objets de société participant à l'organisation *actuelle et virtuelle* de leur autonomie a priori / a posteriori au sein d'un système urbain ?

Figure 37. *Problématique épistémologique, les apports du principe rétroactif.*

II.1.7. Le principe hologrammatique

Figure 38. *DNA, Thomas Hawk.*

> « *Dans l'ensemble, inclure ou englober n'équivaut pas à contenir. Les relations d'emboîtement ont le même degré d'ouverture que celles du tout et de la partie, sachant que la partie est aussi un tout et que, en outre, l'ensemble des touts n'est qu'un sous-ensemble de l'ensemble des parties.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 306)

Pour ce qui concerne la complexité organisée, les rapports entre un ensemble et ses parties mérite une attention fine (I.1.2.3, p. 31). Le principe hologrammatique peut être compris, afin de dépasser le paradigme de simplification, comme complémentaire au principe systémique (II.2.2, p. 62). La formulation proposée par Edgar Morin est « *La partie est dans le tout et le tout est dans la partie.* » (Morin, 2005, p. 100 ; Morin & Le Moigne, 1999, p. 262)

Ce principe est certainement le plus riche et le plus difficile à cerner au sein du système de principes qui fonde la pensée complexe. Les deux métaphores les plus couramment mobilisées pour illustrer ce principe sont :

- la génétique « *chaque cellule est une partie d'un tout – l'organisme global – mais le tout est lui-même dans la partie : la totalité du patrimoine génétique est présent dans chaque cellule individuelle* » (Morin & Le Moigne, 1999, p. 262)

- la société, « *l'individu est dans la société qui est dans l'individu* » (Malaina, 2012, p. 64).

Pour établir une vision plus claire de ce principe, nous pouvons nous appuyer sur son étymologie. Le mot hologramme provient du grec *ὅλος* (*hol-, holo-*) qui signifie *entier*. Son usage le plus fréquent concerne une « *photographie obtenue par holographie* » [71]. Une holographie permet la visualisation de scènes en trois dimensions grâce à l'usage de sources lumineuses laser, cohérentes et directionnelles. Cette méthode est radicalement différente de la photographie qui fixe ou mesure la luminosité des différents points de la scène photographié. Dans le cas de l'holographie, la lumière provenant de la scène holographiée (phase et amplitude des ondes diffractées) est fixée sur une surface sensible seulement si elle est en phase avec une source lumineuse de référence. Afin de visionner une holographie, il faut donc utiliser une lumière similaire à celle de référence utilisée lors de la prise de vue. Cette pratique n'est pas une mesure directe (de la phase ou de l'amplitude des ondes lumineuses), mais une mesure comparée de la cohérence des phases de deux sources lumineuses. La caractéristique la plus surprenante concernant cette technique est qu'un fragment d'une holographie permet de restituer l'ensemble de la prise de vue : la partie contient le tout.

La seconde racine du terme hologramme provient du grec *γράμμα* (gramma) qui signifie *signe, écrit* et renvoie à *γράφω*, *graver* : « *le tout est d'une certaine façon inclus (engrammé) dans la partie qui est incluse dans le tout.* » (Morin, 2008, § Le principe holo (grammatique / scopique / nomique)). Cette idée d'inscription est primordiale pour comprendre ce principe. Relevons, dans la continuité des métaphores génétiques et holographiques que de nombreux travaux issus des sciences de la nature ont identifiés de tels processus. C'est notamment le cas des travaux en éthologie comme l'étude du comportement des insectes sociaux. La notion de stigmergie a émergé en 1959 de l'étude d'espèce eusociale (Pierre-Paul Grassé [1895-1985]) afin de proposer un modèle explicatif au comportement collectif de ces colonies : une action engramme une trace dans l'environnement qui stimule l'action suivante. Dès lors l'environnement de ces insectes n'est plus conceptualisé comme un support inerte, comme un espace absolu, mais comme le support d'une mémoire collective, plus ou moins éphémère qui mérite d'être étudié comme une construction eusociale dont l'actualisation est rendue possible par l'engramme. La dialogique entre les individus de ces espèces et leurs espaces permet de comprendre l'émergence de comportements collectifs.

Cette caractéristique est essentielle pour comprendre la proposition faite par Edgar Morin du principe hologrammatique: « *L'organisation complexe du tout (holos) nécessite l'inscription (engramme) du tout (hologramme) en chacune de ses parties pourtant singulières ;*

[71] CNRTL, hologramme, 18/12/20.

ainsi, la complexité organisationnelle du tout nécessite la complexité organisationnelle des parties, laquelle nécessite récursivement la complexité organisationnelle du tout. Les parties ont chacune leur singularité, mais ce ne sont pas pour autant de purs éléments ou fragments du tout ; elles sont en même temps des micro-tout virtuels.

D'où la richesse des organisations hologrammatiques :

a) les parties peuvent être singulières ou originales tout en disposant des caractères généraux et génériques de l'organisation du tout ;

b) les parties peuvent être douées d'autonomie relative ;

c) elles peuvent établir des communications entre elles et effectuer des échanges organisateurs ;

d) elles peuvent être éventuellement capables de régénérer le tout. » (Morin, 2008, § Le principe holo (grammatique/scopique/nomique))

Pour filer la métaphore génétique, soulignons que l'évolution de la génétique à l'épigénétique (1942, Conrad Hal Waddington [1905-1975]) permet de comprendre l'intérêt d'une telle conceptualisation des systèmes relevant de la complexité organisée. Si le séquençage ADN a semblé au premier abord une avancée significative dans la compréhension du vivant, cette étape dans la construction de connaissance relève de la description. Il est impossible de connaitre le rôle des différentes séquences constituant un ADN par leur simple description. L'émergence de l'épigénétique vise à combler cette lacune. Cette discipline a pour objet l'observation des expressions des gènes en fonction des informations relevant du contexte. Deux cellules possédant le même patrimoine génétique peuvent produire différents organes au cours de développement embryonnaire en fonction de leurs contextes. Parmi les exemples facilement observables de l'influence du contexte sur le génotype, nous pouvons citer la détermination du sexe de nombreuses espèces de reptiles en fonction de la température ou encore l'évolution des larves d'abeille en reine ou en ouvrière en fonction de la nourriture qui leur est fournie (Kucharski, Maleszka, Foret, & Maleszka, 2008).

Les sociologues et philosophes ont mobilisés de nombreuses métaphores se rapprochant de cette notion dont le filet, par Norbert Elias (Elias, 2004 [1939]) ou encore l'analogie, par Augustin Berque (citation, p. 39). De toutes ces contributions, celle d'Edgar Morin est significative du fait qu'il place le principe hologrammatique dans d'un système méthodologique

permettant de construire un regard en rupture avec la tradition simplificatrice de la Raison [72]. Au-delà de la contribution de ce principe à l'évolution de ma problématique épistémologique, en bénéficier implique de rendre imaginable une conception hologrammatique de l'urbain (Encadré 11, p. 79).

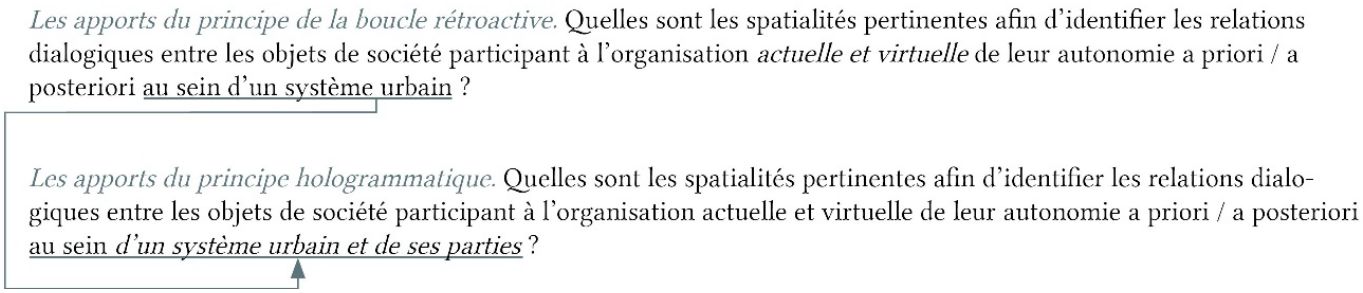


Figure 39. *Problématique épistémologique, les apports du principe hologrammatique.*

[72] « *L'idée donc de l'hologramme dépasse, et le réductionnisme qui ne voit que les parties et le holisme qui ne voit que le tout. C'est un peu l'idée formulée par Pascal : « Je ne peux pas concevoir le tout sans concevoir les parties et je ne peux pas concevoir les parties sans concevoir le tout. » Cette idée apparemment paradoxale immobilise l'esprit linéaire. […] Ce que l'on apprend sur les qualités émergentes du tout, tout qui n'existe pas sans organisation, revient sur les parties. Alors on peut enrichir la connaissance des parties par le tout et du tout par les parties, dans un même mouvement producteur de connaissances.* » (Morin, 2005, p. 100-101)

Encadré 11. Vers une conceptualisation hologrammatique de l'espace habité

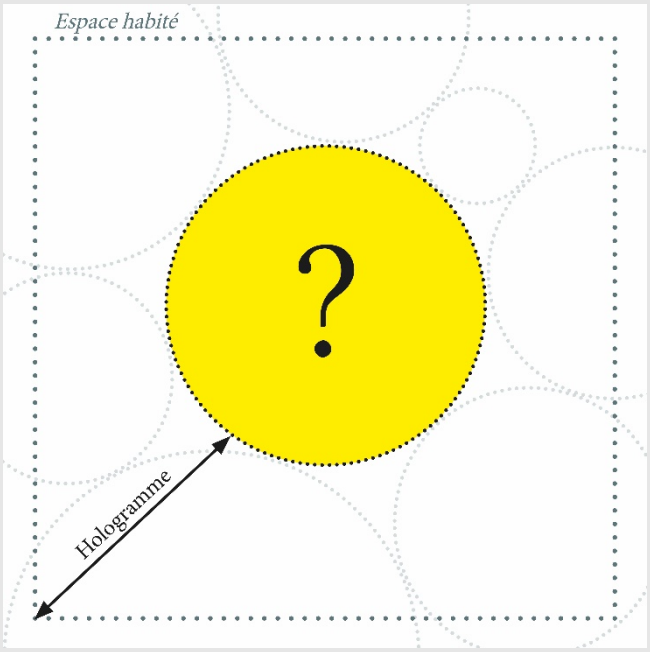


Figure 40. *Conceptualiser un hologramme de l'espace habité.*

Le principe hologrammatique implique l'identification des parties d'un système complexe organisé relativement à cet ensemble (II.1.7, 75). Si le tout est engrammé dans la partie, où est cette partie ? Où est le tout ? Et comment les caractériser ?

L'urbain étant compris dans cette recherche comme l'ensemble des espaces habités (Corollaire 3.2, p. 43), rendre compte de l'organisation de l'urbain implique que l'ensemble le plus vaste du système étudié est constitué par l'espace habité (Figure 40, ci-dessus). De plus, le Monde est, à la fois, l'espace habité virtuellement le plus vaste et un lieu (Encadré 4, p. 41). Afin d'évaluer la pertinence d'une conceptualisation hologrammatique de l'espace habité mobilisant la notion de lieu, il importe de prêter attention aux conceptualisations de la notion d'espace (II.2.1, p. 83), à la caractérisation d'un espace (III.2, p. 113) et aux acceptions de la notion de lieu (III.4, p. 137).

Suivant la définition du principe hologrammatique (II.1.7, 75), il importe pour identifier les parties d'un hologramme d'être attentif à leurs relations à l'ensemble afin :

- d'établir une méthodologie de mesure relative (ex. : holographie / mesure comparée de la cohérence des phases de deux sources lumineuses)

- d'identifier les engrammes matériels, immatériels et/ou idéels qui participent à l'organisation de leur autonomie. Ils constituent virtuellement autant de traces que de prises pour l'actualisation du système (Gibson, 2011 [1977] ; Encadré 15, p. 96).

II.2. Les sciences sociales de l'espace

> « *Notre conception des sciences sociales n'est pas hiérarchique, mais dimensionnelle. La dimension spatiale, parce qu'elle correspond à une réalité universelle, la lutte des hommes contre la distance, traverse l'ensemble des phénomènes de société sans en épuiser la richesse.* » (Durand et al., 1992, p. 17)

Afin d'avancer vers le traitement de ma problématique épistémologique il importe de préciser les implications du tournant spatial pour la construction des savoirs. Ne pas réduire l'espace à un simple support, mais le concevoir comme une construction sociale complexe a profondément modifié notre équipement culturel [73] (Encadré 2, p. 18 ; Encadré 8, p. 61). L'émergence d'une « *science de l'espace* » induite par cet évènement questionne les cadres disciplinaires, particulièrement pour les sciences sociales (citation, ci-dessus). Ce moment de rupture dans l'épistème peut être compris comme la cristallisation d'une crise de la connaissance liée aux problèmes de complexité organisée (I.1, p. 21).

Les sciences sociales de l'espace sont issues d'une posture critique concernant la géographie développée principalement par Jacques Lévy et Michel Lussault depuis le milieu des années 1970. Cette école de pensée est fondée sur de nombreuses contributions dont la plus significative est certainement celle de Gottfried Wilhelm Leibniz [1646-1716] concernant la conceptualisation de l'espace (citation, p. 83). Nous pouvons également citer les travaux de Nobert Elias [1897-1990] et d'Edward Soja [1940-2015] qui s'avèrent avoir été respectivement significatifs pour ces deux penseurs. La posture transdisciplinaire de ces chercheurs afin d'établir « *un état des savoirs sur ce que l'on peut dire de l'espace des sociétés* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p.13), est complétée dans l'espace de la géographie anglophone par Patsy Healey, Stephen Graham ou encore Rob Kitchin (Graham & Healey, 1999 ; J. Lévy, Kitchin, & Ingold, 2015). Le Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés, publié en 2003 constitue une étape structurante conjointement pour la programmation et la publicité de cette école de pensée. Cet

[73] Afin de ne pas nous tromper d'espace, il importe de prendre en compte les spatialités : « *Espace et spatialité sont deux mots-clefs de la métathéorie géographique. La spatialité englobe des notions qui la déclinent et expriment des aspects précis de ce qu'elle circonscrit. L'habiter, l'action spatiale, la pratique spatiale, l'usage, le parcours, la territorialité sont indexables dans la spatialité. L'agencement participe à la fois de la spatialité, en tant que processus d'organisation, et de l'espace, en tant qu'ensemble organisé. L'habitat renvoie plutôt au concept d'espace puisqu'il s'agit d'un agencement stabilisé, fût-ce provisoirement. Mais il ne faut pas vouloir trouver dans ce classement une partition rigide entre des réalités inconciliables. Entre l'espace et la spatialité existe une dialogique incessante. En abordant ainsi une telle question, on affirme, loin des habitudes à séparer ce qui est de l'ordre des espaces (trop souvent rabattus sur leurs seules formes matérielles) et ce qui ressortit aux actions sociales, la consubstantialité de ceux-là et de celles-ci : la spatialité constitue le concept qui permet la jonction entre ces deux domaines.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 867).

ouvrage rassemble et structure les contributions d'une centaine d'auteurs dans le cadre d'une géographie *réaliste*, *constructiviste*, *systémique*, *dialogique*, *théorique et empirique* (J. Lévy & Lussault, 2003, p.12).

La posture **réaliste** vise à assumer la richesse du réel (J. Lévy, 1994, p. 30-33). De prime abord c'est une « *Position cognitive qui affirme l'existence des objets de connaissance, indépendamment de la saisie qui en est faite par un sujet connaissant.* » (Ruby dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 765). Elle peut être comprise, dans la continuité du géographisme, comme une description du réel s'intéressant aux relations humanité-milieu tout en réfutant sa réduction à la dimension matérielle (encadré 9, p. 65) [74].

La posture **constructiviste** implique un renoncement à la connaissance immédiate, à une connaissance *a priori* (encadré 6, p. 49). D'un point de vue épistémologique, cela implique que l'objet de connaissance soit modélisé, construit par cognition [75]. Suivant cette perspective, il importe de ne pas considérer comme absolu tant l'espace que l'existence d'une réalité sociale « *dans la mesure où nous considérons que ces réalités ne sont pas des « donnés », mais des réalités construites par le jeu du système sociétal. »* (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 19). La posture constructiviste nous invite donc à problématiser les relations entre le réel, le social et le sujet (Figure 7, p. 22).

En liant les postures **réaliste** et **constructiviste**, l'espace peut devenir une plateforme indisciplinaire permettant d'opérer un décalage des objets de connaissance depuis l'identification de réalités localisées vers celles de réalités sociales [76]. Si l'espace compte, il s'agit

[74] « *les réalités sociales existent, réalités qui sont des hybrides de matérialités, d'immatérialités, d'idéalités. L'espace (hybride, lui aussi) est un des composants de toute réalité sociale.* » (Lévy & Lussault, 2003, p. 19)

[75] « *Ainsi, le Monde n'est-il connaissable, connu et reconnu, découpé en objets délimités et interreliés, qu'en vertu des opérations que le sujet réalise dans son expérience cognitive. Le sujet, dans cette optique, est à la fois un observateur et un modélisateur qui énonce des modèles de la « réalité connaissable ». Ces modèles sont moins des doubles des réalités que des représentations circonstancielles de celle-ci. Comme le souligne Gaston Bachelard, « rien n'est donné, tout est construit » et la connaissance qu'un individu peut construire d'une « réalité » est avant tout celle de sa propre expérience de la réalité.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 201).

[76] « *le réalisme interprète l'acte de connaissance comme un simple mécanisme de copie ou d'enregistrement du « réel » (idée ou chose). Ce n'est pas sans se heurter à quelques objections : l'idée d'échelle, la notion de dimension, le concept de relief ou de classe sociale sont-ils vraiment déposés quelque part, où il suffirait d'aller les chercher ? Adopter une position réaliste revient à nier l'idée d'une activité de connaissance construisant son objet en surmontant l'obstacle de l'opinion, au risque de confondre la connaissance commune et la connaissance scientifique. Or, justement, aux yeux de nombreux scientifiques, le réalisme correspond à une attitude immédiate qui a besoin d'être rectifiée, puisqu'elle croit que le réel est donné sans médiation d'une construction expérimentale. D'où l'intérêt de marier les apports de la tradition réaliste (face au renoncement du subjectivisme et du productivisme) et ceux du constructivisme (face au positivisme et à la naïveté épistémologique).* » (Ruby dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 765)

de franchir les frontières disciplinaires entre la géographie et les sciences sociales tout en offrant une continuité avec les sciences de la nature (II.1.1, p. 58).

La posture **systémique** permet de préciser le rôle central de la dimension spatiale tant pour l'objet de recherche que pour la construction des savoirs [77] (citation, p. 80). Tout en identifiant la place centrale de la notion de distance, elle souligne l'importance des opérateurs et de leurs spatialités pour l'étude des réalités sociales [78] (encadré 7, p. 59). Cette posture permet d'aller au-delà conjointement de l'individualisme méthodologique et de l'holisme en considérant qu'une société n'est pas la somme de ses composants, et nous renvoi ainsi au principe systémique (II.1.2, p. 62) et au principe hologrammatique (II.1.7, p. 75).

La posture **dialogique** peut être comprise relativement à la posture systémique [79]. Elle opère une rupture radicale dans la production même de la connaissance par une mise à distance de la causalité linéaire. Edgard Morin défini la dialogique comme un processus mobilisant conjointement des dynamiques complémentaires et contradictoires (II.2.4, p. 66). Le temps est introduit par cette notion qui ne présuppose pas d'état d'équilibre.

Enfin, la posture **théorique et empirique** est inductive et déductive [80]. Dans la continuité de la posture constructiviste et réaliste, elle implique une dialogique entre observation, objectivation et construction cognitive. D'un point de vue épistémologique cette posture n'est pas strictement nécessaire, elle constitue un corollaire des postures précédentes.

---

[77] « *Systémique, à la fois en ce que l'espace est abordé comme une des dimensions du système sociétal, de la société prise comme un tout et que, au sein de cette dimension, il apparaît utile de traiter des réalités dans leur globalité, dans une totalité dynamique faite d'interaction entre ses éléments. La transversalité propre de l'espace apparaît en fait une bonne opportunité pour traiter ensemble des réalités (social/sociétal, acteurs/objets, matériel/idéel, patrimoine/projet, ...) qui demeurent séparées dans d'autres approches.* » (Ibid., p.19)

[78] « *L'approche systémique, définie comme étude systématique de la totalité, mérite d'être soutenue à condition d'aller chercher ses logiques constitutives dans ses composantes et notamment chez ses acteurs.* » (J. Lévy, 2008, § Un systémisme dialogique).

[79] « *car nous plaçons les opérateurs sociaux (et au premier chef les acteurs), l'action, ses instruments, et en particulier les langages, et ses effets au centre de l'investigation géographique. Il n'y a pas d'espace sans acteurs spatiaux dont il importe de comprendre les logiques et les actes : cette affirmation du caractère « pragmatique » autant qu'« objectal » de l'espace peut sembler triviale, mais elle fut longtemps ignorée.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p.19).

[80] « *inductive et déductive, puisque nous fondons notre travail sur la constitution, par de méthodes variées, d'un matériau empirique à partir de situations d'observation des réalités sociales, observation informée et mise en forme par l'objectivation. La théorisation, que nous estimons indispensable, ne peut se développer sans exploitation de ce matériau empirique.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p.19).

II.2.1. Où est l'espace ?

Figure 41. *Liminal Air Space-Time, Shinji Ohmaki, Ritsurin Garden, Takamatsu city, Kagawa, Japan, 2013.*

> *« J'ay marqué plus d'une fois, que je tenois l'espace pour quelque chose de purement relatif, comme le temps; pour un ordre des coëxistences, comme le temps est un ordre des successions. »* (Leibniz, Clarke & Ariew, 2000 [1716]).

Cette question révèle le caractère problématique d'une notion qui nous semble au premier abord évidente (Beaude, 2012, p.16) [81]. Nous avons vu que la conception de la notion de *pólis* implique une caractérisation du contenu par le contenant (encadré 3, p. 39). Dans cette partie, il s'agit de préciser pourquoi l'espace ne peut être réduit au réceptacle matériel de la société (encadré 9, p. 65), pourquoi il constitue une dimension du social (encadré 8, p. 61). Il importe de souligner que les périodes d'évolution des conceptualisations d'une notion sont autant de moments de crise de la connaissance (encadré 12, p. 84).

[81] Boris Beaude m'a suggéré cette question lors d'une stimulante conversation à l'occasion d'une étude dans le val Camonica (Chôros, 2016). Le paradoxe soulevé est d'après lui une excellente manière d'introduire le problème de l'espace, particulièrement à destination d'individus mobilisant cette notion régulièrement sans pour autant la problématiser. Trouvant l'idée à la fois élégante et pertinente, je n'ai pas manqué de l'expérimenter dans différents contextes pédagogiques (*Urbanisme et territoires* - EPFL, *Architecture, métropoles, territoires habités* - mémoire et conception de jeux sérieux - ENSAL), ce qui m'a permis de constater son efficacité afin d'orienter l'attention vers ce difficile et riche problème qu'est l'espace.

Encadré 12. Notion / concept

Le terme *notion* implique la « *connaissance immédiate, intuitive de quelque chose.* ». C'est une connaissance rudimentaire. C'est également une idée, au sens d'une « *Construction, représentation de l'esprit.* » qui est sémantiquement très proche du terme *concept* de par la « *Manière de concevoir, conception, point de vue* » [82]. Le terme *concept* implique une actualisation individuelle ou collective participant à préciser une notion. C'est une « *manière de se représenter une chose concrète ou abstraite; résultat de ce travail; représentation.* » qui est explicite et critiquable [83]. Pour prendre l'espace en exemple, tout le monde a connaissance de cette notion, mais une part moindre des individus est en mesure d'en expliciter une conceptualisation. Le flou sémantique que je cherche à éviter concerne la tension entre le terme *notion* compris comme une « *Idée générale et abstraite en tant qu'elle implique les caractères essentiels de l'objet* » qui peut être comprise comme l'acception, généralisée à une société, d'une idée, et le terme *concept* compris comme l'explicitation d'une représentation, participant à préciser une *notion*.

Chaque notion accepte donc virtuellement plusieurs concepts qui, s'ils sont explicités et critiquables deviennent les supports privilégiés de l'évolution et des débats concernant les connaissances et les savoirs. De plus, lorsqu'un concept est suffisamment pertinent pour renouveler une part importante conjointement de la connaissance et des pratiques, il est couramment mobilisé pour signifier la notion qu'il précise [84]. Un exemple permettant de préciser cette relation dialogique entre *notion* et *concept* est mobilisé par Pierre Lévy, concernant la dialectique entre les notions de *possible* et d'*impossible* (P. Lévy, 1994, § épilogue : voyage à Cnossos). La notion *impossible* caractérise ce qui n'est et ne sera jamais possible. Cependant suivant différentes conceptualisations de la notion d'espace certaines choses impossibles deviennent possibles. Pour un aristotélicien il est impossible de marcher sur la lune alors que pour un galiléen, la terre et la lune ne sont pas de nature différente, il est donc possible de marcher sur la lune ; bien qu'à l'époque de Galilée, cela ne soit pas faisable. Cet exemple illustre parfaitement l'enjeu de connaissance qui réside dans le processus de conceptualisation d'une notion : sans évolution conceptuelle, il n'y a pas de rupture significative dans l'évolution des questions de recherche, mais il n'y a pas non plus de crise de la connaissance (Ortega y Gasset, 1962). Ainsi toute relation exclusive notion / concept augmente l'imaginable au sein d'un système d'explication tout en limitant cet imaginable, à ce système.

[82] « *Connaissance d'ensemble, élémentaire, acquise de quelque chose.* » CNRTL, notion, 17/08/07.
[83] « *Représentation mentale abstraite et générale, objective, stable, munie d'un support verbal.* », CNRTL, concept, 17/08/07.
[84] À ce titre nous pouvons citer l'exemple de l'espace euclidien, conceptualisation mathématique de l'espace qui a si profondément impactée l'action, la technique, la science et la pensée qu'il est courant de parler d'espace en ayant à l'esprit cette conceptualisation de la notion d'espace. Il a d'ailleurs fallu attendre la fin du XVII^{ème} siècle et la contribution de Leibniz [1647-1707] avant qu'une autre conceptualisation de l'espace ne devienne imaginable. Au début du XX^{ème} siècle le philosophe, mathématicien et physicien Henri Poincaré [1854-1912] va acter dans son ouvrage *La science et l'hypothèse. La valeur de la science. Des fondements de la géométrie* [1902] la possibilité de penser différemment la géométrie : « *une géométrie ne peut pas être plus vrai d'une autre, elle peut seulement être plus commode* » (Poincaré dans L'Hostis, 2014, p. 50).

À ce titre, l'espace est une notion riche pour la construction de la connaissance. Son rôle peut être compris en considérant sa relation avec les sociétés, et plus précisément la trajection qu'il opère entre société et individu (II.1.4, p. 66). Chaque individu est continuellement confronté à l'espace, il en acquière une notion, plus ou moins consciente, plus ou moins construite. Sur la base de cette compréhension individuelle et collective, chaque opérateur va participer à la construction de l'espace. Il semble dès lors trivial de relever qu'une évolution de la conceptualisation de l'espace opère potentiellement de profondes évolutions tant pour les individus que pour les sociétés, comme ce fût le cas avec la théorie de la relativité générale [85].

Il a fallu un demi-siècle pour que la géographie classique reconnaisse les apports du tournant spatial et dépasse la crise de connaissance engendrée par le constat que l'espace est une notion problématique ne pouvant pas être réduite à un contenant, positionnel et absolu. Si cette évolution s'est faite dans un premier temps à travers une ramification de programmes de recherche de la géographie vers d'autres disciplines [86], ces approches ont contribué à élargir le champ des possibles, à rendre imaginable la mobilisation indisciplinaire d'une nouvelle conceptualisation de la notion d'espace à la fois relative et relationnelle. Il importe de souligner que le dépassement de la conceptualisation absolue et positionnelle de l'espace, supportée par les apports de la géométrie euclidienne, est fondé sur différentes réflexions philosophiques : « *« kantienne » - l'espace est une « forme a priori » -, « cartésienne » - l'« étendue » est un attribut de toute chose -, « leibnizienne » - l'espace est relation entre « coexistants ».* » (J. Lévy, 1994, p. 60). Ces différentes contributions permettent d'établir des catégories de conceptualisation de l'espace. Jacques Lévy les organise dans le tableau à double entrée suivant.

	Positionnel	**Relationnel**
Absolu	De Platon à Newton *« Géographie classique »*	Berkeley *« Géographie culturelle »*
Relatif	Descartes *« Analyse spatiale »*	Leibniz *« Géographie, science sociale de l'espace »*

Figure 42. *Les conceptualisations de l'espace (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 327).*

[85] Sans que cette évolution conceptuelle soit vécue quotidiennement, nous savons depuis Albert Einstein [1879 - 1955] que l'espace-temps est relatif. Plus récemment l'hypothèse que l'espace soit relationnel est également explorée par les sciences de la nature (Carlo Rovelli [1956-], théorie de la gravitation quantique à boucles).

[86] « *1. le paradigme de la production de l'espace II. l'analyse spatiale ; III. le systémisme ; IV. l'espace vécu et les représentations ; V. l'analyse des territoires et des territorialités* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 326).

Afin d'illustrer ces différentes conceptions je vais m'appuyer sur des représentations que j'ai participé à produire dans le cadre de deux recherches, l'une concernant la projection cartographique (J. Lévy, Maitre & Romany, 2016), l'autre s'intéressant à la recomposition des territoires politiques français (J. Lévy, Maitre & Romany, 2014). Afin d'enrichir ce panorama, de nombreux autres exemples peuvent être consultés dans l'*Atlas politique de la France* (J. Lévy, Maitre, Póvoas & Fauchille, 2017).

II.2.2. La conceptualisation absolue et positionnelle de l'espace

Figure 43. *The Totem Project, James Tapscott, multiple locations 2007-2008.*

La première catégorie de conceptualisation de l'espace est dite *absolue et positionnelle*. L'espace est compris comme un support stable, indépendant des réalités qui s'y déploient, *sur* lequel toute répartition s'inscrit. La cartographie classique relève de cette conceptualisation de l'espace. Les techniques permettant de le représenter datent de la réintroduction au XV^{ème} siècle

par Fra Mauro [? -1460] des apports de Ptolémée [environ 90-170] qui ont permis de produire un planisphère fondé sur la géométrie euclidienne [300 av. J.-C].

Ce premier exemple concernant la votation « Contre l'immigration de masse » (Initiative populaire fédérale, Suisse, 9 février 2014) suggère que cette proposition a été largement acceptée, or elle a reçu 50,3% de suffrages positifs. Ainsi la représentation positionnelle et absolue des votes à l'échelle communale ne nous offre pas de vision synoptique de l'opinion des citoyens. Ce type de représentation nous impose une dictature des surfaces explicite dans le cas de la cartographie électorale.

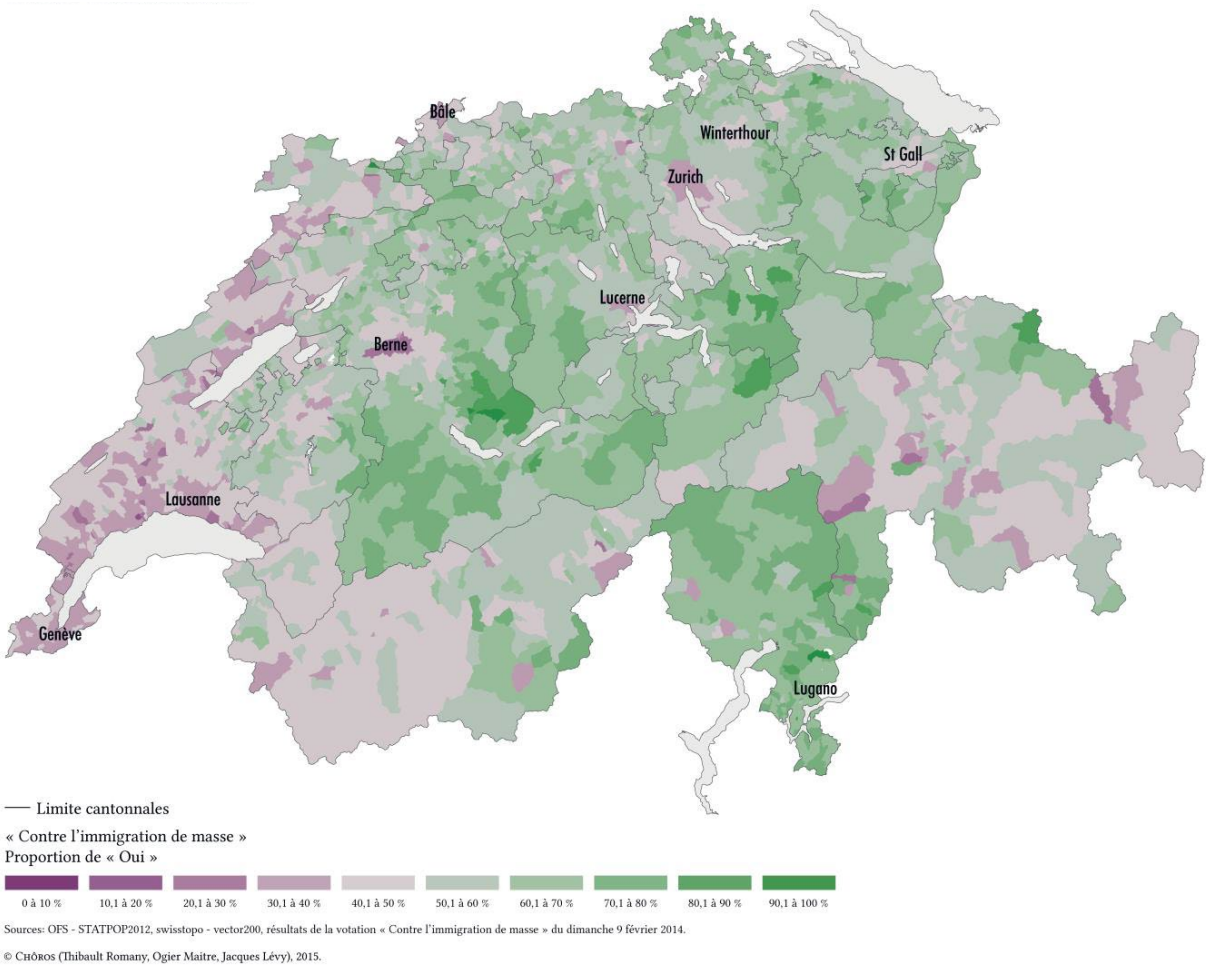


Figure 44. *Cartographie euclidienne.*

II.2.3. La conceptualisation relative et positionnelle de l'espace

Le second exemple concerne cette même votation afin de nous permettre d'appréhender l'espace des citoyens. La méthode de représentation est fondée sur un raffinement du cartogramme, initialement proposé dans les années 1970 par Waldo Tobler [1930-2018]. Cette méthode de représentation cartographique consiste à déformer une surface en fonction d'une autre donnée. La conceptualisation de l'espace de référence est positionnelle, les aires communales occupent, comme pour la cartographie euclidienne un emplacement déterminé dans l'espace. Leurs surfaces sont cependant relatives. Dans cet exemple, les surfaces n'étant pas peuplées ont été retirées du processus de transformation surfacique. Une telle représentation permet de donner à voir de manière plus fidèle les résultats électoraux : ce sont les citoyens qui votent, pas l'espace.

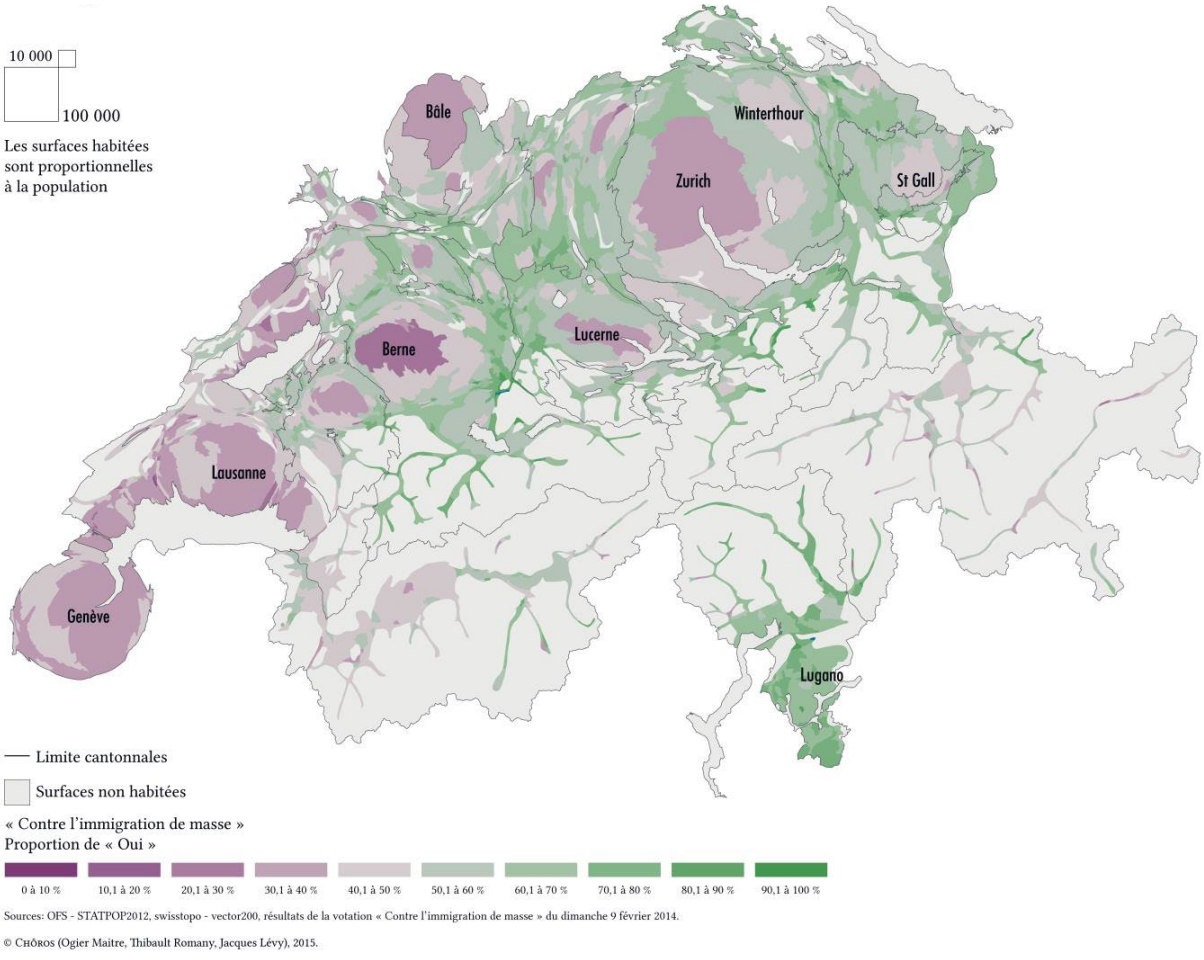


Figure 45. *Cartogramme différencié.*

II.2.4. La conceptualisation absolue et relationnelle de l'espace

Ce troisième exemple illustre une conception absolue et relationnelle de l'espace. Les réalités sociales sont caractérisées par leurs relations sur un support absolu. L'étude des relations pertinentes pour ces réalités permet d'entrer en matière avec leurs spatialités. Dans cet exemple, les relations sont de deux niveaux. Le premier concerne les mobilités domicile-travail afin d'identifier les pays urbains, ces espaces dont l'organisation spatiale et sociale peut être fondatrice d'une réorganisation pragmatique du territoire. Le second niveau concerne les relations entre les villes qu'il importe de préserver.

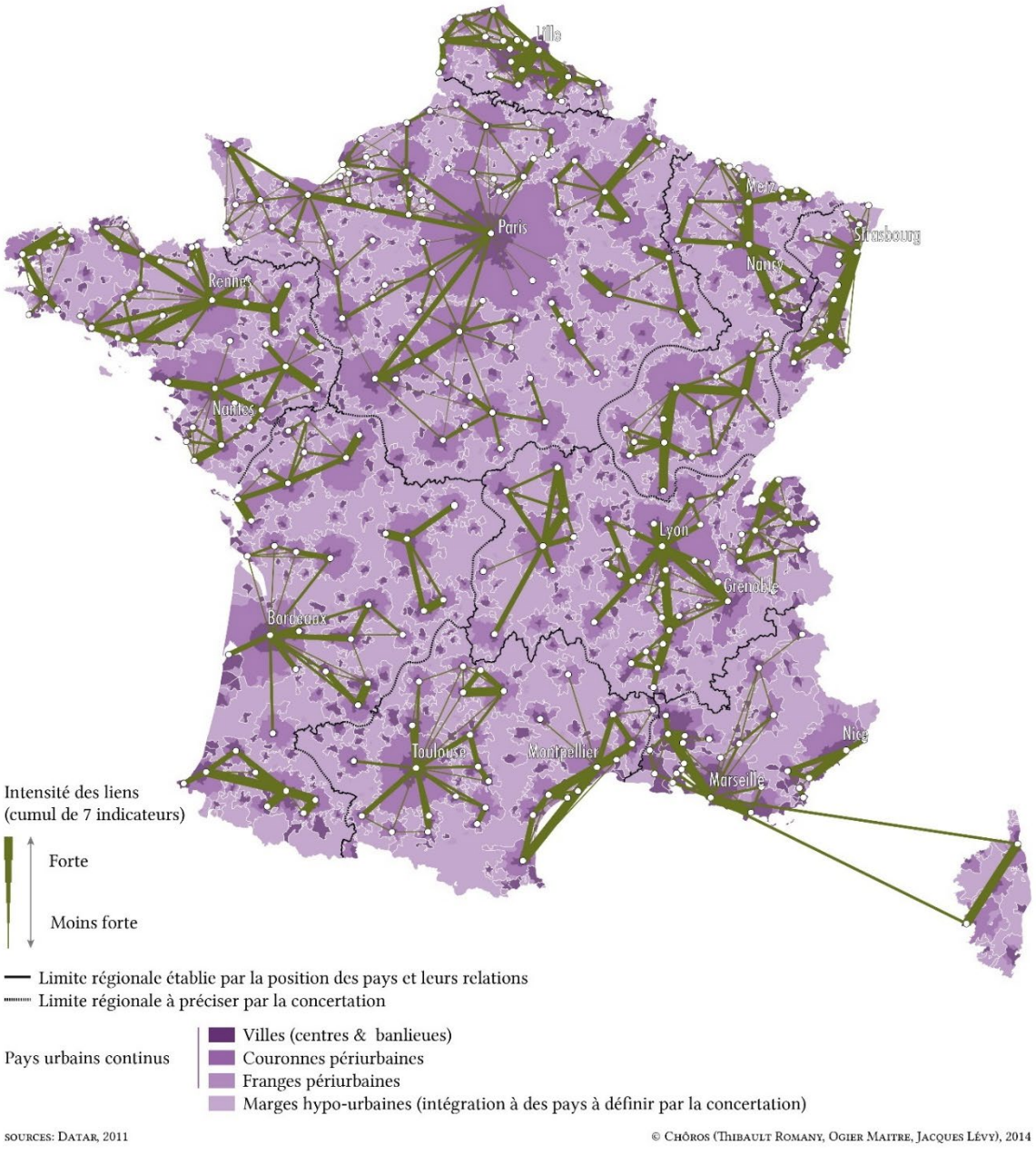


Figure 46. *Liens entre pays.*

II.2.5. La conceptualisation relative et relationnelle de l'espace

Les germes de cette conceptualisation remontent au début du XVIII^{ème} siècle. Entre 1714 et 1716, Leibniz propose de comprendre l'espace comme un ordre de coexistence des choses en relation (citation, p. 83). Suivant cette conception, la métaphore contenu / contenant perd de sa pertinence (Encadré 3, p. 39). Ce sont les relations entre les objets de société qui opèrent la construction de l'espace. Cette évolution conceptuelle va se développer durant le XX^{ème} siècle (Elias, 2004; Heidegger, 2001; Lefebvre, 2000) pour aboutir à une stabilisation, que Jacques Lévy nomme le tournant géographique (J. Lévy, 1999). La reconnaissance scientifique internationale de cet apport est intervenue au début du XXI^{ème} siècle (II, p. 56). Pour autant cette évolution conceptuelle n'a pas encore innervé la société civile.

Elle implique une prise en compte des relations fondatrices des réalités sociales tout en ne présupposant pas que l'espace soit stable, absolu. Cette conception de l'espace mobilise la seconde acception de la notion de spatialité afin de ne pas seulement caractériser la spatialisation d'une réalité sociale, mais de permettre d'identifier les évolutions de son espace dans le temps (Encadré 7, p. 59).

Cette dernière illustration laisse entrevoir la possibilité d'avancer vers une représentation relative et relationnelle de l'espace (Figure 47, p. 91). Chacune de ces trente-quatre métropoles entretient des relations avec tout ou partie des autres. Suivant une approche absolue de l'espace, il est possible de représenter les distances-temps de l'une vers l'ensemble. Nous aurions autant de cartes, autant de dimension, que de réalités étudiées. Cependant ce sont bien l'ensemble de ces relations qui participent à l'organisation de ces objets de société en une réalité sociale. La problématique consiste ainsi à réduire le nombre de dimensions par la prise en compte des dialogiques entre l'ensemble de ces objets.

Si la quantité de villes étudiée n'est pas suffisante pour représenter l'évolution de l'espace à l'échelle de la planète, un maillage plus fin constitue une piste à explorer afin de nous permettre de renouveler la dimension cognitive de la représentation de l'espace.

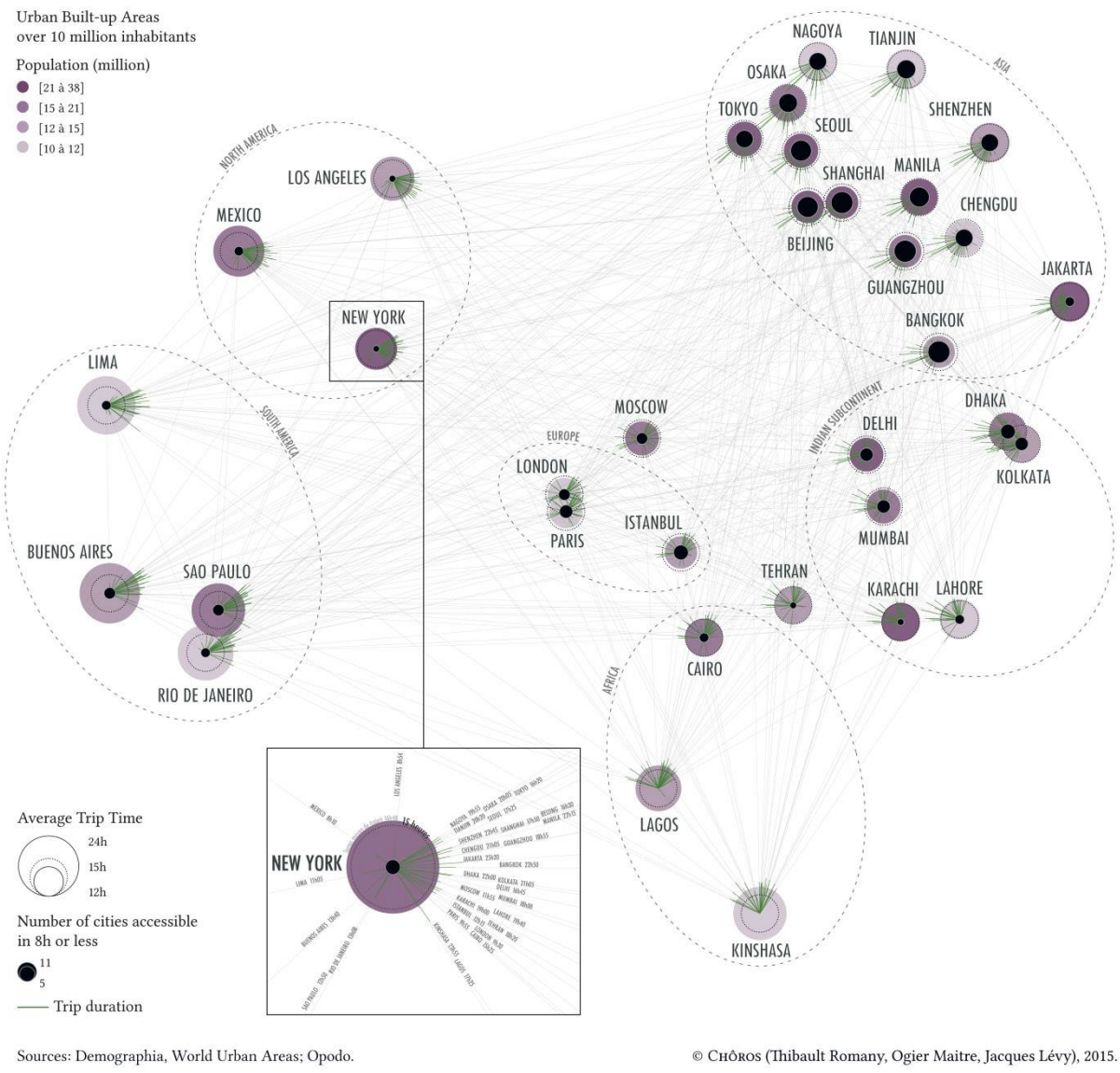


Figure 47. *Carte relative fondée sur les relations de distance-temps, Chôros.*

Comme je l'ai relevé avec l'exemple des conceptions de l'espace aristotélicienne et galiléenne (Encadré 12, p. 84), l'évolution d'un concept permet de questionner le possible et l'impossible, mais ne permet pas d'entrer directement en matière avec le faisable. Il en est de même avec une conceptualisation relationnelle et relative de l'espace. Une fois explicité l'intérêt d'un tel concept de nombreuses questions relevant des sphères théorique et technique se posent afin de rendre faisable un possible désormais identifié (Encadré 11, p. 79).

Encadré 13. Hologrammétrique

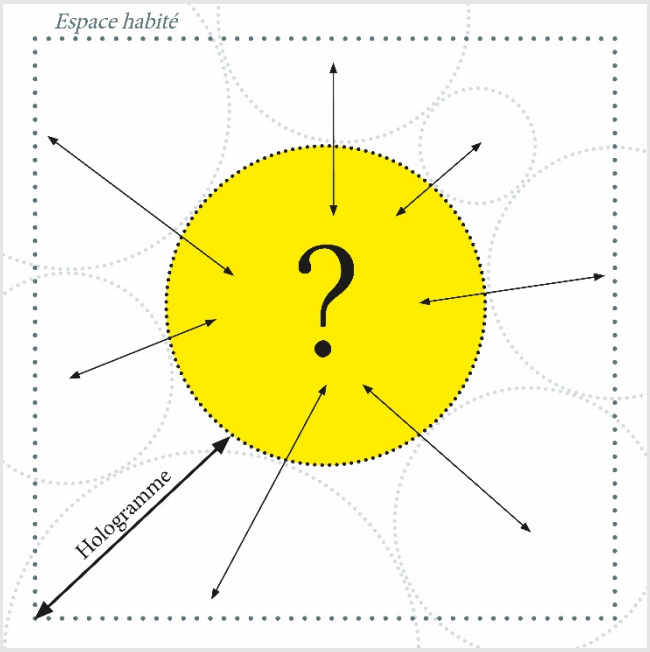


Figure 48. *Identification hologrammétrique des parties d'un ensemble.*

> « *Développer la théorie de l'espace implique de renouveler notre cadre de représentation, les outils et méthodes dont nous avons hérité, afin de proposer une méthodologie innovante en rapport avec une vision du Monde dont les évènements majeurs sont l'urbanisation, la mondialisation et l'importance des spatialités rhizomiques. La force principale de la cartographie contemporaine pour contribuer à la théorie de l'espace réside dans l'invention d'une vision globale, accessible instantanément dont la métrique, dans son aspect composite, constitue le centre du nouveau contrat cartographique et que la théorie doit nous permettre d'articuler avec les notions de substance et d'échelle. Cette généralisation particulièrement fertile permet une redéfinition du lieu, élément fondamental des sciences sociales de l'espace comme un espace où la métrique n'est pas pertinente. Il est temps et il est possible d'ouvrir le jeu (J. Lévy, 2015) : là où des contraintes impensées et inhibitrices dominaient, on peut créer de nouvelles libertés créatrices tout en respectant le contrat cartographique : représenter un espace en en inventant un autre selon des règles explicites et discutables.* » (J. Lévy, Maitre & Romany, Géopoint, 2016)

Identifier les parties d'un hologramme implique d'être attentif à leurs relations (Encadré 12, p. 92). Dans le cadre d'une conception relative et relationnelle de l'espace, l'étude des relations distance-temps entre réalités sociales permet d'entrer en matière avec leur organisation (Figure 47, p. 91). Cette cartographie permet l'identification d'ensembles continentaux *a posteriori* (J. Lévy, Maitre & Romany, 2014). Si la notion de métrique constitue une prise afin d'identifier les parties d'une réalité sociale, d'un ensemble (III.2.1, p. 115, citation, ci-dessus), comment identifier la métrique pertinente pour son étude ?

Encadré 14. Le triptyque matériel / immatériel / idéel

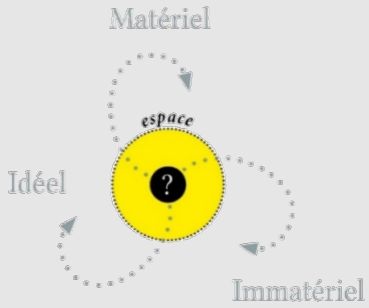


Figure 49. *Un réalisme dialogique.*

Si la distinction offerte par le couple matériel / immatériel informe nos rapports à l'énergie (Encadré 9, p. 65), celle-ci ne suffit pas pour penser la construction de l'espace. Certains phénomènes idéels comme les opinions et les représentations ont des effets significatifs sur nos spatialités.

L'opposition matériel / idéel peut être comprise comme un héritage du paradigme de simplification et plus précisément de la disjonction entre l'être pensant (*res cogitans*) et son environnement (*res extensa*) [87] (I.1.1.1, p. 24). Afin de la dépasser, il importe de souligner l'importance de la « *pensée agissante* », comme le souligne les notions de prise (Gibson, 1977) et à un niveau plus rudimentaire celle de stigmergie (Bonabeau, Dorigo & Theraulaz, 1999 ; Cézilly, Giraldeau, & Theraulaz, 2006). Le couplage de ces apports à la notion de spatialité permet d'entrer en matière avec le différentiel entre le positionnement idéel d'un opérateur et ses actualisations (Encadré 15, p. 96). Assumer l'importance de la dimension idéelle de l'espace implique de renoncer à une simplification matérialiste des réalités sociales [88] et de compléter la mesure de l'espace par une métrique permettant de rendre compte de l'espace idéel (Encadré 18, p. 108).

Dans la continuité de la proposition d'Edgar Morin concernant l'organisation de l'autonomie d'un système, si le couple matériel / immatériel informe le rapport entre espace et énergie, la sphère idéelle informe le rapport entre espace et information (II.1.3, p. 64).

---

[87] « *On doit à Maurice Godelier, en particulier, d'avoir à la fois rompu avec cet antagonisme stérile et contre-productif et sorti l'idéel de son réduit philosophique pour en faire une notion de première utilité en sciences sociales. Dans un livre essentiel, Godelier entend analyser la production de la société par les hommes ; il pose l'hypothèse que la « nature propre » de l'homme est de jouir de la capacité de transformer la nature. Il met alors en œuvre son explication en postulant que la réalité sociale naît de la dialogique permanente entre le matériel et l'idéel. Tout en insistant sur la prégnance de la matérialité, Godelier souligne une lacune des sciences sociales qui consiste en la longue occultation de l'importance de la sphère idéelle, pourtant sans cesse active, aux multiples manifestations et formes d'existence, puisqu'elle constitue « la pensée dans toutes ses fonctions, présente et agissante dans toutes les activités de l'homme » (Godelier, 1992, 199).* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 592).

[88] « *Le géographe fait désormais face à des situations de recherche qui ne s'avèrent ni simples, ni simplifiables - au sens du paradigme de la simplification - en termes d'observation et d'explication. Du fait du caractère hybride de la dimension spatiale de la société, le moindre espace constitue un agencement de formes et de structures matérielles, d'échelles variées, et d'idéalités, fort diverses, des moins réflexives aux plus objectivables, des plus singulières aux plus générales, des plus appuyées sur des lieux « sujets » d'images mentales et de représentations aux plus abstraites déconnectées d'un référent spatial précis. La géographie s'avère une discipline ni matérialiste, ni idéaliste, mais participant de ce qu'on pourrait nommer un réalisme dialogique.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 593).

II.3. Propos d'étape. Le cheminement épistémologique

> « *La grande force du constructivisme est aussi de pouvoir s'approprier le capital de connaissance de la science positiviste tout en instaurant une réflexion sur la question essentielle des fondements et des méthodes de la connaissance. On constate alors la subversion de la science positive et de ses principes de modélisation analytique et de raison suffisante (« rien n'arrive jamais sans qu'il n'y ait une cause ») auxquels le constructivisme substitue la modélisation systémique, la multirationnalité, les rapports complexes entre les choses, l'importance des contextes de l'expérience cognitive, loin des réductions des causalismes élémentaires.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 203)

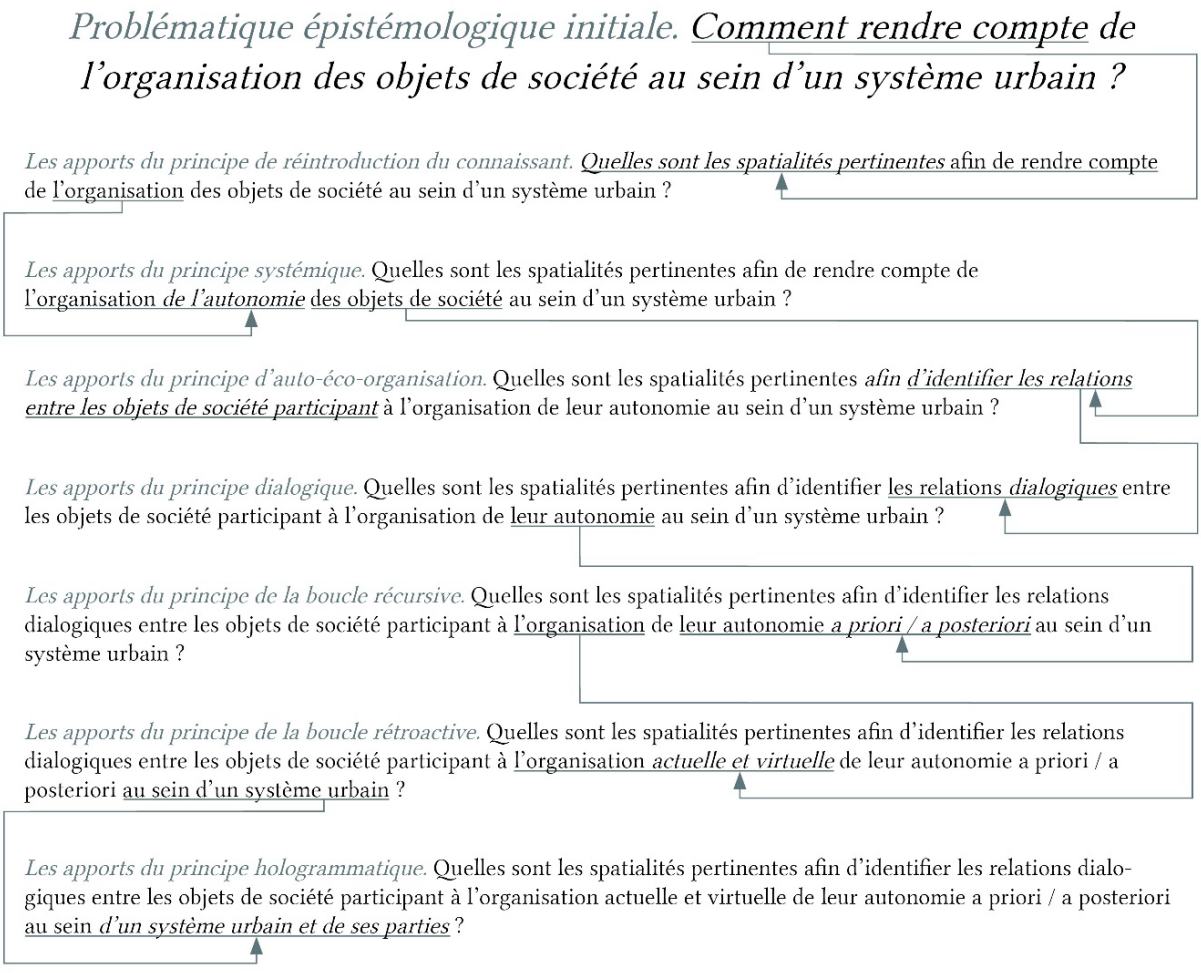


Figure 50. *Évolution de la problématique épistémologique.*

La mobilisation de deux écoles de pensée constructivistes implique l'établissement d'une grille de lecture (Hypothèse 1, p. 35 ; citation, p. 94). Mon cheminement épistémologique y contribue par la précision itérative de ma problématique permettant d'aboutir à la formulation

suivante : **quelles sont les spatialités pertinentes afin d'identifier les relations dialogiques entre les objets de société participant à l'organisation actuelle et virtuelle de leur autonomie *a priori / a posteriori* au sein d'un système urbain et de ses parties ?** (Figure 50, p. 94)

Bien que compliqué, cet énoncé me permet de préciser la place fondamentale de la notion de spatialité pour entrer en matière avec la construction sociale de l'espace (Encadré 7, p. 59) et ainsi, limiter mon objet de recherche à une conception relative et relationnelle de l'espace (II.2.5, p. 90). De plus, en soutenant la réintroduction du connaissant dans la construction des savoirs, elle souligne que concevoir la complexité de l'urbain n'implique pas de renoncer à la simplicité (Hypothèse 1, p. 35) mais au principe de disjonction (I.1.1, p. 24).

En complément, identifier la position centrale de la notion de spatialité dans le processus d'actualisation de l'espace habité (Figure 20, p. 60 ; Figure 51, p. 96) me permet d'entrer en matière avec mes problématiques théoriques (p. 45) et méthodologiques (p. 52) :

- problématiser ce processus implique l'identification d'une métrique pertinente pour étudier une réalité sociale (Encadré 13, p. 92) qui devient une question centrale du défi théorique à relever (III.2, p. 113).
- en nous permettant d'informer les relations entre les couples de notions *a priori* / *a posteriori* et actuel / virtuel, elle permet l'analyse différentielle de l'espace des possibles et des faisables (Encadré 15, p. 96), ce qui contribue à contextualiser le défi méthodologique (IV, p. 160).

La notion de spatialité s'avère centrale pour établir une méthodologie scientifique indisciplinaire, informer le processus d'actualisation de l'urbain (Problématique théorique, p. 45 ; Figure 20, p. 60) et rendre compte de l'organisation des réalités sociales. Ne pas limiter ses apports à la spatialisation des objets de société (Encadré 7, p. 59) justifie le décalage de mon sujet depuis la mesure de l'urbanité vers celle de l'organisation des réalités sociales, l'adoption d'une conception relative et relationnelle de l'espace (II.2.5) et la précision du défi théorique vers l'organisation de leur autonomie (II.1.2) grâce à la notion de métrique (Encadré 13, p. 92).

Le second apport significatif de ce cheminement épistémologique concerne la notion d'hologramme et sa mobilisation afin de rendre compte de l'organisation de l'espace habité (Encadré 11, p. 79). Une conception relative et relationnelle de l'espace rend imaginable la construction d'une conceptualisation hologrammatique de l'urbain afin de soutenir une mesure de son état et/ou de son évolution. Cette perspective pose la question de l'identification des parties de cet hologramme dont la métrique semble une prise à explorer.

Finalement, relever ce défi épistémologique a également impacté l'enjeu de cette recherche (Encadré 1, p. 15). Si le renouvellement des méthodes d'analyse de l'urbain constitue le cœur de mes motivations, il s'agit de rendre imaginable l'émergence d'un urbanisme relatif et relationnel, fondée sur une posture indisciplinaire, articulant savoirs et connaissances (Encadré 25, p. 158).

Encadré 15. L'urbanité : espace des possibles, espace des faisables

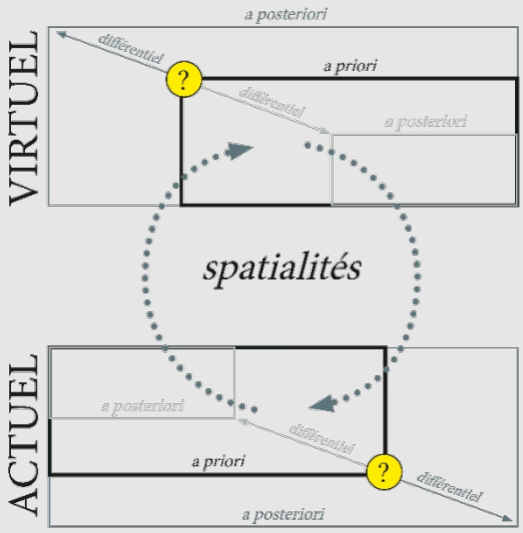


Figure 51. *Analyse de l'actualisation des réalités sociales.*

L'*urbanité a priori* est comprise comme un indicateur « *qui synthétise le niveau théorique de performance fonctionnelle d'une entité urbaine quelconque, abordée à l'aide d'une saisie abstraite d'indicateurs spatiaux, sociaux et économiques qui, agrégés, donnent une première approche des capacités urbaines de cette entité* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 966) ; alors que l'*urbanité a posteriori* est comprise comme « *l'état avéré d'une situation urbaine (qui peut être de toute échelle) particulière en un temps historique donné.* » (Ibid., p. 966). Afin de problématiser le processus d'actualisation de l'urbain (problématique théorique, p. 45), il est intéressant de clarifier les relations entre les couples de notions *actuel / virtuel* (Encadré 5, p. 45 ; Figure 17, p. 51) et *a priori / a posteriori* (Encadré 6, p. 49).

Le virtuel, compris comme une « *Réalité potentielle non (encore) actualisée.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 996) doit nous permettre d'entrer en matière avec le devenir d'une réalité sociale [89]. Parmi les actualisations

[89] Le caractère général de la notion de virtuel prend en compte le contexte de réalisation d'un choix « *Les possibles englobent les systèmes de faits non contradictoires, qui ne s'opposent à aucune loi physique, mais sans tenir compte des circonstances présentes. L'ensemble des faisables est beaucoup plus restreint que celui des possibles : ses options intègrent les ressources disponibles hic et nunc et respectent les contraintes techniques, économiques, sociales imposées par la situation.* » (P. Lévy, 1994, § épilogue : voyage à Cnossos).

potentielles, toutes ne le seront pas [90]. Il est alors intéressant de mobiliser les notions *a priori* / *a post*eriori afin de caractériser l'instanciation du processus d'actualisation [91]. Comprendre le virtuel comme la généralisation d'une caractérisation *a priori* permet d'identifier le différentiel entre l'état virtuel au moment de l'organisation d'une réalité sociale et le potentiel qui est mobilisé par les opérateurs durant ce processus d'actualisation. La même fonction cognitive peut être attribuée à la notion *actuel* (Figure 51, p. ci-dessus). Cette manière de mobiliser ces deux couples permet de contextualiser les pratiques des opérateurs, leurs spatialités.

L'augmentation du virtuel est l'un des effets de l'évolution contemporaine des modalités de la gestion de la distance (III.1.3, p. 109), mais également de la montée en capacité des individus, dont leur motilité. Ce qui est pertinent pour faire évoluer la mobilisation de ce concept est la prise offerte vers l'identification de son contexte (Kaufmann et al., 2015 ; Vincent-Geslin, Pedrazzini & Kaufmann, 2015). Ainsi l'actualisation de l'urbanité virtuelle comme de l'urbanité actuelle permet de rendre compte des potentiels qui ont été délaissés par les opérateurs [92]. Il importe de relever le rôle central que jouent les capacités et les représentations individuelles afin d'explorer l'espace des possibles (Encadré 14, p. 93).

J'ai ainsi précisé la complémentarité, pour la mesure de l'organisation des réalités sociales, des couples actuel / virtuel et *a priori* / *a posteriori* (Figure 20, p. 60). Problématiser ces évolutions implique d'identifier les relations pertinentes qui structurent l'espace des possibles (actuel/virtuel) et l'espace des faisables (*a priori* / *a posteriori*).

---

[90] « *la compétence stratégique est d'autant plus nécessaire que l'univers des actions possibles est vaste. La capacité à transformer l'occasion en opportunité suppose une sensibilité au moment et à la situation, c'est-à-dire aussi une aptitude à intégrer dans son programme d'activités un ensemble qui comprend à la fois des actes effectifs et des actes possibles dont certains ne seront jamais actualisés. L'actualisation ne se limite donc pas à une réalisation par déclenchement mécanique comme l'énergie potentielle en physique car, dans le monde social, c'est par l'interaction de l'acteur et du contexte (acteurs et objets) que le processus d'actualisation démarre.* […] *Plus le champ des possibles est diversifié et plus les opérateurs disposent de visibilité pour s'y orienter, plus nous nous trouvons dans un monde de virtualité. C'est pourquoi il existe une relation fondamentale entre urbanité et virtualité : la ville est l'espace où l'on fait le moins de choses en proportion de celles que l'on pourrait faire.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 996)

[91] Prenons l'exemple d'un acteur qui doit effectuer un choix modal afin de réaliser un trajet (en voiture, en bus ou en vélo). Suivant sa motilité il peut être amené à ignorer une partie du potentiel qui s'offre à lui (sans permis de conduire, il n'a pas la possibilité d'utiliser une automobile). Il va actualiser cette relation avec l'un des deux autres modes de transport, supposons qu'il choisisse le vélo. Si le lendemain il opte pour le bus, et qu'une répartition statistique entre ces deux modes de transport s'opère à l'échelle de son lieu de résidence, un équilibre va s'établir entre l'usage du bus et du vélo complété par une diminution de l'usage de l'automobile. Le différentiel entre le potentiel offert dans cette situation urbaine (automobile, bus, vélo) et son actualisation concerne alors l'organisation des objets de société qui participent à faire de l'automobile un choix modal. La voirie étant utilisée sur une emprise comparable par le bus, elle ne sera certainement pas impactée mais les places de stationnement laissées vacantes peuvent être identifiées comme des prises par certains opérateurs afin de faire évoluer le potentiel de ces espaces, leurs relations à cette situation urbaine. Dans un autre cas de figure ou ce n'est pas l'automobile qui est délaissée par les opérateurs, mais le bus, il sera légitime pour le fournisseur de transport public de questionner la pertinence de son offre. S'il décide de supprimer cette ligne, les actualisations modales auront participées à faire diminuer le l'offre modale virtuelle, tout en diminuant le différentiel entre *virtuel a priori* et *virtuel a posteriori*. Le même type de processus d'actualisation peut permettre l'émergence d'un *virtuel a posteriori* plus vaste que le *virtuel a priori*. Nous pourrions parler d'un processus de virtualisation.

[92] La proposition de Gilles Deleuze concernant la notion de virtuel est dès lors évidente « *le virtuel possède une pleine réalité, en tant que virtuel* » (Beaude, 2012, p. 44).

III. Le défi théorique

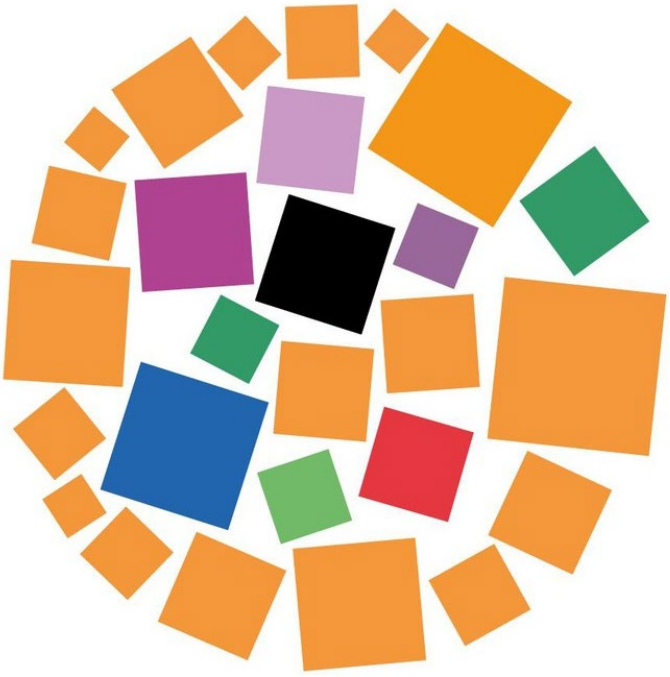


Figure 52. *De l'espace pour la théorie, Géopoint, 2016, Mirza Tursic.*

> « *out of the original models of spatial form rose the question of how the highly predictable patterns of human interaction should be interpreted. Which are the relations between the picture of a point pattern and the story of how those particular locations have been generated ?* » (Olsson, 2007, p. 10)

Le défi théorique identifié afin de rendre possible l'établissement d'une méthodologie de mesure de l'urbanité implique de rendre compte de la construction sociale de l'espace (I.2, p. 37). Pour ce faire, il s'agit de renouveler notre attention à la lutte de l'humanité contre la distance afin de problématiser les processus d'actualisation de l'urbain, compris comme l'ensemble des espaces habités (problématique théorique, p. 45). Traiter mon hypothèse théorique (Hypothèse 2, p. 39) implique de construire une grille de lecture permettant d'entrer en matière avec l'identification des capitaux relatifs de positions et de situations des géotypes participants de l'urbain (Hypothèse 2, p. 39). L'horizon exploré est l'établissement d'une méthodologie simple de mesure de la construction sociale de l'espace (hypothèse épistémologique, p. 36).

Dans cette perspective, les apports du défi épistémologique concernant l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain complexe m'ont permis d'identifier trois enjeux :

- dépasser le paradigme de simplification afin d'entrer en matière avec le couple singulier/universel (I.1.1, p. 58)
- établir une conceptualisation hologrammatique permettant d'entrer en matière avec la construction sociale de l'espace (II.1.7, p. 75, Encadré 11, p. 79)
- réintroduire le connaissant en plaçant au centre des processus d'actualisation de l'urbain les apports d'une conception relative et relationnelle de la notion de spatialité (II.3, p. 93)

Ce chapitre débute par l'explicitation des pistes qui participent à rendre possible la mesure de l'urbanité (III.1, p. 99). Comme Georges Perec le souligne (citation, p. 137), il convient de mettre l'espace en question (III.2, p. 113) afin de préciser la notion d'urbanité (III.3, p. 127) et de parcourir les acceptions de la notion de lieu (III.4, p. 137). Ce cheminement me permet d'expliciter la construction d'une grille de lecture afin d'établir une méthodologie complexe de mesure de l'urbanité fondée sur les concepts d'hologramme et de lieu (III.5, p. 144)

III.1. Du paléolithique à la mobilisation de la notion d'urbanité

Figure 53. *Vivian Maier, 1960's-1970's, vivianmaier.com*

« *La ville n'est pas un produit de la campagne, elle est à peu près contemporaine et surtout intrinsèquement liée à la révolution néolithique* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 989)

Cette partie a pour objet la caractérisation d'une notion puisant sa spécificité dans l'organisation spatiale des réalités sociales : l'urbanité (axiome 1, p. 19). Afin d'énoncer les prises qui m'ont permis de problématiser sa mesure pour rendre compte de l'habité et de sa construction, il importe de prêter attention aux évolutions des arrangements spatiaux développées durant l'histoire de l'humanité (I.2.3, p. 46).

Corollaire 3.3/. La construction sociale de l'espace implique une lutte contre la distance (citation, p. 80). Rendre compte de la dialogique entre concentration et diffusion des réalités sociales (Hypothèse 2, p. 39) implique d'identifier les modalités de gestion de la distance à l'œuvre (Encadré 6, p. 49 ; III.1.3, p. 109). Cette problématisation vise à conceptualiser l'utopie du point relativement aux modalités de gestion de la distance (Corollaire 3.1.1, p. 38) afin de soutenir une caractérisation hologrammatique de l'espace habité (Encadré 11, p. 79) mobilisant la notion de lieu (Encadré 12, p. 92).

III.1.1. L'invention perpétuelle d'une ressource : les lieux

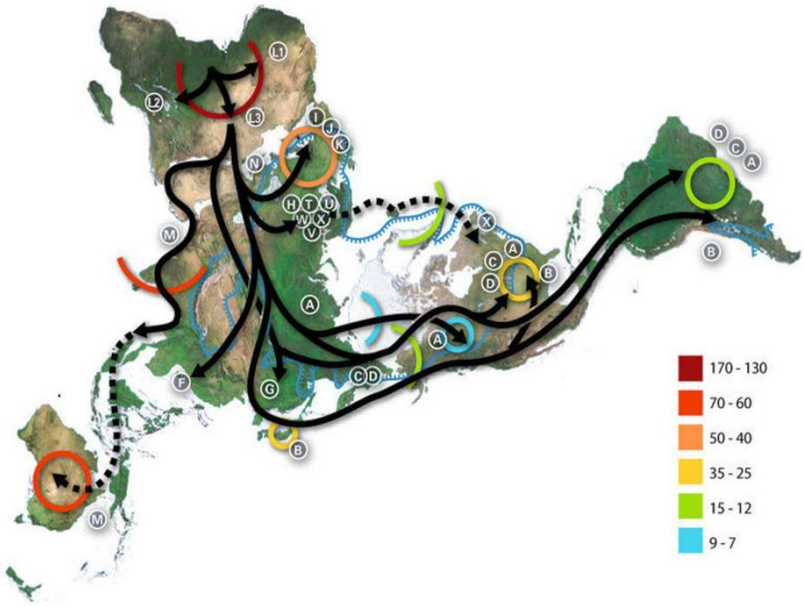


Figure 54. *Les premières migrations humaines établies par la génétique mitochondriale (échelle en milliers d'années). Histoire du monde, Wikipédia, 17/03/31.*

« le primitif, qui se perçoit comme élément d'une communauté fortement localisée, conçoit un espace autrement plein et fini que le pionnier individualiste de la conquête de l'Ouest américaine ; l'homme de la fin du XXe siècle, prothésé de radars, de sonars, de cyclotrons, de radio-télescopes, etc., prolonge la

capacité de ses cinq sens de telle façon que le monde, pour lui, perd chaque jour davantage de sa consistance, et la matière de sa compacité. Au sens de vacuité, l'espace ne cesse à nos yeux de grandir. » (Berque, 1982, p. 29-30)

L'émergence récente du Monde nous invite à reconceptualiser de nombreuses notions dont celle de lieu (encadré 4, p. 41). Si nous prêtons attention à l'histoire de l'écoumène, l'habité constitue une forge de lieux à différentes échelles, tant spatiales que temporelles, relevant de stratégies afin de lutter contre la distance (encadré 2, p. 18 ; corollaire 3.3, p. 99). Depuis les migrations des premières espèces d'hominidés [93], les déplacements participent de ce processus sans que les motifs de mobilité tant des chasseurs-cueilleurs, explorateurs comme des grands mobiles n'ai été de contribuer à l'émergence d'une ressource pour l'une des activités économiques contemporaines les plus importantes : le tourisme [94]. De ce point de vue, les lieux peuvent être compris comme une trajection entre l'Homme et la Terre relative à la lutte contre la distance et à l'évolution de ses modalités de gestion (II.1.4, p. 66).

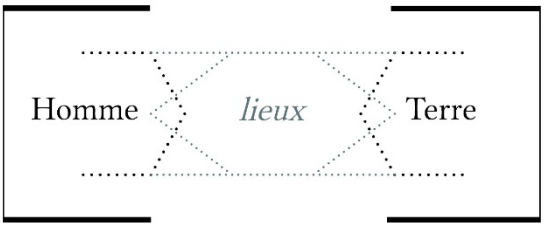


Figure 55. *Trajection des lieux.*

Proposition théorique 1/. L'urbanisation est un processus récursif partiellement fondé sur et par l'invention de lieux à la fois universels et singuliers. Au-delà de constituer un phénomène massif,

[93] La compréhension de la chronologie de ces déplacements de populations est en constante réactualisation. Les récents développements de la paléogénétique nous permettent d'évaluer dans le temps les contacts entre les populations des différentes espèces. Comme le souligne Silvana Condémi « *Ce qui est absolument magnifique avec les études génétiques, c'est que cela permet vraiment de retracer l'histoire des mouvements, de la mobilité et des rencontres des populations.* » (Silvana Condémi, Denisova, à un doigt de Neandertal, la méthode scientifique, France Culture, 2018, 47'30). De plus, l'invention de méthodes d'analyses du génome mitochondrial (Slon et al., 2017) permet d'identifier la présence dans un échantillon de sédiment, de traces laissées par les différentes espèces ayant fréquenté cet endroit. La paléoanthropologie peut aujourd'hui se passer d'os en mobilisant les traces génomiques afin d'étudier la fréquentation et l'usage des espaces. Il est troublant de relever la similitude des enjeux relevés par la paléoanthropologie et l'étude contemporaine des spatialités par l'identification de traces numériques.

[94] L'étude de l'évolution de ces motivations (ainsi que celles complémentaires liées à l'immobilité) constitue un enjeu pour comprendre l'habitation humaine de la Terre (Buhler, 2015; Kaufmann, 2014; Kaufmann, Ravalet, & Dupuit, 2015).

l'urbanisation est récente (Figure 5, p. 20). Elle est produite et productrice de spatialités qui alimentent un processus de construction d'espaces conjointement universels et singuliers [95]. Quand l'universel prime sur le singulier, les organisations spatiales peuvent être comprises comme des non-lieux (Augé, 1992) et l'urbain comme un espace sans lieux (Webber et al., 1996 [1964]) [96]. Cependant partout l'humanité s'approprie ces organisations de l'espace dans le temps, en fait des espaces qui tout en ayant des caractéristiques génériques deviennent singuliers (Lussault, 2017), deviennent des lieux qui sont déjà le support de l'urbanisation en devenir (III.4, p. 137). Ce processus souligne l'importance du temps dans le processus de l'habité que nous pouvons concevoir comme l'actualisation de l'écoumène (II.3, p. 93). Afin d'entrer en matière avec le couple singulier / universel il importe de problématiser l'actualisation des organisations spatiales par la société des individus (II.3, p. 93).

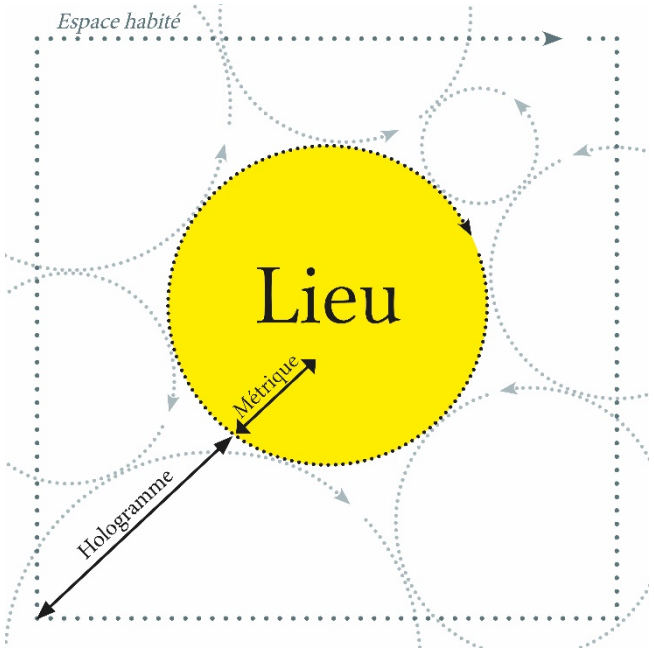


Figure 56. *Actualisation des espaces habités, actualisation des lieux.*

[95] Le marché est un exemple de cette tension entre singulier et universel : son organisation spatiale a une composante universelle tout en participant de la singularité d'un espace. Un exemple récent d'appropriation d'une organisation de l'espace est l'aéroport. Cet espace où le contrôle des pratiques participe de l'organisation de l'espace accueille des spatialités très différentes de ce pour quoi il a été conçu (Frétigny, 2015). L'espace présente ainsi des prises mobilisées par la société des individus pour ancrer leurs pratiques, et parfois les oublier (III.4, p. 137). L'urbanisation peut être comprise comme produite et productrice de formes universelles d'organisation de l'espace qui s'imposent de par leur efficacité pour gérer la distance, avant d'être singularisées par la société des individus.

[96] Il importe de souligner que le développement rapide au XX^{ème} siècle des modalités de gestion de la distance contribue à cette confusion spatiale, comme en témoigne Internet pour ce qui concerne l'espace immatériel.

Proposition théorique 2/. Les lieux constituent une ressource postlithique. Dans l'histoire que l'humanité entretient avec l'espace, le mésolithique est une période identifiée comme une transition entre le paléolithique (un modèle principalement nomade, centré sur la mobilité) et le néolithique (un modèle principalement sédentaire, centré sur la coprésence). L'hypothèse contemporaine est que cette période a vu l'émergence des premiers lieux de rassemblement, plus ou moins temporaires (lieux de cultes, lieux de commerce). Cette transition mobilitaire a impliqué une actualisation de l'organisation des réalités sociales rendue possible par l'invention progressive de l'agriculture et de l'élevage. Cette ouverture de l'espace des possibles peut être comprise comme une évolution des modalités de gestion de la distance vis-à-vis de différentes ressources, une évolution vers la localisation des comportements prédateurs.

Les évolutions durant le XX^{ème} siècle des techniques de gestion de la distance ont révolutionné la dialogique entre le proche et le lointain [97] (III.1.3, p. 109). Le XXI^{ème} siècle a débuté avec l'empreinte d'une autre évolution concernant nos capacités à gérer la distance supportée par la télécommunication qui contribue à faire évoluer les pratiques dans l'ensemble des espaces habités, comme en témoigne les évolutions concernant les réseaux de rencontre (Tinder n'est pas dans le pré, Le Monde, 2016). L'urbain implique une dialogique entre coprésence, mobilité et télécommunication (Figure 11, p. 38) qui permet d'entrevoir un dépassement des comportements néolithiques par la production de ressources renouvelables d'une part, et l'invention de nouvelles ressources produites par trajection : une émergence du postlithique [98] (Géopolitique et politique de la mondialisation, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2013-2016).

À ce titre, la production de lieux peut être comprise comme un processus postlithique : ce n'est pas tant la consommation d'un stock épuisable de lieux par le tourisme qui est en jeu, mais le constant renouvellement d'espaces identifiés et localisés (dans l'espace matériel, immatériel et/ou idéel) comme une ressource par ailleurs mobilisable sans en altérer l'usage par d'autres (Encadré 16, p. 104).

[97] La notion *glocal* témoigne de l'évolution individuelle et collective à la proximité. Ce néologisme est issu de la contraction des termes anglais de « *global* » et « *local* ».
[98] La mise en relation de produits de la Terre participe à l'émergence de ressources pour d'autres activités de l'humanité. Cette trajection est d'une actualité particulièrement riche pour ce qui concerne Internet, ce qui participe à faire de cet espace immatériel un objet d'étude stimulant. Nous pouvons citer la production de données concernant l'habité, mais également la trajection qui fait des lieux une ressource contemporaine du tourisme.

Encadré 16. Analyser l'urbain implique de différencier peuplement actuel et virtuel

Figure 57. Venise, Le Monde, 17/02/03.

Comprendre la production de lieux comme un phénomène postlithique n'implique pas la pérennité de ces espaces, mais leur évolution, comme en témoigne l'impact du tourisme à Venise [99].

Pour ce qui concerne la dimension patrimoniale du tourisme, Venise et sa lagune sont inscrites à l'UNESCO depuis 1987, au titre du « *résultat d'un processus dynamique qui illustre l'interaction entre l'homme et son environnement naturel au fil du temps.* » [100]. Elle constitue un archétype de la notion de lieu dans le sens ou ses limites sont parfaitement identifiables [101] (III.4, p. 137). Ce haut lieu du tourisme mondial a une dimension idéelle caractéristique des hyper lieux [102] (Lussault, 2017 ; III.4.1.4, p. 146).

Pour ce qui concerne l'habité quotidien, sa population résidente diminue depuis 1970, ce qui est remarquable pour une ville mondiale. L'offre commerciale suit naturellement cette évolution avec une diminution des commerces de proximité. Cette évolution souligne l'importance de problématiser les mesures de l'habitation humaine de l'urbain. Si la population virtuelle compte, il importe de prêter attention au peuplement actuel.

[99] Ce lieu hautement attractif pour la société civile mondiale est devenu l'objet d'une fréquentation si intense que la fragilité de sa lagune pose la question de sa pérennité. « *Venise est sans doute l'un des endroits où l'on saisit le mieux le caractère ambivalent de ce genre de tourisme, qui assure la survie d'un espace et d'une société tout en les aliénant par la construction d'un artefact spatio-temporel très particulier : le site touristique mondialisé.* » (Lussault, 2017, p. 13).

[100] Wikipédia, lagune de Venise, 18/08/27.

[101] « *En raison de leurs caractéristiques géographiques, la ville de Venise et les établissements dans la lagune ont conservé l'intégrité d'origine de leur patrimoine bâti, la structure de l'habitat et interrelation avec la lagune. Les limites de la ville et des autres établissements de la lagune sont bien circonscrites et délimitées par l'eau. Venise a conservé ses limites, les caractéristiques de son paysage et ses relations physiques et fonctionnelles avec l'environnement de la lagune. La structure et la morphologie urbaine de Venise sont restées globalement similaires à celle de la ville au Moyen Âge et à la Renaissance* » UNESCO, Venise, whc.unesco.org/fr/list/394/, 18/08/27.

[102] « *Venise est son propre témoignage. Trait d'union entre l'Orient et l'Occident, entre l'Islam et la Chrétienté, la maitresse des mers survit à travers ses milliers de monuments, vestiges d'une époque révolue […] symbole de lutte victorieuse de l'homme contre les éléments et de la maîtrise qu'il a su imposer à une nature hostile, est en outre directement et matériellement associée à l'histoire de l'humanité* » Ibid.

III.1.2. Le Monde et la mondialisation

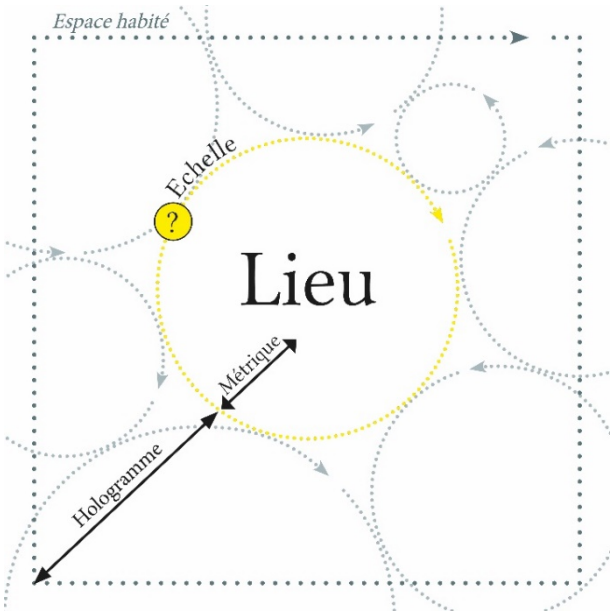


Figure 58. *L'échelle, une notion problématique.*

> « *Le lieu ne s'identifie pas non plus au local, défini comme plus petite échelle d'existence d'une société complète. Le lieu peut, lui, se manifester à n'importe quelle échelle ou, plus exactement : on peut toujours trouver un principe d'échelle qui fasse d'un espace un lieu. Ainsi le Monde peut-il être considéré comme un lieu du point de vue de certains phénomènes de communication ou d'opinion publique.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 561).

Afin d'avancer vers l'identification des relations dialogiques supportant l'organisation de l'autonomie des lieux, il est utile de s'intéresser à l'émergence du Monde (Encadré 11, p. 79) à commencer par le système de relations qu'entretiennent les notions de Monde et de mondialisation. Pour ceci, je mobilise une première définition de la notion de mondialisation : « *processus par lequel un espace d'échelle mondiale devient pertinent, ou encore celui par lequel un espace social pertinent émerge sur l'étendue de la planète Terre.* » (J. Lévy, 2008, § Un événement géographique). L'émergence d'un *espace pertinent* est centrale dans cette proposition. Mais que signifie cette expression ? En quoi un espace est, ou n'est pas pertinent ? Une première piste d'évaluation de la pertinence d'un espace est identifiable à travers la notion de lieu, comprise comme un « *Espace dans lequel la distance n'est pas pertinente* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 560). J'ajouterai que le fait qu'une distance ne soit pas pertinente n'implique

pas que cette dernière disparaisse. Elle est évidemment toujours présente, structurante dans les modalités mêmes que nous mobilisons pour la franchir (III.1.3, p. 109) sans constituer un obstacle significatif pour un individu, une communauté ou une société.

Proposition théorique 3/. L'émergence d'un lieu est identifiable par la perte de pertinence de la distance qui participe de sa configuration (III.4.2, p. 146). Le Monde est ainsi un problème de distance. Identifier un lieu comme le Monde, bénéficie d'une problématisation du couple de notions distance / métrique afin de nous permettre d'observer l'émergence de son principe d'échelle, de ses limites (III.2.1, p. 115). En d'autres termes, il s'agit d'observer l'émergence d'un espace pertinent par la perte de pertinence de la métrique qui contribue à organiser son autonomie [103] (Figure 58, p. 105).

Afin d'observer l'émergence de l'autonomie d'un lieu, l'évolution des métriques et des motifs de gestion de la distance sont particulièrement révélatrices des dynamiques contradictoires et complémentaires à l'œuvre. Cela implique de développer une attention aux spatialités afin d'identifier l'usage de l'espace, la pertinence des distances et leurs évolutions.

Proposition théorique 4/. Les opinions produisent des lieux qui participent de la construction sociale de l'espace suivant un type de métrique spécifique : la topodoxie. Si la topographie et la topologie comptent, la *topodoxie* devient difficile à ignorer (Encadré 18, p. 108). Du fait de la capacitation des individus, cette dernière acquiert une place prépondérante dans la construction de l'écoumène. Comme le souligne Alain L'Hostis, la métrique idéelle diffère des précédentes du fait que la position de deux opérateurs ne peut être mesurée directement, mais implique une évaluation de leurs positions relatives vis-à-vis d'une référence commune (com. pers., Géopoint, 2016 ; Encadré 18, p. 108). Les travaux récents concernant la notion de justice illustrent la richesse de ce type de distance pour la dimension spatiale du social (J. Lévy, Fauchille & Povoas, 2018). Une organisation de l'espace fondée sur une position morale égalitaire implique une organisation de l'espace qui positionnerait les aménités à égale distance de l'ensemble des acteurs, soit infiniment loin de tous. Ce paradoxe souligne l'importance pour chaque individu de construire son positionnement idéel tout en prenant en compte l'espace matériel et immatériel.

[103] Afin d'illustrer cette construction sociale de l'espace, l'exemple du développement de la télécommunication est significatif. Il a toujours été pertinent d'établir des communications à l'échelle de la planète. À ce titre le Monde a toujours été un lieu potentiel, un espace pertinent. La conquête spatiale, puis les évolutions des technologies de téléphonie mobile ont participé à l'émergence d'un espace où cette distance hier infranchissable, n'est aujourd'hui plus pertinente.

Encadré 17. Le Monde, un lieu

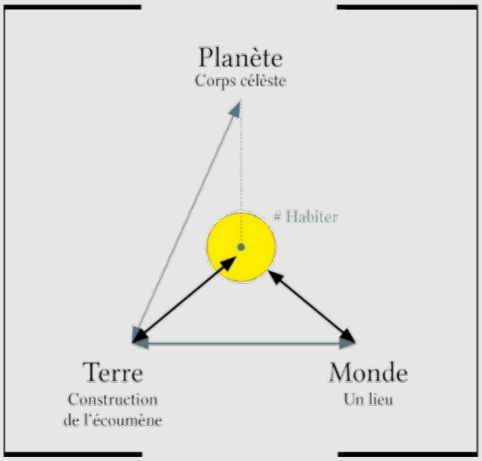


Figure 59. *Le Monde, un lieu.*

> « *Nous percevons maintenant les frontières très précises d'une autre enveloppe, celle qui englobe toutes les sociétés. Ce que certaines civilisations anciennes imaginaient, une corniche bordant le Monde, au-dessus de laquelle on se pencherait avec curiosité et effroi, c'est ce qui nous arrive aujourd'hui.* » (J. Lévy, 2008, § Grand monde sur petite planète).

Parmi les lieux, le Monde tient une place spécifique dans le sens où son référent est l'écoumène. Si ce dernier est contextualisé par notre vaisseau à la fois fragile et limité dont l'exploration spatiale nous a fourni une imagerie d'une puissance symbolique inouïe (Encadré 4, p. 41), le Monde est une construction issue de l'écoumène. Il n'est pas envisageable d'imaginer l'émergence du Monde sans l'existence de la Terre [104]. Le Monde, cette enveloppe de « toutes les sociétés » ne saurait se confondre avec le monde, « *simple somme indéfinie de tout ce qui pouvait « être » sur la terre* » (Retaillé dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 635).

Le monde est une notion qui fait référence à la totalité de ce qui existe sur Terre, à l'ensemble des réalités sociales participant de l'écoumène. Compris comme un tout, le monde n'est pas un espace, mais un cabinet de curiosités qui permet de mettre côte à côte différentes réalités sociales dans une perspective naturaliste. D'un point de vue ensembliste, le monde contient le Monde.

Le Monde est un espace qui potentiellement englobe toute réalité sociale [105]. D'un point de vue systémique, le monde n'existe pas, alors que le Monde est fondé sur différentes relations entre réalités sociales.

[104] « *Le Monde est donc un produit du trajet humain sur la terre* » (Retaillé dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 635).
[105] Contrairement au monde cela n'implique pas l'exhaustivité des réalités sociales, mais la production d'un espace au sein duquel la distance n'est pas pertinente.

Encadré 18. La topodoxie : les idées créent des lieux

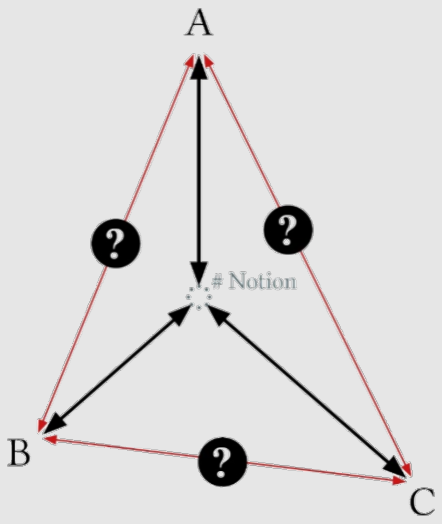


Figure 60. *Proximité idéelle, une question de métrique.*

> « *Le Monde est le résultat de cette transparence nouvelle à la conscience individuelle et collective. Les identités collectives doivent se placer dans un concert qui s'impose et tendent même à s'effacer pour laisser chaque individu en responsabilité face à la totalité humaine et à son support terrestre réunis : le Monde. Bien sûr l'individuation est inégale selon les sociétés, mais il n'empêche que la référence insidieuse à l'individu, là où il n'est pas la valeur suprême, progresse à travers les thèmes marchands et culturels promus par la mondialisation pratique. Longtemps dans les limbes, le moi, a d'emblée pris pour horizon le monde, c'est-à-dire l'espace de routes les altérités et de toutes les aventures. Aujourd'hui les choses deviennent concrètes. On ne peut plus plaisanter avec l'universel. Cela est vrai aussi de l'éthique : le libre échange des valeurs et des normes menace les isolats moraux.* » (Retaillé dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 635).

La proximité idéelle, qu'elle soit individuelle ou collective, participe à l'évolution des métriques de la mondialisation (citation, ci-dessus). La constitution d'aires spatiales et sociales (pays, communautés, etc.) participant à la construction des individus s'est faite sur des millénaires. L'émergence du Monde a pris quelques années. Ce soudain contact potentiel à la diversité des opérateurs de la Terre bouleverse les pratiques et révèle un impensé concernant les métriques. L'espace topographique a longtemps été confondu avec l'espace (II.2.1, p. 83), suivant une conception matérialiste du réel (Encadré 19, p. 114). Puis la prise en considération de métriques topologiques a permis d'entrer en matière avec la dimension relationnelle puis relative de l'espace. Afin d'entrer en matière avec l'espace idéel, il importe d'introduire une autre métrique : la topodoxie.

L'émergence du Monde implique que chaque acteur, du fait de l'évolution rapide de sa proximité et de son exposition aux autres (Note 97, p. 103) doit mobiliser un espace idéel permettant d'affirmer son identité, d'évaluer sa proximité ou son éloignement à d'autres réalités. Dans un espace idéel, il n'est pas possible de

mesurer directement la distance entre deux opérateurs, entre deux réalités sociales. Il est nécessaire de mobiliser un objet intermédiaire, que cela soit une notion ou une autre réalité sociale (Figure 60, p. 108).

Considérons trois réalités sociales distinctes, A, B et C. Chacune d'entre elles cherche à affirmer son positionnement idéel. Sans référence commune, il est impossible de caractériser leur proximité. Il importe dès lors de mobiliser un point de référence, une notion structurante pour chacune d'entre elles, par exemple la neutralité du Net. Supposons que A et B respectent la neutralité du Net et que C ne la respecte pas. Nous pouvons dès lors établir la proximité sur cet aspect de A et B et la mise à distance de C [106]. Comme le souligne Denis Rétaillé, « *L'information apportée de l'existence de l'autre conduit à ce virage de la conscience. Et il se trouve que ce que l'on appelle mondialisation, aujourd'hui, porte surtout sur l'information justement, sur un changement de métrique dans le monde qui n'est plus topographique, fait de surfaces juxtaposées et dont les contenus sont plus ou moins opposés* » (Rétaillé dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 635). Au final, il importe de relever la nécessité de produire une référence idéelle afin d'évaluer la proximité entre différentes réalités sociales [107].

L'émergence du Monde a fait voler en éclat synecdoques et métonymies topographiques. Elle nous impose de repenser les relations entre le tout et ses parties (Encadré 4, p. 41). Cette réalité nous confronte à un bouleversement des métriques (Encadré 18, p. 108) qui révèle le caractère problématique de la notion d'échelle (Figure 58, p. 105).

III.1.3. Les modalités de gestion de la distance

	Co-presence	Tele-communication	Mobility
Accessibility to information	–	+	=
Serendipity	+	=	=
Exposure to place otherness	–	–	+
Exposure to body otherness	+	–	=
Type of space generated	*Place, territory*	*Network, place*	*Terrritory, network*
Examples	*City, family*	*Mail, books, the Web*	*Intra- inter-urban mobility networks*

Figure 61. *Three modalities : comparative advantages, J. Lévy, Relational Space / Relational Urbanism, 2018.*

[106] Ce qui est intéressant pour continuer sur cet exemple simpliste concerne l'évolution de cet espace. J'ai souligné que l'information de l'existence de A, B et C est mutuelle, mais également accessible aux acteurs souhaitant mobiliser les services de ces réalités sociales. Supposons que les acteurs valorisent le non-respect de la neutralité du Net, A et B auront intérêt à faire évoluer leurs positions, pour attirer ces opérateurs. De la même manière, le positionnement des acteurs peut évoluer et ainsi contribuer à l'évolution du positionnement de ces réalités.

[107] Cette nécessité est fondatrice du Monde, qui est ainsi plus grand que la planète tout en étant potentiellement mobilisable par chaque individu, par chaque réalité sociale (Lussault, 2017). Le Monde est contenu dans chaque individu. C'est un espace de référence qui est produit et mobilisé afin de comparer des réalités sociales différenciées et participe ainsi au processus d'individuation.

« *trois grandes modalités de gestion de la distance évoluent en situation de « coopétition », combinant concurrence et complémentarité : la co-présence, la mobilité et la télé-communication.* » (J. Lévy, 2009, p. 175)

Le premier point structurant concernant la gestion individuelle et collective de la distance réside dans la dialogique entre le contact et la mise à distance [108]. Afin de rendre compte de la construction sociale de l'espace, de renouveler notre attention à la lutte de l'humanité contre la distance, il s'agit de problématiser la dialogique entre le proche et le lointain (I.2, p. 37 ; hypothèse 2, p. 39).

Figure 62. *La dialogique au cœur de la construction sociale de l'espace.*

Les trois modalités de gestion de la distance qui participent à cette dialogique sont la coprésence, la mobilité et la télécommunication (Figure 61, p. ci-dessus ; Figure 12, p. 39).

La coprésence est le « *rassemblement et l'agrégation en un même lieu de réalités sociales distinctes.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 211). Aussi simple que cette modalité paraisse elle participe de constructions particulièrement complexes comme la notion de sérendipité, d'espace public ou de Politique [109]. Elle mobilise une métrique principalement topographique et a pour horizon la contiguïté : le contact ou tout du moins la proximité la plus forte dans un espace continu.

La mobilité est comprise comme l'**«** *Ensemble des manifestations liés au mouvement des réalités sociales (hommes, objets matériels et immatériels) dans l'espace.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 623). Elle mobilise une métrique principalement topologique et a pour horizon la connexité : le contact ou tout du moins la proximité la plus forte dans un espace discret. La coopétition

[108] Comme le souligne Boris Beaude, « *Trop souvent, nous oublions à quel point notre existence est tributaire des moyens de maîtriser la distance qui nous sépare de notre environnement et plus particulièrement des réalités dont nous souhaitons le contact, l'échange et les qualités.* » (Beaude, 2012, p. 9). De manière complémentaire, il importe de prendre en compte les moyens de mise à distance.

[109] Il importe de relever qu'en situation de coprésence le couple lien faible / lien fort est important afin de caractériser les jeux de mise à distance entre opérateurs (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 338). C'est également le cas pour la notion de proxémie qui interroge la dialogique du couple proche / lointain entre opérateurs (Tiphine, 2018).

identifiée (citation, p. 109) peut être précisée par la dialogique entre la coprésence qui organise la proximité topographique et la mobilité qui organise la proximité topologique. Comme pour la coprésence, il importe de ne pas se limiter à une acception spatialisante, mais de porter un regard sur les actions développées par les individus. Si « *La mobilité est un « fait social total » tel que décrit par Marcel Mauss, c'est-à-dire un outil permettant d'analyser l'ensemble des rapports sociaux propres à une société (Mauss, 1997).* » (Kaufmann et al., 2015, p. 7) il est important de dépasser la conceptualisation spatialisante afin d'intégrer les changements sociaux, les déplacements virtuels comme actuels et de considérer conjointement les individus et la société dans l'évolution de leurs rapports (Kaufmann, 2014; Kaufmann et al., 2015). Dans cette perspective la notion de motilité, traduite de la biologie vers les sciences sociales par Vincent Kaufmann (Kaufmann, 2002) permet de rendre opérante une métrique relative à l'accès qui intègre les compétences individuelles [110]. Dans la perspective d'une modélisation complexe de l'urbain, la motilité informe l'actualisation d'un potentiel. De plus l'évolution de la définition de cette notion tend vers la prise en compte de l'environnement mobilitaire et de sa maitrise à travers le concept de capacité d'accueil d'un espace [111]. Cette tension entre espace des possibles concernant la mobilité virtuelle et espace des faisables concernant la motilité virtuelle est actualisée par les individus et observable à travers leurs spatialités (Encadré 15, p. 96).

La télécommunication est définie comme un « *transfert d'information immatérielle.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 899). Si cette modalité n'est pas récente, son évolution depuis la généralisation au XXI^{ème} de l'usage des smartphones participe pleinement de la capacitation des individus. Son importance est relative à l'échange non pas d'énergie comme la mobilité, mais d'information entre un opérateur et son environnement.

L'intérêt de cette grille de lecture concernant les modalités de gestion de la distance est de nous offrir à voir différemment des problèmes qui jusque-là semblaient insaisissable (Figure 11, p. 38). Le plus important à ce stade de maturation de mon questionnement quant à la mobilisation de la notion d'urbanité concerne la notion de ville. Comme je l'ai évoqué, la ville peut être comprise comme une option spatiale fondée sur la coprésence. La diversité et la fréquence d'apparition des villes sur Terre permet de supposer que cette configuration des objets

[110] « *La motilité se définit « au niveau individuel [...] comme la façon dont un acteur s'approprie le champ des possibles en matière de mobilité et l'utilise pour développer des projets personnels* » (Kaufmann, 2002)

[111] « *Telle qu'elle est conceptualisée, la motilité est une aptitude susceptible de rester à l'état de virtualité ou, au contraire, d'être activée sous forme de déplacements procurant plus ou moins de mobilité. Mais qu'en est-il du potentiel ? La motilité est en effet dépendante des possibilités offertes par un contexte donné, ce qui en définit le potentiel. En d'autres termes, la motilité d'une personne ou d'un acteur dépend de sa localisation, des artefacts qui s'y trouvent et des potentiels de mobilité offerts.* » (Kaufmann et al., 2015, p. 14).

de sociétés est une réponse adéquate à de nombreuses problématiques dont la plus centrale est certainement la distance. Si l'espace n'est pas la seule dimension impactée par une telle option, les logiques à l'œuvre sont celle de la compacité : « *Il s'agit d'arranger les êtres, les choses, les matières de façon que la proximité de contact topographique l'emporte et permette aisément, pour un opérateur quelconque (individu, collectif), d'accéder au maximum de réalités sociales en un minimum de temps de et coût (social, économique, symbolique)* » (Lussault, 2007, p. 269). Il est évident que mis à part une hypothétique technologie de gestion de la distance ubiquitaire, deux réalités sociales distinctes ne peuvent être au même moment, situées au même endroit (Corollaire 3.1.1, p. 38).

Proposition théorique 5/. Le lieu est une utopie du point où la positivité n'est pas pertinente. Si la ville peut être comprise comme une utopie du point [112], le réel nous impose de considérer que les agencements spatiaux relèvent d'une dialogique de l'écart : tout en cherchant à minimiser les distances entre des objets de société, ils ne peuvent pas se confondre. Il est intéressant de relever que cette dialogique, au cœur de la production des écarts, participe à l'organisation de l'autonomie de tout objet de société avec son environnement [113]. Si deux réalités sociales étaient amenées à se confondre, ce qui revient pour chacune d'elles à renoncer à son autonomie, la nouvelle entité deviendrait incomparable à ses génératrices, une émergence.

Cette dialogique participe à problématiser la notion de métrique. Suivant la réalité sociale étudiée il importe de relever que la propriété de positivité ($d(A, B) \geq 0$) relative à la caractérisation par la Mathématique de la distance doit être précisée. Dans le cas de l'étude des relations entre les villes, la borne inférieure de validité de la positivité est relative à la caractérisation de la notion de ville. Pour ce qui relève de l'étude de son organisation interne, la notion de lieu permet de caractériser un seuil plus général concernant la distance : un espace où la distance n'est pas pertinente (III.4.2, p. 146). La pertinence de la dialogique entre le proche et le lointain permet de problématiser les bornes de validité de la positivité. Le Monde, le lieu comme la ville sont des utopies du point à des échelles différentes.

---

[112] « *La ville est, dans son principe même, une option spatiale, un acte géographique. Il s'agit en effet de créer une situation, impliquant une société dans son ensemble, dans laquelle la coprésence permet de tendre vers des distances égales à zéro, vers un espace à zéro dimension, conçu sur le modèle géométrique du point. La ville comme espace. Ce noyau dur, qui est aussi une utopie, est ce qui fait d'une ville une ville, l'urbanité.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 989)

[113] « *À mesure que croît l'intensité de la coprésence et donc que la taille d'une ville augmente se posent les problèmes de sa structuration dans l'espace.* » (Lussault, 2007, p. 269) « *D'une part, les villes sont reliées entre elles et forment système ; d'autre part, et à l'intérieur des agglomérations urbaines, se fait jour un mouvement de décentralisation très important, assuré par les nouvelles technologies, avec le maintien de l'unité de l'ensemble urbain.* » (Castells dans Paquot & Martin, 2008, p. 175)

III.2. L'espace compte !

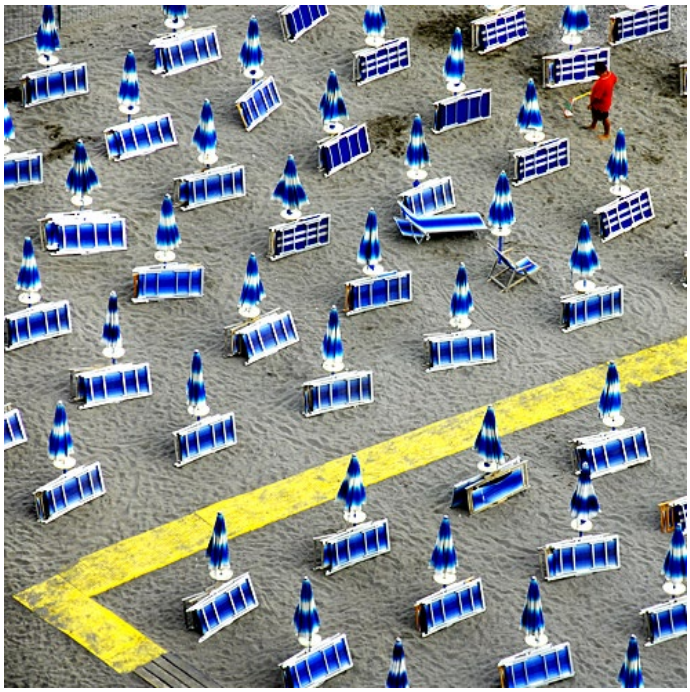


Figure 63. *persistAnce of desirAnce planes, Jef Safi.*

« *We can't escape space* » (Tversky, 2011, p.17)

Ce constat énonce l'importance de l'espace pour nos propres existences. Ses différentes conceptualisations constituent autant de témoignages de l'évolution de notre régime de connaissance (II.2, p. 80 ; encadré 11, p. 84). Afin d'entrer en matière avec la dialogique que l'espace nous impose quotidiennement entre le proche et le lointain [114] (II.1.4, p. 66 ; III.1.3, p. 109), il importe de ne pas le concevoir comme un support absolu. Sa mobilisation suivant une acception relative et relationnelle (II.2.5, p. 90) rend imaginable l'identification *a posteriori* des réalités sociales *et* de leurs espaces par celles de leurs capitaux de position et de situation (corollaire 3.1.1, p. 38). Pour relever le défi théorique (III, p. 98) il est intéressant de critiquer les apports de la grille de lecture des sciences sociales de l'espace afin de caractériser *un espace*.

[114] « *L'espace apparaît comme un outil irremplaçable pour approcher dans un même mouvement la distance comme séparateur des sociétés les unes par rapport aux autres et comme principe d'organisation de leur vie intérieure ; cela se prête donc bien à l'analyse de ce qui, dans le monde d'aujourd'hui, relève de l'inter- et de l'intra-socialité.* » (J. Lévy dans Durand et al., 1992, p. 17)

Encadré 19. Une critique théorique de l'espace

La grille de lecture des sciences sociales de l'espace concernant la caractérisation d'*un* espace (Figure 64, p. 115) s'inscrit dans une posture critique vis-à-vis de différents courants de la géographie dont le fractalisme, le spatialisme, le géographisme.

Le **fractalisme** [115] vise à établir un regard continu sur le réel nous permettant de nous affranchir de la notion d'échelle (Alexander, 2002 ; Mandelbrot, 1982) : « *En mathématiques, une fractale est un objet géométrique tel que les mêmes propriétés apparaissent à différentes échelles* » [116]. Il importe de relever que la caractérisation d'une fractale implique la récursivité d'une loi pouvant être déterministe ou stochastique, au sein d'une structure hiérarchisée par cette même loi. Une approche fractale de l'espace vise à en expliciter la hiérarchie par un processus d'analogie entre la partie et le tout. La principale limite d'une méthodologie fractale est sa validité *in vitro* : comment problématiser l'évolution de la loi générale de récursivité d'un processus fractal afin de prendre en compte le contexte élargi aux spatialités ? Cela ne semble tout simplement pas imaginable. Si l'espace est une construction sociale, la notion d'échelle l'est également et ne peut être simplifiée à l'identification d'un niveau récursif (III.2.3, p. 122).

Le second pan de la critique que nous pouvons formuler grâce au fractalisme rejoint la réaction à un autre courant de la géographie : le **spatialisme**. Ils relèvent d'une conception disciplinaire de la géographie. L'espace est un objet de recherche réservé (I.1.1.3, p. 26) dans le sens où l'intégration de composantes non spatiales n'est pas considérée comme pertinente : « *la géographie est la science des lieux et non celle des hommes* » (Paul Vidal de La Blache (1845-1918) cité dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 865). Les développements de cette pensée sont particulièrement puissants pour ce qui concerne une conceptualisation absolue et relationnelle de l'espace [117].

Enfin le **géographisme** propose de mesurer l'espace suivant une seule distance (Ibid., p. 155). Contrairement au spatialisme qui a identifié le rôle central de la notion de métrique afin de caractériser des phénomènes spatiaux élémentaires, distance et métrique sont des synonymes. Ce courant de pensée souligne les limites d'une construction interdisciplinaire des savoirs (III.2.2, p. 115).

Afin de ne pas confondre la notion d'espace et *un* espace, ce dernier est nommé chorotype (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 155). L'organisation de chorotypes doit nous permettre d'identifier des géotypes, des situations urbaines. Suivant cette acception du couple chorotype / géotype, la

[115] Ses contributeurs les plus significatifs sont Benoît Mandelbrot [1924-2010] et Christopher Alexander [1936-].
[116] Fractales, Hypergéo, www.hypergeo.eu, 18/11/13.
[117] Il importe de relever les apports significatifs de Roger Brunet [1931-] à la géographie universelle et l'émergence de la dialogique entre chorèmes et chorotypes. La première notion peut être comprise comme un *quantum* de l'espace alors que la seconde est une composition de *quanta*. Afin de caractériser la première il importe de caractériser la métrique, pour la seconde c'est l'échelle qui importe (Figure 64, p. 115).

notion de lieu peut être comprise comme l'émergence de chorotypes (à partir de l'organisation de chorèmes) où la distance n'est pas pertinente (III.4, p. 137). Établir une méthodologie de mesure de l'urbanité doit permettre de rendre compte de l'organisation de chorotypes et ainsi permettre d'entrer en matière avec le couple singulier / universel (III, p. 98).

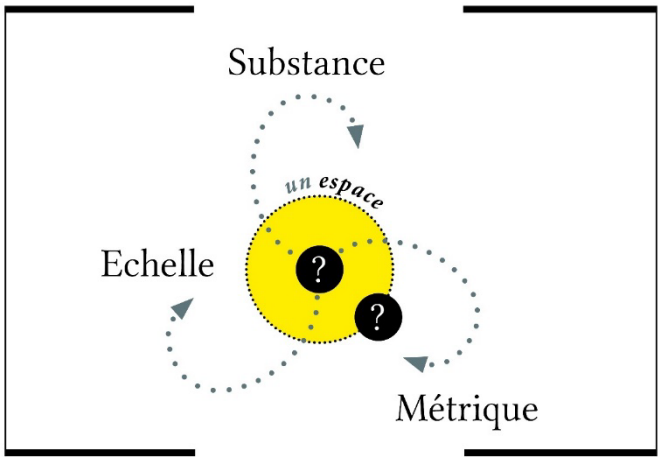


Figure 64. *Les attributs d'un espace.*

La grille de lecture des sciences sociales de l'espace afin de caractériser la configuration d'*un* espace est constitué du triptyque échelle, substance, métrique (J. Lévy, 1994, p. 49; J. Lévy & Lussault, 2003, p. 155).

III.2.1. La notion de métrique, problématiser la transdisciplinarité

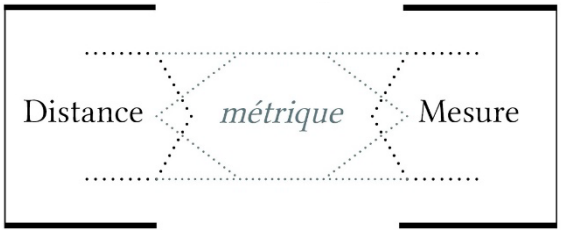


Figure 65. *Trajection de la métrique.*

> « *S'agissant de l'espace géographique, on évoquera alors pour un même ensemble de lieux, plusieurs espaces métriques se superposant selon les unités que l'on voudra considérer. On voit que la distance, par son caractère multiple, reflète la complexité de l'espace géographique.* » (L'Hostis, 2014, p.54)

L'étymologie du terme métrique renvoie au grec *metron* (μέτρον) : à la mesure, à l'instrument permettant de mesurer, mais également à la quantité mesurée et au convenable [118]. Pour les sciences sociales de l'espace, la métrique est le « *Mode de mesure et de traitement de la distance* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 607). Cette définition s'inscrit dans le prolongement de la proposition de Gaston Bachelard [1884-1962] « *Il faut réfléchir pour mesurer et non pas mesurer pour réfléchir* » (Bachelard, 1996 [1934], p. 241). La métrique associe ainsi la mesure de la distance à sa problématisation. Elle peut être comprise comme une trajection entre deux pôles constitués par la distance et la mesure (II.1.4, p. 66 ; Figure 65, p. 115).

Il est intéressant de relever que pour caractériser un espace, la notion de métrique est préférée à celle de distance « *dès lors que l'on admet qu'il n'y a pas de distance en soi, mais des distances* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 607 ; III.2.3, p. 122). La notion de métrique implique donc la problématisation et la mesure d'un ensemble pertinent de distances pour la réalité sociale étudiée (Figure 58, p. 105).

Afin de de problématiser cette trajection il est utile de prêter attention aux apports épistémologiques des disciplines pour lesquelles la distance est un objet d'étude, particulièrement la Mathématique (Encadré 19, p. 114). Pour cette discipline, la notion de distance est intrinsèquement liée à celle d'espace afin de constituer un *espace métrique* défini comme un « *ensemble au sein duquel une notion de distance entre les éléments de l'ensemble est définie* » [119]. Ce lien entre espace et métrique nous renvoie à l'explicitation d'une conceptualisation de la notion d'espace (II.2.1, p. 83) comme préalable à la problématisation de la mesure d'un ensemble de distances [120].

---

[118] Wiktionnaire, μέτρον, 18/07/15.
[119] Wikipédia, Espace métrique, 18/07/27.
[120] Comme le souligne Jacques Lévy cette réflexion sur la notion de distance est cruciale afin de « *Sortir de la prison euclidienne. Face à l'importance cardinale de la question de la distance dans la construction du social, les chercheurs intéressés par l'espace disposaient d'un objet qui méritait d'être exploré en profondeur. C'est en fait une vision d'aujourd'hui, car, si l'on considère l'histoire de la discipline géographique, on constate que l'une de ses faiblesses structurelles a longtemps été de ne pas avoir de réflexion théorique sur la distance. Cela l'empêchait de tirer parti, pour l'exploration de son propre objet, des philosophies de l'espace et des concepts de distance d'autres disciplines. […] Cette fragilité a aussi eu pour effet que, dans la période suivante, les emprunts à des disciplines distinctes (mathématiques et physique, surtout) se sont faits sans référent clair et, du coup, sans vigilance épistémologique suffisante, comme si les notions de distance dans ces domaines disposaient d'une telle légitimité qu'il était possible*

Les *espaces métriques* sont définis comme des ensembles pour lesquels la notion de distance est « *une mesure de l'écart entre deux objets qui respecte les quatre propriétés de positivité, de séparation, de symétrie et de l'inégalité triangulaire :*

(1) d (A, B) ≥ 0	*positivité*
(2) d (A, B) = 0 si et seulement si A = B	*séparation*
(3) d (A, B) = d (B, A)	*symétrie*
(4) d (A, C) ≤ d (A, B) + d (B, C)	*inégalité du triangle*

Pour mettre en valeur ces propriétés, les mathématiciens emploient le terme d'écart pour désigner une mesure de l'écartement entre deux points ou objets qui ne possède pas nécessairement les propriétés des métriques. Pour les mathématiciens il faut alors prouver que l'écart est une distance en testant ou démontrant l'existence des quatre propriétés. Ainsi pour aborder la distance il est pertinent d'employer un terme plus large qui est celui d'écart. » (L'Hostis, 2014, p. 48).

Cette nuance entre écart et distance est intéressante afin d'avancer vers une définition transdisciplinaire de la notion de métrique qui soit opérante à la fois pour la Mathématique et pour les sciences sociales. Alain L'Hostis précise que « *pour les mathématiciens, le terme métrique désigne le caractère mathématique d'une distance c'est-à-dire le fait qu'elle respecte les quatre propriétés fondamentales ; en mathématiques, métrique et distance sont synonymes.* » (Ibid., p. 49). Par la suite, il formule l'hypothèse que les définitions des sciences naturelles sont moins sujettes à débat et propose de conserver la définition mathématique de la distance, d'abandonner le terme métrique en faveur d'une définition de la distance qui désigne conjointement l'écart et les mesures de cet écart (L'Hostis, 2014, p. 48-49).

Cette proposition fait largement écho au constat de Jacques Lévy (note 120, p. 116). Si cette argumentation est cohérente avec le sens premier de *metron* comme avec une construction interdisciplinaire (depuis la Mathématique) de la notion de métrique ; elle a pour conséquence non seulement de priver les sciences sociales de l'espace d'une notion (la métrique ou la distance, au choix) mais surtout des apports de l'épistémologie de la Mathématique qui permettent de rendre imaginable une caractérisation transdisciplinaire de la notion de métrique.

---

de les transférer sans la moindre « traduction ». Cela revenait, en pratique, à dissocier la mesure, sous-produit des théories importées, de la pensée. » (J. Lévy, 2009, p. 175-179).

Encadré 20. L'espace et la métrique

Afin d'illustrer la notion de métrique suivant ces deux conceptualisations de l'espace (II.2.1, p. 83), prenons l'exemple des écarts produits entre deux arrêts par l'usage de transports publics.

Suivant une conception absolue et positionnelle, ces écarts sont supposés symétriques. Une attention au réel illustre la faiblesse d'une telle hypothèse. Si cette conception de l'espace demeure utile dans des cas particuliers, elle ne permet pas d'entrer en matière avec l'usage des transports publics.

Pour ce faire, il importe de prendre en compte les relations entre ces deux arrêts. En fonction de la desserte, les écarts entre ces deux arrêts sont plus ou moins asymétriques. Considérer que le cas général est l'asymétrie permet de nous rapprocher du réel. Si deux réalités se trouvent à des écarts symétriques, cela implique une topographie compensée (métrique topographique) et/ou une fréquence de desserte synchronisée (métrique topologique).

De plus si nous prenons en compte l'évolution de ces écarts dans le temps, deux arrêts peuvent être très proches durant la période de fonctionnement des transports publics et très éloignés le reste de temps. La représentation d'un tel phénomène implique une conception relative et relationnelle de l'espace-temps où il n'existe plus *a priori* de distance (comme la distance euclidienne), mais un ensemble d'écarts pour lequel il importe de construire une méthodologie nous permettant de vérifier leur validité.

Afin de problématiser la transdisciplinarité (II.3, p. 93), il est intéressant de relever que pour la mathématique, mobiliser la notion d'écart n'est pas un problème. Chaque écart permet de caractériser un *espace métrique ou pseudométrique* si une ou plusieurs des conditions citées ne sont pas satisfaites. L'écart est ainsi une généralisation de la distance, comme la notion d'*espace pseudométrique* est une généralisation de celle d'*espace métrique* [121]. Mais surtout, il importe de retenir de la Mathématique que la notion de métrique implique l'établissement d'un processus de vérification concernant la validité d'un ensemble d'écart.

Comme le souligne Alain L'Hostis la notion de distance est complexe (citation, p. 115). Il est juste pour la Mathématique et pour les sciences sociales de l'espace de parler de distance suivant une conception absolue de l'espace, en assumant une simplification du réel. Il est

[121] Il importe de souligner que l'invention d'espaces métriques et pseudométriques a largement contribué à l'évolution de nos connaissances. Nous pouvons citer l'espace euclidien, historiquement lié au domaine de la géométrie (Στοιχεία - Les éléments, attribué à Euclide 300 av. J.C.) qui a dominé la caractérisation de l'espace jusqu'au XIX^{ème} siècle et imprégné toutes les disciplines relevant des sciences naturelles comme des sciences humaines et sociales. Les inventions successives des espaces métriques de Lobatchevski et Bolyai (espace métrique hyperbolique, 1837) puis de Riemann (espace métrique elliptique, Bernhard Riemann, 1851) vont permettre de généraliser les axiomes d'Euclide à d'autres distances (Felix Klein, 1872).

également juste de parler d'écarts dans une conception relative et relationnelle. Cette dernière conception de l'espace complique grandement la manière de mesurer l'ensemble des écarts, mais nous permet de rendre compte d'une plus grande diversité de réalités (Encadré 20, p. 118).

Proposition théorique 6/. Pour établir une méthodologie de mesure des réalités sociales suivant une conceptualisation relative et relationnelle de l'espace, il importe de problématiser l'identification et la mesure d'un ensemble d'écarts.

III.2.2. La notion de substance, spatialiser l'*a spatial*

Figure 66. *fuscum subnigrum ontology, jef Safi.*

> « *Par leurs spatialités, d'une variété infinie, les substances sociétales deviennent visibles, leur existence se cristallise : parler d'espace, c'est évoquer le régime de visibilité des substances sociétales.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 330).

Mobiliser cette notion ne va pas sans une confusion qu'il s'agit de dépasser. De prime abord, la substance est la « *Composante non spatiale d'une configuration spatiale* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p 880). Il peut sembler paradoxal de mobiliser la notion d'espace pour étudier une composante non spatiale, cependant *« Cette démarche prend en compte le fait qu'on ne peut*

définir un espace, aussi simple soit-il, sans qu'il soit « espace de quelque chose », sans qu'il soit en même temps spatialité et spatialisation. » (Ibid., p. 880). Cette définition nous renvoie à une compréhension dimensionnelle du social (Encadré 8, p. 61) et permet de caractériser ce qui ne relève pas de la dimension spatiale. À ce titre, elle constitue une prise interdisciplinaire [122].

Ce qu'il importe de relever concerne la prise offerte par la notion de substance vers une problématisation de la dialogique entre spatialisation et spatialité [123] (citation, p. 119). Cela implique que nous pouvons mobiliser la notion de substance afin de (re)problématiser des notions qui, avant le tournant spatial, avaient bénéficié d'une attention, mais dont la construction ne prenait pas en compte une conceptualisation relative et relationnelle de l'espace (II.2.5, p. 90). La notion de densité est un exemple de substance qui mérite cette attention. Un indicateur de densité surfacique ne prend pas en compte la dialogique entre spatialisation et spatialité (Encadré 6, p. 49). Cette mesure est fondée sur l'*a priori* qu'une surface de référence est pertinente pour mesurer une densité de peuplement. Elle est fondée sur une conceptualisation absolue et positionnelle de l'espace et dans ce cadre informe une spatialisation elle aussi absolue (un hectare est comparable à tous les autres hectares) et positionnelle (il est possible d'informer la position de chaque hectare). Ce qui est significatif est que les apports offerts par la problématisation d'une substance avec le couple spatialité / spatialisation doivent se comprendre suivant une conception de l'espace relative et relationnelle. Une fois de plus, il importe de ne pas se tromper d'espace.

La subtilité complémentaire pour entrer en matière avec la construction sociale de l'espace concerne les réalités sociales objet de cette attention (III, p. 98). La construction d'une grille de lecture concernant une réalité sociale n'implique pas systématiquement une prise en compte de

[122] Pour faire suite aux apports du tournant spatial (Encadré 2, p. 20), comprendre l'espace comme une dimension du social implique de différencier les composantes du social qui ne relèvent pas de l'espace : « *Non spatial par construction, elle procède d'un découpage de l'objet d'étude qui ignore ceux effectués par les sciences de l'espace, mais prend en considération les manières de délimiter et de classer opéré par d'autres disciplines : économie, sociologie, science politique, etc.* » (Ibid., p. 880) À travers la notion de substance, différentes disciplines acquièrent une prise permettant d'utiliser la grille de lecture des sciences sociales de l'espace ainsi que les méthodologies associées.

[123] « *la notion de substance, de par sa connotation abstraite, a aussi pour fonction de rejeter le postulat selon lequel on pourrait étudier des objets hors espace pour ensuite prendre en compte leur « inscription » dans l'espace. À moins de démontrer, pour une situation donnée, que l'espace n'est pas pertinent, c'est-à-dire que la contribution de l'espace à la description d'une réalité est nulle, toute réalité comprend dans son contenu (et pas seulement dans sa « forme ») un ensemble de qualités spatiales. S'interroger sur la substance ne consiste pas à tenter d'extraire un illusoire noyau dur aspatial qu'on habillerait ensuite de spatialité. C'est au contraire chercher à comprendre en quoi, même lorsque l'on s'intéresse à des aspects apparemment déspatialisés d'une réalité, la logique générale de celle-ci et tous les aspects concrets qui en découlent se trouvent éclairés par une lecture spatiale de son fonctionnement. L'indivisibilité, la consubstantialité, finalement, entre substance et spatialité participent de la conception de l'espace comme dimension (et non comme partition) du réel.* » (Ibid., p. 881)

l'espace mais peut en bénéficier (Encadré 21, p. 121). Cela souligne la tension entre une approche interdisciplinaire et transdisciplinaire.

Proposition théorique 7/. Afin de soutenir l'identification de chorostypes, il importe de critiquer toute substance relativement aux réalités sociales étudiées ainsi qu'à leurs spatialités (Encadré 7, p. 59).

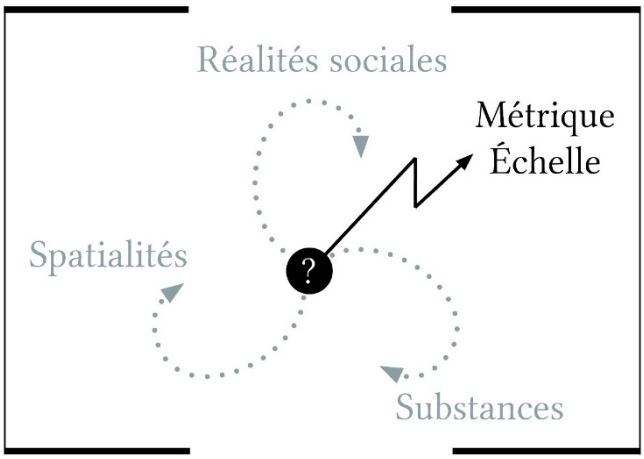


Figure 67. *Réalité sociale, substance et spatialité.*

Encadré 21. La construction sociale de l'hinterland suisse

Lors d'une étude dans le district de la Broye (LaSUR, 2018) nous avons cherché collectivement à réinterroger l'actualité de la notion de métropole suisse (Bassand, 2004; Jaccoud & Kaufmann, 2010). La problématique était de construire un regard transdisciplinaire sur cet espace afin d'identifier les signaux faibles d'une réinvention de la métropolisation suisse par ses marges. Parmi les différentes pistes explorées, les différents terrains arpentés et le panel de méthodologies mises à l'œuvre notre regard s'est construit sans référence systématique à l'espace tout en traitant de phénomènes spatialisés.

Un exemple significatif à mes yeux concerne l'identification de cet espace non pas seulement comme une périphérie spatiale, mais sociale. Un espace qui, sans être initialement l'objet d'une lutte des places du point de vue des acteurs, devient un attracteur : « *la Broye n'attire pas, mais elle retient* ». Dans cet espace, les interspatialités génériques liées à l'offre d'emploi des pôles urbains s'exercent avec les conséquences usuelles sur le développement urbain. Ces relations sont cependant contrebalancées par d'autres spatialités liées au *care*. Ainsi les nombreux évènements communautaires (multiculturels), l'importance des réseaux centrés sur la dimension scolaire ainsi que la mise en valeur (matérielle et idéelle) d'un patrimoine historique participent de spatialités contradictoires et complémentaires à celles de la cité dortoir. La capacité d'accueil de cette périphérie intérieure, de cet hinterland, conjointement à plusieurs pôles

métropolitains est un vecteur d'intégration qu'il est imaginable d'étudier plus précisément à travers les spatialités des adultes en charge d'enfants. C'est ainsi à partir d'une problématisation de la notion d'accueil et l'étude de spatialités contradictoires dont celles des pendulaires que l'analyse de ce moment de l'urbanisation peut être envisagée.

Cet exemple révèle une composante importante de toutes réalités sociales : elles participent de différentes substances. Si la densité d'emplois et la diversité des évènements sont importantes, la densité du réseau d'activités scolaires et périscolaires l'est également ainsi que la construction d'un rapport idéel à cet espace soutenu entre autres par la valorisation du patrimoine historique habité principalement par les adolescents. Il est dès lors évident que l'espace peut être mobilisé afin de remettre sur l'ouvrage conceptuel de nombreuses réalités sociales, tout en mobilisant de nombreuses substances. La prise offerte par cette notion peut être utilisée de manière interdisciplinaire et mobilisée de manière transdisciplinaire.

III.2.3. L'échelle, une notion simplifiante

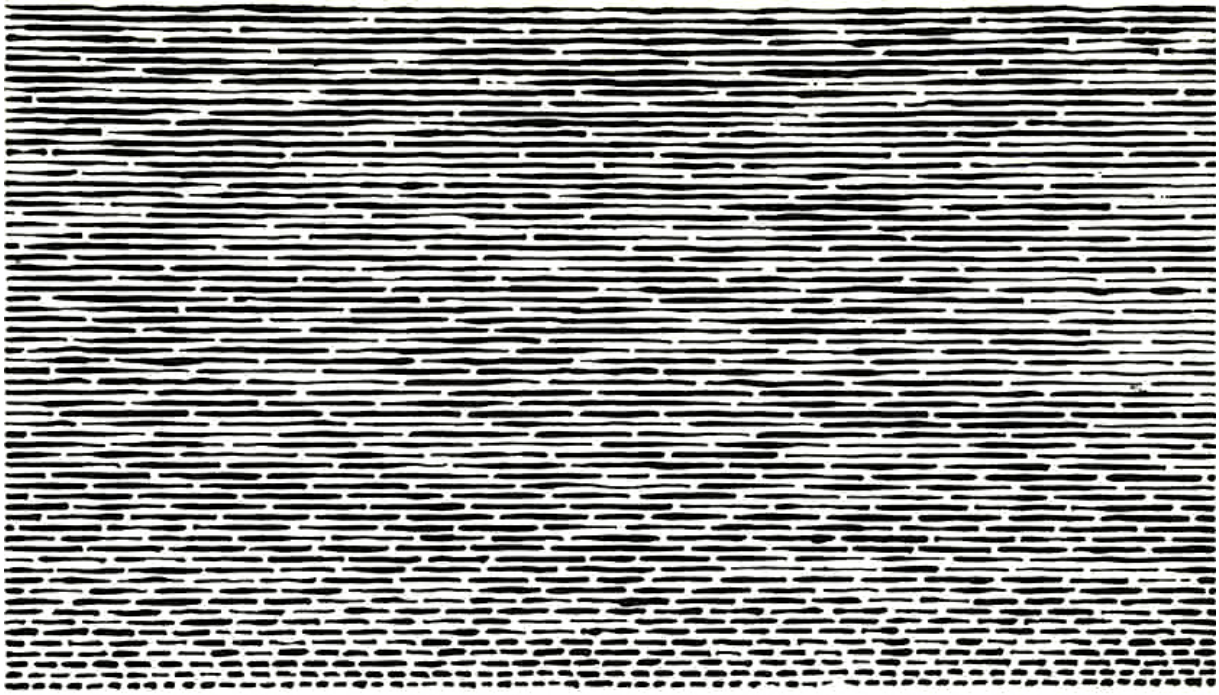


Figure 68. *Représentation des réalités urbaines participant au domaine urbain, chaque individu peut contribuer à plusieurs de ces réalités suivant son rôle, sa capacité d'action (Webber et al., 1996 [1964], p. 76).*

« *Aucune agglomération urbaine ne peut être considérée comme un lieu unitaire. Elle doit plutôt être définie comme partie d'un tout formé par l'ensemble des espaces mouvants et en cours d'interférence qui constituent le domaine urbain.* » (Webber et al., 1996 [1964], p. 77)

La notion d'échelle implique de prime abord une simplification de l'espace afin de rendre possible le parcours itératif de l'emboitement *des* espaces. L'identification en 1964 par Melvin Webber [1920-2006] des réalités urbaines (Figure 68, p. ci-dessus) nous invite à accorder une attention au rapport entre un espace, compris comme un tout et ses parties ; entre l'urbain et ses réalités (II.1.7, p. 75).

Pour les architectes et les urbanistes il est usuel d'utiliser une échelle spécifique afin de représenter l'aménagement de l'espace (citation, p. 12). Cet usage *a priori* est justifié par le cadre opérationnel qui favorise la représentation et la communication de détails à une grande échelle et la représentation territoriale aux petites échelles, complété par une diversité intermédiaire laborieusement transmises de génération en génération. Pour efficace qu'elle soit dans ce contexte, l'échelle est alors un outil mobilisé sans actualisation, sans véritable réflexion sur le sens même de ces découpages si ce n'est une critique de leur pertinence opérationnelle. De nombreux domaines utilisent l'échelle comme un outil ou un concept simplifiant permettant de découper l'espace matériel, immatériel ou idéel. Un tel usage relève du paradigme de simplification (I.1.1, p. 23).

Pour les sciences sociales de l'espace, la notion d'échelle porte des informations sur la discontinuité, et plus spécifiquement sur les seuils qui impliquent une rupture induite par les distances [124]. Concernant la notion de lieu, nous pouvons comprendre la justification de cette rupture par le fait que la distance devienne pertinente (III.4, p. 137). L'échelle est alors conceptualisée relativement à la notion de métrique afin de nous permettre d'identifier l'espace d'une réalité sociale (III.2.1, p. 115 ; Figure 58, p. 105).

Cette notion entretient également des relations avec la notion de substance. Si nous prenons l'exemple de la ségrégation spatiale (Jensen, 2018 ; Ourednik, 2010), suivant l'échelle mobilisée (comprise comme un outil) un même espace peut être hétérogène ou homogène. Ce type d'effet est particulièrement présent dans les débats concernant la mondialisation (Gay dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 259). Ces exemples illustrent l'importance de la dialogique entre substance et échelle afin de problématiser tout questionnement impliquant la dimension spatiale du social.

Dans la perspective de construire une grille de lecture sur l'urbain permettant d'avancer vers une conceptualisation hologrammatique, je cherche à problématiser l'identification *a*

[124] « *Dans la dimension spatiale des sociétés, la taille compte car elle traduit l'impact de la distance. Un saut d'échelle peut être appréhendé comme basculement d'un espace du statut de lieu à celui d'aire, ou inversement, c'est-à-dire d'un espace dont les composantes sont ou non séparées par de la distance.* » (Échelle, J. Lévy & Lussault, 2003, p. 285)

posteriori de l'échelle d'une réalité sociale. Afin de contextualiser cette mobilisation, je m'appuie sur les travaux de Nicolas Verdier [125] concernant les débats sur la notion d'échelle depuis le XVIII^{ème} siècle (Verdier, 2004 ; Encadré 22, p. 124).

Encadré 22. Les conceptualisations de la notion d'échelle

Dans l'*Encyclopédie* (Diderot et d'Alembert [1751-1772]), la notion d'échelle mobilise celle de proportion entre des distances mesurées et leurs représentations. Cent cinquante ans plus tard, cette caractérisation se limite à un objet technique relatif à la cartographie et sa normalisation (Demangeon, 2012 [1907]). Il importe de relever qu'entre le XVIII^{ème} siècle et la fin du XX^{ème} siècle, la notion d'échelle accède ponctuellement au statut d'instrument de mesure discret [Glasgow, 1974], linéaire [Fahrenheit, 1724] ou logarithmique [Richter, 1935].

Avant le tournant spatial, le constat de Nicolas Verdier est sans appel : « *L'échelle [...] Petite histoire d'une absence d'interdisciplinarité* » (Verdier, 2004). Il faut attendre la contribution d'André Dauphiné [1942-] en 1984 pour observer une ouverture conceptuelle dans l'espace de géographie francophone. L'introduction de la notion de niveau qu'il opère est un moyen d'étudier l'imbrication de réalités participant d'un espace. Les premiers développements de cette conceptualisation ont produit différentes réductions a priori relevant de classifications logiques (micro-, meso-, macro-scopique) ou spatiales (local, régional, national, etc.). Cette proposition n'implique pas un dépassement de la réduction, mais explicite la dissociation entre le concept qui mérite d'être discuté (concept faible) et l'outil mobilisé pour la représentation cartographique (concept fort). Le débat scientifique concernant la notion d'échelle va dès lors s'orienter vers la question fondamentale de l'identification des articulations entre différents niveaux.

La première piste ouverte est l'identification de phénomènes transcalaires, « *qui intéresse toutes les échelles géographiques* » (Raffestin et Turco dans Bailly, 2014 [1984], p. 45-50). Cette idée est également développée à la même période dans l'espace de la géographie anglophone (Johnston, Gregory, & Smith, 1994 [1981]). Afin d'identifier les lois reliant les différentes échelles spatiales et temporelles, Derek Gregory [1951-] propose de traiter, soit des questions générales à une échelle standardisée, soit un objet particulier à toutes les échelles. La problématique est de rendre comparables les savoirs. Ces travaux ouvrent la voie à différentes recherches sur l'agrégation des espaces qui se confrontent à l'identification d'un phénomène d'émergence ne pouvant être résolu par des corrélations scalaires et plus généralement par des lois relevant de la causalité : « *par la manipulation de l'échelle des objets peuvent changer d'état, passant de la proximité à l'éloignement.* » (Verdier, 2004, p. 6). Il importe de relever que dès les premières pistes de recherches sur la notion de niveau (tant spatial que temporel), la distance et plus précisément l'écart est une notion centrale (III.2.1, p. 115). Cette avancée souligne l'importance de la dialogique entre

[125] Directeur de recherche CNRS et directeur d'étude à l'EHESS.

métrique et échelle, bien que la notion d'échelle perde dans ce processus sa valeur heuristique d'outil de comparaison.

Dans les années 1990, plusieurs pistes sont explorées en complément de l'acception transcalaire de la notion d'échelle. Afin de ne pas se laisser abuser par la discontinuité d'un phénomène à travers les niveaux [126], Roger Brunet [1931-] mobilise la notion de chorème, cette « *structure élémentaire de l'espace géographique qui permet une combinatoire dont résultent d'innombrables types de réalités géographiques existant, ayant existé ou pouvant exister.* » (Chorème, J. Lévy & Lussault, 2003, p. 154). Cette approche consiste à dissocier ce qui relève de quanta et ce qui relève de constructions à partir de ces éléments, les chorotypes (III.2, p. 113). Il importe de relever que ces quanta peuvent méthodologiquement être identifiés à différents niveaux afin d'étudier les structures qu'ils participent à produire à des niveaux supérieurs (IV.2, p. 166). Ainsi l'étude des systèmes de villes auquel a largement contribué Denise Pumain [1946-] s'appuie sur l'identification élémentaire de villes et accorde une place importante à la notion de hiérarchie (Gaudin & Pumain, 2000; Pumain, 2001). Ces différentes contributions révèlent le champ lexical relatif à la notion d'échelle : niveau, échelon, hiérarchie.

Pour revenir à la contribution de Jacques Lévy, il importe de relever que la notion d'échelle « *ne nous fournit pas de base solide pour fixer des seuils absolus, sans référence à la métrique et à la substance. […] L'impossibilité d'une approche analytique classique (de type particule/atome/molécule/mole), qui ferait des unités élémentaires de simples éléments d'un ensemble plus vaste, contribue à rendre difficile l'identification de seuils scalaires ou sauts d'échelles, ou, entre ces seuils, des niveaux ou échelons invariables.* » (Échelle, J. Lévy & Lussault, 2003, p. 285-286). La notion d'échelle n'est pas suffisante afin de rendre comparables des espaces, si ce n'est *a priori*.

Afin de nous permette de rendre comparables des situations urbaines, il s'agit de conceptualiser la dialogique entre substance, métrique et échelle. Il importe de relever que suivant les apports du tournant spatial (Encadré 2, p. 18), les limites qui nous font passer d'un espace à l'autre sont des constructions sociales. L'échelle est une construction conjointement sociale et spatiale (Mimi Sheller, *What is mobility justice ?*, Swiss Mobility Conference, Lausanne, 2018). Comme nous l'avons vu, Melvin, M. Webber (1920 - 2006) nous invite à penser l'interspatialité (citation, p. 122). André Dauphiné insiste sur les emboîtements spatiaux, et Jacques Lévy sur l'identification des interfaces, mais également de la cospatialité (Encadré 22, p. 124). Afin de rendre comparables les réalités urbaines, la conceptualisation forte de la notion

[126] « *phénomènes et structures ne se contentent pas de se déformer plus ou moins : ils changent, et parfois même s'inversent. […]. Telle corrélation fausse à une certaine échelle devient juste à une autre […]. C'est pourquoi les géographes ont appris à se méfier des […] extrapolations de tendances spatiales qui franchissent allègrement plusieurs échelons spatio-temporels* » (Brunet dans Verdier, 2004, p. 6).

d'échelle mérite d'être dépassée par une conceptualisation faible qui nous permette d'identifier les espaces des différentes réalités sociales suivant une approche relative et relationnelle.

Changer d'échelle, c'est également changer de métrique et changer de substance. C'est changer de point de vue et de réalité sociale. Dès lors, la compréhension de l'interspatialité et particulièrement de la cospatialité semble plus efficiente qu'une approche multiscalaire classique afin d'entrer en matière avec les figures de l'urbain (III.4, p. 137). Une telle conceptualisation de la notion d'échelle s'avère complexe.

Proposition théorique 8/. Une approche systémique de la notion d'échelle permet d'identifier l'émergence et les changements d'état d'un chorotype. Elle nous impose en amont, de problématiser la mobilisation d'un ensemble d'écarts afin de rendre compte de la dialogique entre réalité sociale, substance et spatialité.

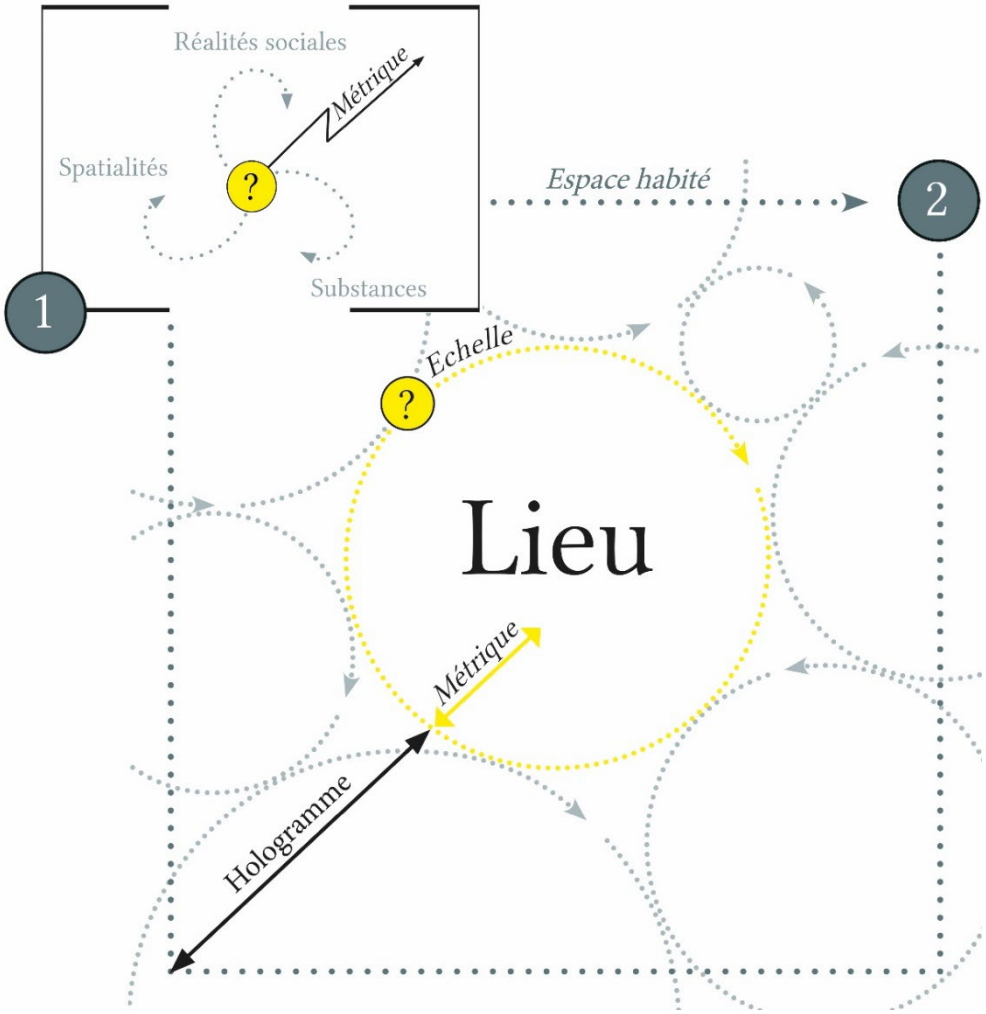


Figure 69. *Méthodologie, identifier la métrique pertinente.*

III.3. L'urbanité, un concept faible

Figure 70. *Infotropía, whe(re)n repetition in-forms difference, Jef Safi.*

> « *Il réside néanmoins une difficulté pragmatique à identifier des niveaux de densité et de diversité, due à leurs relativités apparentes, et il faudrait construire des indices plus sophistiqués pour définir des gradients d'urbanité.* » (Lanoix, 2017, p. 103)

La mesure de l'urbanité est à la fois le point de départ de cette recherche et le vecteur de questionnements plus généraux concernant la méthode scientifique (I.1.1, p. 23) et la mesure de réalités sociales (I.3.3, p. 52). Afin de soutenir la compréhension de l'organisation spatiale des réalités sociales, j'ai souligné le caractère problématique de l'identification des substances pertinentes (III.2.2, p. 119). La diversité du triptyque réalité sociale / substance / spatialité nous invite à assumer la relativité d'une telle caractérisation (Figure 69, p. 126).

Proposition théorique 9/. L'urbanité est un concept faible. Si cette relativité peut sembler une faiblesse au premier abord, il n'en est rien [127]. Elle nous impose cependant de mettre au débat les différents pôles suivant les objectifs des acteurs, mais également des possibilités offertes par l'environnement social et spatial. Mettre au débat l'identification des réalités sociales pertinentes ainsi que les substances et les spatialités associées permettent de bénéficier pleinement de la fonction médiatrice de l'urbanité. Il s'agit de réintroduire le connaissant dans la méthodologie de mesure afin de soutenir la production de savoirs sur l'organisation de

[127] Comme pour le développement durable mobiliser un concept faible nous impose de le contextualiser afin de rendre sa mobilisation efficiente (Encadré 24, p. 153).

l'espace de la société concernée ainsi que l'établissement de plans d'actions individuels ou collectifs (II.1.1, p. 58).

Concernant l'urbanité et plus spécifiquement sa représentation, il importe de citer le travail récent de Jacques Lévy en collaboration avec Ogier Maître (J. Lévy et al., 2017).

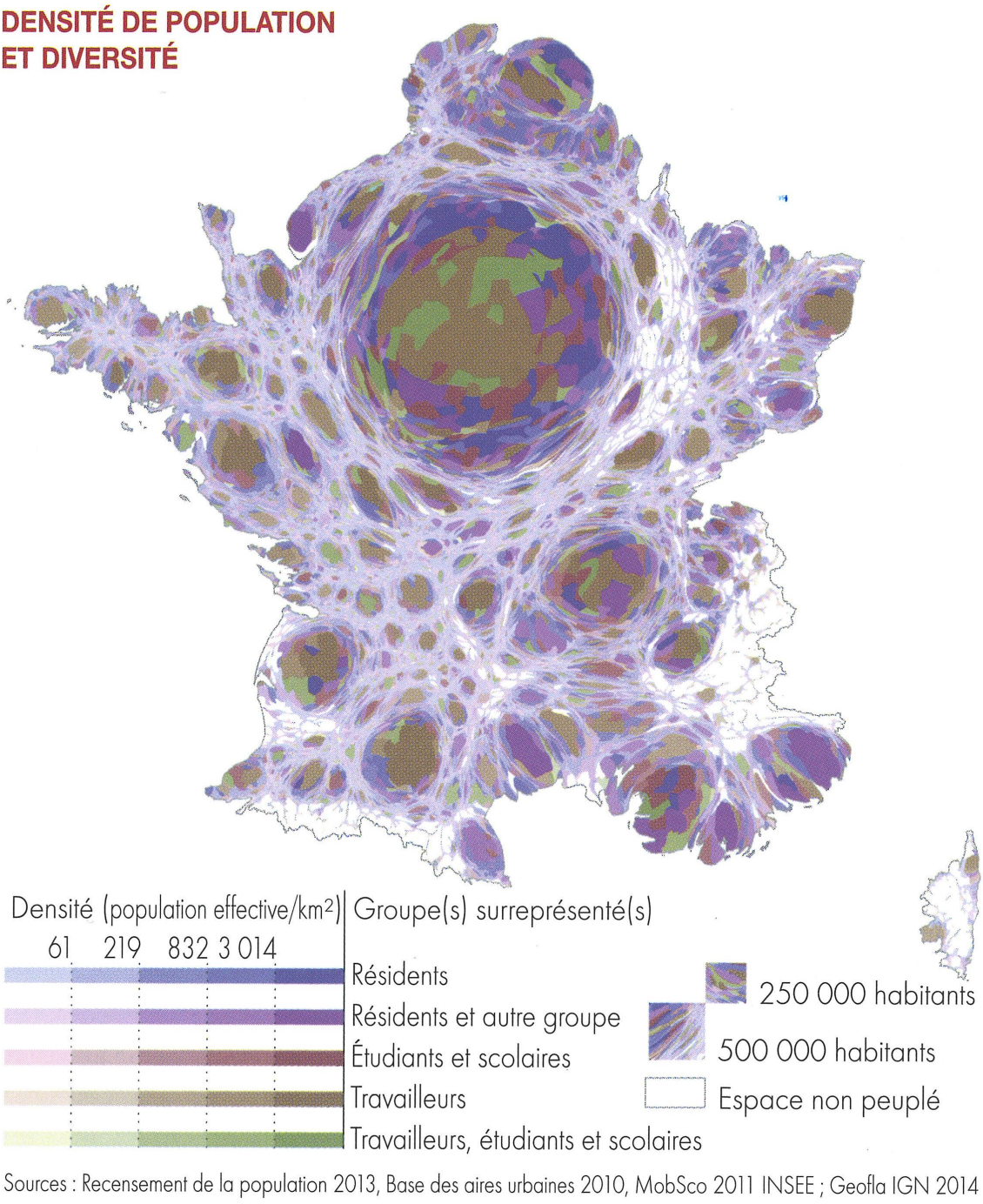


Figure 71. *Densité de population et diversité. (J. Lévy et al., 2017, p. 42).*

Afin de rendre compte de manière heuristique de l'urbanité, cette cartographie se concentre sur la spatialisation d'une densité et d'une diversité paramétrées. Le peuplement actuel est calculé à l'aide d'une boite noire qualitative : l'usage de coefficients de présence en fonction du recensement (travailleur, résident, étudiant) et la diversité est extraite de ces catégories.

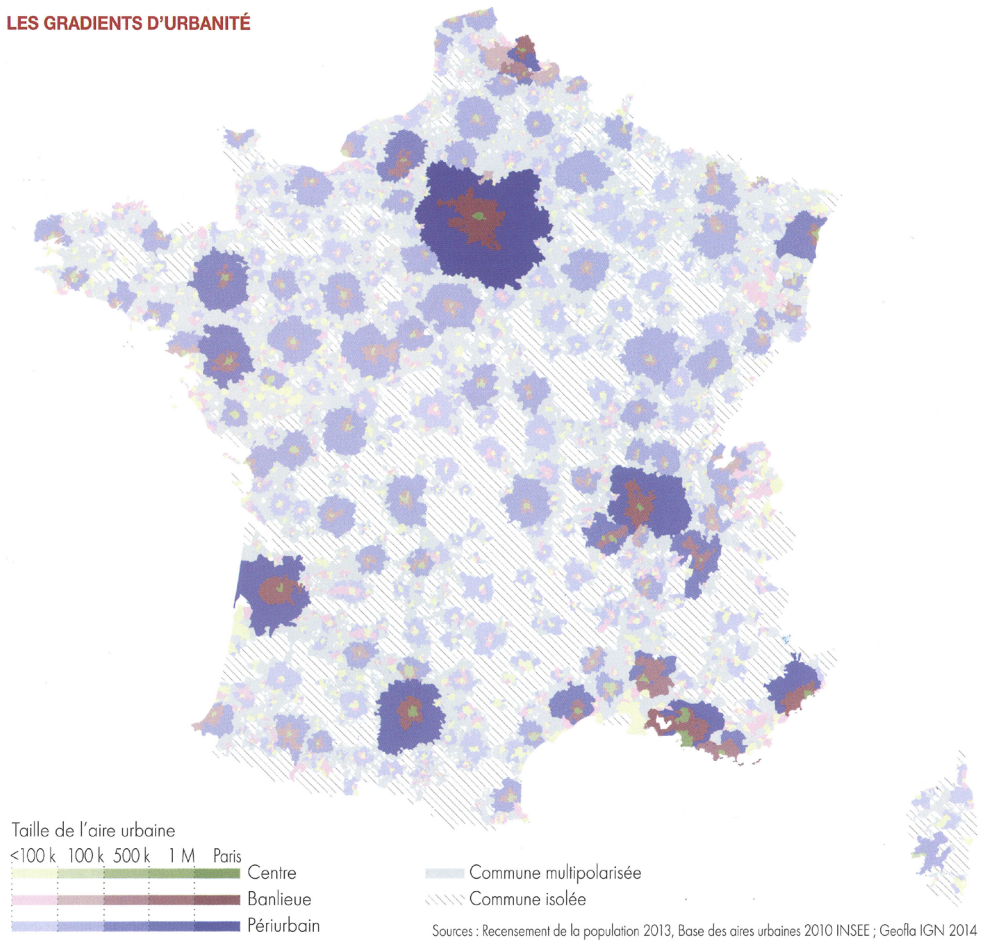


Figure 72. *Les gradients d'urbanité. (J. Lévy et al., 2017, p. 43).*

La spatialisation de ces mesures est fondée *a priori* sur l'échelle communale, sans entrer en matière avec les effets de la densité et de la diversité sur l'organisation spatiale. Cet indicateur est un tour de force qui doit cependant bénéficier d'approfondissements afin de dépasser les critiques classiques de l'expertise (I.3.1, p. 48) et faire de la mesure de l'urbanité une méthodologie permettant de soutenir un renouvellement des pratiques de l'analyse urbaine [128].

[128] « *Dans un monde ou l'urbanisation absolue (l'entrée dans la société urbaine) est achevée, ce sont les configurations relatives de chaque lieu et de leurs voisinages qui permettent de mieux caractériser l'urbanité.* » (J. Lévy, 2017, p. 43).

III.3.1. Les apports de la notion de densité

Figure 73. *La densité relative d'une substance est un indice sans unité, sans rapport à une surface Architecture of Density, Michael Wolf, 2009.*

> Densité : « *Rapport entre la masse d'une substance localisée dans un espace et la taille de cet espace.* […] *la densité permet de construire une approche relationnelle de la différenciation de l'espace. Au lieu de se contenter d'identifier les objets (individus, constructions) par leur existence ou par leur masse, on rapporte cette masse à une autre grandeur qui caractérise l'espace indépendamment de la présence des objets en question. Le rapport ainsi défini (m/E) se présente donc comme une relation entre une substance et une étendue, celle-ci étant dotée d'une échelle et d'une métrique.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 237)

La notion de densité est la première des deux méta-substances que j'ai exploré. Les travaux de recherche réalisés au laboratoire Chôros m'ont permis d'entrer en matière avec les enjeux concernant la conceptualisation de cette substance (Figure 5, p. 20 ; Ourednik, 2010). Suivant la première définition de la notion de densité (citation, ci-dessus), il est intéressant de relever la richesse de cette notion tant pour ce qui concerne le numérateur que le dénominateur. La masse comme l'étendue participent à faire de la densité une méta-substance : elles peuvent toutes deux être précisées afin de caractériser différentes réalités sociales. L'identification de ces deux composantes doit être problématisée en fonction des réalités étudiées, de leurs substances et de leurs spatialités (Figure 69, p. 126).

Le premier enjeu concerne le couple actuel / virtuel. La densité de peuplement virtuel témoigne du potentiel de densité d'un espace, alors que la densité de peuplement actuel vise à rendre compte de son peuplement effectif. Comme dans l'exemple de Venise la mobilisation de la première peut être trompeuse pour comprendre l'espace (Encadré 16, p. 104). Le profil différentiel entre densité virtuelle et densité actuelle permet de rendre imaginable une

caractérisation des visages de l'urbain dans le temps (III.4, p. 137). Ce couple peut certainement nous permettre de caractériser différentes formes de tourisme. C'est également le cas pour des évènements d'envergures plus modestes, mais tout aussi importants pour l'organisation de l'espace des sociétés comme les marchés ou les festivals (LaSUR, Broye, 2018 ; LaSUR, Habitat, Swiss Topicity, 2018).

Encadré 23. Les données de peuplement

Il existe de nombreuses sources de données concernant le peuplement virtuel à l'échelle de la Terre, dont les plus répandues sont celles relatives aux déclarations de résidence fiscale. Leur accès est facilité par les offices statistiques, parfois même centralisés par des institutions internationales [129]. Il importe de relever que la granulométrie de ces données varie suivant les relevés. De plus, les résidents non déclarés n'apparaissent pas dans ces sources, ce qui dans certaines situations urbaines limite leurs pertinences. Cependant ces sources demeurent relativement fiables concernant le peuplement virtuel. Dans cette recherche je mobilise les données concernant la statistique de la population et des ménages suisse [130].

Pour ce qui est de la densité de peuplement actuelle, le moyen privilégié afin d'obtenir de telles données à une échelle spatiale et temporelle significative pour une étude quantitative mobilise des traces numériques. La plus intéressante est constituée des métadonnées produites par les fournisseurs de services de téléphonie mobile afin de facturer leurs clients. Après avoir exploré différentes pistes pour obtenir de telles données, c'est dans le cadre du projet Urban Nexus que le groupement de recherche a été le plus proche de pouvoir expérimenter avec de telles informations. Cependant le coût permettant d'obtenir ces données n'a finalement pas permis leur usage.

Le potentiel de telles données de téléphonie mobile semble intéressant tout en imposant des contraintes qui doivent être prises en compte en amont de toute modélisation. L'infrastructure des relais permettant de collecter ces informations constitue un maillage irrégulier qui doit participer à la caractérisation de la granulométrie spatiale. La mobilisation d'autres sources de données a été explorée durant cette recherche comme de l'usage de *Moves* et l'indicateur *Google Affluence* (IV.2, p. 164).

Le second enjeu est relatif à la mobilisation d'indicateurs de densité surfacique dans le cadre de l'urbanisme opérationnel. J'ai relevé l'importance de dépasser une mobilisation *a priori* de tels indicateurs (Encadré 6, p. 49). Suivant une acception absolue et relationnelle de l'espace, un

[129] Portail des données ouvertes de l'Union Européenne, data.europa.eu, 18/08/13.
[130] STATPOP « *La Statistique de la population et des ménages fait partie du système de recensement annuel de la population. Elle livre des informations concernant l'effectif et la structure de la population résidente à la fin d'une année ainsi que des mouvements de la population pendant l'année en cours.* », www.bfs.admin.ch, 18/08/13.

indicateur de densité surfacique est bien un « *rapport entre la masse d'une substance localisée dans un espace et la taille de cet espace* » (citation, p. 130). Cette conceptualisation est largement mobilisée dans les différentes pratiques d'analyse urbaine, mais ne permet pas de rendre compte de la relativité induite de cette mesure par la localisation au sein d'un système urbain. Je comprends un tel indicateur dans la continuité de la première définition de la notion de spatialité : une caractérisation de la spatialisation de la densité (Encadré 7, p. 59). Afin d'établir une mesure permettant de rendre compte de l'état d'organisation de l'urbain, il importe d'explorer une approche relative et relationnelle de l'espace. La problématique consiste à interroger l'établissement d'une méthodologie de mesure qui permette de rendre compte de l'impact de l'organisation urbaine sur la mesure de la densité.

Afin de rendre opérante la notion de densité pour rendre compte de l'organisation urbaine, d'en faire un concept nous permettant de rendre comparables différentes substances matérielles, immatérielles et idéelles *a posteriori* il importe de dépasser son acception courante. Il est important de relever que l'usage en français, du terme *densité* est une simplification de langage pour l'expression *densité relative* par ailleurs toujours utilisée en anglais. Au-delà « *d'une qualité de ce qui est dense* » [131] la densité renvoie à un « *Nombre d'habitants par unité de surface, généralement le kilomètre carré.* » [131]. L'usage de cette notion par les sciences de la nature explicite la dimension relative de cet indicateur « *Densité (relative). Rapport qui existe entre la masse du volume d'un corps et la masse du même volume d'un corps de référence (eau pour les corps solides et liquides, air pour les corps gazeux), dans les mêmes conditions de température et de pression* » [131]. La confusion relative à cette notion relève de sa mobilisation pour signifier la densité perçue, la densité surfacique et la densité relative. Comme pour la notion de métrique (III.2.1, p. 115) il importe de nous approprier les raisonnements développés dans le cadre des sciences de la nature afin de questionner l'établissement d'un indicateur de densité transdisciplinaire, à la fois relationnel et relatif.

Comme le souligne André Ourednik nous devons probablement cette notion à Archimède qui «*aurait créé ce concept au 3e siècle av. J.-C. après avoir plongé deux pièces de métal de masse identique dans l'eau pour constater qu'elles ne faisaient pas monter le niveau de cette dernière de manière identique. Il en conclut que les deux pièces n'occupent pas le même espace et conçoit la « densité », définie comme le ratio entre la masse et le volume d'un solide.* » (Ourednik, 2010, p. 212)

[131] CNRTL, densité, 18/07/20.

$\frac{\text{masse (g)}}{\textit{volumique}\ (\text{cm3})}$, soit un indicateur exprimé en g / cm^3

Depuis cette première caractérisation, les notions de densité et de masse volumique sont très souvent confondues. Pour ce qui concerne l'urbanisme, l'analogie entre masse volumique et surface explique la généralisation de l'usage de la densité surfacique.

La notion de densité relative est le rapport entre une la masse volumique d'un corps et la masse volumique d'un corps de référence.

$\frac{\textit{masse volumique}\ (\text{g/cm3})}{\textit{masse volumique}\ (\text{g/cm3})}$, soit un indicateur sans unité.

La densité relative est donc une grandeur sans unité et surtout relative. Afin d'établir une telle mesure, il est nécessaire de spécifier le corps de référence utilisé. Une heuristique élégante est introduite pour mesurer la densité relative des corps solides et liquides : l'eau à 4°C. Ce corps pèse un kilogramme par décimètre cube, ce qui permet de convertir directement la mesure de la masse volumique exprimée en gramme par centimètre cube (g/cm^3) en densité relative. Le platine est près de deux fois plus dense que l'argent, quel que soit le référent utilisé. Mais la mesure avec pour référent l'eau à 4°C nous permet de convertir directement la densité relative du platine qui est de 21,45 vers sa masse volumique qui est de 21,45 g/cm3.

À ce point il importe de relever une autre caractéristique du processus mesure de la densité relative. J'ai relevé que le choix de l'eau pure à 4°C permet de simplifier la mesure tant du point de vue mathématique que concernant la facilité à se procurer ce corps de référence. Si la température du corps de référence ainsi que la pression de l'environnement importent, c'est dû au fait qu'ils impactent l'organisation de la matière. Ainsi la densité de l'eau pure à 0°C sous les mêmes conditions de pression est plus faible, ce qui explique que la glace flotte dans de l'eau liquide. Il importe de relever qu'indépendamment des changements de phase, le même corps de référence peut être utilisé. De la même manière, la mesure de la densité relative de l'eau à 3°C peut être réalisée avec de l'eau à 4°C.

Le cas de la transition de phase est une situation importante afin d'expliciter en quoi une mesure de la densité relative permet d'entrer en matière avec l'organisation du corps mesuré. La densité de l'eau à 0°C est de 0,999841. La densité de la glace à 0°C est proche de 0,917. Nous avons tous expérimenté l'augmentation du volume de l'eau lors cette transition de phase. Ce phénomène est appelé anomalie dilatométrique : un corps se dilate alors que sa température baisse. Cette dilatation implique une réorganisation des molécules d'eau qui à l'état solide ont un agencement qui prend plus de place (Figure 74, p. 134). Il importe de relever que la mesure

de la densité relative permet de rendre compte d'un tel phénomène d'auto-organisation. Il semble dès lors plus évident que chercher à établir une mesure conjointement relative et relationnelle de la densité relative des situations urbaines peut participer à rendre compte de leur organisation.

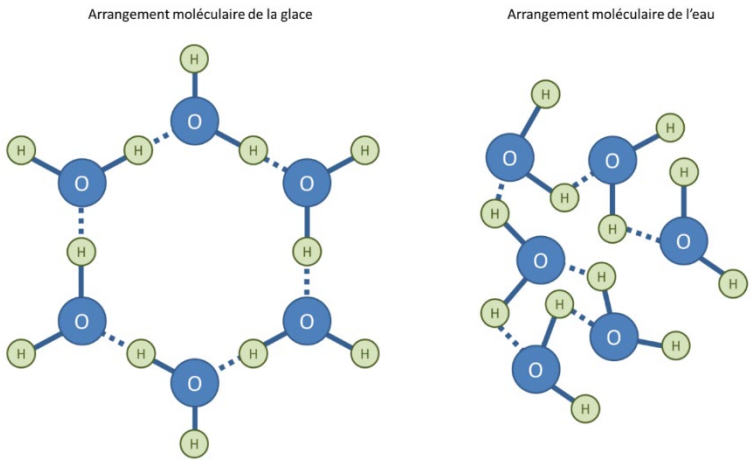


Figure 74. *Anomalie dilatométrique, Wikipédia.*

Un tel phénomène interroge la notion d'auto-organisation qu'il est important de contextualiser suivant les problèmes de relevant de la complexité désorganisée ou organisée. Tout en ayant été particulièrement attentif à cette notion depuis mes premières lectures concernant la complexité, la notion d'auto-organisation est particulièrement complexe à appréhender pour les systèmes urbains. Pour ce qui concerne la densité si cette méta-substance favorise le potentiel d'interaction et de relation qui intéresse les différentes dimensions de l'urbain, il est difficilement vérifiable que l'effet de son augmentation tende systématiquement vers le même type d'organisation. À l'image des transitions de phases, entrer en matière avec une mesure de la densité relative nous permet d'imaginer pouvoir identifier les situations urbaines qui bénéficient d'un changement radical d'organisation et à ce titre constituent des objets d'études pertinents pour critiquer celle des objets de société.

Proposition théorique 10/. La notion de densité est une grandeur relative et relationnelle à un ensemble. Cela pose deux problèmes fondamentaux pour la mesure de l'urbanité :

- la caractérisation des limites d'une situation urbaine au sein de laquelle la mesure de densité d'une substance va pouvoir être réalisée (Figure 58, p. 105).
- la caractérisation des limites d'une situation urbaine de référence au sein de laquelle la mesure de densité de référence à cette même substance va pouvoir être réalisée (Figure 124, p. 203).

III.3.2. Les apports de la notion de diversité

Figure 75. *Crowd Sourcing II, Nicky Spaulding.*

> « *C'est bien pourtant les agencements (spatiaux) des éléments matériels et immatériels, les configurations et la situation ainsi produits qui font, non seulement qu'on peut ou non parler de ville, mais aussi qu'on peut caractériser, classer, hiérarchiser les différents types de villes. Cette démarche permet aussi d'identifier ce qui est sensible à la taille et ce qui ne l'est pas, à repérer · la part d'urbanité qui est dépendante de l'effet de masse et celle qui ne l'est pas.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 988)

La diversité est une notion bien plus problématique que celle de densité. Comme je viens de l'expliciter, la densité est comprise dans cette recherche comme un indicateur relatif et relationnel de l'organisation des objets de sociétés relevant de substances spécifiques aux réalités sociales étudiées.

Tout d'abord, il est évident que l'identification des limites des lieux permettant de mesurer la densité nous permet, suivant une méthodologie analogue, de mesurer la diversité. Rapporter ces deux indicateurs dans une échelle relative de 0 à 1 permet en multipliant densité et diversité d'une substance de rendre compte de la dialogique qu'entretiennent ces deux méta-substances (Encadré 10, p. 69). Bien qu'il importe alors de différencier les contributions de la densité et de la diversité, le maximum sera bien la ville comprise comme un géotype où la densité et la diversité sont les plus fortes, relativement au système urbain considéré.

Cependant, l'étude de la notion d'échelle souligne un autre potentiel de cette notion (III.2.3, p. 122). A travers l'identification des réalités urbaines, Melvin Webber permet de rendre imaginable une mobilisation spécifique de diversité liée aux spatialités afin d'entrer en matière avec l'interspatialité, l'emboitement et la cospatialité (Webber et al., 1996 [1964]). Cette question

est cruciale pour rendre compte de l'organisation d'un système urbain. Elle renvoie à l'autonomie d'un système complexe, qui relève d'interactions énergétiques et informationnelles avec son milieu permettant d'organiser conjointement son ouverture et sa fermeture.

Reprenons l'exemple de l'accessibilité particulièrement importante afin de caractériser la dialogique entre coprésence et mobilité. Il s'agit de l'aborder conjointement pour ses propriétés d'attracteur, mais également pour ses propriétés de mise à distance. Ces deux processus à la fois complémentaires et contradictoires participent de la dynamique de production des limites entre les parties et l'ensemble de ces parties. Entre ces deux pôles (la diversité relevant de l'indicateur d'urbanité et la diversité des spatialités) se joue la résilience d'une situation urbaine. Du point de vue de la pensée complexe, la diversité est une composante soutenant la capacité d'adaptation des systèmes. Plus un système est hétérogène et plus sa capacité résilience est virtuellement forte. Si la diversité souligne une capacité de résilience, comment la comprendre plus finement que par la mobilisation d'une notion telle que l'auto-organisation ? Comment la diversité contribue à l'organisation des situations urbaines ?

Il me semble pertinent d'accorder une attention particulière aux spatialités pour entrer en matière avec la caractérisation de cette organisation. Concernant les notions complémentaires à la notion d'espace, j'ai souligné l'importance de l'actualisation d'une situation urbaine en fonction des couples actuel / virtuel et *a priori* / *a posteriori* (Encadré 15, p. 96). Comme pour l'exemple de la motilité, une étude des spatialités devrait poser la question du rapport de l'individu tant à l'actuel qu'au virtuel. Aborder l'autonomie d'une situation urbaine, du point de vue de la résilience, c'est évaluer le différentiel entre l'espace des possibles, celui des faisables. Cela doit nous permettre d'évaluer la diversité interne d'une situation urbaine, mais également la diversité relationnelle de cette situation avec un système urbain.

Proposition théorique 11/. La diversité des objets de société participant à l'urbanité d'un géotype (diversité interne) introduit une diversité relationnelle avec d'autres réalités sociales (diversité externe) (Figure 68, p. 122). Pour reprendre la formule de Jacques Lévy : « la ville est l'espace où l'on fait le moins de choses en proportion de celles que l'on pourrait faire. » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 996) Ce n'est pas le cas de tous les géotypes et peut participer de manière plus claire qu'un simple indicateur accolé à la densité à caractériser le rôle de la diversité concernant l'organisation de l'autonomie des lieux. Une fois de plus, la notion de spatialité se trouve au centre des développements souhaitables de cette proposition méthodologique.

III.4. Les figures de l'urbain

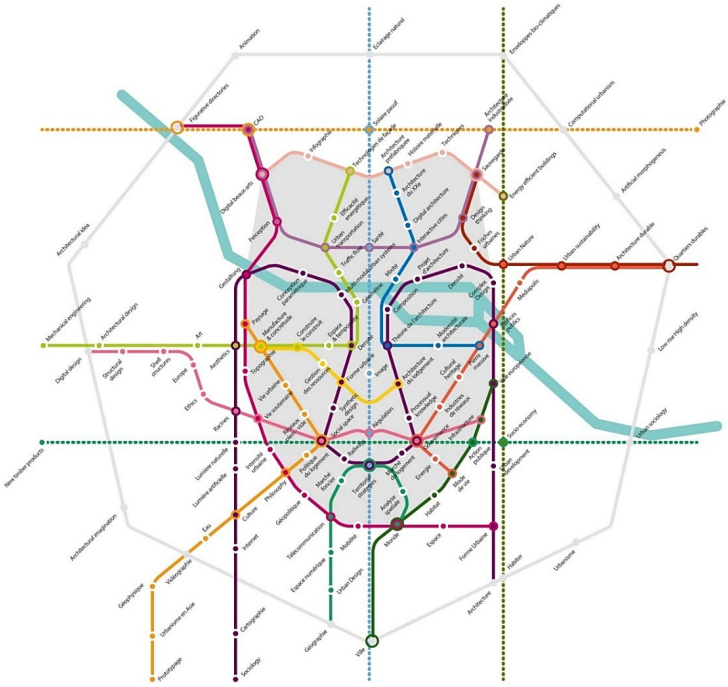


Figure 76. *Logo du programme doctoral Architecture et sciences de la ville, ÉPFL, Mirza Tursic.*

> « *J'aimerais qu'il existe des lieux stables, immobiles, intangibles, intouchés et presque intouchables, immuables, enracinés ; des lieux qui seraient des références, des points de départ, des sources : Mon pays natal, le berceau de ma famille, la maison où je serais né, l'arbre que j'aurais vu grandir (que mon père aurait planté le jour de ma naissance), le grenier de mon enfance empli de souvenirs intacts... De tels lieux n'existent pas, et c'est parce qu'ils n'existent pas que l'espace devient question, cesse d'être évidence, cesse d'être incorporé, cesse d'être approprié. L'espace est un doute : il me faut sans cesse le marquer, le désigner ; il n'est jamais à moi, il ne m'est jamais donné, il faut que j'en fasse la conquête.* » (Perec [1974] dans J. Lévy & Lussault, 2003, p. 6)

Mon questionnement initial concernant une approche complexe de l'urbain a rapidement placé la notion de lieu au centre de mes réflexions (Entrée en matière, p. 12). Sa mobilisation nous confronte à de nombreux doutes relatifs à notre entreprise quotidienne de conquête de l'espace (citation, ci-dessus ; II.2.1, p. 83).

Cette notion est couramment mobilisée pour identifier un endroit dont l'échelle peut être extrêmement variable : d'un espace de conversation au Monde, d'un espace pérenne à un espace

éphémère. Cette polysémie est à la fois une richesse pour penser l'espace et un vecteur de confusion, comme en témoigne l'usage du terme « *place* » par Melvin Webber [1920-2006] dans son ouvrage - *L'urbain sans lieu ni bornes* [1964] [132]. Afin de dépasser cette confusion, je m'appuie sur les contributions de Michel Lussault [133] qui précise que reconnaitre un lieu, c'est identifier un espace distinguable d'un ensemble spatial plus vaste en mobilisant différentes représentations individuelles ou collectives [134]. Identifier un lieu implique une expérience particulière avec cet espace : un habité (corolaire 3.2, p. 43) et, que cette expérience individuelle ou collective le mette à distance d'autres espaces, lui permette d'exister avec une certaine autonomie, parfois durablement, le plus souvent de manière éphémère (II.1.3, p. 64).

Si les lieux contribuent au phénomène urbain, leur l'identification est liée à notre capacité de mémorisation : il s'agit d'habiter l'espace et de s'en souvenir. Afin de problématiser leur identification, il est intéressant de faire un détour par un apport de la psychologie culturelle. Le mnémoniste Solomon Veniaminovich Shereshevsky [1886-1958] participa à différentes études menées par le neuro psychologue Alexander Luria [1902-1977] durant une période de plus de trente ans (Luria, 1987 [1968]). Ces recherches ont permis d'expliciter une conséquence de son exceptionnelle mémoire : le temps passé à mémoriser un visage ne lui permet pas de simultanément construire une abstraction de ce visage [135]. Mémoriser les distinctions ce n'est pas reconnaitre, ce n'est pas comprendre ni faire émerger des idées générales ou abstraites.

À l'heure des débats entre empirie et théorie concernant la mobilisation des traces numériques (Anderson, 2008, Krivine, 2018), la question des données mobilisables tant qualitatives que quantitatives est importante, mais secondaire vis-à-vis d'une abstraction qui nous permettrait de reconnaitre un lieu et d'identifier ses variations. Pour identifier les figures de l'urbain, il importe donc de modéliser la notion de lieu, d'en construire une abstraction.

---

[132] L'auteur utilise cette notion pour désigner successivement un ensemble urbain, une métropole et une agglomération (Webber et al., 1996 [1964]).

[133] Particulièrement sur la trilogie concernant le renouvellement conceptuel de la notion de spatialité : *L'Homme spatial. La construction sociale de l'espace humain* (Lussault, 2007), *L'avènement du Monde. Essai sur l'habitation humaine de la Terre* (Lussault, 2013) et *Hyper-Lieux. Les nouvelles géographies de la mondialisation* (Lussault, 2017).

[134] « *ce que le lieu contient et (r)assemble contribue à le configurer et à le faire exister comme un espace humain spécifique que l'on peut distinguer des autres, un espace doté de qualités propres, un je-ne-sais-quoi et un presque-rien qui le qualifient et le rendent reconnaissable entre tous* » (Lussault, 2017, p. 41-42).

[135] Les variations d'humeur lui rendent particulièrement difficile la reconnaissance des individus. Au-delà du fait que sa capacité de mémorisation soit pénalisante socialement, cela souligne l'importance de la dialogique entre distinction et identification.

III.4.1. La notion de lieu et ses acceptions

Figure 77. *London: the information capital (plan d'ouvrage, Cheshire & Uberti, 2014).*

> « *un véritable lieu se caractérise et s'éprouve toujours comme « un endroit où » ; un espace physique marqué par son intégrité, qui semble exister indépendamment de ce qu'il assemble et contient* » (Lussault, 2017, p. 41)

Nous avons vu que l'espace est un problème relevant de différentes conceptualisations (II.2, p. 80). Mobiliser la notion de lieu afin de mesurer l'urbanité n'a rien de trivial. Cette intuition relève d'une dialogique que l'on peut comprendre à travers une première citation de l'ouvrage *Hyper-Lieux, les nouvelles géographies de la mondialisation* (citation, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Michel Lussault aborde la notion de lieu en insistant sur les tensions entre :

- L'identification d'un espace localisé « *un endroit où* ».
- L'identification d'un espace limité « *un espace physique marqué par son intégrité* » complétée par cette précision : « *J'emploierai durant tout ce livre le mot « intégrité » pour désigner spécifiquement un caractère majeur d'un lieu : il forme une totalité spatiale limitée et identifiable*. » (Lussault, 2017, p. 41).
- La perception d'un espace qui semble indépendant de « *ce qu'il assemble et contient* ».

Proposition théorique 12/. La relation entre intégrité et autonomie d'un lieu est dialogique. L'identification d'un lieu peut ainsi être comprise comme l'émergence d'une perception relevant d'une dialogique entre intégrité et autonomie d'un espace (II.1.2, p. 62 ; II.1.3, p. 64 ; II.1.4, p. 66). Si nous prêtons une attention plus fine à ces deux pôles, nous pouvons constater que l'intégrité d'un lieu compris comme une totalité limitée et identifiable est complémentaire de l'organisation énergétique et/ou informationnelle de cet espace avec son milieu. L'organisation de « *ce qu'il assemble et contient* » participe à la production de ses limites, mais également à le rendre identifiable. Dans le même mouvement, l'intégrité et l'autonomie d'un espace sont contradictoires, une évolution de « *ce qu'il assemble et contient* » peut faire évoluer cet espace et sa perception [136].

Figure 78. Identification d'un lieu, une dialogique entre intégrité et autonomie.

En reconsidérant la citation sur la notion de lieu (citation, p. 139) nous pouvons comprendre la proposition « *qui semble exister indépendamment de ce qu'il assemble et contient* » en relation avec l'identification des visages d'un espace (III.4, p. 137). Si cette lecture semble déconcertante, il est possible la préciser grâce à la contribution de Edward T. Hall [1914 – 2009] concernant la notion de proxémie. Dans son ouvrage *La dimension cachée* [1966] il introduit merveilleusement les rapports que l'individu entretient avec la production de l'espace, en fonction des sociétés. Bien que sa thèse soit critiquable pour l'identification d'aires culturelle du contact ou du non-contact (Tiphine, 2018), l'idée que l'organisation de la proximité est différenciée suivant les individus en fonction de leur biographie et des contextes sociaux mérite d'être prise au sérieux [137].

[136] Prenons l'exemple d'un lieu produit par deux personnes qui entretiennent une discussion. Nous pouvons identifier avec plus ou moins de précision les limites de ce lieu de discussion, la distance qui organise la proximité de ces acteurs comme la mise à distances des autres réalités sociales qui sans être au contact se trouvent à proximité. Cet espace peut être élargi à une nouvelle réalité sociale, un nouvel opérateur, humain ou non humain, et demeurer un espace de discussion avec conjointement une organisation interne et une organisation de ses limites différentes. Ce nouvel opérateur peut également ne pas souhaiter être acteur de cette discussion et de fait participe à produire un autre lieu qui n'est plus de discussion (III.2.2, p. 119).

[137] Dans cet ouvrage, Edward T. Hall cite de nombreux exemples dont le rapport des individus à l'espace et certaines conséquences matérielles. Un Allemand et un Japonais n'auront pas le même rapport à l'ambiance acoustique et lumineuse de leur habitat, l'un privilégiant les murs épais aux parois de papier de riz afin de mettre à distance les différents espaces de son logement. Pour ce qui est de la proximité des corps et plus généralement des réalités sociales, la proxémie est également structurante. Pour aller plus loin dans la lecture des implications de la notion de proxémie, la critique des différentes approches de cette notion est développée dans recherche *L'évènement proxémique* (Tiphine, 2018).

Il est intéressant de noter que chaque individu apprend et invente sa gestion de la distance (citation, p. 137). La facilité de lecture que nous pouvons avoir de l'espace est un apprentissage qui mobilise de concert nos compétences de mémorisation et d'abstraction. Habiter, c'est être capable de se souvenir, mais également de comprendre les espaces auxquels nous sommes confrontés. Dans un contexte conjointement spatial et social familier, nous parcourons des espaces qui nous semblent stables, suivant des lectures qui sont liées aux représentations que nous avons construites. Un espace public fréquenté par habitude pour déjeuner semblera stable aux individus qui ne le pratiquent pas lors d'un cours de danse, d'une projection cinématographique ou de la présence d'un marché. Cet espace sera également stable pour les individus qui habitent la diversité de ces usages, des différentes actualisations de son potentiel. Pour ce qui concerne la modélisation de la notion de lieu, il importe de reconnaitre un lieu, de dépasser la somme de ses configurations particulières [138] (III.4, p. 137).

III.4.1.1. Genius loci, une dialogique entre milieu et individu

Figure 79. *Wide-bowled Drinking Cup found in a tomb at Delphi (480-470 BC), Jarvis.*

> « *le lieu n'est fondamentalement rien autre que ce qui s'offre à la perception de manière contingente, à un moment donné, et en fonction de quoi le sujet s'adapte. C'est le monde phénoménal, avec toutes ses*

[138] *L'émergence de problématiques liées à l'intelligence artificielle est particulièrement intéressante (Alexandre Alahi, Summer school Relational space / Relational urbanism, EPFL, 2018). Pour reprendre l'exemple du lieu de discussion, une problématique contemporaine de la robotique concerne l'identification en temps réel de la production de l'espace. Notre réaction face à un robot de service sera très différente s'il vient interrompre une discussion en s'interposant entre les interlocuteurs ou s'il contourne cet espace de discussion à une distance suffisante pour ne pas perturber l'espace sonore. Dès lors, afin d'identifier un lieu, qu'est-il pertinent de chercher à mémoriser ? Quelles sont les données qu'il est utile de mobiliser ? Quelles sont les abstractions complémentaires de cette mémorisation qui peuvent nous permettre de comprendre l'espace et sa construction ?*

composantes sensibles et concrètes. L'historien de la pensée orientale Nakamura Hajime a bien montré à quel point la tradition japonaise tend à considérer le monde phénoménal comme seul absolu, et donc à ne reconnaître l'existence d'aucun principe qui le transcenderait. A l'opposé de la conception kantienne (pour qui la seule réalité irréductible est la conscience pure du sujet), la tradition philosophique japonaise considère que le phénoménal est vraiment le réel. […] *Selon les termes de Senge Takasumi, prêtre du grand sanctuaire d'Ise, « Il n'est aucun lieu où ne réside un dieu, fût-ce dans les huit cents replis des vagues sauvages ou dans le sein de la montagne déserte* » (Berque, 1982, p. 50-51).

La notion de *genius loci*, littéralement esprit du lieu, est couramment comprise comme un héritage romain consacrant dans un espace limité et identifié un ou plusieurs protecteurs mystiques. Plus généralement cette notion lie un espace matériel, caractérisé par un phénomène, à un élément idéel (citation, ci-dessus). Cette notion opère une localisation de l'idéel (Encadré 18, p. 108).

La dimension phénoménale participant de l'identification d'un tel espace peut mobiliser l'environnement naturel. C'est cependant à travers la construction des représentations de l'environnement, suivant les cultures, que la richesse de cette notion se révèle. Cette identification conjointement matérielle et idéelle implique des pratiques spécifiques telles que des libations, afin de s'octroyer les bonnes grâces d'une force mystique par l'offrande de denrées ou de sacrifices (Figure 79, p. 141). Il n'est pas anecdotique de relever que cette notion dans l'Empire romain était une construction analogique, qui pouvait être complétée par l'identification d'un emboîtement d'échelles *a priori* : un logement, un quartier, une ville pouvait avoir des protecteurs différents. L'empereur incarnait le *genus loci* de l'empire. La composante matérielle de cette notion pouvant être une personne ou un espace, être analogique ou non.

Cette notion a été par la suite actualisée par Alexander Pope [1688-1744] puis par Aldo Rossi [1931-1997] afin de faire valoir l'importance du contexte pour la conception de l'espace tant du point de vue du paysagisme que de l'architecture. Cette notion est mobilisée en architecture afin d'entrer en matière avec les constructions vernaculaires. Dans le même temps, Christian Norberg-Schulz [1926-2000] propose une caractérisation différente de cette notion qui s'inscrit dans la continuité de la proposition de Martin Heidegger [1889-1976] et ouvre la voie à une approche phénoménologique de la notion de lieu (Norberg-Schulz, 1980). Ces évolutions dans l'acception de la notion de *genus loci* opèrent une simplification des nombreuses relations entre individus et espaces vers une posture essentialiste : l'identification de qualités intrinsèques qui participent à l'identité d'un espace. Cette simplification implique que tous les lieux sont uniques et incommensurables. Ce sont des réceptacles *a priori* dont il faut chercher à saisir

l'essence préalable à leur reconnaissance. Ce mouvement opère un décalage de l'idéel vers l'immatériel. Les deux participant à la fois d'une substance et d'une métrique (III.2, p. 113).

Cette acception place l'expérience personnelle comme une vérité accessible à tous ceux qui font preuve « *d'ouverture d'esprit* », sans toutefois porter de regard critique sur l'individu ou la communauté qui produit ce regard universel (Encadré 6, p. 49). Au-delà du caractère intemporel de cette conception de la notion de lieu, de sa prétention à la fois universaliste et incommensurable, l'évolution de sa conceptualisation marque une rupture entre une construction principalement sociale et une conception essentialiste.

Comme nous l'avons vu avec l'axiome d'Augustin Berque concernant l'espace analogique (Encadré 3, p. 39), la question de l'*a priori* / *a posteriori* est centrale pour dépasser cette conception essentialiste de l'espace et problématiser le rapport de l'individu à l'espace. Nous retiendrons que pour la notion de *genius loci*, la dimension idéelle est centrale et le principe de disjonction n'est pas mobilisé (I.1.1.1, p. 24).

III.4.1.2. Topos, le contenant caractérise le contenu

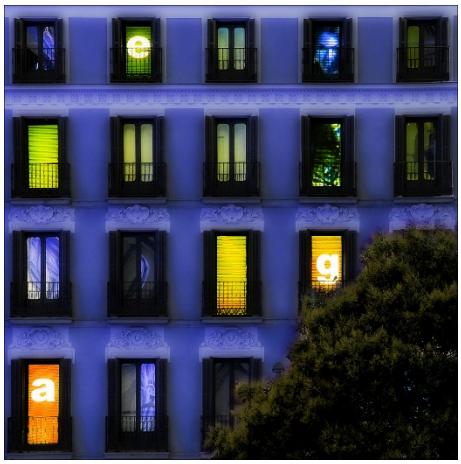


Figure 80. *exo-hylɛtıcal wındows▲mırrors, Jef Safi.*

> « *Watsuji a qualifié l'espace domestique de hedate naki aidagara, un tissu de « rapports immédiats », sans distanciation (hedate). L'individu s'y dissout. […] Portée à ce degré, la métonymie touche à l'identité : la maison est ceux qui l'habitent.* » (Berque, 1982, p. 154 -155)

Comme pour la notion de *genus loci, topos* est absolu et positionnel. Pour expliciter sa conception de la notion de lieu Aristote mobilise la métaphore du vase : le *topos* caractérise les

réalités qu'il contient, au sein de limites identifiables, tel que les citoyens pour la cité [139]. Cette notion caractérise le rapport au milieu en introduisant une métrique topographique, en accord avec les modalités de gestion de la distance alors à l'œuvre pour caractériser la cité (III.1.3, p. 109). La notion de *topos* relève ainsi d'une conception de l'espace qui dissocie le contenu du contenant, ce qui s'avère particulièrement pratique dans une approche euclidienne de l'espace. Cette conception de la notion de lieu a longtemps, et est encore aujourd'hui, mobilisée dans les pratiques de l'urbanisme. Elle n'est pas sans incidence concernant l'émergence du fonctionnalisme qui use d'identifications *a priori* afin de développer des logiques de spatialisation. Cette conception simplifiant la notion de lieu à ses limites offre l'avantage cognitif de nous offrir des objets stables et facilement identifiables (Encadré 6, p. 49).

Le *topos* souligne l'enjeu d'identifier les limites d'un lieu. Si le temps est la prise contemporaine privilégiée pour enrichir cette conception de la notion de lieu (Graham & Healey, 1999, p. 624 ; Drevon et al., 2017), l'organisation de l'espace suivant une métrique qui ne soit pas purement topographique et relevant d'une construction sociale est aujourd'hui imaginable (II.2.5, p. 90). Berque enrichit cette relation entre contenant et contenu avec le couple forme / substance. Concernant la société japonaise, il relève que la forme prime sur la substance alors que c'est l'inverse dans les sociétés occidentales, en précisant que « *l'un l'autre s'impliquent instantanément* » (Berque, 1982, p. 80). Nous allons voir que la notion de khôra permet d'entrer en matière avec cette construction sociale de l'espace.

III.4.1.3. Khôra, le lieu est une matrice

> *« Lorsque la communication est établie entre séries hétérogènes, quelque chose passe entre les bords, des évènements éclatent, des phénomènes fulgurent, des sujets peuplent le système, moi passifs, sujets larvaires. (...) La différence dans l'intensité est l'objet de la rencontre, l'objet auquel la rencontre élève la sensibilité. Ce qui est rencontré, ce sont les démons, puissances du saut, de l'intervalle, de l'intensif ou de l'instant, qui ne comblent la différence qu'avec du différent. »* (Deleuze, 2015 [1968], p. 155)

[139] « *l'homme est de la ville dans la ville* » (Cauquelin dans, Paquot & Martin, 2008, p. 185)

Cette partie mobilise le travail particulièrement riche d'Augustin Berque concernant l'écoumène (A. Berque, 2016 [2000]). La notion de *chôra* contrairement à celles de *genius loci* et de *topos* introduit une conception relative de la notion de lieu.

Pour comprendre cette relativité, la première entrée est le langage (I, p. 16). La notion de chôra a opéré un retournement depuis l'identification de la campagne en grec ancien, pour caractériser aujourd'hui le chef-lieu d'une île, une situation plus dense et diverse. Ce qui est intéressant dans ce processus est la construction d'un repère matériel et idéel pour et par la société afin de caractériser un espace structurant de son organisation. La relativité de ce repère souligne conjointement l'importance du langage dans le processus de construction de l'écoumène ainsi que l'évolution de l'organisation de l'espace des sociétés. Dans ce retournement sémantique, la continuité du langage a été privilégiée à celle de l'espace. Cette évolution souligne l'importance du rapport idéel des individus et des communautés à l'espace (Encadré 18, p. 108). De plus, cette trajectoire sémantique est effective pour chacune des sociétés des îles de la mer Égée et constitue une référence relative et commune [140].

Par la suite Augustin Berque souligne l'importance de l'empreinte des habitants sur le lieu et inversement, il souligne le rôle de matrice que le lieu opère pour la société. Afin de rendre compte de cette qualité de l'espace, il importe de ne pas le concevoir de manière absolue mais prendre au sérieux sa construction sociale. « *Ce lieu-là n'est pas neutre, bien que Platon le dise d'un « troisième genre ». C'est un lieu au sein duquel et à partir de quoi il y a de l'être, même et surtout relatif (impliquant/ impliqué) ; et cette relation est encore empreinte d'une très ancienne figure mythologique, laquelle fait dire à Platon qu'il convient de comparer le lieu à une mère, l'être à un père, et le devenir à leur enfant.* » (A. Berque, 2016 [2000], § 4. Chôra et topos). Ce rapport nous renvoie à la notion d'émergence (II.1.3, p. 64) et au principe hologrammatique (II.1.7, p. 75).

[140] La chôra, tout en étant une notion générique qui caractérise un espace aux limites floues est également spécifique pour chacune des sociétés. « *dans les îles comme dans la réalité du monde, les gens, les mots et les choses ont grandi ensemble ; ils ont une histoire commune. Cette concrétude, je la symbolise ici par le chemin des ânes : le cheminement nécessaire qui mène à la (pas une autre) chôra. Ce cheminement est nécessaire, parce que les ânes accordent intimement leur pas aux détails de la topographie et que celle-ci, dans une île, n'est pareille à celle d'aucune autre. Les cheminements y sont donc singuliers* » (A. Berque, 2016 [2000], § 2. Premier cheminement vers le lieu).

III.4.1.4. Hyper lieux et l'évolution des processus de localisation

Figure 81. *Hyper-lieux, les nouvelles géographies de la mondialisation, Libération, 2017.*

> « *Certes, il existe toujours des lieux « à l'ancienne », mais on constate que le statut même du « local » change ainsi que son mode d'expression, à cause des conditions nouvelles que l'urbanisation du Monde instaure. De nouveaux processus de localisation installent ce que je nommerai des hyper-lieux* » (Lussault, 2017, p. 45)

Cette notion a été proposée par Michel Lussault en réaction à la notion de non-lieu (Lussault, 2017). Dans la continuité de la tension identifiée entre la production d'espaces génériques et leurs appropriations (Proposition théorique 1, p. 101), cette contribution permet d'entrer en matière avec les effets de la mondialisation sur la construction sociale de l'espace (Proposition théorique 2, p. 103 ; III.1.2, p. 105). Afin de caractériser la notion d'hyper-lieu, Michel Lussault nous offre une grille de lecture constituée de cinq entrées, qu'il a complété par une sixième après la publication de cet ouvrage (Urban Nexus, Bergame, septembre 2018).

La première est la capacité d'accumulation de réalités sociales d'un tel espace et l'intensité qui en résulte : « *un hyper lieu n'est pas seulement gros ou grand : il est avant tout dense, divers et intense.* » (Lussault, 2017, p. 56). Cette accumulation peut prendre diverses formes et concerne tant les réalités matérielles qu'immatérielles et/ou idéelles, elle implique que leur densité et diversité est élevée relativement aux autres lieux [141].

[141] Cette capacité d'accumulation est liée conjointement à la centralité et à la situation de ces espaces (Corollaire 3.1.1, p. 38) et peut être caractérisée relativement aux réalités sociales concernées. La notion d'intensité implique une analyse des lieux dans le temps qui nous renvoie à la notion de topicité : un lieu est d'autant plus un lieu qu'il est souvent un lieu.

La seconde est l'hyperspatialité qui implique une mobilisation conjointe des trois modalités de gestion de la distance, la coprésence, la mobilité et la télécommunication (III.1.3, p. 109). Nous avons vu que le rapport de la société des individus à ces modalités participe à différencier les organisations spatiales (Encadré 6, p. 49). Une particularité de l'urbain concerne la mobilisation intensive de la télécommunication [142].

La troisième est l'hyperscalarité. « *Les hyper-lieux fonctionnent à toutes les échelles en même temps.* » (Ibid., p. 56). Ce constat rejoint celui établi par Melvin Webber concernant les réalités urbaines (III.2.3, p. 122). Le lieu est une matrice pour différentes réalités sociales ayant chacune leur propre substance. Cet ensemble génère une diversité de métriques qui participent à construire des lieux aux limites floues (Proposition théorique 11, p. 136), si floues que Melvin Webber considère qu'elles dissolvent la notion même de lieu (Webber et al., 1996 [1964]). C'est pourtant bien de nouvelles logiques de localisation qui émergent du renouvellement de la mobilisation des modalités de gestion de la distance et nous renvoie conjointement aux notions d'échelle (III.2.3, p. 122) et de spatialité (Encadré 7, p. 59).

La quatrième est la dimension expérientielle. « *Les sociétés contemporaines, marquées par le processus d'individualisation, donnent en effet à l'expérience personnelle et/ou collective une importance croissante*. » (Ibid., P. 57). Cette entrée souligne l'importance de la topodoxie pour la société des individus : avoir une expérience spatiale participe de la construction identitaire par la production d'une proximité idéelle individuelle et/ou collective à une réalité sociale et son espace (Encadré 18, p. 108). Pour reprendre les apports de la notion *topos*, être de la ville ne suffit plus à caractériser un individu (III.4.1.2, p. 143). Cette construction complexe mobilise tant le renforcement que la création de nouvelles localisations idéelles et nous renvoie à la conception de la notion de chôra : le lieu est une matrice qui participe constamment à produire la société des individus.

La cinquième est l'affinité spatiale qui est également relative à cette conception de la notion de lieu, mais suivant l'autre trajectoire de la dialogique entre espace et individus. La proximité idéelle entre individus participe à la production de nouveaux lieux. « *on s'assemble parce que l'on se rassemble en pratiquant le même hyper-lieu ; cette affinité spatiale est donc élective – élection certes faible au regard des liens durables qui peuvent se constituer ailleurs, mais incontestable.* » (Lussault, 2017, p. 59).

[142] « *L'ubiquité médiatique ne consiste pas à m'absenter de l'endroit où je me tiens, mais à être parfaitement et intégralement présent, ici et maintenant, et à opérer à partir de là mon décentrement par la connexion simultanée avec d'autres espaces.* » (Lussault, 2017, p. 56).

Enfin la dernière est l'hyper-réalité qui implique une performance conjointement du lieu et de ses individus. Cette entrée peut être comprise à travers l'importance que la notion d'évènement a acquise pour exacerber toutes les précédentes. Ce phénomène reflète parfaitement la tension entre l'universel et le singulier. Participer à une performation de l'espace est une épreuve qui est localisable dans la biographie des lieux et des individus (III.4, p. 137).

L'intérêt de cette grille de lecture est avant tout d'entrer en matière avec la caractérisation de l'urbain. Si la première entrée est proche de la notion d'urbanité, l'émergence de la télécommunication de masse depuis la conceptualisation de cette notion nous impose de repenser l'émergence de l'urbain que nous observons quotidiennement tant concernant l'espace que les individus. La notion d'hyper-lieu renvoie spécifiquement à un temps, contemporain, de l'écoumène où le Monde émerge comme une matrice.

III.4.2. Vers une conceptualisation hologrammatique de la notion de lieu

Figure 82. *L'un et le multiple, path focus on conatus differential, Jef Safi.*

> « *La primauté du dedans sur le dehors se joint à l'effacement du sujet pour induire, au plan de l'étendue matérielle, une intense définition de l'espace approprié collectivement par rapport aux espaces externes (le construit par rapport au sauvage, la maison par rapport au voisinage). Cette définition prend deux aspects : homogénéité du dedans, contraste dedans/dehors.* » (Berque, 1982, p. 204)

L'objectif de cette dernière partie concerne une problématisation de l'utopie du point (Proposition théorique 5, p. 112) relativement aux modalités de gestion de la distance (Proposition théorique 6, p. 119) afin de nous permettre d'atteindre un plus haut niveau de synthèse concernant la construction sociale de l'espace (I, p. 16 ; Hypothèse 2, p. 39). Pour progresser vers l'établissement d'une méthodologie de mesure des réalités sociales, je cherche à conceptualiser la notion de lieu de manière hologrammatique (Figure 58, p. 105). Cette modélisation [143] a pour objectif de nous permettre d'identifier leurs limites suivant une approche relative et relationnelle de l'espace (II.3, p. 93) afin de rendre compte de la qualité de matrice de la notion de lieu (III.4.1.3, p. 144), d'entrer en matière avec l'identification du couple singulier / universel (Proposition théorique 1, p. 101) par l'organisation de l'autonomie des réalités sociales (citation, p. 146).

Pour ce faire, je mobilise une définition de la notion de lieu proposée par Jacques Lévy (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 560) afin de rendre compte de la lutte contre la distance dans le processus de construction sociale de l'espace (Axiome 3, p. 36, Corollaire 3.3, p. 99) :

Corollaire 3.3.1/. Un lieu est un espace dans lequel la distance n'est pas pertinente

Modéliser la notion de lieu comme un espace où la distance n'est pas pertinente doit nous permettre d'identifier les seuils où elle le devient (Proposition théorique 3, p. 106 ; Figure 69, p. 126). Cette définition de la notion de lieu souligne de manière paradoxale, l'importance de la dialogique entre le proche et le lointain (III.1.3, p. 109).

Un lieu est un espace, implique de pouvoir le caractériser à l'aide des notions de métrique, de substance et d'échelle (III.2, p. 113). Le lieu est potentiellement le plus petit chorotype [144] et conjointement le plus vaste : en fonction du phénomène étudié, un espace de discussion ou le Monde peuvent relever de distances non pertinentes (III.1, p. 99).

Un lieu est un espace dans lequel, implique qu'un tel espace soit limité et identifiable (III.4.1, p. 139). Avant le tournant spatial (Encadré 2, p. 18), il a été pratique de le comprendre comme une disjonction entre contenu et contenant (III.4.1.2, p. 143). Il s'avère pertinent aujourd'hui

[143] Il est important de relever que le « *rapport de correspondance entre deux phénomènes* » est fondateur de la démarche de modélisation qui postule une correspondance entre le réel et l'objet d'étude modélisé (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 68).

[144] Chorotype : agencement spatial doté d'une métrique, une substance et une échelle. Il est constitué par un assemblage de chorèmes, une structure *a priori* élémentaire de l'espace.

d'adopter une conception relative et relationnelle de l'espace (II.2.5, p. 90) afin de pouvoir rendre compte de la qualité de matrice d'un tel espace (III.4.1.4, p. 144).

Un lieu est un espace dans lequel la distance n'est pas pertinente, implique de problématiser l'identification d'une métrique [145] comprise comme un ensemble d'écarts (III.2.1, p. 115). Cette identification est un processus qualitatif qui permet, dans une première étape méthodologique, de rendre compte des spatialités pour la réalité sociale étudiée (Figure 69, p. 126, étape 1). Dans un second temps, cette métrique doit nous permettre d'identifier l'intérieur et l'extérieur à cet espace [146] (Figure 69, p. 126, étape 2). Cette seconde étape sera l'objet du chapitre suivant (IV, p. 160). Elle me permet de préciser ma problématique méthodologique (p. 52) : ***comment identifier l'échelle des lieux afin de les rendre comparables a posteriori ?***

[145] Cette métrique peut être conjointement topographique, topologique et topodoxique (Encadré 18, p. 108).
[146] Il s'agit de caractériser qualitativement la propriété de séparation : *si $d(x,y) \geq 0$, il est possible que $d(x,y) = 0$ alors que $x \neq y$* (III.2.1, p. 115).

III.5. Propos d'étape. Le cheminement théorique

Corollaire 3.3/. La construction sociale de l'espace implique une lutte contre la distance.

Corollaire 3.3.1/. Un lieu est un espace dans lequel la distance n'est pas pertinente.

Proposition théorique 1/. L'urbanisation est un processus récursif partiellement fondé sur et par l'invention de lieux à la fois universels et singuliers.

Proposition théorique 2/. Les lieux constituent une ressource postlithique.

Proposition théorique 3/. L'émergence d'un lieu est identifiable par la perte de pertinence de la distance qui participe de sa configuration

Proposition théorique 4/. Les opinions produisent des lieux qui participent de la construction sociale de l'espace suivant un type de métrique spécifique : la topodoxie.

Proposition théorique 5/. Le lieu est une utopie du point où la positivité n'est pas pertinente.

Proposition théorique 6/. Pour établir une méthodologie de mesure des réalités sociales suivant une conceptualisation relative et relationnelle de l'espace, il importe de problématiser l'identification et la mesure d'un ensemble d'écarts.

Proposition théorique 7/. Afin de soutenir l'identification de chorotypes, il importe de critiquer toute substance relativement aux réalités sociales étudiées ainsi qu'à leurs spatialités.

Proposition théorique 8/. Une approche systémique de la notion d'échelle permet d'identifier l'émergence et les changements d'état d'un chorotype.

Proposition théorique 9/. L'urbanité est un concept faible.

Proposition théorique 10/. La notion de densité est une grandeur relative et relationnelle à un ensemble.

Proposition théorique 11/. La diversité des objets de société participant à l'urbanité d'un géotype (diversité interne) introduit une diversité relationnelle avec d'autres réalités sociales (diversité externe).

Proposition théorique 12/. La relation entre intégrité et autonomie d'un lieu est dialogique.

Figure 83. *Le cheminement théorique.*

« *Lorsqu'on ne comprend rien, inutile d'incriminer des réalités qui échappent à notre entendement ; il s'agit plutôt de réexaminer les outils conceptuels défectueux dont on se sert.* » (Lussault, 2013, p.13)

Dans ce chapitre, j'ai précisé que la mondialisation et particulièrement l'émergence du Monde nous impose de repenser le cadre conceptuel lié à la notion de lieu (III.1, p. 99). En 1964, Melvin Webber envisage déjà les implications de la télécommunication émergente qui nous a fait passer d'un « *localisme ancestral au royaume sans frontières des cosmopolites* » (Webber, 1996 [1964], p. 10). Son analyse pose la question de la construction sociale des lieux et de leurs limites (matérielles, immatérielles et idéelles [147]) relativement à l'évolution des modalités de gestion de la distance.

La caractérisation de ces espaces (III.2, p. 113) bénéficie de l'identification d'un ensemble d'écarts, d'une métrique permettant de rendre compte des spatialités et des substances de la réalité sociale étudiée. Ne pas présupposer d'échelle, mais chercher à identifier son émergence nous impose la construction d'une modélisation complexe de l'urbain [148] (III.4.3.1).

J'ai également spécifié que l'urbanité est un concept faible, indisciplinaire et relatif qui bénéfice d'une mise au débat afin de devenir opérant, afin intégrer savoirs et connaissances (III.3, p. 127). L'identification des limites d'un lieu doit ainsi permettre la mesure du couple densité-diversité suivant une métrique spécifique et par extension l'identification du gradient d'urbanité relatif à cette métrique [149].

Finalement, une caractérisation hologrammatique de la notion de lieu vise à rendre compte de la qualité de matrice de ces espaces (III.4, p. 137). Ainsi la « *disparition de l'unité de lieu qui constituait autrefois la ville* » (Kaufmann, Ravalet, & Dupuit, 2015) peut être lue comme une relation complexe des individus à la société dont l'évolution s'exprime dans la construction de l'espace.

---

[147] « *L'homme n'échappe jamais au rapport à la dimension physique de l'espace, tout particulièrement lorsque celui-ci se présente dans la perfection d'un topos mémorable, rural ou citadin. Le matériel, en sa diversité d'origines, de substances et d'agencements, en ses différentes échelles, est donc à la fois institué et instituant. Toutefois, ce rapport de l'homme à l'espace « concret » est un processus culturel, une information de la matière par la sémiosphère. Consubstantiellement à sa dimension matérielle, l'espace est doté d'une dimension idéelle, qui ne se révèle nullement plus « légère » ou « superstructurelle » que celle de la matérialité. C'est cette composante qu'on peut tenter de cerner en appréhendant les représentations spatiales (connaissance, attitudes, valeurs, idéologies) des individus, qui leur servent à la fois à comprendre et à justifier.* » (Lévy & Lussault, 2003, p.330)

[148] La métrique qui caractérise un lieu participe d'une définition hologrammatique de l'attribut d'échelle, en dialogique avec la substance toutes deux relatives à une réalité sociale. Suivant la métrique considérée, ce lieu peut être un quartier, le Monde, etc.

[149] *« Le niveau d'urbanité d'une situation urbaine ne dépend pas uniquement du seul niveau de la densité et de la diversité sociétale, ni même des registres du couplage densité-diversité, mais aussi de la configuration spatiale de celui-ci. » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 966)*

Encadré 24. De l'urbanité au jeu sérieux

Figure 84. *Jeu sérieux conçu et mis en œuvre par Thibault Romany, 2013, INterland.*

> « *Such a planning, he urges, must engage in 'face-to-face interaction in real time' rather than the preparation of abstract Euclidean spatial strategies, centring on open-ended processes and dynamics rather than static normative forms. Planning must explicitly recognize the normative, innovative, political, transactive and social learning foundations of planning.* » (Graham & Healey, 1999, p. 625)

Comme le souligne Patsy Healey [1940-] et Stephen Graham [1965-], la planification urbaine doit être repensée. Il s'agit de privilégier les interactions entre acteurs afin d'établir une méthodologie actualisable fondée sur la réintroduction du connaissant dans la production des plans d'action comme des savoirs.

Dans le monde de la pratique opérationnelle de l'urbanisme, le diagnostic territorial (préalable à la planification urbaine) fait l'objet d'une mise au débat [150] souhaitée de longue date par les acteurs urbains, politiques et techniques, relevant de la maîtrise d'œuvre comme de la maîtrise d'ouvrage [151]. Ce besoin est

[150] En novembre 2017, le rhizome de recherche Chôros a été sollicité par le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA, urbanisme-puca.gouv.fr) afin de problématiser les pistes d'évolution du diagnostic territorial.
[151] Ensemble de discours relevés entre 2010 et 2013 lors de l'exercice de l'urbanisme opérationnel (maîtrise d'œuvre et assistance à la maîtrise d'ouvrage) au sein de l'agence d'architecture, d'urbanisme et de paysage INterland, www.interland.info.

lié à la complexification du panel d'acteurs impliqués dans les projets d'aménagement [152] qui participe à diversifier les visions concernant l'urbanisation [153]. L'enjeu est de soutenir l'établissement de débats sur l'urbain et plus seulement de répondre techniquement aux différentes problématiques (logement, économie, mobilité, etc.) [154]. Si le diagnostic urbain et territorial a été mobilisé comme un concept fort [155], afin de planifier la résolution de problèmes urbains (spatialisation des déplacements, du peuplement, des fonctions, etc.), il s'avère aujourd'hui insuffisant pour traiter les dialogiques urbaines, ces dynamiques à la fois complémentaires et contradictoires qui participent à brouiller les limites tant sociales que spatiales. Les identifier constitue désormais un enjeu en soi. Ce constat nous invite à repenser la notion de diagnostic non plus comme une étape ponctuelle et préliminaire à la planification, mais comme une veille urbaine et territoriale.

Dans ce contexte, les notions de jeu de territoire (Lardon et al., 2010), de modélisation d'accompagnement (Etienne, 2010) et plus largement de jeu urbain (Tan, Bekkering, & Reijndorp, 2014) ont progressivement émergé. En tant que médium, le jeu sérieux - notamment les règles et le matériel mobilisé - crée un espace qui place au même niveau de communication les différents acteurs (Etienne, 2010). Cette pratique permet de soutenir le débat tout en supportant l'établissement d'un projet Politique rassemblant citoyens, experts, scientifiques, politiques et techniciens, afin de co-construire une vision partagée de l'urbain. Elle permet de valider un plan d'action et devient support d'une capacitation collective. Le jeu sérieux ainsi défini permet l'énaction des différents acteurs avec l'urbain.

L'établissement d'une mesure de l'urbanité comprise comme un concept faible (III.3, p. 127) peut soutenir à travers sa mise au débat la production de savoirs sur l'organisation de l'espace d'une société ainsi que le développement d'actions individuelles ou collectives.

[152] Les évolutions législatives ont modifié la répartition des compétences des différents niveaux institutionnels, les registres du discours et les canaux de diffusion se multiplient, les expertises nécessaires pour faire avancer les projets sont de plus en plus nombreuses et les individus donnent de la voix.

[153] Ces postures donnent corps à des jeux de force qui nous imposent aujourd'hui de nous positionner par rapport à des enjeux qui étaient, il y a quelques décennies, étrangers à la fabrique de la ville (l'adaptation aux changements climatiques, l'usage de grandes masses de données ou encore le développement durable). Face à ce constat, la notion d'ingénierie territoriale a progressivement émergé en tant qu'ensemble de savoirs et de pratiques visant à répondre à la nécessité d'une gouvernance multi-acteurs et multi-niveaux (Dayan, et al., 2011).

[154] Un exemple d'actualité concernant cet enjeu est le traitement des données personnelles au cœur de la tension entre le concept fort de *smart city* et celui plus faible de *ville intelligente* (Picon, 2015). Ces données sont devenues des ressources postlithiques, par trajection entre individu et urbanisation (Berque, 1982). Leur augmentation en quantité et en complexité favorise l'établissement de nouvelles compétences qu'il s'agit d'intégrer au processus de diagnostic urbain afin de prévenir l'émergence de nouvelles ruptures entre société et experts (I.3.1, p. 48).

[155] Afin de préciser cette caractérisation par son opposé, je mobilise la notion de développement durable. Cette notion systémique, qui a progressivement pris une place centrale dans les débats publics, peut être qualifiée de *concept faible* : qui a pour objet de soutenir l'émergence de questions sociétales (J. Lévy, 2008). Je retiens qu'un tel concept a une fonction médiatrice et formule l'hypothèse que la fréquence de sa mobilisation révèle un besoin sociétal de débat, afin de soutenir l'évolution du Politique et de l'espace des sociétés.

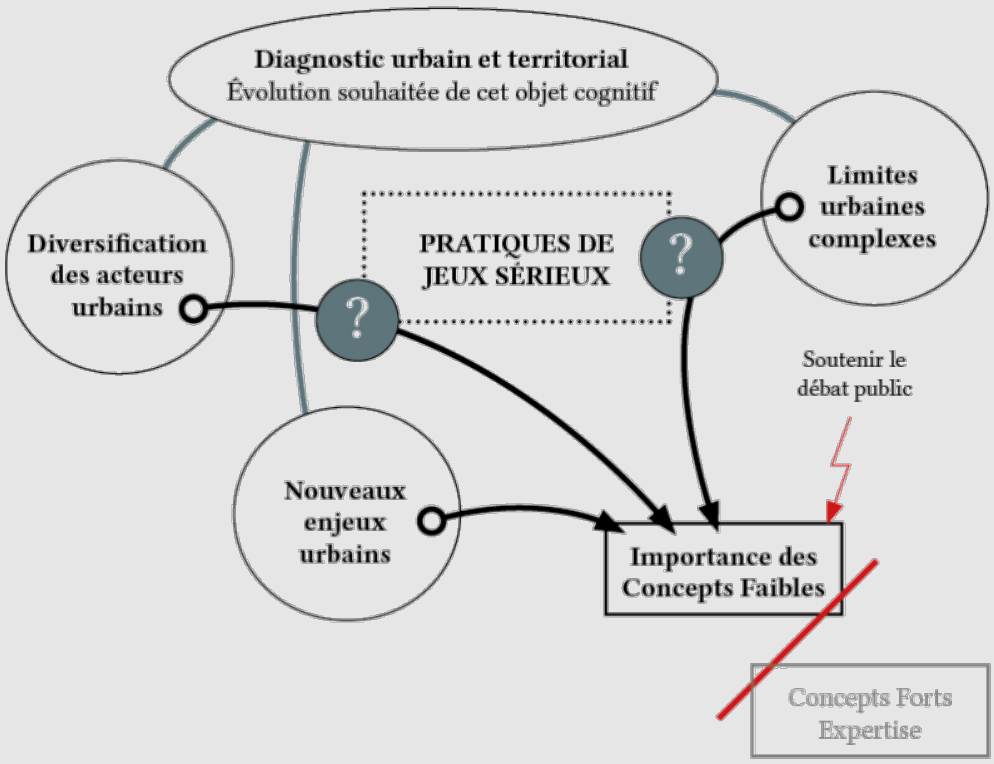


Figure 85. *Contribution de la pratique du jeu sérieux à l'évolution du diagnostic urbain et territorial.*

III.5.1 Une grille de lecture pour rendre compte d'un phénomène complexe

> « *Dire que, par le calcul, nous parvenons à connaître des réalités non percevables et non intuitives, c'est oublier que le calcul se situe d'abord dans la tête du calculateur ; et dire que, par l'expérience, nous pouvons vérifier la justesse dudit calcul, c'est oublier que l'expérience est une métaphore de la réalité, non la réalité elle-même.* » (Berque, 1982, p. 21)

Suivant une posture constructiviste, le défi épistémologique a souligné l'enjeu d'établir une grille de lecture (II.3, p. 94). L'urbain étant compris dans cette recherche comme un phénomène relevant de la complexité organisée, ma grille de lecture est elle-même un système.

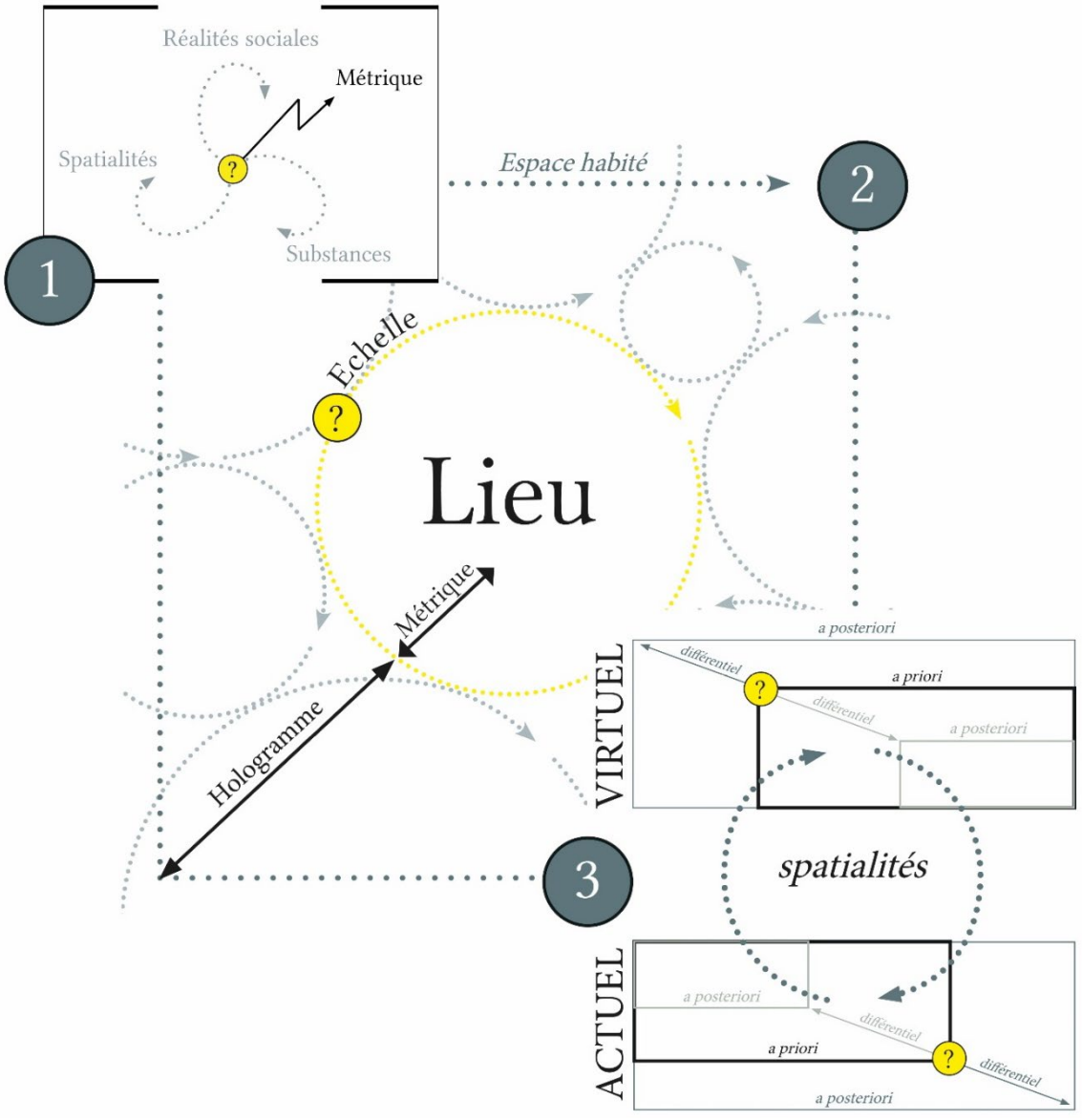


Figure 86. *Grille de lecture et étapes méthodologiques de mesure de l'organisation spatiale des réalités sociales.*

Comme l'exprime Augustin Berque, toute méthodologie de modélisation est une construction qui doit être explicite et critiquable, afin d'en identifier les limites [156]. Il semble au premier abord naturel de décrire l'urbanité comme un indicateur associant un brin de cette densité, un zeste de telle diversité, puis de nous laisser aller à compliquer cette formule, à raffiner cette recette savante qui finit par devenir ce que les concepteurs de modèles paramétriques nomment à juste titre une boite noire. Terminologie élégante pour signifier qu'une solution produite par un tel modèle est satisfaisante, mais n'est pas critiquable. Au contraire, refuser de décrire de manière composite et compliquée un objet d'étude complexe nécessite d'établir une grille de lecture elle-même complexe. Cette grille de lecture doit me permettre de soutenir l'établissement non pas seulement d'un indicateur, mais d'une méthodologie de mesure de la construction sociale des espaces habités (I.2.1, p. 41 ; encadré 2, p. 18)

Étape 1. Identifier la métrique pertinente afin d'étudier une réalité sociale, ses substances et ses spatialités. Cette métrique peut être conjointement matérielle, immatérielle et idéelle.

Étape 2. Identifier l'échelle des lieux *a posteriori*. Ce défi méthodologique est supporté par l'identification de la métrique lors de l'étape précédente. Cette métrique, qualitative et quantitative, doit permettre d'identifier la limite de positivité concernant la notion de lieu, comprise comme un espace où la distance n'est pas pertinente (III.4.2, p. 146). Cette étape est cruciale afin d'identifier *a posteriori* les espaces au sein desquels il sera pertinent de mesurer la dialogique entre densité et diversité qui participe de l'urbanité (I.4, p. 54 ; Encadré 10, p. 69). Ce défi sera l'objet du chapitre suivant (IV, p. 160).

Étape 3. Actualisation de la mesure. Les spatialités permettent d'étudier l'actualisation entre organisation virtuelle et organisation actuelle de l'urbain. Grâce à l'identification des différents états intermédiaires entre ces pôles, mobilisant les notions *a priori* / *a posteriori* (Encadré 15, p. 96), les spatialités permettent d'entrer en matière avec l'espace des possibles et l'espace des faisables [157].

---

[156] A ce titre, ma participation à l'organisation et aux débats du colloque *Géopoint 2016 : De l'espace pour la théorie !* a été une expérience structurante. Cet évènement a mis en perspective la manière même de construire les savoirs. Il a été question du regard que l'on porte individuellement et collectivement sur leurs différents vecteurs de production et de communication, particulièrement concernant ceux qui ne relèvent pas de la bibliométrie classique.

[157] L'urbanisation n'emprunte pas une trajectoire unique. Suivant les sociétés, la densification et la diversification vont concerner de manière différenciée les centres ou les périphéries, les métropoles comme les hinterlands. Cette richesse dans les expressions même du processus d'urbanisation repose évidemment sur l'histoire spatiale et sociale de chaque société, le virtuel de l'urbain, que nous pouvons observer à travers les spatialisations existantes. En complément de ces espaces, il importe de relever que les spatialités sont actives dans l'évolution de cette histoire. Cette tension entre virtuel et actuel est au cœur d'une approche systémique de l'urbain afin de ne pas seulement rendre compte d'un état, mais de nous permettre d'envisager différentes trajectoires.

Encadré 25. Contribuer à l'émergence d'un urbanisme relatif et relationnel

Figure 87. *Summer school, EPFL, par Peter Ortner & Thibault Romany, 2018.*

> « *planning practice is grappling with new treatments of place, based on dynamic, relational constructs, rather than the Euclidean, deterministic, and one-dimensional treatments inherited from the 'scientific' approaches of the 1960s and early 1970s. But such emerging planning practices remain poorly served by planning theory which has so far failed to produce sufficiently robust and sophisticated conceptual treatments of place in today's globalizing' world.* » (Graham & Healey, 1999, p. 623)

Dans la continuité de l'identification par Norbert Elias de l'émergence de la société des individus (Elias, 2004 [1939] ; citation, p. 16), de l'évolution des savoirs sous l'impulsion d'une conception relative et relationnelle de l'espace (II.2.1, p. 83) et d'un renouvellement souhaitable conjointement de l'épistème et de la méthodologie scientifique afin d'entrer en matière avec la complexité organisée (I.1, p. 21; II.1, p. 57), il apparait plus clairement que, pour ce qui concerne l'urbain une réinvention des pratiques est en jeu [158] (citation, ci-dessus).

L'invention de l'urbanisme par Ildefons Cerdà a marqué une rupture des pratiques d'analyse et de conception de la ville dans le contexte d'une évolution des théories politiques et sociales ainsi que des techniques de gestion de la distance (Encadré 3, p. 39). La fin du XX^{ème} siècle a donné corps à une évolution de la société sous l'impulsion des théories et pratiques écologiques. Le début du XXI^{ème} siècle marque la généralisation de l'usage des *smartphones* et de la télécommunication qui renouvèlent profondément nos capacités de gestion de la distance (III.1.3, p. 109). Tout en restant vigilant concernant la valeur de cette

[158] Si ces pratiques ne sont pas encore stabilisées, de nombreuses prises en précisent les contours (Etienne, 2010; Tan, Bekkering, & Reijndorp, 2014). À titre d'exemple, la planification permissive (Webber, 2010 [1964]) est définie comme un méta-processus dont l'objet est la dialogique entre l'espace des possibles et l'espace des faisables afin d'établir des plans d'action. Une telle démarche impose une réflexion sur les acteurs de l'urbain mais également sur l'identification des espaces qu'ils produisent ou participent à coproduire.

analogie entre le XVIII[ème] siècle et notre époque, il convient de relever que de profonds changements sont à l'œuvre tant pour la dimension politique que spatiale du social (J. Lévy, 2017).

Pour ce qui concerne l'urbain, différentes pratiques émergent [159] (Figure 88, p. 159). Pour rendre imaginable une approche discrète, relative et relationnelle de l'espace-temps, la notion d'organisation est structurante. La majorité des pratiques de l'urbanisme opérationnel sont orientées vers l'usage de plans et de perspectives. Ces pratiques mobilisent de nombreuses compétences de visualisation au détriment d'une organisation de l'information qui puisse rendre compte de la relativité des espaces dans le temps (Poncet, 2017). Cette réduction est un héritage du fonctionnalisme et des techniques de spatialisation qui furent développées afin de soutenir la planification urbaine et la promotion de différents modèles urbains (Graham & Healey, 1999, p. 624). Cette tradition de pensée a participé à l'émergence de l'urbanisme paramétrique plaçant toujours au centre du processus de conception un groupe restreint d'acteurs cherchant à optimiser des problèmes de spatialisation à l'aide de différentes variables.

	Architectural Tradition Technocratic Urban Planning	Urbanism
Actors	Single author, creation	Multiple actors, co-construction
Spatiality	Mono-scalar, mono-metric	Spatially complex
Temporality	Static, achievement	Dynamic, emergence
Duration	Short times	Various temporality, including very long
Goal	Answers	Issues
Epistemology	Dissociation analysis/project	Integration analysis/project
Type of production	Isolable object	Approach
Contents of production	Primacy of materiality	Material/immaterial/ideel combination
Languages	Primacy of visual languages	Multiples languages, including verbal, as scientific and political language
Relation to existing reality	Heterotopia	Homotopia
Aesthetics	Aesthetics of [pictorial] composition	Aesthetics of urbanity

Figure 88. *Dimensional space and contemporary urbanism, J. Lévy, Relational space / relational urbanism, 2018.*

Avec l'émergence de pratiques radicalement différentes, dont l'urbanisme tactique ou les jeux sérieux (Encadré 24, p. 153), les enjeux évoluent vers une organisation collective de l'information, soutenue ou non par l'informatique comme en témoigne les démarches de modélisation d'accompagnement (Etienne, 2010). Les sciences sociales de l'espace constituent l'une des contributions les plus stimulantes afin de problématiser cette évolution (II.2, p. 80). En plaçant la notion de spatialité au centre d'une approche indisciplinaire, elles nous permettent d'envisager de nouvelles pratiques concernant la dimension spatiale du social (Figure 20, p. 60) et particulièrement l'émergence d'un urbanisme relatif et relationnel.

[159] De nombreux urbanistes contemporains cherchent à dépasser les pratiques de spatialisation, cependant les méthodologies permettant de réaliser la transition vers une conception relative et relationnelle de l'urbain doivent être développées et enrichies (II.2.5, p. 90). Il importe de relever que le temps a bénéficié, avant l'espace, de développements théoriques et opérationnels significatifs. La proposition de Leibniz de concevoir le temps comme *la succession des coexistences* a pu être mobilisé suivant une conception absolue et relationnelle de l'espace (II.2.4, p. 89). Durant la fin du XX[ème] siècle, de nombreuses démarches fondées sur le temps des villes se sont développées avec pour base théorique la chronotopie. L'expérience individuelle des différents rythmes urbains, tant quotidiens que biographiques à naturellement ouvert de nombreuses pistes de recherches et la voie au renouvellement des pratiques (Buhler, 2015; Drevon et al., 2017).

IV. Le défi méthodologique

Figure 89. *Panorama de 24h, Chris Kotsiopoulos.*

> « *La définition devra porter sur l'objet autant que sur la méthode ; ou plus exactement sur l'objet et la méthode, car l'un l'autre s'influencent.* » (Berque, 1982, p. 18)

Mesurer l'organisation spatiale des réalités sociales implique de rendre comparables *a posteriori* les géotypes participant à un système urbain (problématique méthodologique, p. 52). Afin de permettre la mesure de la densité et de la diversité de ces géotypes, il importe au préalable d'identifier leurs limites (I.3.3, p. 52). Dans cet objectif, les apports du tournant spatial, de la pensée complexe et des sciences sociales de l'espace (II, p. 56 ; III, p. 98) m'ont permis de construire une grille de lecture orientée vers une modélisation hologrammatique de la notion de lieu qui rend possible l'observation de l'émergence de leur échelle (III.5, p. 144). Ce dernier chapitre est dédié à l'explicitation de ma démarche expérimentale afin de rendre faisable cette observation centrale pour la seconde étape de ma proposition méthodologique (Figure 86, p. 156).

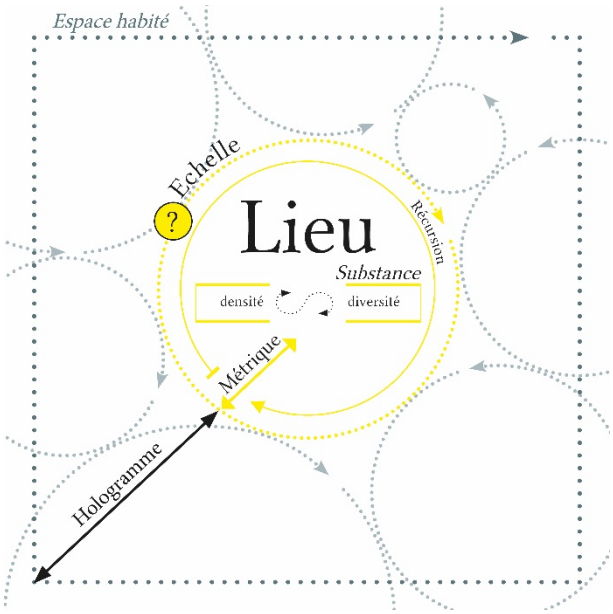


Figure 90. *Identifier les limites des lieux, le problème central de la seconde étape méthodologique.*

IV.1. La mesure de l'urbanité n'est pas son analyse

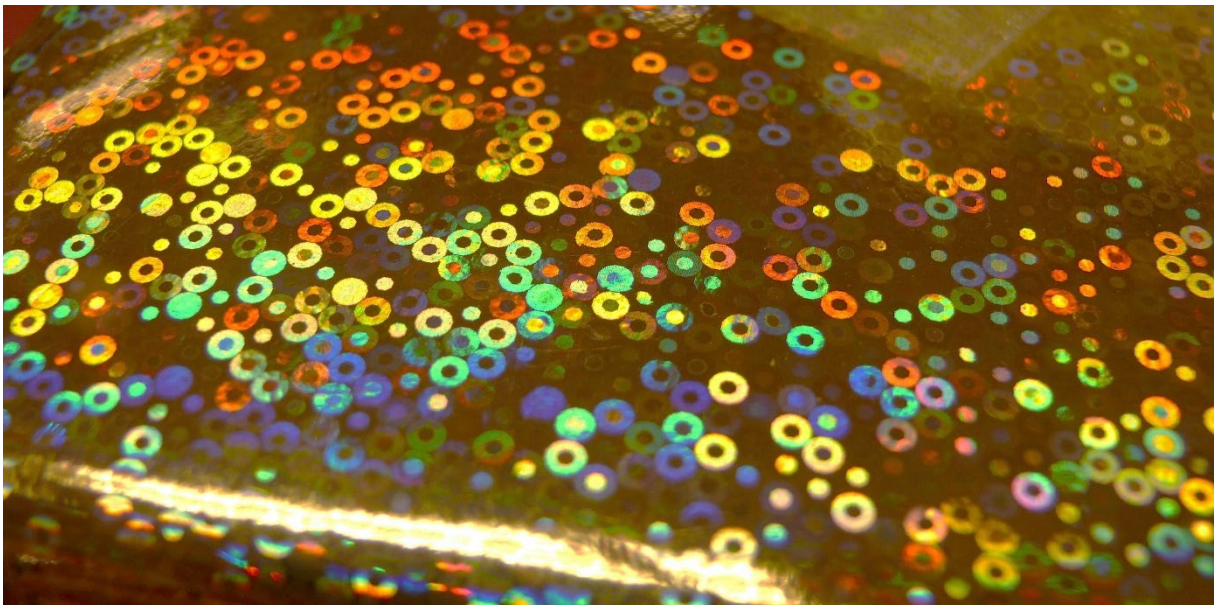


Figure 91. *holofun, (a)artwork.*

« *La connaissance est une navigation dans un océan d'incertitudes à travers des archipels de certitudes.* »
(Morin, 2000, p. 47)

La principale difficulté concernant l'établissement d'une mesure de l'urbanité ne réside pas dans les mesures de la densité et de la diversité, mais dans celle de l'organisation des objets de société (III.5, p. 144) : mesurer l'urbanité, mais de quels espaces ? (I.3.3, p. 52)

J'ai souligné l'importance du couple de notions indicateur / mesure pour cette recherche et leurs relations avec l'analyse et la réduction du réel (I.3.1, p. 48). L'établissement d'un indicateur mobilise usuellement un raisonnement fondé sur l'analogie afin de rendre différents phénomènes commensurables. En ce qui concerne l'urbanité, comprise comme un « *indicateur de l'état spécifique de l'organisation des objets de société au sein d'une situation urbaine donnée* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 966) nous ne pouvons pas simplifier le réel à un espace absolu et homogène où tout hectare serait *a priori* comparable à l'ensemble des autres (Encadré 6, p. 49). Il importe d'accepter la complexité du réel et de tenter d'entrer en matière avec ce qui semble au premier abord incommensurable [160]. Pour ce faire, mettre au débat l'établissement d'une mesure concernant le concept faible d'urbanité doit permettre non seulement d'entrer en matière avec une étude qualitative des spatialités, mais également de soutenir l'identification de la métrique pertinente afin d'étudier l'organisation spatiale d'une réalité sociale et son actualisation (Figure 86, p. 156).

Dans le cadre de cette recherche, je ne suppose pas de valorisation *a priori* des situations urbaines. Si la situation conjointement la plus dense et la plus diverse est retenue comme une borne du gradient d'urbanité cela n'implique pas d'une qualité supérieure, mais bien l'identification d'une situation qui permet de calibrer relativement les autres (Encadré 10, p. 69). Je ne cherche pas à analyser les différents géotypes mais me concentre sur le défi méthodologique de leur identification.

À ce titre, établir une méthodologie de mesure de l'organisation spatiale des réalités sociales peut participer à la construction des savoirs sur l'habité, et au renouvèlement des pratiques de l'urbanisme (Encadré 25, p. 158).

[160] « *Qui n'ont pas de commune mesure […] Qui sont sans rapport entre elles, sont de nature différente, ne peuvent être comparées ou assimilées* » ou encore « *qui ne peut être mesuré ou évalué en raison de sa grandeur ou de son importance, immense, illimité, infini.* » (CNRTL, incommensurable, 18/07/22) L'incommensurable est défini par Thomas Kuhn [1922-1996] comme la coexistence d'une multitude de visions du monde qui implique une difficulté à établir laquelle est la bonne. Nous avons vu dans le cas de la caractérisation de la notion de ville, que cette diversité de points de vue peut être une richesse, particulièrement si l'on cherche à réintroduire les connaissants dans le processus de construction des savoirs (II.1.1, p. 58). Les nombreuses mobilisations de la notion d'urbanité témoignent de cet état de la connaissance. Afin de rendre compte de phénomènes relevant de la complexité organisée, il s'agit d'entrer en matière avec ce qui peut sembler incommensurable.

Encadré 26. Les limites de cette preuve de concept

Parmi les différents savoirs, outils et méthodes explorés, l'une des plus centrales, l'analyse réseau intégrant les données de transport public n'était pas mobilisable quand j'ai débuté ce travail (IV.4, p. 178). La répétition du parcours orienté de l'état de l'art m'a permis d'avancer dans la résolution de problématiques partielles liées à une approche complexe de l'urbain. Un problème en appelant un autre, je me suis confronté à l'exploration d'un horizon, un espace où l'écart à l'objectif n'est pas identifiable *a priori*. L'illustration de ce processus peut être lue *a posteriori* par les différents domaines mobilisés et la traduction de leurs apports afin de contribuer à la mesure du processus d'urbanisation (I, p. 16). Focaliser mon parcours scientifique sur ce problème a impliqué des traitements partiellement disciplinaires, interdisciplinaires et transdisciplinaires auxquels s'ajoute une réintroduction du connaissant (II.1, p. 57). Cet ensemble aboutit à une proposition méthodologique indisciplinaire.

Il importe de souligner que la notion de spatialité, mobilisée afin d'identifier la métrique pertinente pour étudier une réalité sociale (Figure 86, p. 156) et rendre compte du processus d'actualisation de l'espace habité (Encadré 15, p. 96), constitue un angle mort de la preuve de concept décrite dans ce chapitre. Cette contribution se limite à une méthodologie de mesure de l'organisation virtuelle des objets de société qui permette d'intégrer les spatialités, une approche quantitative permettant d'intégrer des approches qualitatives [161].

Cette limitation en implique une seconde concernant la mesure de l'urbanité et plus précisément de la diversité que j'ai qualifiée d'externe (Proposition théorique 11, p. 136). L'urbanité a déjà été caractérisée par des indicateurs relevant d'une conception absolue et positionnelle de l'espace (Figure 72, p. 129). Établir une mesure de l'urbanité implique de rendre comparables les situations urbaines suivant une conception relative et relationnelle de l'espace, mais également relativement à la réalité urbaine étudiée [162] (Figure 68, p. 122). Cette relativité implique d'identifier la métrique pertinente pour l'étudier à partir de ses substances et spatialités (III.5.1, p. 156).

Afin d'avancer vers une preuve de concept, j'ai utilisé une métrique arbitraire qui ne permet pas d'analyser l'urbanité, mais d'établir une méthodologie qui puisse permettre de la mesurer.

[161] Il m'a fallu assumer le fait de ne pas pouvoir traiter simultanément l'établissement d'une méthodologie de mesure fondée sur une modélisation complexe de l'espace habité et une étude approfondie des spatialités, tout en veillant à permettre leur intégration. Une prise identifiée pour entrer en matière avec cette dimension qualitative est la mobilisation de jeux sérieux (Encadré 24, p. 153).

[162] L'urbanité du travail n'est, par exemple, pas comparable *a priori* à celle du tourisme bien qu'il soit imaginable de pouvoir les associer dans une mesure de l'urbanité conjointement du travail et du tourisme. Autrement dit ces deux réalités urbaines contribuent de manière complémentaire et contradictoire à l'habité. Entrer avec cette dialogique implique de développer des analyses fondées sur une mesure de l'urbanité, mais qui se focalise sur les apports de la diversité externe (III.3.2, p. 51). Cette problématique devra être explorée dans des travaux ultérieurs.

IV.2. L'urbain et ses données

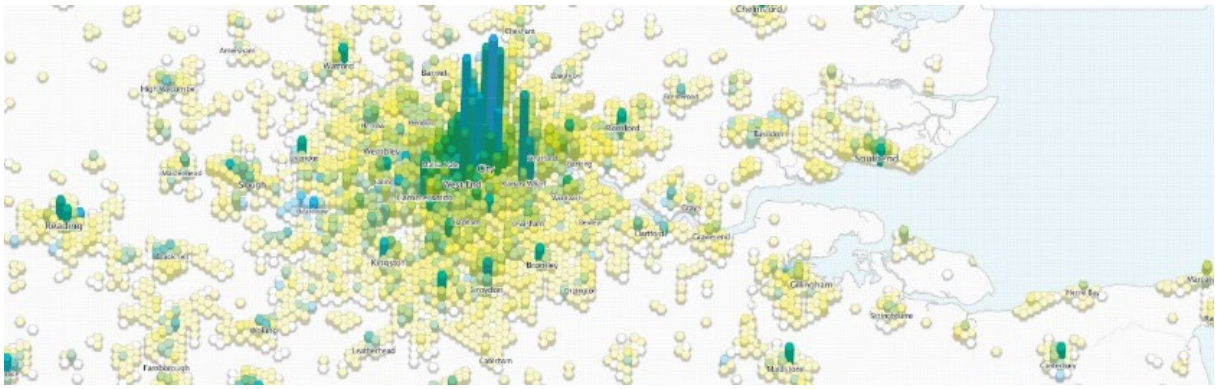


Figure 92. *Urban Density and Dynamics Map Explorer for Great Britain, D. A. Smith, CASA, Bartlett UCL, 2016.*

« *La réalité n'est qu'un flux perpétuel.* » (Berque, 1982, p. 54)

La quantité de données concernant l'habité a augmenté de manière significative depuis le début du XXI^{ème} siècle (III.1.3, p. 109). Cette tendance lourde nous invite à faire évoluer nos méthodologies de traitement afin de contribuer aux développements théoriques comme aux renouvellements des pratiques urbaines. Rappelons que les données ne produisent pas de savoir *a priori* (III.4, p. 137) mais peuvent contribuer à en établir et faciliter la réintroduction du connaissant dans le processus production de savoirs [163] (II.1.1, p. 58).

Avant de spécifier les données utilisées dans cette expérimentation méthodologique, je pense nécessaire de contextualiser l'évolution de la définition de cette notion. L'origine épistémologique de ce terme dérive du verbe latin, *dare*, qui implique une indépendance du regard porté, individuellement ou collectivement sur un objet. Elle a été mobilisée dès le XVII^{ème} siècle suivant cette acception en mathématique, en théologie ou en philosophie [164]. Durant le XVIII^{ème} siècle, l'usage du terme est complété par la révélation au cours d'un processus de quelque chose de préexistant à ce processus, toujours incontestable, mais façonné. Le sens contemporain s'inscrit dans la continuité de cette évolution et en admet l'histoire. Ainsi pour la mathématique une donnée demeure une « *Quantité connue dans l'énoncé d'un problème et qui*

[163] « *Les faits sont ontologiques, l'évidence est épistémologique, data est rhétorique : [...] L'existence d'une donnée est indépendante de toute considération sur la vérité ontologique correspondante. Quand un fait est prouvé faux, il cesse d'être un fait. Une donnée fausse est quand même une donnée* » (Rosenberg dans Gitelman, 2013, p. 18)
[164] La première apparition de ce terme dans la langue anglaise remonte à 1646.

sert à trouver la solution » et dans un contexte élargi « *Ce qui est connu et admis, et qui sert de base, à un raisonnement, à un examen ou à une recherche.* » [165]. Pour l'urbain, ce sens est complété par celui d'une valeur captée, parfois sélectionnée ou encore récoltée [166].

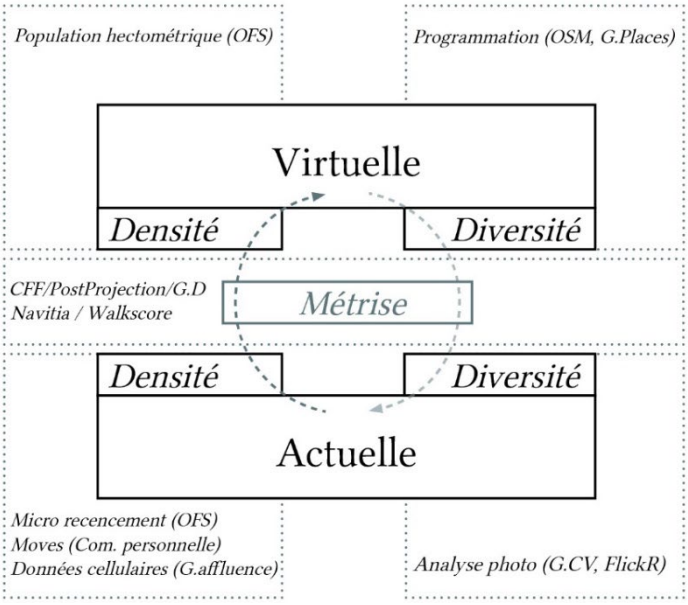


Figure 93. *Urbanité actuelle / virtuelle, les sources de données explorées durant cette recherche.*

Les enjeux contemporains liés au *Big Data* doivent être mis en perspective avec notre capacité à développer des méthodologies d'analyse complexe, permettant de dépasser l'identification de corrélations simplifiantes [167]. Dans cette recherche, je mobilise principalement des données produites par les instituts nationaux de statistiques afin de pouvoir généraliser cette méthodologie de mesure.

La mesure des écarts est le premier défi identifié afin d'entrer en matière avec la mesure de l'organisation des réalités sociales (III.2.1, p. 130, Figure 94, p. 166). Cette mesure vise à produire une matrice Origine-Destination suivant une métrique conjointement topologique et topographique (I.3.3, p. 52 ; IV.5, p. 182).

[165] CNRTL, donnée, 16/10/03.
[166] « *Ensemble des indications enregistrées en machine pour permettre l'analyse et/ou la recherche automatique des informations.* », Ibid.
[167] La critique des couples indicateur / mesure (I.3.1, p. 48) et identification / distinction (III.4, p. 137) impliquent que la modélisation et la méthodologie de traitement des données priment sur leur quantité. Les données ne suffisent pas à produire des savoirs comme la théorie n'est pas suffisante pour nous permettre d'agir. De manière dialogique les deux se nourrissent mutuellement.

Encadré 27. STATPOP, les données de peuplement hectométrique virtuel

Mes résultats les plus significatifs concernent la mesure de la densité relative. Je vais ainsi présenter différentes expérimentations mobilisant des données issues de la statistique de la population et des ménages (STATPOP). Ces données sont fournies gratuitement par l'Office fédéral de la statistique suisse.

Ce relevé statistique est effectué chaque année au 31 décembre depuis 2010. Il est fondé sur les registres des différents niveaux administratifs suisses (communes, cantons, état civil, information sur les migrations, diplomates et fonctionnaires internationaux). La spatialisation de ces données est permise par le géocodage des bâtiments d'habitation (Registre fédéral des Bâtiments et des Logements, RegBL). Cette base fournit un géocodage de plus de 99% des bâtiments suisses. En cas d'absence de géocodage, le bâtiment ou l'adresse manquante hérite du centroïde de la commune. Les cas limites liés aux frontières communales sont vérifiés manuellement [168]. Ces différents processus qualitatifs et quantitatifs offrent une base de données robuste, fiable et mise à jour.

Le processus de construction de ces données n'étant pas fondé sur les limites des différents niveaux d'administrations territoriales, elles ne sont pas comparables aux données communales, cantonales ou nationales. C'est également le cas pour tout type de données discrétisées suivant une trame régulière (IV.3, p. 172). Cet aspect peut être pénalisant pour certains traitements comparatifs mais n'est absolument pas problématique par rapport à mon objectif : étudier la construction des limites des lieux de l'espace habité.

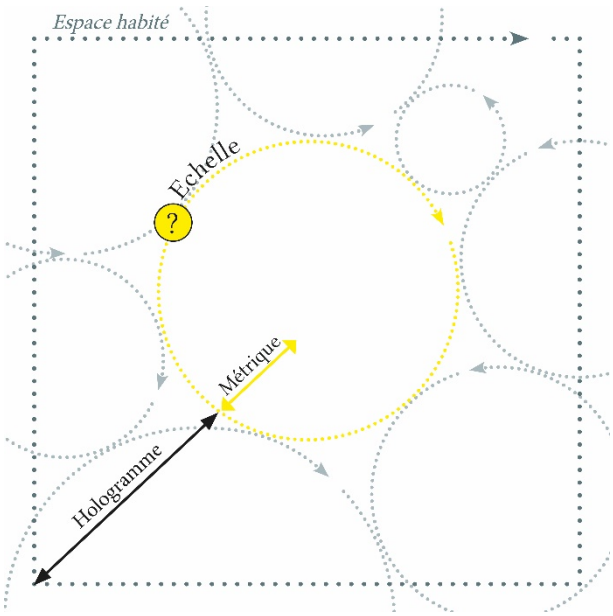


Figure 94. *La métrique, mesure d'un ensemble d'écarts.*

[168] L'anonymisation est renforcée dans le cas limite où la population d'un hectare est inférieure à 4 personnes, avec l'attribution d'une valeur par défaut de 3.

IV.2.1. Les données du réseau viaire mobilisées

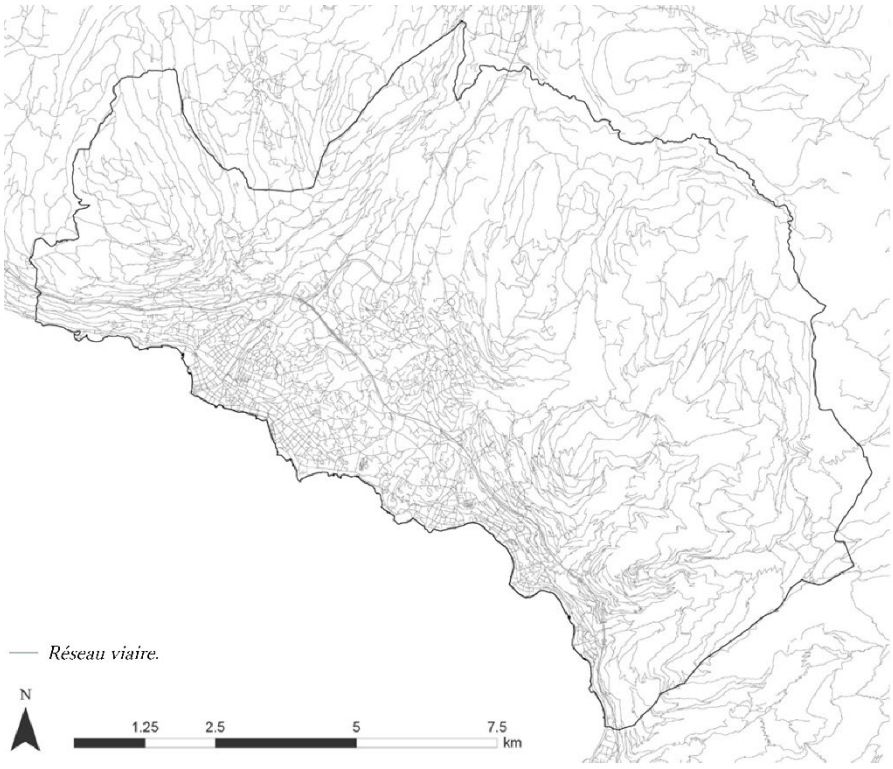


Figure 95. *Réseau viaire. Montreux, Vaud, Suisse.*

> « *Le tracé des voies ne répond pas seulement à la fonction de circulation. Il exprime une conception du monde.* » (Berque, 1982, p. 120)

Cette remarque d'Augustin Berque rend compte dans le cas du japon traditionnel d'une culture qui a privilégié le piéton à la roue [169] (citation, ci-dessus). Si chaque société organise l'espace, une part de cette organisation est perceptible dans le tracé des voies. Cette mémoire spatialisée conditionne le potentiel d'accessibilité offert par une situation urbaine (II.1.7, p. 75). Afin de produire une matrice OD2 pour mon cas d'étude, j'ai utilisé le modèle numérique swissTLM3D [170]. Ce modèle topographique à l'échelle de la Suisse intègre l'ensemble des infrastructures de mobilité, depuis les chemins jusqu'aux autoroutes, ainsi que leurs altimétries. Elle permet de rendre compte d'une métrique pédestre.

[169] Ce qui impacta durablement les mobilités par des tracés favorables à la traction à bras et non aux chars à bœufs, puis à l'automobile.
[170] SwissTLM3D, shop.swisstopo.admin.ch/fr/products/landscape/tlm3D, 18/12/20.

Dans la perspective de prendre en compte le potentiel d'accessibilité en véhicules particulier j'ai expérimenté la mobilisation de la base de données de l'OFROU (Office Fédéral des ROUtes) concernant les limitations de vitesse sur le réseau routier [171]. Cependant je n'ai pas pu utiliser ces données, le réseau sur lequel elles sont informées n'est pas connexe et ne peut donc pas supporter d'analyse réseau. De plus, elles sont incomplètes, tout en étant la source la plus précise disponible (après comparaison avec d'autres bases nationales et OpenStreetMap). Enfin, la jointure avec les données de la base de données SwissTLM3D est inefficace du fait de l'usage d'un réseau topographique différent [172]. Au-delà de l'inexistence d'une base de données robuste, il importe de relever que ce type de recherche permet également d'identifier les données qui méritent une attention de la part des instituts nationaux.

Figure 96. *Les données concernant les limitations de vitesse sur le réseau viaire sont incomplètes et nécessitent un prétraitement spécifique afin de prévenir les différentes situations de jointures spatiales problématiques.*

[171] Cet office m'a fourni un export de la couche de données intégrant les limitations de vitesse sur le réseau suisse. (format ESRI, 17/10/07).

[172] Afin d'éviter les erreurs de jointure telle que la proximité des extrémités, la présence de segments non superposés ou non intersectés, j'ai tenté cette opération en trois temps. Tout d'abord je réalise un buffer (de 2 mètres) sur la couche portant les informations de limitation de vitesse, puis je produis une jointure spatiale entre le centre des segments de la couche contenant le réseau complet et les buffers supports des informations de limite de vitesse. Pour finir j'attribue une valeur par défaut de 50 km/h aux tronçons routiers non informés. Ces opérations ont altéré la connexité du réseau ce qui ne m'a pas permis d'expérimenter avec le potentiel d'accessibilité offert par les véhicules particuliers.

IV.2.2. Les données de transports publics mobilisées

Figure 97. *Shinjuku, sinkdd.*

« *I hope we're helping to bring transit back on equal footing with driving* » (Joe Hughes [173], 2010)

Dans l'ensemble du panorama de l'*Open Data* le cas des données relatives aux transports publics est particulièrement intéressant. Depuis le début du XXI[ème] siècle, l'ouverture de l'accès à la société civile des données produites sur l'urbain est un enjeu pour les différentes agglomérations. Suivant ce mouvement participant à la capacitation de l'individu de nombreuses initiatives, citoyennes ou émanant de sociétés privées, aussi bien locales que mondiales, participent activement à renforcer les dynamiques urbaines grâce à l'usage de ces données.

En 2005, le format GTFS (General Transit Feed Specification) est imaginé par la société de transport de Portland TriMet (Tri-County Metropolitan Transportation district of Oregon, USA). Afin de développer un format standardisé ce fournisseur de services publics prend contact avec différentes sociétés, Google est la seule qui ai donné suite à leurs sollicitations. En 2006, cinq agglomérations américaines adoptent ce format. Au premier octobre 2018, on compte 930 fournisseurs de données dans 532 régions du monde. Le cas de la Suisse est remarquable : dès 2016 une couverture complète des services de transports publics est centralisée et mise à jour régulièrement par les CFF (Chemins de Fer Fédéraux suisses).

[173] Ingénieur informatique pour Google Transit, « How Google and Portland's TriMet Set the Standard for Open Transit Data », Streetsblog San Francisco.

Le sigle GTFS désigne un format de fichier informatique liant les horaires des transports publics et des données géolocalisées afin de caractériser le système topologique des services de transports publics. Ce format qui était initialement nommée Google Transit Feed Specification et a été modifié en octobre 2009, sur proposition de Joe Hughes (Note 173, p. 169).

Il importe de souligner que le rapport usuellement conflictuel durant le XX^{ème} siècle entre les agences de transport public et leur société civile a été dans un premier temps, et le reste encore parfois, un obstacle à l'ouverture de l'accès à ces données. Les arguments les plus souvent mobilisés sont ceux d'un usage erroné de ces informations, d'une publicité néfaste pour les agences publiques ou d'une réticence à la gratuité. Au-delà de l'accès à ces données, la mise en place d'une structure permettant de les mettre à jour suivant les évolutions saisonnières s'avère être une plus-value conséquente permettant de traiter favorablement ces craintes. L'argument concernant la valorisation économique de ces données est particulièrement intéressant du point de vue de l'évolution des usages. Si les agences publiques avaient l'habitude de valoriser ces informations, le mouvement citoyen lié à l'Open Data a rapidement identifié l'argument suivant lequel des usagers qui ont déjà payé pour les systèmes de transports publics n'ont légitimement pas à payer de nouveau pour avoir accès à ces données. Le corollaire réside dans le fait que les agences de transport public ont déjà ces données et qu'il suffit de donner accès à leur téléchargement. Même si cet argument est certainement erroné dans le sens ou toutes les agences ne fonctionnent pas sur le même modèle vis-à-vis de leurs données en interne, la mise en conformité avec ce format peut largement être automatisé lorsque les horaires doivent évoluer. Une telle opération tout en étant relativement simple et peu coûteuse implique un changement d'habitude. Un autre cas général et problématique est celui d'une offre de transports publics supportée par de multiples fournisseurs de services. Nous avons rencontré cette situation lors de l'étude des spatialités lombardes ; c'est également le cas pour la France.

Les données GTFS sont fournies sous la forme de plusieurs fichiers texte. Leur structuration est relationnelle (Figure 98, p. 171) « *Transit data is extremely complex [...] There is a temporal element and special element and it takes a relational database in order to manage all of that information.* » (Bibiana McHugh, Portland's TriMet transit agency, Note 173, p. 169). Un premier fichier identifie les fournisseurs de services (agency.txt). Un autre décrit les types de services proposés (routes.txt). Deux fichiers rendent comptent de la dimension temporelle des services (calendar-dates.txt et calendar.txt), un autre de la spatialisation des arrêts (stops.txt). Trois fichiers supplémentaires décrivent les services de transports publics (trips.txt,

stop_times.txt et transferts.txt) enfin un dernier contient les métadonnées caractérisant chaque mise à jour (feed_info.txt).

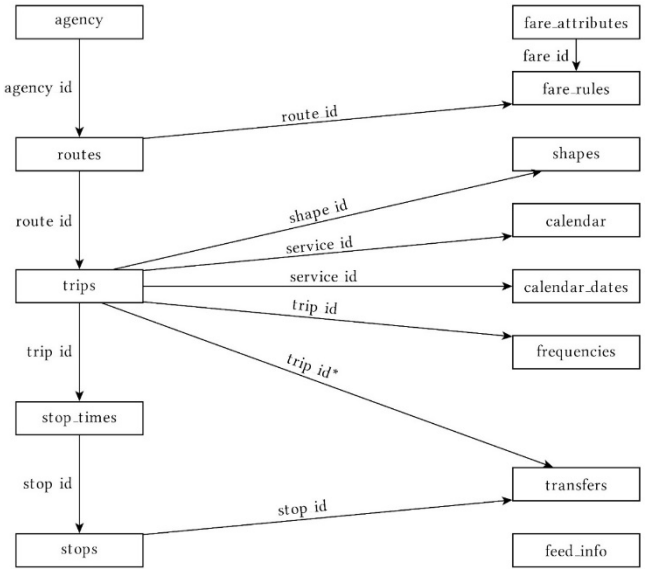


Figure 98. *Structuration des données GTFS, Alexander Karpushov, Suiss Topicity, Habitat, EPFL.*

La couverture spatiale de ces données m'a permis de délimiter dans un premier temps mon cas d'étude à la Suisse. La disponibilité de ces données ainsi que leur mise à jour régulière a rendu imaginable de pouvoir analyser les écarts en intégrant une métrique topologique concernant les transports publics en complément d'une métrique topographique supportée par les données du réseau viaire.

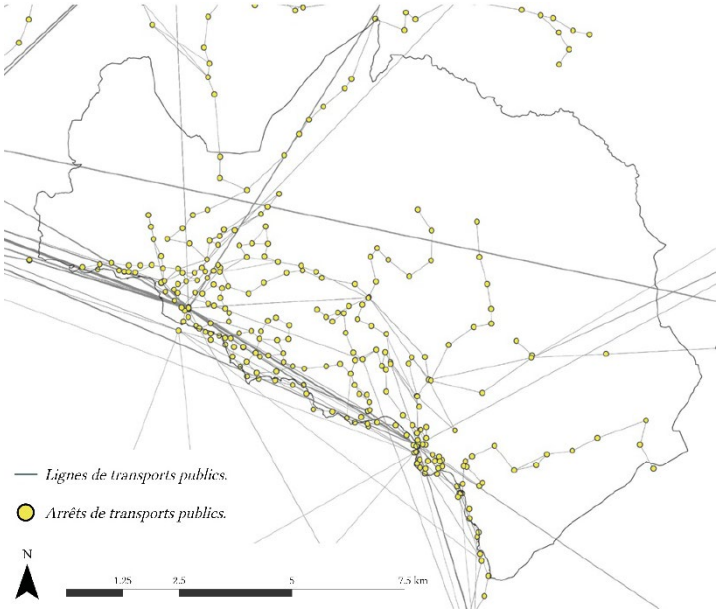


Figure 99. *Réseau de transports publics de la partie ouest du district de la Riviera-Pays-d'Enhaut.*

IV.3. Produire une discrétisation de l'urbain

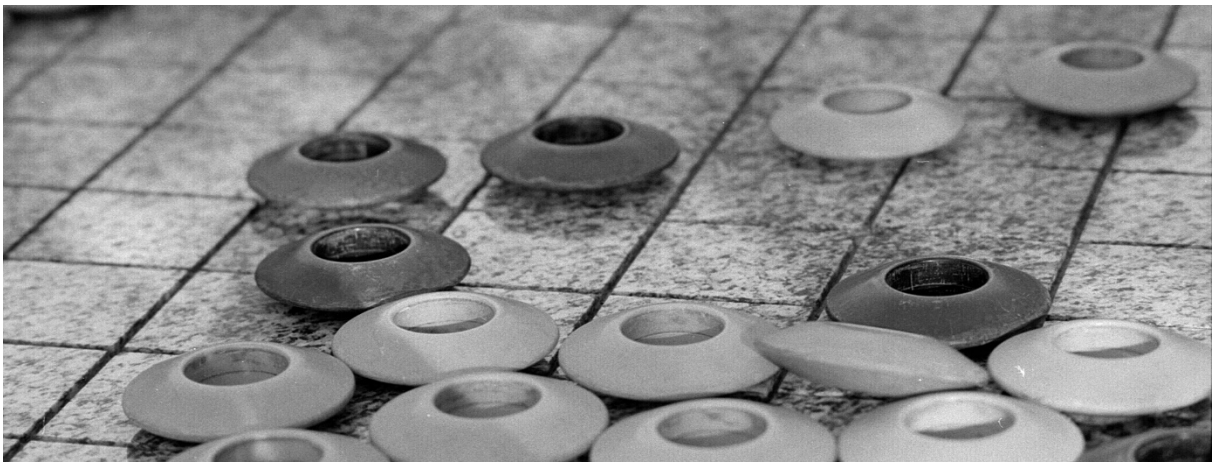


Figure 100. *Goban.*

> « *Posons quant à nous que l'objet espace, le sujet qui l'examine, et la méthode qui lui applique, sont à chaque instant co-intégrés en une configuration particulière, déterminée par le jeu de ces trois termes et les déterminant simultanément ; qu'en outre ladite configuration engendre elle-même un espace, lequel, si abstrait ou second soit-il par rapport à l'objet espace du début, ne peut en être dissocié que par commodité de langage ; car, en fait, il ressortit à un même ensemble : à savoir l'espace (ou plutôt l'espace-temps) où tout cela existe. Et ainsi de suite, à l'infini* [...]*On conçoit, devant pareil thème, les limites de toute méthode, et la nécessité de trancher dans le vif en s'imposant des conventions ; ce que chacun fait du reste, mais souvent à son propre insu.* » (Berque, 1982, p.20)

Concernant l'espace, la caractérisation d'un phénomène discret est fondée sur l'identification d'éléments n'ayant pas de relations topographiques (II.2.1, p. 83). L'opposé d'un tel phénomène est dit continu [174] (Encadré 28, p. 174). La représentation usuelle d'un ensemble ou d'un système discret est un ensemble de points en relation, un espace topologique (Figure 100, ci-desssus). Ce type de formalisation est couramment mobilisé pour l'étude des réseaux de villes comme ce fut le cas dans le cadre du projet post-projection mobilisant une logique d'attraction-répulsion [175] (Figure 47, p. 91). La discrétisation est également intéressante

[174] Le géographisme est fondé sur une acception continue de l'espace (Encadré 19, p. 114).
[175] Pour les dynamiques d'attraction-répulsion il est courant de simplifier un attracteur à un point, à un attracteur discret. Cependant, de nombreux phénomènes impliquent des attracteurs continus tels que le lit d'un fleuve pour son bassin fluvial. De tels attracteurs peuvent être modélisés par un ensemble discret, tel que l'attracteur de Lorentz. Un ensemble discret peut contribuer à la modélisation d'un phénomène continu. L'inverse n'est pas possible.

concernant le temps afin de rendre compte des discontinuités [176]. L'étude des spatialités bénéficie d'une conceptualisation discrète de l'espace-temps (Figure 101, ci-dessous).

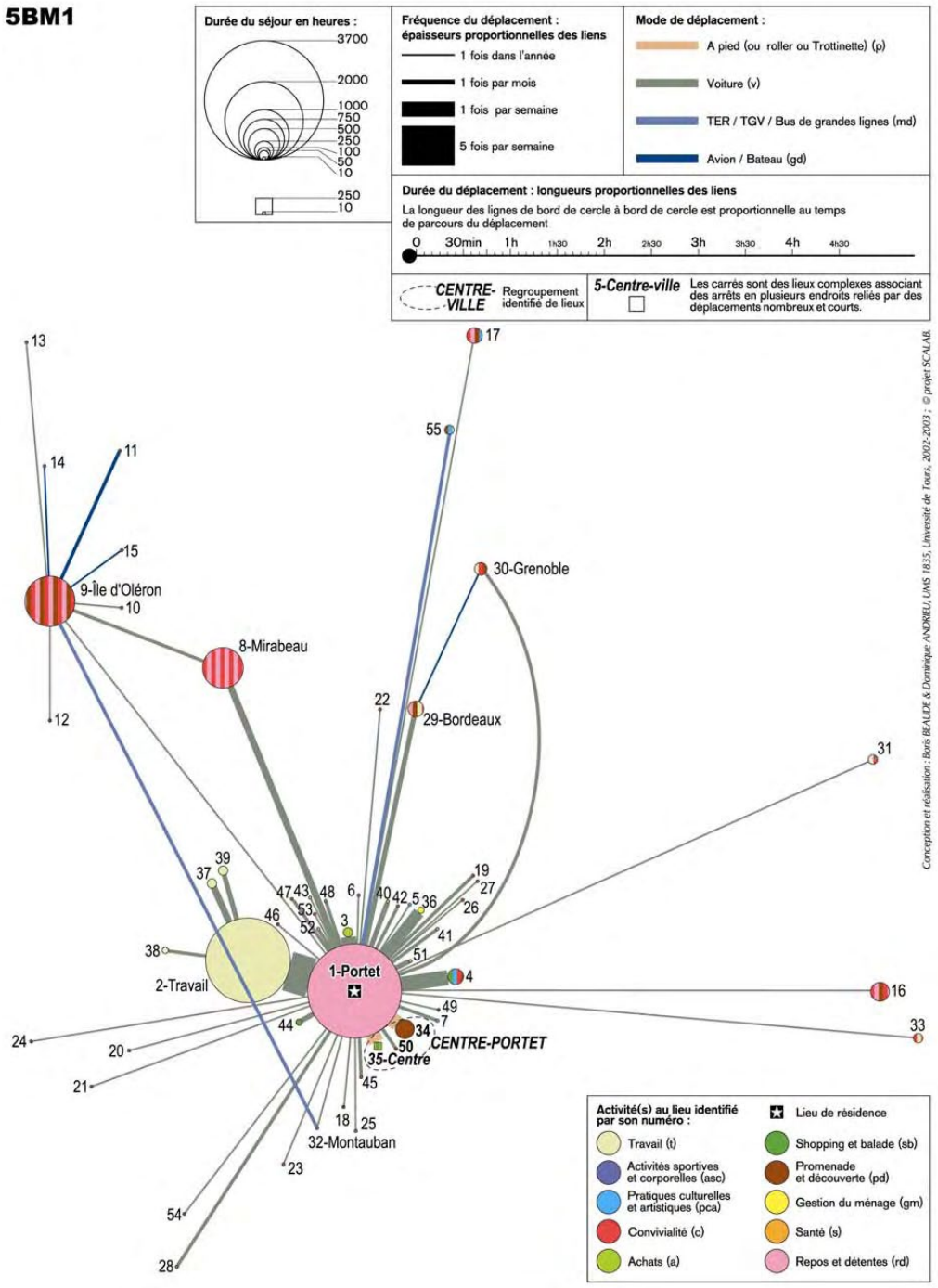


Figure 101. *Des lieux et des liens : styles spatiaux des individus contemporains (J. Lévy et al., 2016, p. 3).*

[176] Dans le cas des transports publics, elle permet par exemple d'entrer en matière avec la fréquence afin de caractériser les relations entre les arrêts.

Encadré 28. Espace continu, espace discret

Nous avons vu l'importance d'expliciter les conceptualisations de la notion d'espace tant elles participent à notre régime de connaissance (II.2.1, p. 83). Afin de les préciser, la notion de *quanta* est particulièrement intéressante.

Au début du XX^{ème} siècle Max Planck [1858-1947] découvrit le comportement non pas continu, mais discret du rayonnement des corps noirs. Alors en contradiction avec de nombreuses observations macroscopiques, il finit par accepter ce résultat expérimental et proposa la théorie des quanta [177]. Cette découverte fondamentale a contribué au raffinement du modèle atomique proposé en 1913 par Niels Bohr [1885 – 1962] et à l'émergence de la mécanique quantique en 1925. Ces évolutions théoriques illustrent l'impact d'une évolution conceptuelle du réel qui n'est plus exclusivement conçu comme un phénomène continu, mais discret, tout du moins pour l'infiniment petit. Il faudra attendre la fin du XX^{ème} siècle et les contributions, entre autres, d'Abhay Ashtekar [1949-] et Carlo Rovelli [1956-] pour voir émerger une théorie vérifiable de l'unification des physiques macroscopiques et microscopiques (la gravitation quantique à boucles). Cette proposition, toujours au cœur des débats scientifiques, entre en matière avec le paradoxe lié aux conceptualisations de l'espace pour la physique : l'infiniment petit est discret, absolu et relationnel (mécanique quantique), l'infiniment grand est continu, relatif et relationnel (l'espace-temps de la relativité générale) et l'entre-deux est supporté par une conceptualisation de l'espace continue, absolue et positionnelle (théorie de la gravitation).

Dans le cadre de la gravitation quantique à boucles, l'espace est conceptualisé de manière discrète, relative et relationnelle, sous la forme d'un réseau de spin. Dans ce cadre théorique, le temps émerge des interactions au sein de ce réseau. Ce qui amène la proposition aussi célèbre que subversive de Carlo Rovelli : et si le temps n'existait pas ? Les développements contemporains de ces recherches ont identifié un phénomène à partir duquel la mobilisation du temps est impérative : l'entropie. Ce que nous pouvons comprendre comme une émergence du temps nous renvoie à la grille de lecture proposée par Warren Weaver (I.1.2, p.27) et plus précisément aux problèmes de complexité désorganisée qui ont introduit la notion d'entropie.

Afin de traiter ma problématique méthodologique (p. 52), il s'agit de ne pas supposer *a priori* que ces réalités sociales soient continues, tout en étant en mesure d'observer ces cas particuliers, de les identifier *a posteriori* (Note 175 , p. 172).

[177] La notion *quantum*, signifie en latin *combien,* et désigne la mesure élémentaire d'un phénomène. Elle a pour pluriel *quanta* qui permet de dénombrer les valeurs que ce phénomène admet. Prenons l'exemple du spectre d'émission d'un élément chimique. Il est composé d'un ensemble spécifique de longueurs d'onde. Cet ensemble n'est pas continu, il ne couvre pas l'ensemble des longueurs d'onde existantes. Un tel phénomène est appelé discret.

Pour ce qui concerne la modélisation urbaine, la discrétisation que je cherche à produire est une représentation de l'espace topographique permettant d'intégrer des informations topologiques. Cette formalisation doit permettre de rendre compte de la localisation des réalités sociales ainsi que de leurs relations afin d'entrer en matière avec l'identification de leurs limites, de leurs capitaux de position et de situations (Hypothèse 2, p. 39).

Dans le cas de la Suisse, l'Office Fédéral de la Statistique a établi une grille hectométrique permettant de spatialiser différentes données. Dans la perspective de pouvoir expérimenter avec ces données, j'ai discrétisé ce fond de carte (Figure 102, ci-dessous).

Par convention, les coordonnées de chacun de ces hectares se trouvent dans l'angle sud-ouest. Afin de faciliter les analyses réseau et la représentation cartographique, j'ai produit deux fonds de cartes :

- une discrétisation centrée de chaque hectare.
- une représentation des surfaces de ces hectares.

Il s'agit ensuite de réaliser une jonction spatiale afin d'attribuer aux polygones hectométriques le champ clef [178] qui me permettra de lier les différents types de données correspondant à chacun de ces espaces.

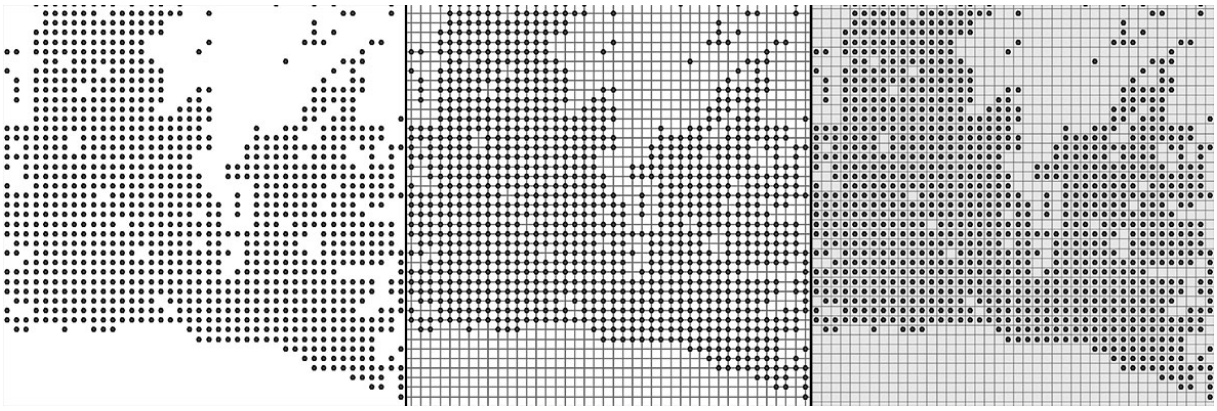


Figure 102. *Illustration du traitement sur une partie de la commune de Lausanne.*

[178] Dans ce cadre de cette expérimentions j'ai conservé l'identifiant unique *RELI* de l'Office Fédéral de la Statistique.

Durant la plupart de mes expérimentations, je n'ai utilisé que le fond de carte discrétisé tant les temps de traitement sont significativement plus faibles que pour des surfaces. Ce constat est valide pour les deux systèmes d'information géographique que j'ai utilisés : QGIS et ArcGIS.

Il importe de relever que le formalisme de l'hectare a été privilégié après des recherches concernant les données mobilisables. Il existe différentes grilles de ce type dont les plus courantes sont les grilles kilométriques. Certains états font usage de grilles bihectométriques. Au regard de l'objectif d'avancer vers une preuve de concept qui permette de prendre en compte une métrique topographique pédestre et une métrique topologique relative aux transports publics, la granulométrie de l'hectare est intéressante [179] (I.3.3, p. 52).

La contrepartie significative relative à une source de données aussi fine concerne la quantité d'éléments à traiter. Pour la Suisse, cela représente plus de quatre millions d'entités. Les temps de calcul relatifs à cette quantité de données m'ont contraint à mobiliser un cas d'étude plus restreint afin de faciliter l'expérimentation des algorithmes que j'ai développés durant cette recherche (Encadré 29, p. 177). J'ai également veillé à systématiquement les optimiser afin de diminuer leur temps d'exécution (IV.7, p. 182).

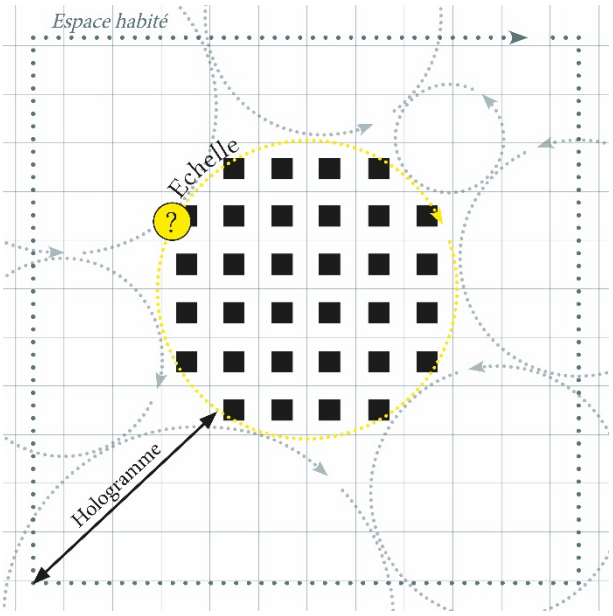


Figure 103. *Discrétiser l'espace habité pour l'identification des lieux.*

[179] L'hypothèse de travail concernant cette modélisation urbaine est orientée vers l'identification de lieux, ces espaces où la distance n'est pas pertinente (III.4.2, p. 148). Tant du point de vue des métriques pédestres que des métriques relatives aux transports publics cette granulométrie est inférieure aux écarts usuellement parcourus, aux écarts pertinents (Figure 101, p. 173).

Encadré 29. Le cas d'étude support de l'expérimentation méthodologique

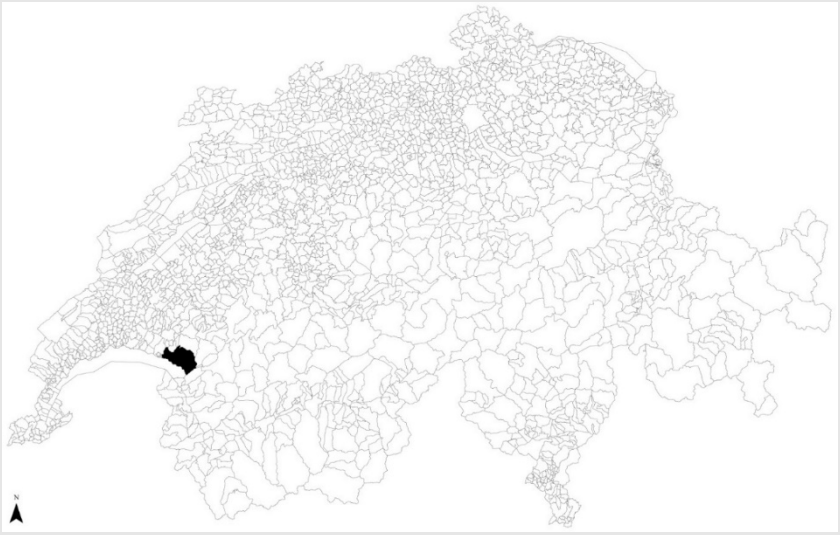


Figure 104. *Partie ouest du district de la Riviera-Pays-d'Enhaut, Montreux, Vaud, Suisse.*

Durant ce chapitre, je vais illustrer ma contribution méthodologique sur la partie ouest du district de la Riviera-Pays-d'Enhaut. Ce choix est lié au développement d'une recherche sur la notion de topicité dans le cadre du projet Time Machine, porté par le centre de recherches transdisciplinaires HABITAT de l'ÉPFL [180]. L'objet de cette recherche est d'entrer en matière avec l'impact d'évènements sur les systèmes urbains en étudiant les visages des lieux dans le temps (III.4, p. 137). Nous avons étudié le Montreux Jazz Festival.

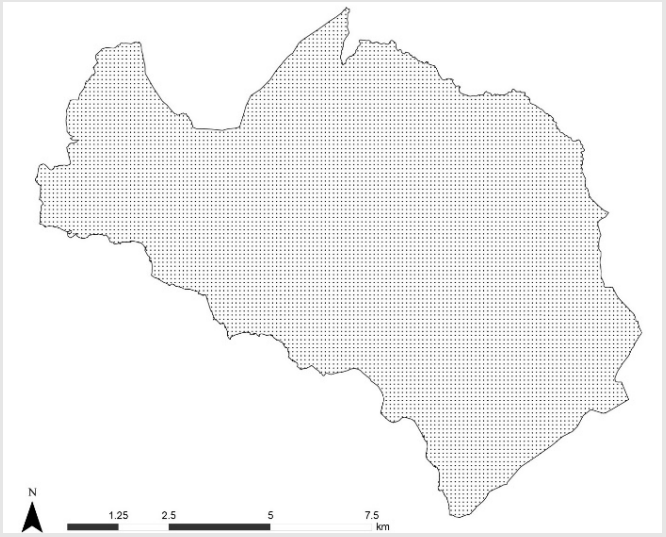


Figure 105. *Discrétisation hectométrique de mon cas d'étude, Montreux, Vaud, Suisse.*

[180] « *Habitat research center is a trans-disciplinary research platform. Its aim is to explore the urban phenomena and to produce visions, strategies and projects on this primary and crucial topic* », Centre Habitat, EPFL, 19/03/07.

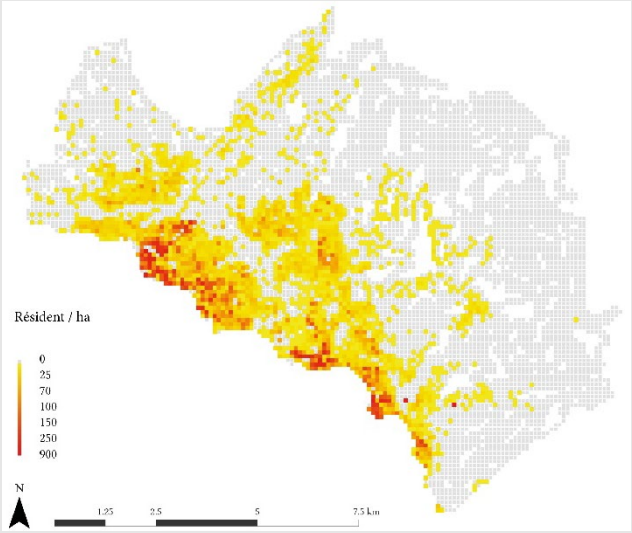


Figure 106. Population résidente, relevé hectométrique (Statpop, 2015).

Les données mobilisées pour les expérimentations proviennent de la dernière mise à jour du peuplement virtuel (Encadré 27, p. 166) ainsi que l'accessibilité suivant une métrique conjointement topographique et topologique de quinze minutes à sept heures le 29 juillet 2018.

IV.4. Produire une matrice Origine-Destination et Destination-Origine (OD2)

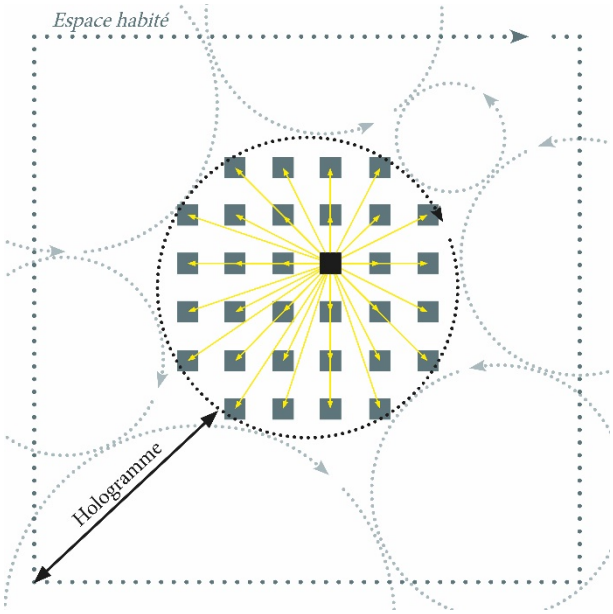


Figure 107. *Produire une matrice Origine – Destination (OD) : illustration pour une origine.*

« Nous partons d'un constat : les distances effectives dans les espaces humains ne sont pas appréhendables en seulement deux (ou même trois) dimensions, car elles ne respectent pas les principes

> *de la « métrique euclidienne », notamment l'inégalité triangulaire (AC≤ AB + BC).* […] *Pourquoi alors ne pas assumer le fait que le système de distances soit appréhendé comme disposant de n dimensions, que, d'une manière ou d'une autre, on devra réduire à deux pour les visualiser sur un espace plan* ? » (J. Lévy, Maitre & Romany, 2016. p. 19)

Une matrice Origine-Destination (abrégé par le sigle OD) est une table pouvant contenir des informations quantitatives (écart, flux, coût, etc.) et/ou qualitatives (appréciation, fréquentation, motif, etc.) entre un ensemble d'origines et un ensemble de destinations [181] (Figure 107, ci-dessus ; Figure 117, p. 192). Une telle matrice constitue un outil d'analyse, si nous la produisons à partir du réel, mais peut également être utilisée comme support de simulation en formulant des hypothèses sur son évolution. Dans le cadre de cette recherche, je me limite à problématiser et décrire la construction d'une matrice d'analyse.

Pour ce qui concerne l'aménagement urbain, de telles matrices permettent d'entrer en matière avec des problèmes de régulation concernant la congestion, la consommation énergétique voire l'évaluation d'une stratégie tarifaire. Cet outil est largement mobilisé afin d'évaluer différentes spatialisations de réalités sociales suivant une acception absolue et relationnelle de l'espace. À titre d'exemple, la visualisation suivante (Figure 108, p. 180) mobilise une matrice OD concernant les transports publics.

Il est évident que la superposition des informations d'accessibilité depuis d'autres origines perturbera largement la lecture d'une telle cartographie [182] (citation, ci-dessus ; Post-projection, p. 91). Dans mon cas d'étude, il existe potentiellement plus de 9500 origines (Encadré 29, p. 177). De plus, j'ai précisé que les écarts dans l'espace réel sont asymétriques [183] (III.2.1, p. 115) et aussi exploré l'implication de ce constat pour la représentation cartographique à l'échelle du Monde (Figure 47, p. 91). Pour faire suite à la discrétisation spatiale adoptée, je postule que la distance

[181] Les analyses couramment menées à partir de cet outil relèvent de l'évaluation de services offerts par un système d'infrastructures, matériel ou immatériel.
[182] Si l'on peut être tenté de produire une visualisation en tout point par superposition des différentes couches de données relevant de chaque origine, cette option consiste à se tromper d'espace, à mobiliser une représentation absolue et relationnelle pour un phénomène qui est relatif et relationnel (IV.7, p. 210).
[183] Les informations relatives aux trajets sont dynamiques et asymétriques. C'est également vrai pour des données qualitatives comme la qualité perçue d'un trajet. À ce titre il importe de relever que les méthodes d'acquisition de ces informations évoluent très rapidement comme en témoigne l'application mobile *Urby* [me], développée par Fernando Simas et Dominic Villeneuve[183]. L'argument contemporain soutenant le développement de telles applications est souvent relatif à l'acquisition d'informations en temps réel. Les questions posées à travers cette application, relatives au présent, peuvent être complétées par la perception d'un trajet dans le passé : de quoi nous souvenons-nous – qu'avons-nous oublié ? (III.4, p. 137) La question de l'itinéraire retenu dans le cas général où plusieurs sont possibles est également pertinente (Encadré 24, p. 153).

d'un hectare à lui-même est nulle et cherche donc à établir une matrice des écarts carrée de diagonale nulle.

$X = (x_{ij})_{1 \leq i, j \leq n}$ est de diagonale nulle si $x_{ii} = 0$ pour tout i =1, …, n.

Pour ce faire, il importe de produire les informations d'écarts concernant les trajets aller (Origine-Destination) et les trajets retour (Destination-Origine). L'objectif est d'établir une matrice asymétrique d'accessibilité virtuelle entre les différents hectares (OD2).

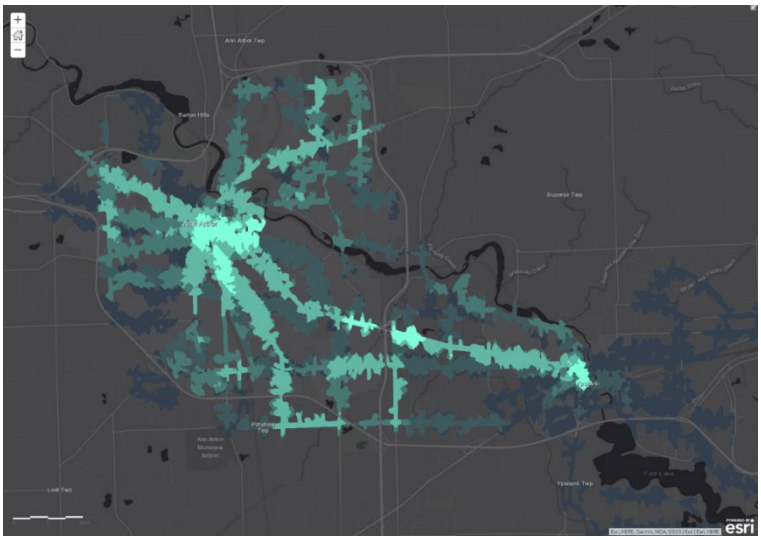


Figure 108. *Isochrone, Ann Arbor Trips per Hour, arcgis.*

La première option explorée pour établir une telle matrice a été la mobilisation de l'API Google distance-matrix. Ce service offre la possibilité d'obtenir la durée d'un trajet entre une série d'origines et une de série de destinations à une date précise. Il est possible de paramétrer le format de réponse (JSON ou XML). L'identification des origines et des destinations se fait à l'aide de leurs latitudes et de leurs longitudes. Il est possible de spécifier un mode de transport et certaines limitations (usages des autoroutes, des transports publics, etc.). Ces données sont usuellement visualisées avec l'application itinéraire de Google Map.

Figure 109. *Itinéraire, Google Map.*

J'ai programmé la génération de requêtes en Python afin de parcourir systématiquement l'ensemble des centres de la grille hectométrique à l'échelle de la Suisse. Le résultat de chaque requête reçue, au format JSON, a été parsé afin de compléter itérativement la matrice OD2. Après de nombreux essais, il s'avère que cette méthode est trop coûteuse en temps. Je l'ai cependant utilisée dans différents projets n'impliquant qu'un nombre restreint d'origines et de destinations.

Sans être efficiente pour un système urbain, cette étape m'a cependant permis d'entrer en matière avec la programmation d'un processus de tuilage, la manipulation de différents formats de fichiers et d'augmenter mes compétences en Python. Suite à cette étape, j'ai exploré simultanément plusieurs pistes concernant l'établissement d'une telle matrice. J'ai opté pour évaluer la faisabilité d'une modélisation du système de transport public afin de mesurer les écarts recherchés. La programmation d'un algorithme complet d'analyse réseau a été définitivement écarté suite à la découverte de l'existence d'un module d'analyse réseau sous ArcGIS permettant d'intégrer les sources de données exploitées par Google concernant les transports publics : le format GFTS (IV.2.2, p. 169).

IV.5. Les outils de modélisation mobilisés

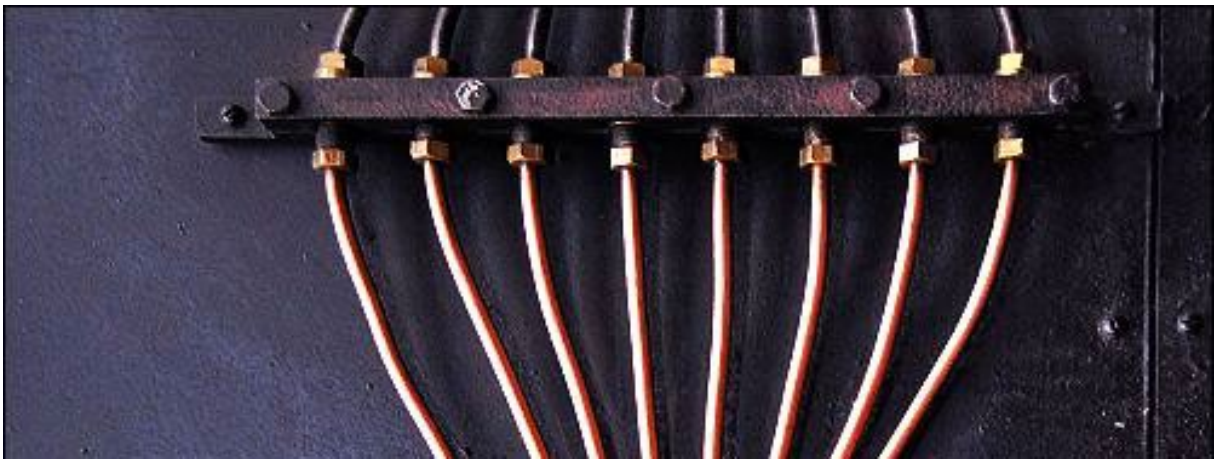


Figure 110. *hypomnesic synapse, Jef Safi.*

Avant de décrire le processus d'analyse de mes expérimentations il importe de préciser le cadre global de l'environnement logiciel ainsi que les paramètres globaux [184].

Mes premières expérimentations relatives à l'usage des API Google Transit et Google Place ont été visualisées et analysées avec QGIS, l'expérimentation concernant la modélisation de la notion de lieu suivant une métrique conjointement topologique et topographique a été réalisée avec le module d'analyse réseau d'ArcGIS. Ce choix est lié à la mobilisation d'une extension permettant l'intégration des données GTFS (IV.2.2, p. 169). L'environnement logiciel de cette modélisation est constitué de :

- Microsoft .NET Framework 3.5 sp1.
- ArcGIS Desktop 10.3.
- ArcGIS 10.3 *Background GeoProcessing*.
- Extension de ArcGIS :
  - *Network Analyst*.
  - *Add GTFS to a Network Dataset*.
- Environnement de développement intégré Python (IDE) : PyScripter.
- Ensemble d'outils de géotraitement python : Arcpy.

[184] Le développement des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) est le principal vecteur de la généralisation de l'usage de cartographie technique. Il permet également le dépassement de ces pratiques afin de produire un langage propre : le *MapDesign* (Poncet, 2017). Afin de produire une cartographie du gradient d'urbanité, il est nécessaire de mobiliser les outils de représentations adéquats aux différentes étapes d'analyse.

L'usage d'un Système d'Information Géographique (SIG) implique une attention fine aux différents systèmes de coordonnées et de projections. Afin de permettre la réalisation de nombreuses opérations dont les analyses spatiales, il est nécessaire que l'ensemble des jeux de données soit exprimé dans le même système de coordonnées géographiques. Le système de coordonnées géographiques actuellement le plus couramment utilisé concernant la planète est nommé *WGS 1984* (GCS_WSG_1984 WKID:4326 Autorité:EPSG) [185]. Il permet une couverture mondiale des informations et est notamment utilisé pour traiter les données GPS.

Pour compléter ce système de couverture mondiale, les systèmes de coordonnées nationaux s'appuient sur une histoire plus ancienne, offrent une précision localement supérieure et permettent de faciliter la manipulation des informations grâce à l'établissement d'une origine relativement proche plaçant le pays dans le cadran positif des coordonnées. Le système historique pour la Suisse est nommé CH1903 (GCS_CH1903 WKID:4149 EPSG :21781). Dans les années 1990, afin de permettre l'interopérabilité avec les données satellites GPS, la précision de ce système de coordonnées a dû être améliorée [186]. Ce système est nommé CH1903+ (GCS_CH1903+ WKID:4150 EPSG :2056) et offre une précision de l'ordre du centimètre en planimétrie et de 3 centimètres pour l'altimétrie [187]. Les systèmes de projection associés à ces systèmes de coordonnées sont respectivement LV03 et LV95. Pour l'ensemble de mes expérimentations concernant la Suisse j'ai utilisé le système de coordonnées et de projection : CH1903+ / LV95.

Code 1. Caractérisation de la projection

arcpy.env.outpoutCoordinateSystem = arcpy.SpatialReference(2056)

Cette fonction permet de projeter à la volée les couches en entrée dans le système de coordonnées défini et d'imposer une projection pour les couches en sortie dans ce même système [188].

[185] L'histoire de ce système de coordonnées remonte à la seconde moitié du XX^{ème} siècle. Son invention est une conséquence directe de l'émergence d'enjeux planétaires comme la mobilité, qui nécessite de rendre comparables des systèmes de coordonnées nationaux ou continentaux. La version actuellement utilisée date des années 1980, est géocentrique et offre une précision de l'ordre du mètre. Les évolutions récentes de ce format, EGM96 et EGM2008 sont fondées sur une définition plus fine du géoïde.

[186] Office fédéral de topographie, swisstopo, https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/mensuration-geodesie/nouvelles-coordonnees.html, 18/11/14.

[187] Mensuration nationale MN95,swisstopo, https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/mensuration-geodesie/cadres-de-reference/local/mn95.html, 18/11/14.

[188] Bien que cette précaution prévienne l'usage de couches qui ne soient pas compatibles du fait d'un système de coordonnées différent, certaines opérations nécessitent d'utiliser une couche en entrée qui soit nativement dans la projection utilisée lors de l'exécution des différentes opérations.

Les premières analyses réseau ont été effectuées directement sous ArcMap, cependant les temps de traitement significatifs m'ont rapidement orienté vers la recherche et l'identification d'une méthode permettant d'accélérer ces temps de calcul : *Background GeoProcessing* [189]. Ce package rassemble l'ensemble des fonctions utilisables sous ArcMap afin de les utiliser directement avec Python.

Afin de pouvoir identifier rapidement les erreurs durant les nombreux tests, j'ai utilisé une structure *try / except* permettant de situer la partie de code problématique. De manière complémentaire, si une erreur se produit durant l'exécution d'un script sur un ensemble de données important, des rapports d'avancement sont régulièrement enregistrés sous forme de fichiers texte (.csv) afin de pouvoir redémarrer le processus directement depuis cet avancement une fois le problème résolu. Les rapports finaux sont également sous ce format (Figure 115, p. 191).

La quantité d'informations traitées durant l'ensemble du processus d'analyse m'a imposé d'accorder un temps conséquent à l'optimisation des calculs. Dans le cas général, la résolution satisfaisante d'une opération était suivie de nombreuses expérimentations afin de réduire le temps dédié à celle-ci. Afin d'évaluer les performances relatives de ces variantes, j'ai systématiquement utilisé une fonction permettant de mesurer le temps d'exécution.

Code 2. Fonction de mesure du temps d'exécution

```
#---------------------------- FUNCTIONS -------------------------------------
#----------------------------------------------------------------------------

    def timeit(function):
        def wrapper(*args, **kwargs):
            st = datetime.datetime.now()
            output = function(*args, **kwargs)
            elapsed = str(datetime.datetime.now()-st)[:-4]
            if hasattr(function, 'im_class'):
                fname = '.'.join([function.im_class.__name__, function.__name__])
            else:
                fname = function.__name__
            print'"{0}" from {1} Complete - Elapsed time: {2}'.format(fname, sys.modules[function.__module__], elapsed)
            return output
        return wrapper
```

Une étape significative dans ce processus d'optimisation a été l'identification et la création de champs permettant de classer les entrées. Quand cela est possible, un tel classement évite de parcourir l'ensemble des classes d'entités ou des bases de données. Une fois l'entrée recherchée atteinte, le processus est interrompu et l'entrée suivante est testée.

[189] Les temps de chargement en mémoire restent identiques, les temps de calcul sont significativement réduits.

Code 3. Fonction de classement des tables

```
#rankFunction2
@timeit
def rankMIN2(allOriginID,num,originField,destinationField,rankField,timeField):
    sizeRow = 4
    for Origin in allOriginID:
        OriginID_name = "GE_ORIGINES_"+str(Origin)
        fc = OriginID_name
        #CREER UN FICHIER MIN
        OriginID_nameMin = "GE_ORIGINES_"+extensionMin+"_TEST"+str(num)
        if not arcpy.Exists(OriginID_nameMin):
            arcpy.CreateTable_management(env.workspace, OriginID_nameMin, OriginID_name)
        minLine = arcpy.da.InsertCursor(OriginID_nameMin,[originField,destinationField,rankField,timeField])
        rank = num
        upRank = [None]*sizeRow
        wc = "\""+rankField+"\"="+str(rank)
        sc = (None,'ORDER BY %s'%rankField)
        with arcpy.da.SearchCursor(fc,[originField,destinationField,rankField,timeField],where_clause=wc,sql_clause=sc) as rows:
            for r in rows:
                for e in range(0,sizeRow):
                    upRank[e] = r[e]
                break
        del rows
        minLine.insertRow(upRank)
        print OriginID_name
    del minLine
```

Dans cet exemple, le classement se fait sur le champ rankfield (ligne 352). Les entrées recherchées sont limitées à une variable rank (ligne 351). L'ensemble des classes d'entités correspondant aux origines sont parcourues suivant ces paramètres. Lorsqu'une correspondance est trouvée, elle est enregistrée dans une nouvelle classe d'entités qui sera le support de l'étape suivante (ligne 359).

Code 4. Création et manipulation des données hectométriques

Afin de manipuler aisément les données hectométriques, sous forme discrétisée, de grille et de surface (Figure 102, p. 175), j'ai créé une série de scripts permettant :

L'import des données hectométriques grâce à la fonction : *arcpy.MakeXYEventLayer_management()*

La création et la sauvegarde de classes d'entités grâce à la fonction : *arcpy.CopyFeatures_management()*

La création et la sauvegarde de fichier .shp grâce à la fonction : *arcpy.FeatureClassToShapefile_conversion()*

La création d'une grille à partir d'un ensemble de points grâce à la fonction : *arcpy.CreateFishnet_management()*

La découpe des grilles produites à l'échelle de la Suisse suivant les périmètres d'expérimentations grâce à la fonction : *arcpy.Clip_analysis()*

Ces scripts ont été utilisés pour formater les données utiles aux expérimentations à l'échelle de la Suisse, de l'agglomération de Lausanne, du canton de Genève et du district de Montreux. J'ai complété ces derniers par la réalisation d'un script permettant l'automatisation des découpages à une échelle administrative paramétrable.

IV.5.1. Création du réseau permettant le calcul de la matrice OD2

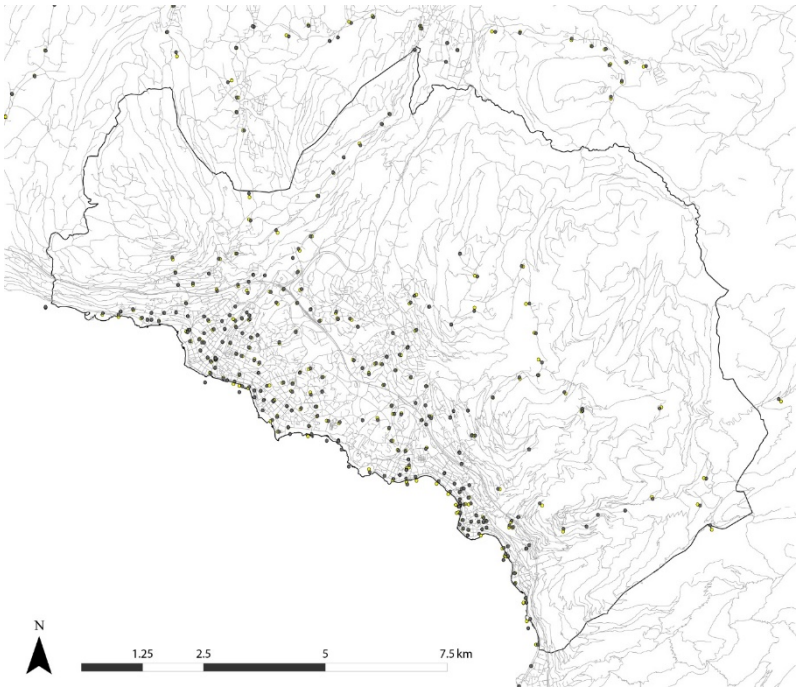


Figure 111. *Connecteurs entre le réseau viaire et les arrêts de transport public.*

> « *Add GTFS to a Network Dataset allows you to put GTFS public transit data into an ArcGIS network dataset so you can run schedule-aware analyses using the Network Analyst tools, like Service Area, OD Cost Matrix, and Location-Allocation.*
>
> *After using these tools to set up your network dataset, you can use Network Analyst to perform transit/pedestrian accessibility analyses, make decisions about where to locate new facilities, find populations underserved by transit or particular types of facilities, or visualize the areas reachable from your business at different times of day. You can also publish services in ArcGIS Server that use your network dataset.* » (Melinda Morang, Esri)

Afin d'intégrer des données GTFS à une analyse réseau, j'ai utilisé l'extension Network Analyst d'ArcGIS. Il importe de relever que cet outil permet une analyse temporelle par la caractérisation d'une heure précise d'analyse. Les données GTFS étant produites à la minute, elles permettent d'entrer en matière avec une caractérisation de la granulométrie temporelle du modèle.

Cet instrument d'analyse permet également d'établir différents profils d'utilisation, de vitesse, d'intégrer la congestion ou de simuler la rupture de certaines liaisons. Il permet une

modélisation de l'altimétrie afin de traiter des situations compliquées où la connexité se déploie sur plusieurs niveaux. L'ensemble des possibilités offertes dépasse largement les objectifs de cette recherche. Le fait de pouvoir créer des profils différents de marcheurs et de grands marcheurs, d'usagers ne souhaitant pas utiliser un mode de transport laisse entrevoir la richesse de cet outil pour l'analyse du potentiel d'accessibilité en fonction des spatialités et de la motilité des acteurs.

Après avoir téléchargé les données des services disponibles, il est possible de vérifier la période temporelle informée dans le fichier *feed_info.txt*. Il est important de souligner qu'il est possible d'utiliser plusieurs ensembles de données dans le cas où les services de transport publics sont assurés par différents fournisseurs. Pour ce qui concerne la Suisse, ces informations sont centralisées et publiées par le secrétariat des tâches du système d'information à la clientèle pour le compte de l'Office Fédéral des Transports. Ces données sont accessibles sur le portail *OpenData* de l'administration publique suisse [190]. Pour ce qui concerne le Monde, ces données sont accessibles via différentes plateformes [191]. Bien que la couverture à l'échelle de la Terre soit actuellement partielle, l'usage de ce format de données se développe très rapidement.

Afin de pouvoir réaliser une analyse réseau, il est nécessaire d'avoir les données concernant le réseau viaire à étudier sous la forme d'une seule classe d'entités. Dans le cadre de cette recherche, j'utilise le réseau TLM_STRASSE issu de la base de données swissTLM3D [192].

Code 5. Les étapes de production d'un réseau topographique et topologique

Création d'une base de données avec la fonction :

arcpy.CreateFileGDB_management(...)

Création d'un jeu de classes d'entités avec la fonction :

arcpy.CreateFeatureDataset_management(...)

Génération du réseau de transport public avec la fonction :

arcpy.GenerateTransitLinesAndStops_transit(...)

Génération des connecteurs entre les arrêts de transports publics et le réseau viaire avec la fonction :

arcpy.GenerateTransitLinesAndStops_transit(...)

[190] opendata.swiss, 18/11/22.
[191] transitfeeds.com ; transit.land ; transitwiki.org, 18/11/22.
[192] shop.swisstopo.admin.ch/fr/products/landscape/tlm3D, 18/11/22.

Cette étape lie le réseau de transports publics au réseau viaire. Il importe d'être particulièrement attentif aux erreurs de liaison. Afin de les éviter, il est possible de configurer un buffer concernant la jointure des arrêts au réseau. Dans cette expérimentation je l'ai calibré à 100 mètres (Figure 113, p. 210).

Finalisation du réseau avec la fonction :

arcpy.BuildNetwork_na(...)

Réattribution d'identifiants uniques pour l'ensemble des jonctions :

arcpy.GetNetworkEIDs_transit(...)

Cette dernière étape permet d'éviter les conflits d'identifiants.

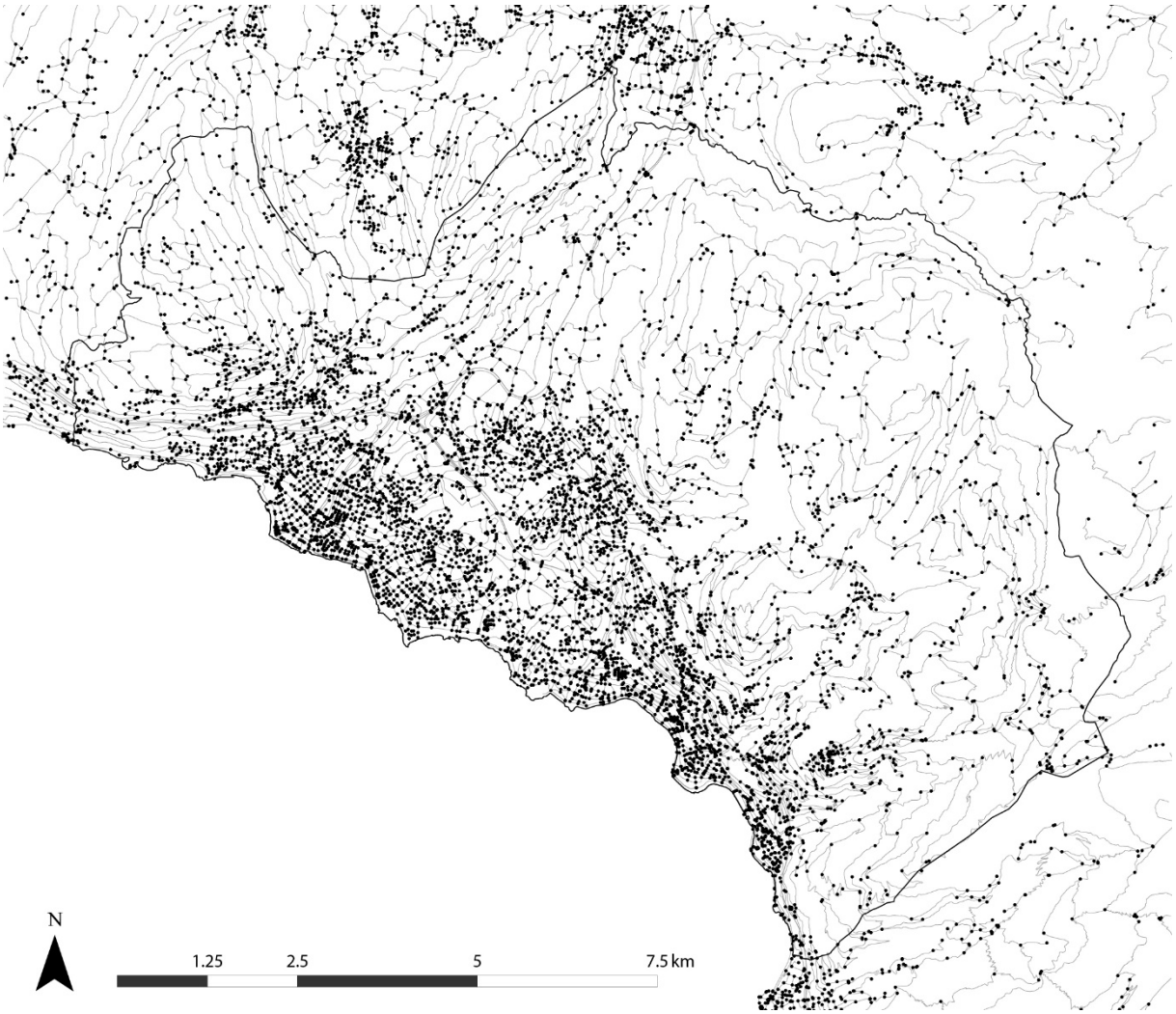


Figure 112. *Les jonctions au sein du réseau complet (viaire et transports publics).*

Le réseau finalisé est constitué par :

- une classe d'entités ponctuelles contenant les arrêts de transports publics.
- une classe d'entités ponctuelles contenant ces arrêts joints au réseau viaire.
- une classe d'entités linéaires contenant les connecteurs entre ces deux classes.
- une classe d'entités ponctuelles contenant les jonctions du réseau (Figure 112, p. 188).
- une classe d'entités linéaires contenant la topologie du réseau de transports publics.
- une classe d'entités linéaires contenant la topographie du réseau viaire.
- un jeu de données réseau.

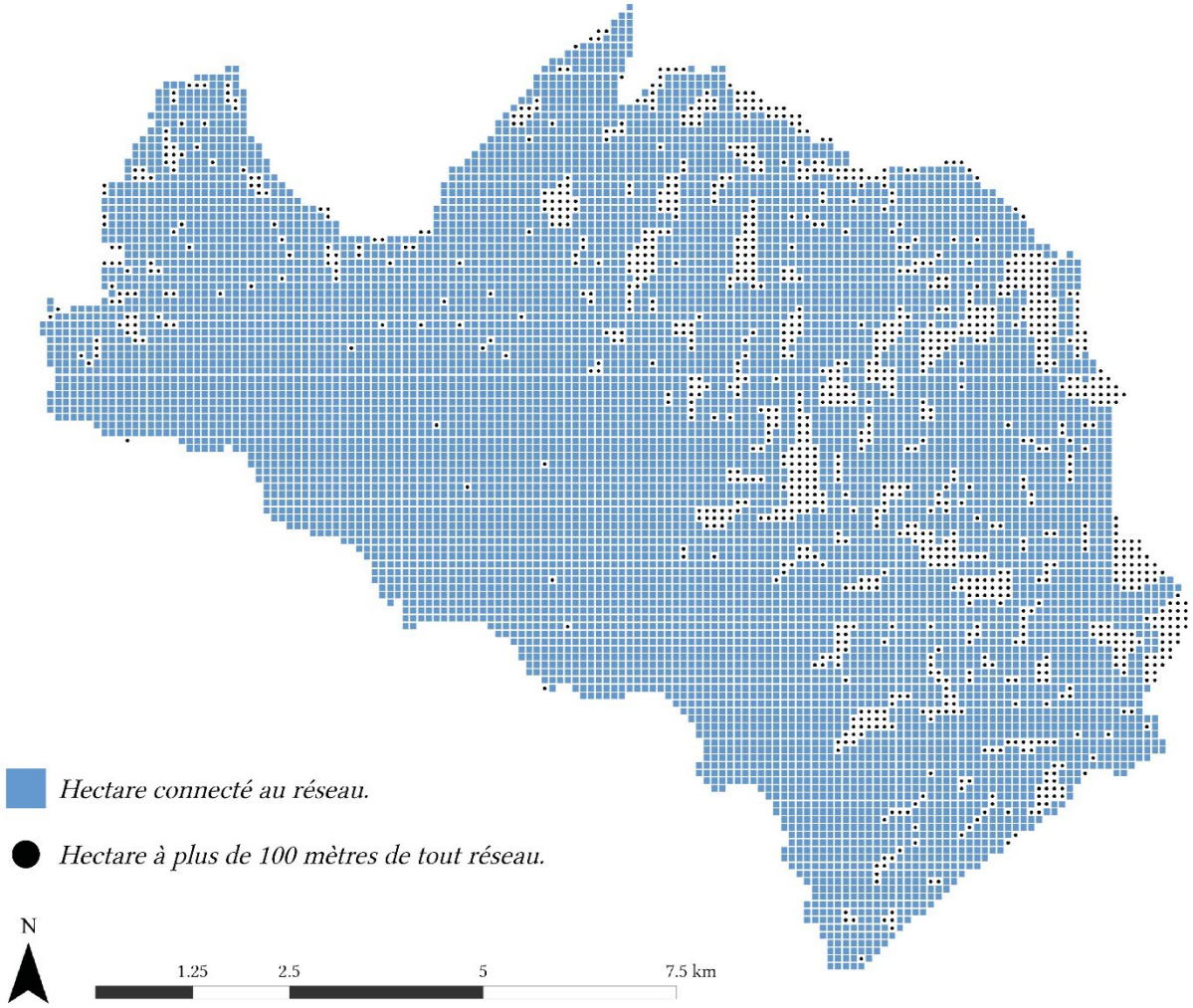


Figure 113. *Identification des hectares à plus de 100 mètres de tout réseau.*

IV.5.2. Préproduction de la matrice OD2 : tuilage

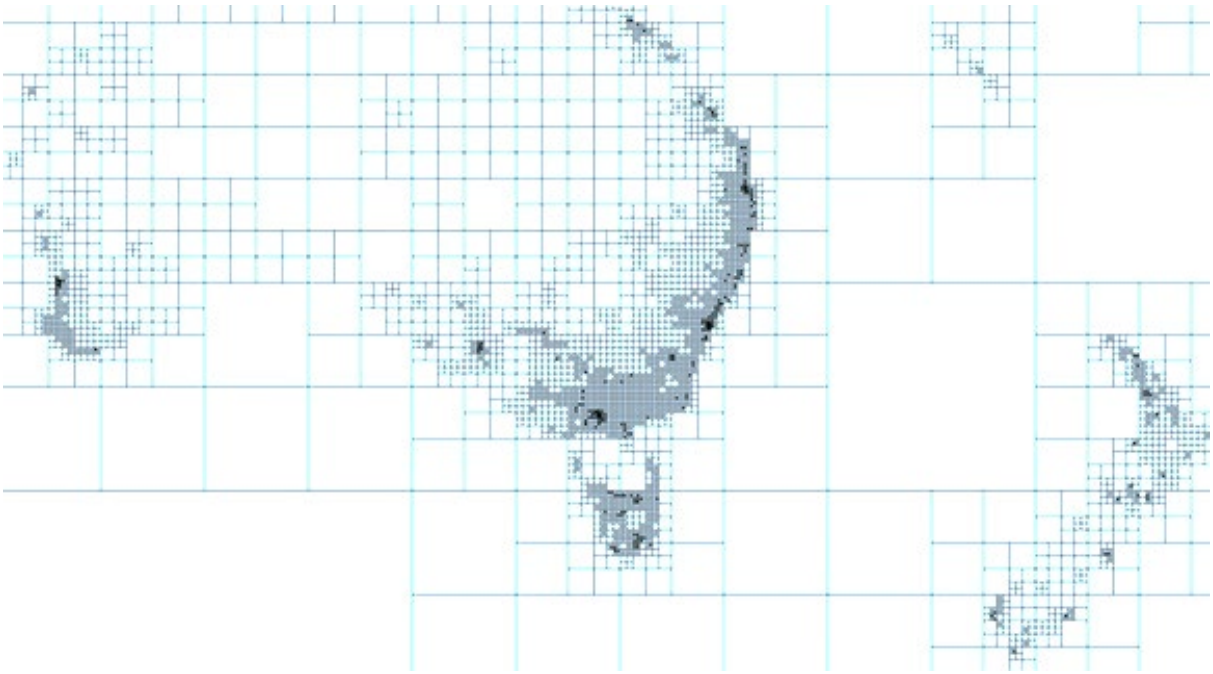


Figure 114. *Maillage à plusieurs échelles de polygones d'index de tuiles vectorielles, ArcGIS.*

Une fois le réseau finalisé, il est possible de produire différents types d'analyses dont la recherche d'itinéraires, l'identification de zones de desserte et la création de matrices origines-destinations. Dans l'objectif de produire une matrice OD2 sur une grande quantité d'hectares, il est efficient de produire un tuilage des origines et des destinations. Ce tuilage permet de réaliser simultanément plusieurs calculs (avec le même ordinateur ou un cluster de serveurs).

Parmi les différents scripts que j'ai créés pour cette tâche, celui de tuilage asymétrique a été le plus utile. Il permet de définir le nombre d'origines ainsi que le nombre de destinations indépendamment et de paramétrer le nombre de processus parallèles.

Les paramètres nécessaires sont :

- la date de l'analyse à mener (année/jour/heure/minute)
- le mode de voyage à utiliser
- la métrique à utiliser
- la tolérance entre une origine/destination et le réseau support de l'analyse.

Code 6. Production des tuiles

Création d'une couche d'analyse Origine-Destination avec la fonction :

arcpy.na.MakeODCostMatrixLayer(...)

Évaluation de la validité des origines/destinations avec la fonction :

arcpy.na.AddLocations(...)

Cette opération renvoie deux résultats : les hectares qui sont à proximité d'un réseau et ceux qui sont à une distance supérieure à la tolérance paramétrée. Ces premiers résultats sont enregistrés dans deux classes d'entités :

- les hectares attribués qui seront tuilés.
- les hectares non attribués qui sont spatialisés afin d'évaluer de potentielles erreurs et la pertinence du buffer de tolérance utilisé

Les hectares valides sont alors tuilés dans de nouvelles classes d'entités avec une fonction :

```
for i in range(0,int(math.ceil(float(numberLocalizedOrigins)/sizeTileOrigin))):
    temp = i*sizeTileOrigin
    arcpy.MakeFeatureLayer_management(...)
    arcpy.CreateFeatureclass_management(...)
    arcpy.arcpy.management.CopyFeatures(...)
```

La même procédure est répétée pour les destinations. L'intérêt de dissocier origines et destinations relève de la réalité sociale étudiée (II.3, p. 94). Les hectares habités peuvent être différents [193]. Les résultats sont alors sauvegardés dans un fichier texte au format *csv*. Ce fichier intègre la date de l'analyse, le détail des tuiles à parcourir suivant le nombre de calculs à réaliser.

set	toDo	sizeTileOrigin	sizeTileDestination	nbTileOrigin	nbTileDestination
DATE	2018	7	29	8	15
JOB	STATUT JOB	1000	1000	8	8
STATUT CALCUL n°1	10	0	0	1	1
STATUT CALCUL n°2	10	1	2	2	3
STATUT CALCUL n°3	10	2	4	3	5
STATUT CALCUL n°4	10	3	6	4	7
STATUT CALCUL n°5	10	5	0	6	1
STATUT CALCUL n°6	14	6	2	7	7

Figure 115. Exemple de rapport de tuilage.

Une fois le tuilage effectué, il est possible de procéder à l'exécution des premiers calculs.

[193] Dans le cas d'une métrique liant le peuplement virtuel et les emplois virtuels, les hectares uniquement résidentiels ne sont pas présents parmi les hectares accueillants des activités.

IV.5.3. Calcul de la matrice OD2

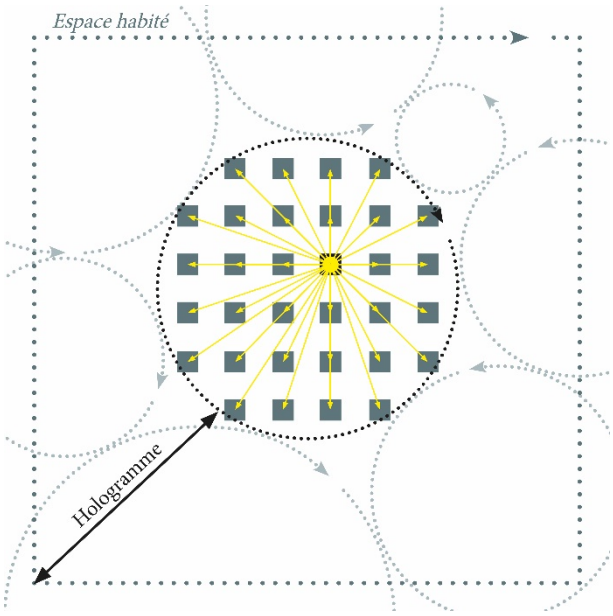


Figure 116. *Produire une matrice OD-DO (OD2) : illustration pour une origine.*

MONTREUX_0_0

OBJECTID *	Shape *	Name	OriginID	DestinationID	DestinationRank	Total_Travel_Time
1	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 2	1	174	2	3.710912
2	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 11	1	91	3	5.700236
3	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 10	1	2	4	5.938694
4	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 13	1	110	5	6.156551
5	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 9	1	896	6	6.778951
6	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 27	1	241	7	6.890478
7	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 28	1	251	8	7.097608
8	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 26	1	231	9	7.189788
9	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 25	1	223	10	7.23651
10	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 8	1	791	11	7.608225
11	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 14	1	118	12	7.868114
12	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 42	1	396	13	8.14538
13	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 41	1	387	14	8.296177
14	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 43	1	407	15	8.47981
15	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 24	1	214	16	8.486105
16	Polyligne	Emplacement 1 - Emplacement 56	1	534	17	8.901512

Figure 117. *Extrait d'une table de la matrice OD2.*

L'ensemble des calculs mobilisent le rapport de tuilage produit lors de l'étape précédente afin :

- de paramétrer l'analyse réseau.

- de conserver une trace de l'avancement des calculs en cas d'interruption inattendue et ainsi pouvoir les reprendre depuis cette progression.

Code 7. Calcul de la matrice OD2

arcpy.env.outpoutCoordinateSystem = arcpy.SpatialReference(2056)

La première étape consiste à ouvrir le fichier de rapport afin de paramétrer l'analyse réseau (Figure 115, p. 191). La seconde étape consiste à créer une copie de travail des tuiles origines et destinations nécessaires à la mise en œuvre de chacun des calculs réalisés en parallèle. En effet les fonctions qui vont être utilisées verrouillent ces fichiers en lecture ce qui produit systématiquement une interruption si une instance de calcul tente d'accéder à une tuile en cours d'utilisation par une autre instance. Cette opération est réalisée avec la fonction :

arcpy.Copy_management(…)

Une fois l'espace de travail créé, le calcul de la matrice débute par l'ajout des origines utiles avec la fonction :

arcpy.na.AddLocations(…)

Les destinations sont ensuite ajoutées avec la même fonction. Le calcul de la matrice partielle débute avec la fonction :

arcpy.na.Solve(…)

Les résultats sont alors nettoyés des écarts nuls et copiés dans une base de données temporaire. Ces opérations sont répétées pour l'ensemble des couples tuiles origines / tuiles destinations de l'instance de calcul, en prenant soin d'éviter les chargements inutiles : pour une tuile d'origines, l'ensemble des tuiles destinations concernées par l'instance de calcul est parcouru avant de charger la tuile origine suivante. Une fois l'ensemble des calculs de l'instance effectués les copies de travail des tuiles origines et destinations sont effacées.

Une fois le calcul terminé, un formatage des données est réalisé afin d'optimiser le temps de calcul des opérations suivantes. Le champ de classement de la proximité des destinations est mis à jour (champ DestinationRank, Figure 117, p. 192).

Pour le cas d'étude étudié (Encadré 29, p. 177), l'emprise territoriale est relativement restreinte. Elle implique près de 10 000 hectares ce qui représente 100 millions d'écarts à calculer. Chaque table partielle de la matrice OD2 intègre un million de résultats pour un total effectif proche de 64 millions [194].

[194] L'écart à la projection de 100 millions relève des hectares se trouvant à plus de 100 mètres de tout réseau qui ont été retirés du tuilage lors de l'étape précédente.

IV.5.4. Création des tables de travail par origine

GE_ORIGINES_1

OBJECTID *	OriginID	DestinationID	DestinationRank	Total_Travel_Time
1	1	2	2	3.710912
2	1	11	3	5.700236
3	1	10	4	5.938694
4	1	13	5	6.156551
5	1	9	6	6.778951
6	1	27	7	6.890478
7	1	28	8	7.097608
8	1	26	9	7.189788
9	1	25	10	7.23651
10	1	8	11	7.608225
11	1	14	12	7.868114
12	1	42	13	8.14538
13	1	41	14	8.296177
14	1	43	15	8.47981
15	1	24	16	8.486105
16	1	56	17	8.901512
17	1	40	18	9.506437
18	1	55	19	9.858713

Figure 118. *Assemblage des écarts pour chaque origine.*

Afin de pouvoir assembler l'ensemble des calculs effectués pour chaque origine, potentiellement réalisés par différentes instances de calcul, une nouvelle table est créée pour chaque origine. Un script parcourt les résultats de l'ensemble des tables de la matrice OD2 pour les assembler dans ces fichiers. Le champ de classement de la proximité des destinations est mis à jour (champ DestinationRank, Figure 118, p. 194).

IV.6. Identification des lieux

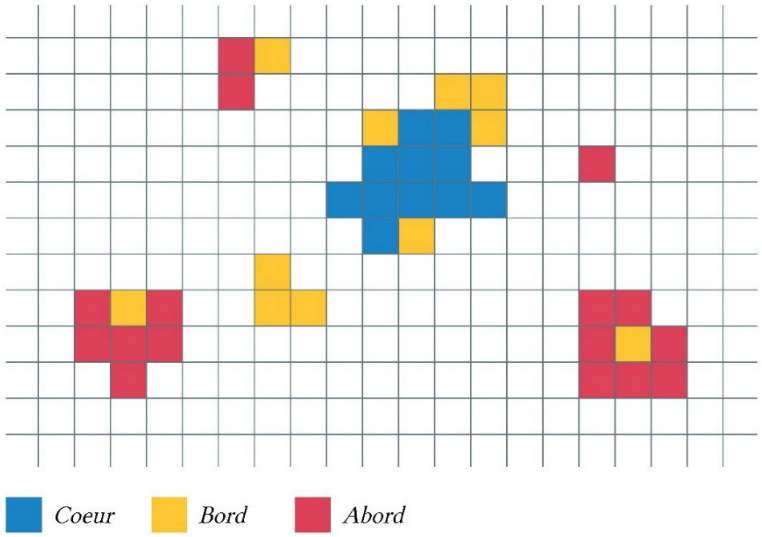


Figure 119. *Traduction des apports de la prétopologie pour la notion de lieu (Belmandt, 2011; Thibault, 2017).*

> « *J'ai eu le sentiment que le Monde, cet espace social d'échelle terrestre, était, à Venise, tout à la fois contenu et en expansion, ancré et connecté, replié et déployé. Et le sentiment complémentaire du précédent, que le lieu-Venise que le Monde investit est aussi clairement délimité (c'est un singleton à nul autre comparable) que sans limites. La Sérénissime est autant un « ouvert » qu'un « fermé », un endroit où les réalités qui le composent sont certes « emplacées », assignées à ce lieu, mais aussi mobiles et connectées.* » (Lussault, 2017, p. 15)

Une approche transdisciplinaire de son objet d'étude est structurante pour les penseurs de la complexité (dont Anthony Wilden, Jesús Ibáñez, Jean-Louis le Moigne ou encore Edgar Morin). Tous soulignent l'importance de la traduction pour rendre opérationnel un concept ou une notion pour plusieurs champs disciplinaires et ainsi participer à le comprendre plus finement, tout en passant les frontières [195]. Si la dialogique entre différentes notions (II.1.4, p. 66), comme celles d'urbanité, de mobilité et de motilité, permet de comprendre plus précisément le phénomène urbain, elle implique un travail de traduction afin de rendre possible une

[195] À titre d'exemple, la traduction de la notion de motilité depuis le champ de la biologie s'est avérée extrêmement efficace pour préciser celle de mobilité. Les cultures scientifiques, les concepts mobilisés comme les domaines de connaissances constituent autant de barrières dans le paradigme de simplification que de passerelles dans celui de la complexité. La traduction de la notion de métrique illustre les apports de ce processus (III.2.1, p. 115).

discussion depuis différents points de vue, ce qui dans une démarche complexe constitue une solidité nécessaire à la production de savoirs (Encadré 15, p. 96 ; III.1.3, p. 109).

Afin de rendre faisable l'identification des limites d'un lieu (citation, 195), je mobilise dans cette dernière partie les apports de la prétopologie (Belmandt, 2011; Thibault, 2017). Cette théorie mathématique est introduite comme une simplification axiomatique de la topologie à destination des sciences sociales (Belmandt, 2011). Elle permet de modéliser la proximité entre les éléments d'un ensemble sans présupposer que l'espace ne soit continu, topographique (Figure 119, p. 195). Cette proximité est modélisée dans cette preuve de concept par l'accessibilité mutuelle des chorèmes produits par une discrétisation de l'espace à l'hectare : une matrice OD2 héctométrique (Figure 103, p. 176 ; IV.4, p. 178). J'ai retenu de la prétopologie les notions d'intérieur, de bord et d'abord afin de caractériser les limites internes à un ensemble, ces intérieurs où la distance n'est pas pertinente [196] (Figure 121, p. 198).

IV.6.1. Calculs préliminaires à l'identification des lieux

GE_ORIGINES_1_15_mn

OBJECTID *	OriginID	DestinationID	DestinationRank	Total_Travel_Time	Limit	OD2Time	OD2Rank	X	Y	RELI
53	1	1	0	0	0	0	1	2550800	1148000	55081480
1	1	2	1	3.710912	0	7.421825	2	2550800	1148100	55081481
2	1	11	2	5.700236	0	11.40047	3	2550900	1148100	55091481
3	1	10	3	5.938694	0	11.87739	4	2550900	1148000	55091480
4	1	13	4	6.156551	0	12.3131	5	2550900	1148300	55091483
5	1	9	5	6.778951	0	13.5579	6	2550900	1147900	55091479
6	1	27	6	6.890478	0	13.78096	7	2551000	1148100	55101481
7	1	28	7	7.097608	0	14.19522	8	2551000	1148200	55101482
8	1	26	8	7.189788	0	14.37958	9	2551000	1148000	55101480
9	1	25	9	7.23651	0	14.47302	10	2551000	1147900	55101479
10	1	8	10	7.608225	0	15.21645	11	2550900	1147800	55091478
11	1	14	11	7.868114	0	15.73623	12	2550900	1148400	55091484
12	1	42	12	8.14538	0	16.29076	13	2551100	1148100	55111481
13	1	41	13	8.296177	0	16.59235	14	2551100	1148000	55111480
14	1	43	14	8.47981	0	16.95962	15	2551100	1148200	55111482
15	1	24	15	8.486105	0	16.97221	16	2551000	1147800	55101478
16	1	56	16	8.901512	0	17.80302	17	2551200	1148100	55121481
17	1	40	17	9.506437	0	19.01287	18	2551100	1147900	55111479
18	1	55	18	9.858713	0	19.71743	19	2551200	1148000	55121480
19	1	57	19	10.137858	0	20.27572	20	2551200	1148200	55121482
20	1	38	20	10.232269	0	20.46454	21	2551100	1147700	55111477
21	1	39	21	10.554918	0	21.10984	22	2551100	1147800	55111478
22	1	7	22	10.605948	0	21.2119	23	2550900	1147700	55091477
23	1	70	23	10.702993	0	21.40599	24	2551300	1148000	55131480
24	1	54	24	10.785537	0	21.57107	25	2551200	1147900	55121479
25	1	72	25	10.799692	0	21.59938	26	2551300	1148200	55131482
26	1	53	26	11.081393	0	22.16279	27	2551200	1147800	55121478
27	1	23	27	11.167712	0	22.33542	28	2551000	1147700	55101477
28	1	58	28	11.189129	0	22.37826	29	2551200	1148300	55121483

Figure 120. *Calculs préliminaires à l'identification des lieux.*

[196] Une autre perspective offerte par la mobilisation de cette théorie est l'identification d'une fonction d'accroissement entre un intérieur et ses limites. Cette fonction peut être particulièrement utile pour la simulation urbaine (qui est hors de mon objectif centré sur l'établissement d'une matrice d'analyse (IV.4, p. 178)).

À partir des tables de travail pour chaque origine (IV.5.4, p. 194), une série d'opérations préliminaires doit être effectuée avant de procéder à l'identification des lieux.

Il importe dans un premier temps de calculer la somme des écarts Origine-Destination (OD) et Destination-Origine (DO) pour chaque couple de chorèmes (champ OD2Time, Figure 120, p. 196). Suivant la métrique pertinente pour étudier l'organisation spatiale d'une réalité sociale, une limite de temps est paramétrable [197] (III.5.1, p. 156). Dans l'exemple développé, elle est homogène et définie à quinze minutes. Cela implique que les trajets (OD et/ou DO) dépassant cette limite ne soient pas pris en compte dans la somme des écarts [198].

Il s'agit ensuite d'attribuer un code permettant de différencier les situations d'accessibilité mutuelle des couples Origine-Destination et Destination-Origine (OD2) (champ Limit, Figure 120, p. 196) :

- Un couple mutuellement accessible, dont chacun des deux trajets est inférieur à la limite paramétrée fait de l'hectare de destination un candidat potentiel pour l'intérieur d'un lieu impliquant cette origine (Limit=0). La distance entre ces chorèmes n'est pas pertinente.
- Un accès possible dans la limite paramétrée uniquement depuis l'origine (OD), fait de l'hectare de destination un candidat au bord d'un lieu impliquant cette origine (Limit=1).
- Un accès possible dans la limite paramétrée uniquement depuis la destination (DO), fait de l'hectare de destination un candidat à l'abord d'un lieu impliquant cette origine (Limit=2).

Une fois ce traitement réalisé il importe de sauvegarder le code RELI et les positions X et Y des destinations afin de faciliter les jointures avec d'autres sources de données hectométriques et la représentation cartographique des résultats (Champs X, Y , RELI, Figure 120, p. 196).

Une entrée Origine–Origine de temps de trajet nul est ajoutée afin de cartographier l'hectare origine (IV.4, p. 178), puis un classement de l'ensemble de la table est réalisé pour chacune des trois classes de limites afin d'accélérer les prochaines étapes de calculs (Champs OD2Rank, Figure 120, p. 196)

[197] Il est par exemple possible à partir d'une matrice OD2 produite avec un écart maximum de soixante minutes de ne prendre en compte que les résultats d'accessibilité à cinq minutes, ce qui permet de rendre compte de différentes spatialités sans avoir à reprendre l'ensemble des calculs, mais seulement ce traitement préliminaire à l'identification des lieux.
[198] La somme des écarts se déploie donc dans l'ensemble [0, 2*LimiteParamétrée]

IV.6.2. Visualisation préliminaire à l'identification des lieux

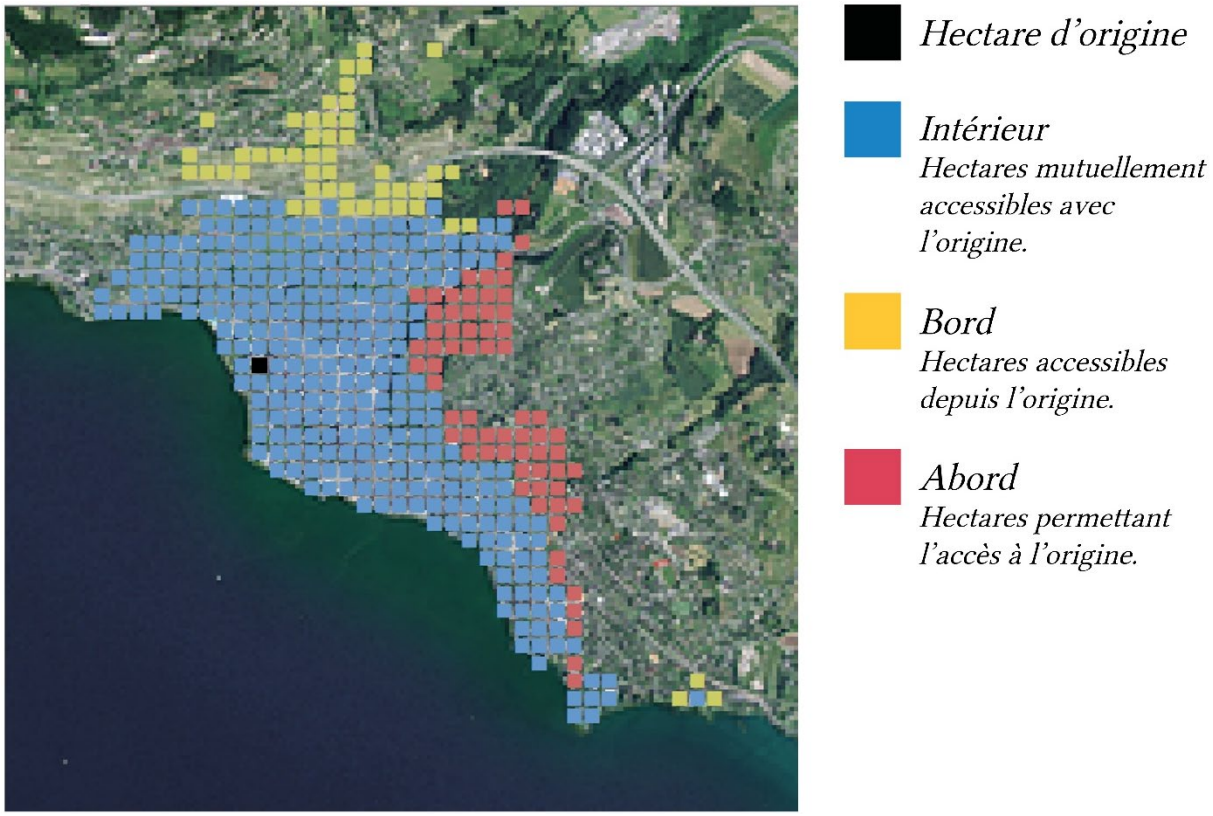


Figure 121. *Visualisation des limites d'un isochrone asymétrique : les trois situations d'accessibilité.*

Une fois ce traitement des données réalisé, il est possible de visualiser les isochrones asymétriques depuis chacune des origines afin de rendre compte de l'espace absolu et relationnel, relativement à la métrique prise en compte (Figure 121, p. 198). Il importe de relever que suivant une métrique conjointement topographique et topologique (IV.5, p. 182), la continuité topographique n'est pas garantie. Dans la situation présentée (Figure 121, ci-dessus), les transports publics permettent d'atteindre en quinze minutes des localisations qui ne sont pas au contact topographique de l'ensemble des espaces accessibles, pour l'intérieur, mais également pour le bord. Il peut en être de même pour l'abord.

La matrice OD2 support de cette classification prétopologique (IV.6.1, p. 196) peut être représentée sous la forme d'un gradient des écarts [198] (Figure 122, p. 199). Il est également possible d'établir ce type de gradient pour le bord et l'abord.

L'identification des hectares mutuellement accessibles permet de limiter l'ensemble des candidats au cœur des lieux. L'identification du bord et de l'abord rend imaginable une étude des limites afin d'établir une fonction d'accroissement *a posteriori*. Il est probable qu'elle soit relative aux géotypes et puisse ainsi nous permettre de contribuer à leur identification afin de les rendre comparables non plus seulement au sein du système urbain étudié, mais entre différents systèmes urbains.

Comme je l'ai souligné (Encadré 6, p. 49), l'identification des limites d'un espace supporte de nombreux enjeux urbains. Cependant cette mesure ne permet de rendre compte que du capital de position d'un chorème, relativement aux modalités de gestion de la distance et à la métrique identifiée (hypothèse 2 & Figure 12, p. 39). Il va s'agir d'entrer en matière avec l'organisation des chorotypes, ces espaces élémentaires afin de pouvoir observer l'émergence d'une échelle.

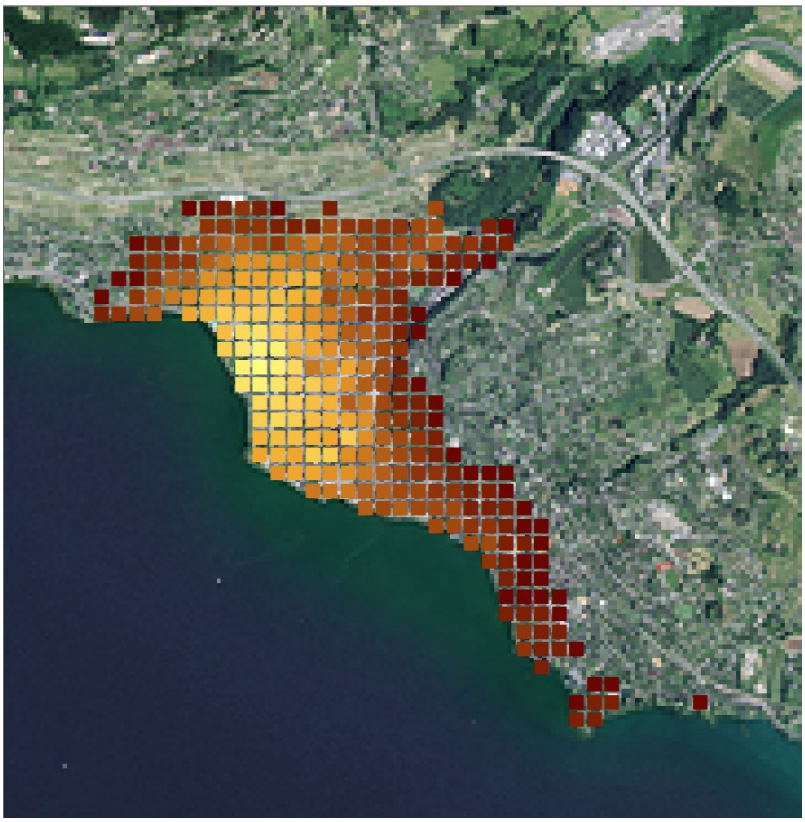


Figure 122. *Visualisation du gradient des écarts de l'intérieur d'un isochrone asymétrique.*

IV.6.3. Mesure absolue et relationnelle d'une substance en tout point

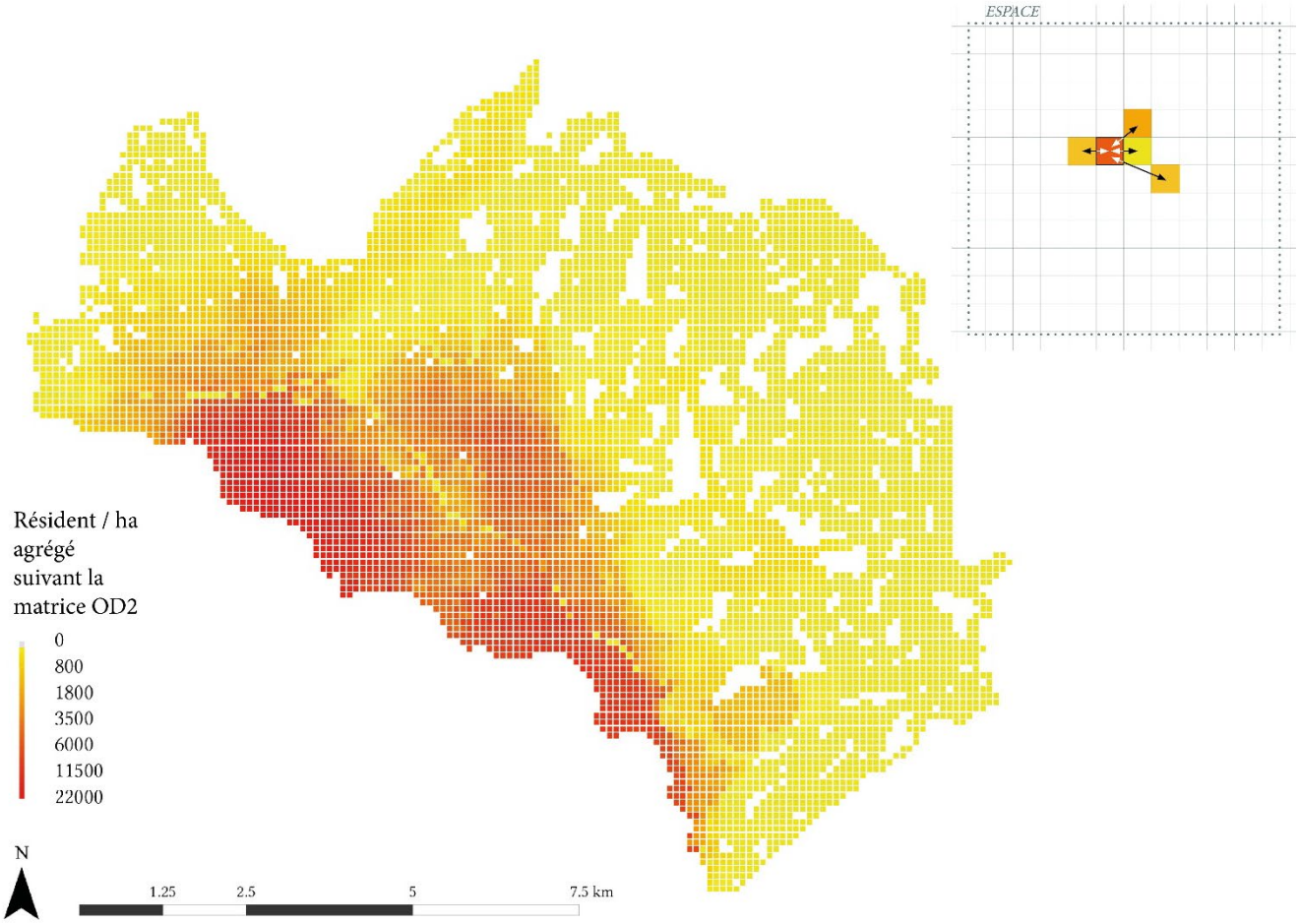


Figure 123. *Densité virtuelle (nombre d'habitants), mesure relationnelle en tout point à 15 minutes.*

Le formatage des données effectué précédemment permet de réaliser des jointures avec l'ensemble des données hectométriques de la statistique suisse. Dans le cas présenté ci-dessus, ce sont les données de peuplement virtuel qui sont mobilisées (Encadré 27, p. 166). Pour chaque origine, la quantité d'habitants informée est une somme des densités surfaciques des hectares de l'intérieur de chaque isochone asymétrique à 15 minutes.

Le résultat obtenu est une mesure absolue et relationnelle d'une substance en tout point. Il rend compte du capital relatif de position de chaque hectare (Figure 12, p. 39). Afin de rendre compte de l'organisation des réalités sociales, il s'agit d'identifier le capital relatif de situation, ces ensembles d'hectares qui sont mutuellement accessibles suivant une conception relative et relationnelle de l'espace. Il s'agit de chercher à observer l'émergence des limites des lieux.

IV.6.4. Etablir un algorithme récursif d'agrégation

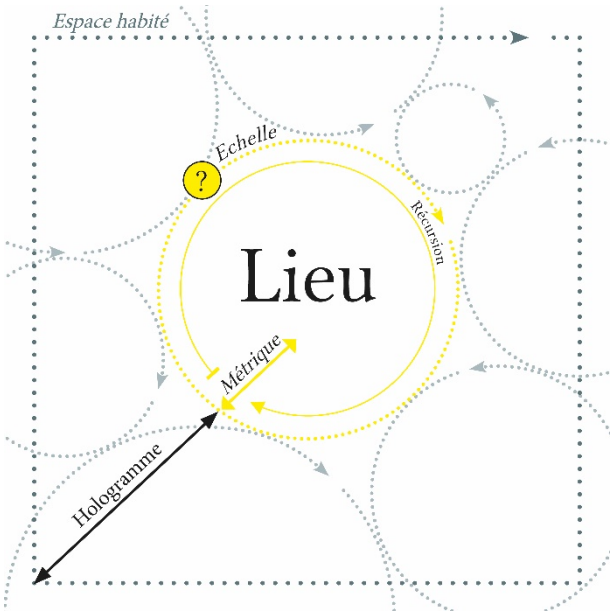


Figure 124. *Agrégation récursive des chorèmes pour l'identification des lieux.*

Les étapes précédentes m'ont permis d'observer les limites des chorèmes (Figure 121, p. 198) et d'établir la mesure d'une substance permettant de rendre compte de leur capital de position. Il s'agit maintenant d'entrer en matière avec l'organisation des chorotypes afin de pouvoir rendre compte de leur capital de situation (Figure 12, p. 39).

Pour observer l'émergence des limites d'un lieu relativement à une métrique, je mobilise le principe de récursion organisationnelle (II.1, p. 57). La capacité génératrice de ce principe constitue une prise afin de nous permettre de rendre compte de la qualité de matrice des lieux (Problématique méthodologique, p. 52 ; III.4.1.3, p. 144).

Les limites d'un lieu sont comprises dans cette recherche comme une construction sociale et spatiale de la notion d'échelle nous permettant d'identifier les chorotypes et leurs évolutions (III.2.3, p. 122 ; Proposition théorique 8, p. 126). Considérant la métrique étudiée, la forme de cette limite peut être topologique, une simple ligne permettant d'identifier le contour d'un pays (Figure 46, p. 89), et/ou topographique, à l'image du bord et de l'abord d'un isochrone asymétrique (Figure 121, p. 198). La forme de ces limites doit nous permettre d'identifier la spatialisation de l'échelle d'un lieu *a posteriori* (problématique méthodologique, p. 52). Pour ce faire, cette étape vise à agréger les hectares les plus proches de manière itérative.

IV.6.4.1. Échec d'un premier algorithme par emboitement

Ma première hypothèse de travail a été d'explorer l'agrégation des chorèmes par emboitement L'algorithme produit permet d'agréger les chorèmes les plus proches par niveaux : deux au premier niveau, quatre au second, etc. L'avantage théorique d'un tel raisonnement est de permettre une convergence particulièrement rapide : la quantité de chorèmes est divisée par deux à chaque itération.

J'ai constaté que cet algorithme produit, après seulement quelques itérations, de nombreuses situations de blocages qui imposent des allers-retours entre éclatement des ensembles produits et nouvelle instance d'agrégation. Bien que non efficiente pour traiter l'identification des limites des lieux, cette étape m'a cependant permis d'acquérir des connaissances permettant la programmation d'un nouvel algorithme et l'optimisation du traitement d'une quantité importante de données. Mon erreur relève d'une mauvaise compréhension de la notion d'échelle (III.2.3, p. 122 ; Encadré 22, p. 124). D'un point de vue épistémique, cette hypothèse implique une simplification du réel par abstraction de la notion d'échelle en niveaux (I.1.1.3, p. 26). D'un point de vue théorique, cette abstraction privilégie l'emboitement, à l'interface et à la cospatialité. Cette erreur m'a toutefois permis d'identifier deux apports significatifs pour l'établissement d'une méthodologie de mesure de l'organisation spatiale des réalités sociales.

Un traitement récursif peut permettre d'établir un fond de carte relatif et relationnel. L'établissement de la matrice OD2 à une date précise pour un espace discret mobilisant 30 000 chorèmes nécessite, sur un ordinateur personnel, près de trois jours de calculs parallélisés mais une fraction de seconde pour établir un indicateur de densité relative (Figure 125, p. 203). Si une telle méthodologie s'avère coûteuse en temps de calcul, il est envisageable de pouvoir mettre à disposition la matrice OD2 et le résultat d'un tel traitement sous la forme d'un fond de cartes relatif à une métrique.

Il est possible d'établir une mesure relative et relationnelle de la densité d'une substance spatiale (Proposition théorique 10, p. 134). Cette étape a largement nourri et orienté mes réflexions concernant la notion de densité (III.3.1, p. 130). Pour ce qui concerne l'établissement d'une mesure de densité relative, cela m'a permis d'aboutir à une proposition de mesure qui participe à la preuve de concept et qui sera mobilisée avec l'algorithme suivant (Figure 125, p. 203).

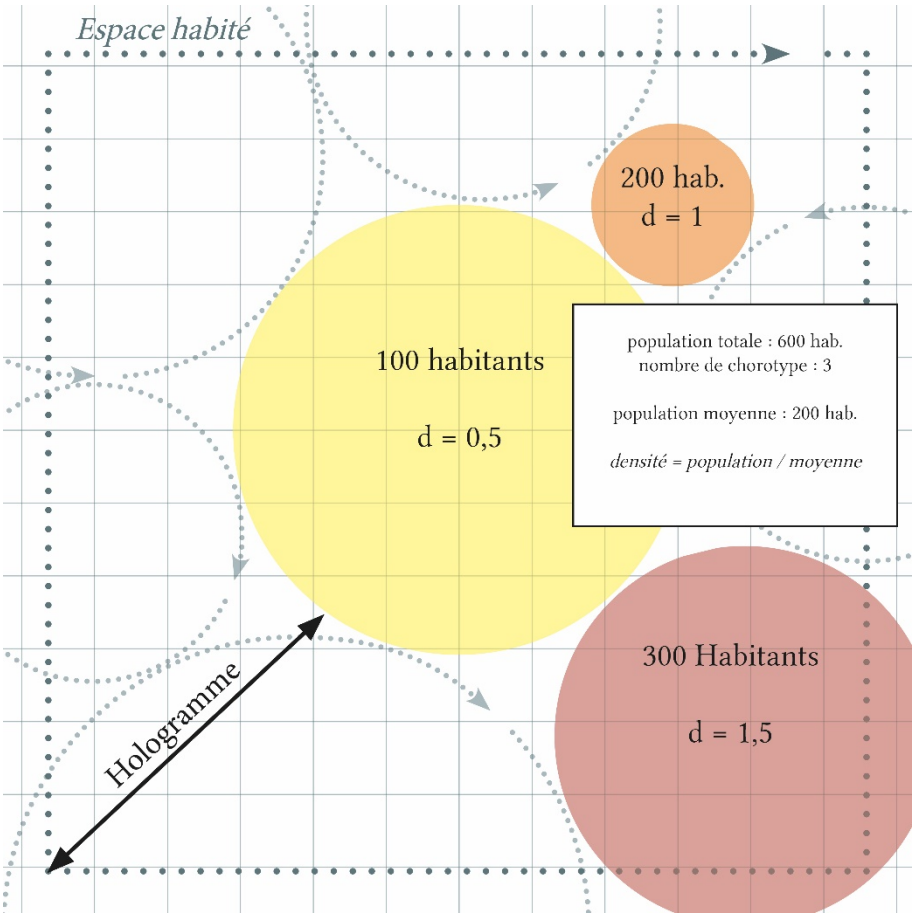


Figure 125. *Établissement d'un indicateur de densité relative.*

L'identification des chorotypes participant à un système urbain permet d'établir non pas un indicateur de densité surfacique, mais une mesure relative de densité grâce à un simple écart à la moyenne (Encadré 6, p. 49).

Pour réaliser cette mesure, il s'agit d'identifier la quantité d'habitants de chaque chorotype, d'établir la moyenne sur le système urbain étudié avant de diviser la quantité d'habitants de chaque chorotype par cette moyenne. Le résultat obtenu est un indice sans unité, cohérent avec la notion de densité relative (III.3.1, p. 130) et calibré par la réalité sociale étudiée. Aborder l'urbain de manière complexe ne constitue pas un renoncement à la simplicité (Hypothèse 1, p. 35).

IV.6.4.2. Un algorithme récursif par connexité

Suite à l'exploration du premier type d'algorithme, j'ai opté pour une solution initialement écartée du fait d'un coût en temps de calcul plus important : procéder à l'agrégation des hectares un par un. Le travail préliminaire sur les chorèmes a permis de rendre compte de leur capital de position relativement à un système urbain (IV.6.2, p. 198). Afin de pouvoir classer chaque hectare en fonction de ce capital, un calcul préliminaire de la connexité des hectares est réalisé (Figure 128, p. 205). Cette idée est issue de différentes discussions liées au projet européen Urban Nexus (Cortesi et al., 2017). L'objectif d'un tel indicateur est de rendre compte de manière relative de la connexité d'un nœud dans un réseau en fonction des relations qui pointent vers ce nœud et de celles qui pointent vers l'extérieur. La somme de ces deux quantités est ensuite divisée par la moyenne des relations de l'ensemble des nœuds du système étudié, donc de l'ensemble des hectares dans le cadre de ce modèle.

Cette méthode mobilise l'usage de dictionnaires afin de limiter les temps d'accès aux différentes données. Un premier dictionnaire des hectares est créé afin de rassembler toutes les informations utiles pour la cartographie, les positions en X et Y ainsi que les identifiants RELI (Figure 126, ci-dessous). Il est sauvegardé sous la forme d'un fichier texte au format csv.

OriginID	X	Y	RELI
1	2550800	1148000	55081480
2	2550800	1148100	55081481
3	2550900	1147000	55091470
4	2550900	1147100	55091471

Figure 126. *Dictionnaire des hectares.*

Un second dictionnaire des hectares candidats à une attribution à un lieu est créé (Figure 127, p. 205). Chacun de ces chorèmes est classé de manière croissante en fonction de la quantité d'hectares constituant l'intérieur de son isochrone asymétrique (Figure 121, p. 198).

OriginID	Number	Candidates				
94	4	94	206	242	497	
206	4	206	242	94	497	
450	4	450	838	888	937	
6282	4	6282	6176	6070	6077	
242	5	242	206	94	497	788
838	5	838	888	937	450	1297
1122	5	1122	1030	982	1384	788
4860	5	4860	4952	5042	5130	4164

Figure 127. *Sauvegarde du dictionnaire des candidats.*

Dans cet exemple, l'hectare ayant pour identifiant *94* (première ligne, champ OriginID, Figure 127, ci-dessus) permet l'accès et est accessible en 15 minutes ou moins pour quatre hectares, dont lui-même. Leurs identifiants sont *94, 206, 242, 497*. Ce sont les hectares candidats à un lieu pour cette métrique, relativement au chorème *94*.

Afin de rendre compte du capital de connexité de chaque hectare, il importe d'établir la quantité de liens sortant d'un chorème : une somme est réalisée sur la quantité d'hectares à l'intérieur ainsi qu'au bord de son isochrone asymétrique (Figure 121, p. 198 ; champ RankOut, Figure 128, ci-dessous). Il en est de même pour la quantité de liens entrant avec celle des hectares à l'intérieur et à l'abord (Figure 121, p. 198 ; champ RankIn, Figure 128, ci-dessous). La somme de ces deux quantités est consignée dans le champ SumRank de la même table (Figure 128, ci-dessous).

OriginID	RankIn	RankOut	SumRank	NodeRank
1	53	53	106	0.43265306
2	76	76	152	0.62040816
3	26	26	52	0.2122449
4	53	53	106	0.43265306

Figure 128. *Calcul et sauvegarde des NodeRank.*

Une fois ce calcul effectué pour l'ensemble des hectares, la moyenne des liens est calculée en faisant la somme du champ SumRank divisé par le nombre de chorèmes du système étudié. Finalement l'indicateur de connexité (champ *NodeRank,* Figure 128, ci-dessus) correspond pour

chaque hectare à la somme (SumRank) des liens entrants (RankIn) et les liens sortants (RankOut) divisés par la moyenne des liens de l'ensemble des hectares.

Cet indicateur est utilisé afin d'agréger en priorité les hectares ayant la plus faible connexité afin de favoriser la convergence de l'algorithme vers une solution maximisant l'agrégation [199]. Le processus consiste à identifier le chorème qui à la connexité la plus faible parmi ceux qui ne sont pas encore agrégés à un lieu puis, de l'associer à son chorème candidat le plus proche (Figure 127, p. 205). Le statut d'agrégation de chaque chorème est alors actualisé ainsi que le proto-lieu en cours d'émergence. Le premier chorème à produire une agrégation transfère son identifiant au lieu. Dans l'exemple (Figure 129, ci-dessous), le chorème *6144* a initié l'émergence du lieu *6144* qui a par la suite intégré d'autres chorèmes.

OriginID	Lieux	Statut	X	Y	RELI
6144	6144	DONE	2560900	1147800	56091478
6145	6144	DONE	2560900	1147900	56091479
6146	6144	DONE	2560900	1148000	56091480
6043	6144	DONE	2560800	1148000	56081480
6147	6144	DONE	2560900	1148100	56091481
6044	6144	DONE	2560800	1148100	56081481
6148	6144	DONE	2560900	1148200	56091482
6045	6144	DONE	2560800	1148200	56081482
6149	6144	DONE	2560900	1148300	56091483

Figure 129. *Attribution de chaque hectare.*

LieuID	H_Coeur	Statut
6144	6144,6145,6146,6043,6147,6044,6148,6045,6149,6046,	DONE
1	1,55,70,54,69,68,84,83,82,120,119,	DONE
2049	2049,2103,2160,2161,2220,2047,1995,1944,1943,1997,	DONE
2056	2056,2054,2108,2107,2053,2163,2164,2223,2001,2000,	DONE
16	16,15,3,30,44,59,74,136,168,201,237,275,	DONE
19	19,33,47,62,76,92,93,77,110,109,139,140,172,171,138,	DONE

Figure 130. *Identification des lieux.*

[199] Différents tests ont été réalisés en privilégiant l'agrégation par un classement décroissant de cet indicateur. Tous ont abouti à une agrégation plus lente et produisant plus d'hectares solitaires. Cet effet est lié à la condition d'agrégation : pour pouvoir intégrer un ensemble, le chorème candidat doit offrir une accessibilité mutuelle avec l'ensemble des hectares déjà présents dans cet ensemble. Or les hectares ne bénéficiant pas des transports publics ont une quantité de candidats bien plus faible. Si un hectare aussi proche d'un ensemble à forte connexité, que d'un ensemble de plus faible connexité est agrégé au premier, un effet de bord se propage jusqu'à produire des hectares isolés.

Il importe de préciser que dans le cas où l'hectare candidat à l'agrégation est déjà attribué à un proto-lieu, une vérification de connexité est réalisée. Il s'agit de contrôler que tous les chorèmes déjà attribués à ce proto-lieu font partie de la liste des hectares constituant l'intérieur de l'isochrone asymétrique du chorème en cours d'agrégation (Figure 127, p. 205). Cela permet de nous assurer que la métrique au sein des lieux identifiés n'est pas pertinente (III.4.2, p. 148)

Une fois que le processus a complètement convergé, les lieux ainsi que l'attribution de chaque hectare sont sauvegardés au format csv. Ce dernier fichier est utilisé pour produire la visualisation des lieux (Figure 131, ci-dessous)

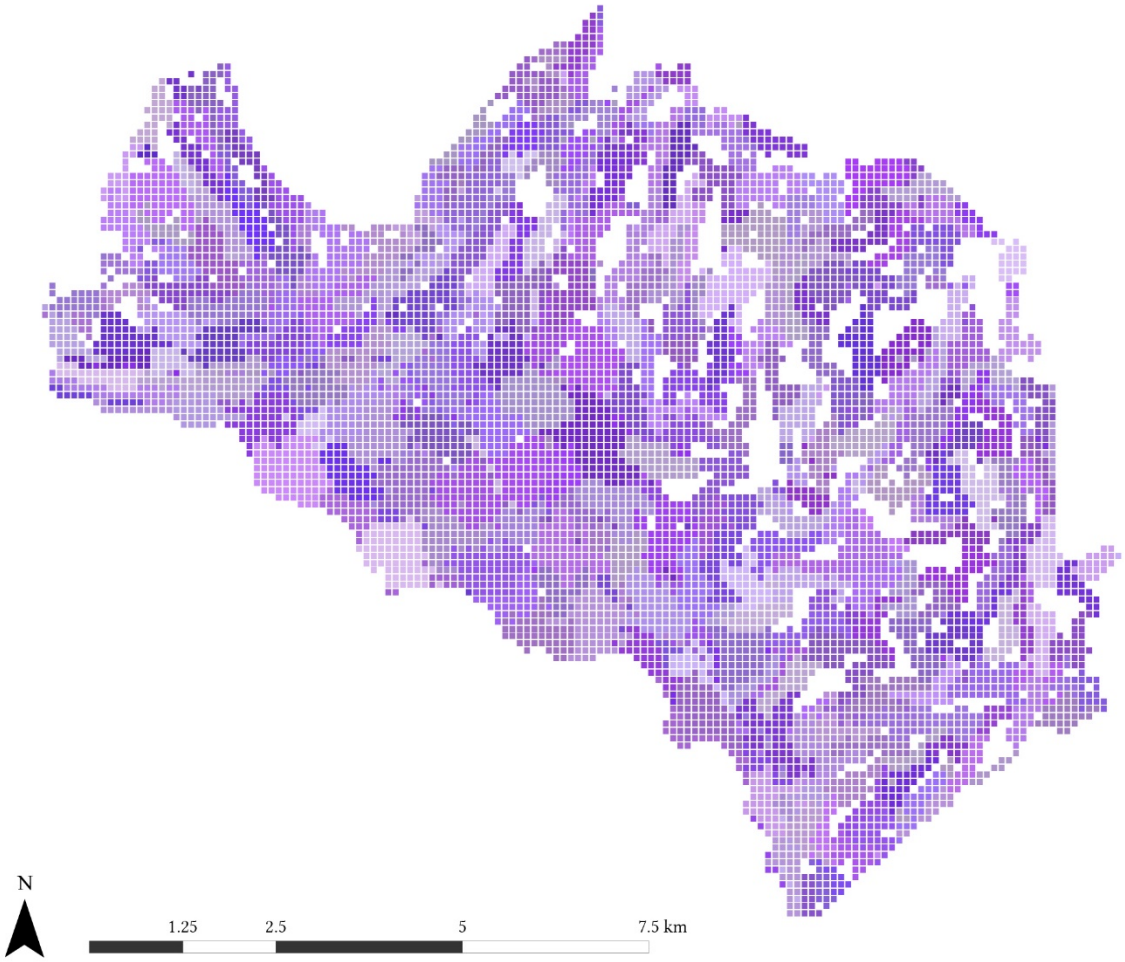


Figure 131. *Identification des lieux de quinze minutes le 18/07/29 à 11h00.*

IV.6.5. Mesure relative et relationnelle d'une substance

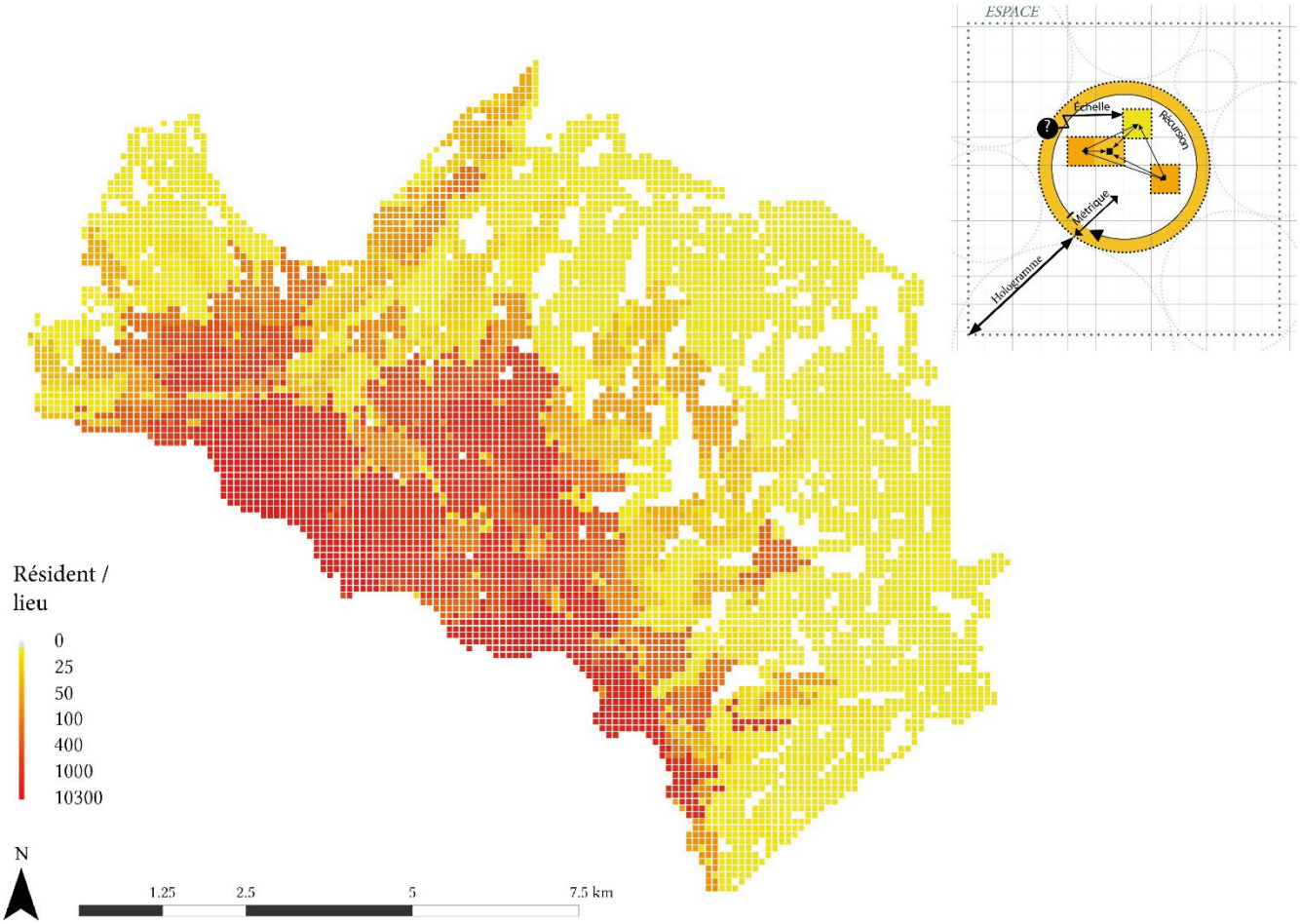
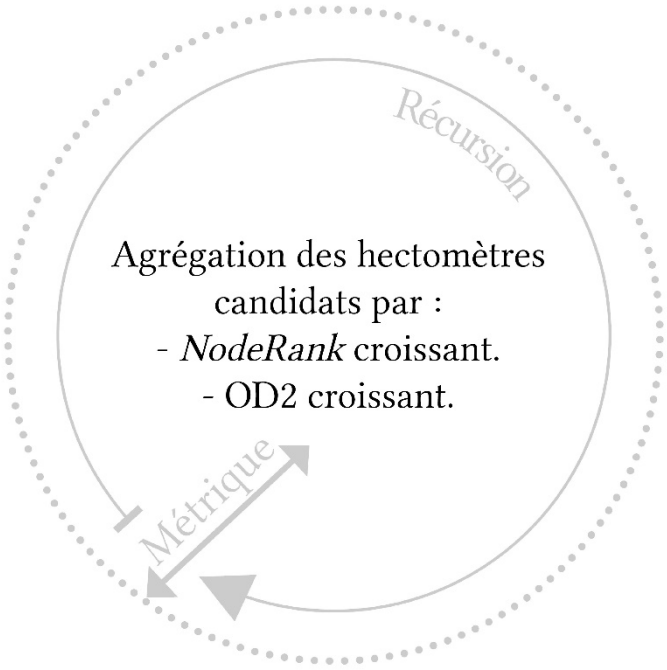


Figure 132. *Densité virtuelle, mesure relative et relationnelle, STATPOP 2015.*

La dernière étape consiste à utiliser les identifiants RELI afin de joindre la substance que l'on souhaite mesurer. L'ensemble des données hectométriques de la statistique suisse sont dès lors mobilisables.

OriginID	Candidates	SumSubstan	MeanSubsta	X	Y	RELI	Substance
1	[1,2,11,10,13	23	TODO	2550800	1148000	55081480	7
2	[2,11,10,13,9	46	TODO	2550800	1148100	55081481	0
3	[3,16,15,30,4	40	TODO	2550900	1147000	55091470	0
4	[4,5,31,17,18	25	TODO	2550900	1147100	55091471	0

Figure 133. *Ajout des attributs de substance.*



LieuID	H_Coeur	Statut
6144	6144,6145,6146,6043,6147,6044,6148,6045,6149,6046,6047	DONE
1	1,55,70,54,69,68,84,83,82,120,119,	DONE
2049	2049,2103,2160,2161,2220,2047,1995,1944,1943,1997,1946	DONE
2056	2056,2054,2108,2107,2053,2163,2164,2223,2001,2000,1999	DONE
16	16,15,3,30,44,59,74,136,168,201,237,275,	DONE
19	19,33,47,62,76,92,93,77,110,109,139,140,172,171,138,204,	DONE
8878	8878,8729,8650,8570,8569,8487,8488,8568,8649,8728,8727	DONE
6172	6172,6173,6174,6175,6069,6280,6281,6177,6283,6071,6284	DONE
31	31,45,60,90,107,137,75,4,46,32,17,5,	DONE
2083	2083,2374,2314,2255,2197,2139,2031,1981,1982,	DONE
2084	2084,2140,2026,2027,1924,1925,1874,1926,2315,2441,	DONE
2088	2088,2034,2033,2032,2086,2085,2142,2141,2087,2200,2259	DONE
6190	6190,6082,5980,5979,5879,5776,5775,5678,5677,5580,5676	DONE
49	49,64,35,63,78,111,141,173,207,243,281,282,320,280,319,3	DONE
50	50,36,22,37,38,51,66,52,65,53,39,24,7,23,8,25,9,10,40,41,8	DONE
6197	6197,6413,6414,6520,6625,6728,6623,	DONE
8256	8256,	DONE
4164	4164,4087,3854,3855,3770,3939,3856,3938,3857,3771,3769	DONE
8262	8262,	DONE
2125	2125,2069,2070,2071,2016,2017,2072,2129,2015,2130,2073	DONE
2127	2127,2065,1860,1809,1810,1861,1758,1759,1761,	DONE
8547	8547,8546,8545,8627,8628,8629,8709,8786,8860,8861,8934	DONE
8276	8276,8277,8362,8363,8446,8447,8190,8101,8102,8191,8103	DONE
89	89,106,167,135,200,105,236,274,313,354,399,445,491,446,	DONE
91	91,108,169,202,238,277,276,316,356,357,401,314,355,315,	DONE
94	94,206,242,497,	DONE
4196	4196,4193,4194,4115,4114,4116,4195,4117,4192,4112,4113	DONE
6250	6250,6142,6143,6041,5836,5835,5736,5834,5833,5734,6040	DONE
4203	4203,4202,4284,4283,4201,4123,4045,4124,4122,4046,4121	DONE
2156	2156,2152,2392,2332,2393,2394,2391,2210,2269,2209,2455	DONE
8308	8308,8309,8223,8224,8135,8225,8226,8137,8136,8045,8044	DONE
8310	8310,8396,8311,8397,8312,8398,8313,8399,8483,8484,8400	DONE
4215	4215,4214,4212,4294,4295,4378,4296,4379,4380,4464,4381	DONE
122	122,123,124,156,155,188,187,186,220,219,255,293,	DONE
4222	4222,4143,4066,4065,3988,3989,3987,4064,3986,3903,3985	DONE
4223	4223,4144,4063,4142,4308,4307,4390,4306,4389,4309,4392	DONE

Figure 134. *Principe de l'algorithme récursif basé sur la connexité.*

IV.7. Propos d'étape. Ne pas se tromper d'espace

Figure 135. *Liminal Air – descend, Shinji OHMAKI, Kanazawa, Ishikawa, Japan, 2006.*

> « *si l'on est convaincu de l'intérêt de l'espace comme dimension de la vie sociale, il convient d'être capable d'isoler méthodologiquement cette dimension sans se laisser abuser par le foisonnement de figures spatiales, dont, reconnaissons-le, il est extrêmement difficile de se passer tant dans la recherche que dans la langue de tous les jours.* » (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 269)

Ce chapitre m'a permis d'expliciter l'importance d'adopter une conception relative et relationnelle de l'espace afin d'établir une méthodologie complexe de mesure de la spatialisation des réalités sociales (IV.6, p. 195). Rendre faisable la mesure relative d'une substance par un simple écart à la moyenne (Figure 125, p. 203) me permet de traiter ma première hypothèse (p. 35) : Hypothèse 1/. Concevoir la complexité de l'urbain n'implique pas de renoncer à **la simplicité.** Le fait que cette preuve de concept s'inscrive dans la résolution de ma problématique épistémologique (Comment rendre compte de l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain ? p. 36) souligne l'imbrication de l'épistémie, de la théorie et de la méthodologie pour l'établir une méthodologie complexe de mesure des espaces habités (I, p. 16).

Afin de clarifier les apports de mon cheminement méthodologique, il importe de rappeler certains apports relevant des défis épistémiques et théoriques. L'espace est un problème central dans l'évolution de notre régime de connaissance (II.2.1, p. 83) qui a confronté l'humanité à différentes crises de la connaissance (Encadré 12, p. 84) dont la plus récente relève d'une conceptualisation relative et relationnelle (II.2.5, p. 90). Je n'ai pas manqué tout au long de cette recherche de lutter avec ces évolutions conceptuelles afin de ne pas me tromper d'espace (J. Lévy, Maitre, Romany, 2014). Pour ce qui relève de l'urbanisme, nous pouvons comprendre l'analyse urbaine et les méthodologies fonctionnalistes comme des postures fondées sur une conception de l'espace absolue et relationnelle (II.2.4, p. 89). Ce regard mérite d'être confronté avec l'habité et plus particulièrement avec les spatialités comprises comme « *« un art de l'existence » qui participe d'un « soucis de soi » et non d'un usage fonctionnel de l'espace* » (Lussault, 2013, p. 36). Pour ce qui concerne la notion de spatialité, j'ai relevé que les deux définitions renvoient à des conceptions relationnelles de l'espace, l'une absolue, l'autre relative (Encadré 7, p. 59). La richesse de la notion d'espace complique sa mobilisation et nous invite à la plus grande attention concernant l'établissement d'une méthodologie de mesure de cette dimension du social [200] (citation, p. 209).

Pour ce qui concerne la mesure de la spatialisation des réalités sociales, l'idée initiale était d'établir une mesure en tout point. Suivant la première acception de la notion de spatialité, il est possible de comprendre une telle mesure comme un descripteur de la dimension spatiale d'une réalité sociale. Une mesure en tout point relève d'une conception absolue et relationnelle de l'espace. Absolue, car chaque point est a priori comparable aux autres. Relationnelle, car chaque mesure prend en compte les relations de ce point aux objets de société. Si nous considérons une grille hectométrique discrétisée, deux points à une distance non pertinente d'un même objet vont chacun porter les densités et diversités des substances associées à la réalité sociale étudiée (Figure 136, p. 212). Cela aura pour effet une surévaluation de l'indicateur des hectares bénéficiant des connexités les plus importantes (Figure 137, p. 212). Cette conception permet d'établir le capital de position d'un chorème relativement au système urbain étudié (Figure 12, p. 39).

[200] Dans la continuité du tournant spatial (Encadré 2, p. 18), comprendre l'espace comme une construction sociale nous impose d'éviter les biais identifiés de différentes approches de l'espace. Une approche systémique favorise la logique à l'espace. Le paradigme de la production peut le faire disparaitre. L'importance des positions ne doit pas éluder celle des relations. L'espace vécu et les représentations opèrent un décalage qui doit nous permettre de revenir à l'espace. Le matérialisme limite l'espace à l'étendue comprise comme un support absolu (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 325-333). Les notions complémentaires mobilisées dans cette recherche permettent d'éviter la confusion concernant à la caractérisation d'un lieu.

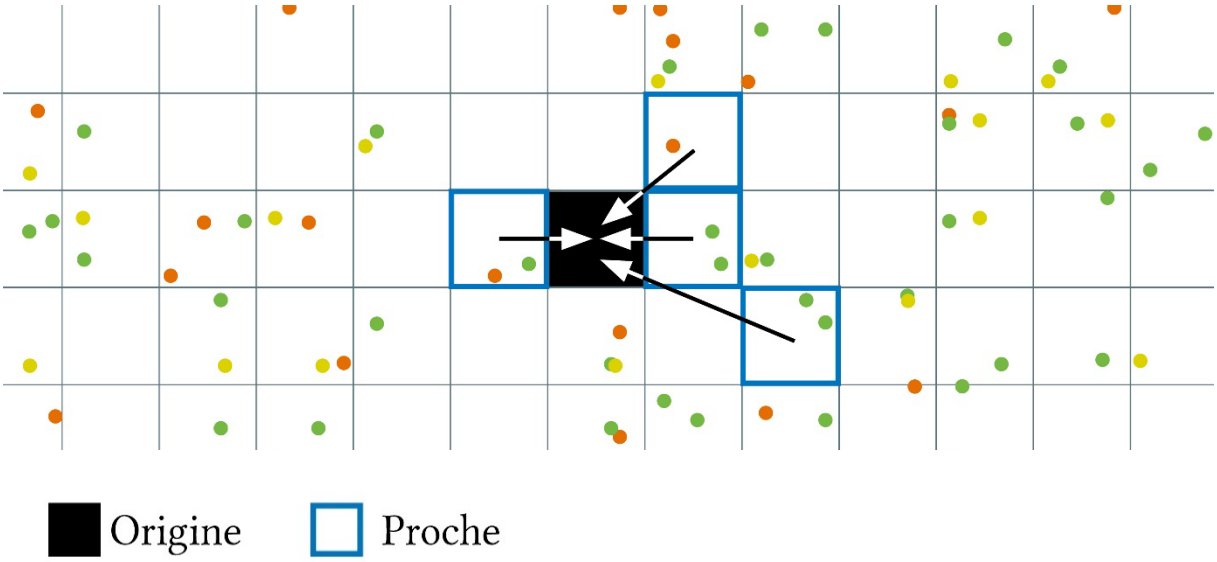


Figure 136. *Mesure en tout point.*

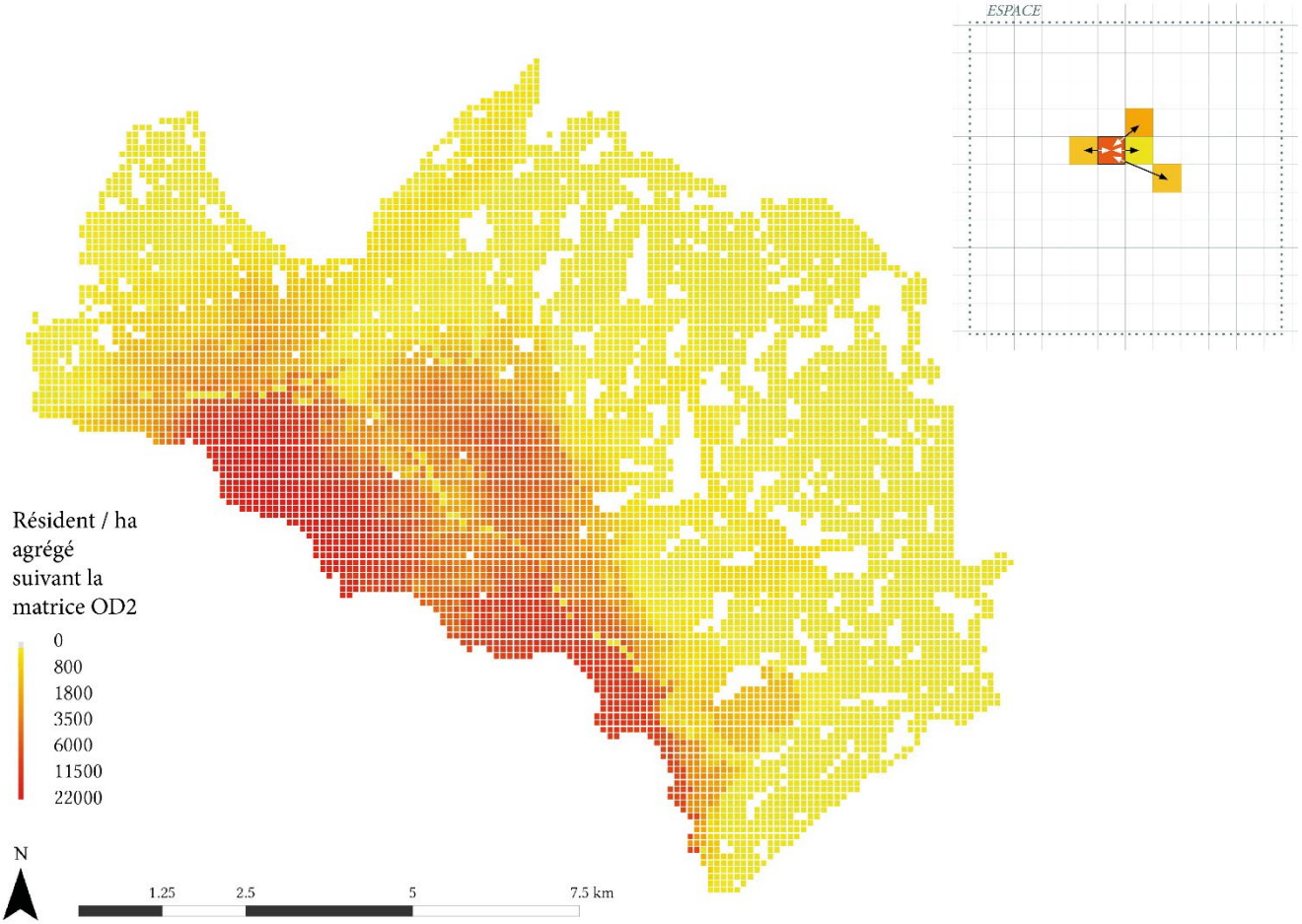


Figure 137. *Densité virtuelle, mesure relationnelle des chorèmes.*

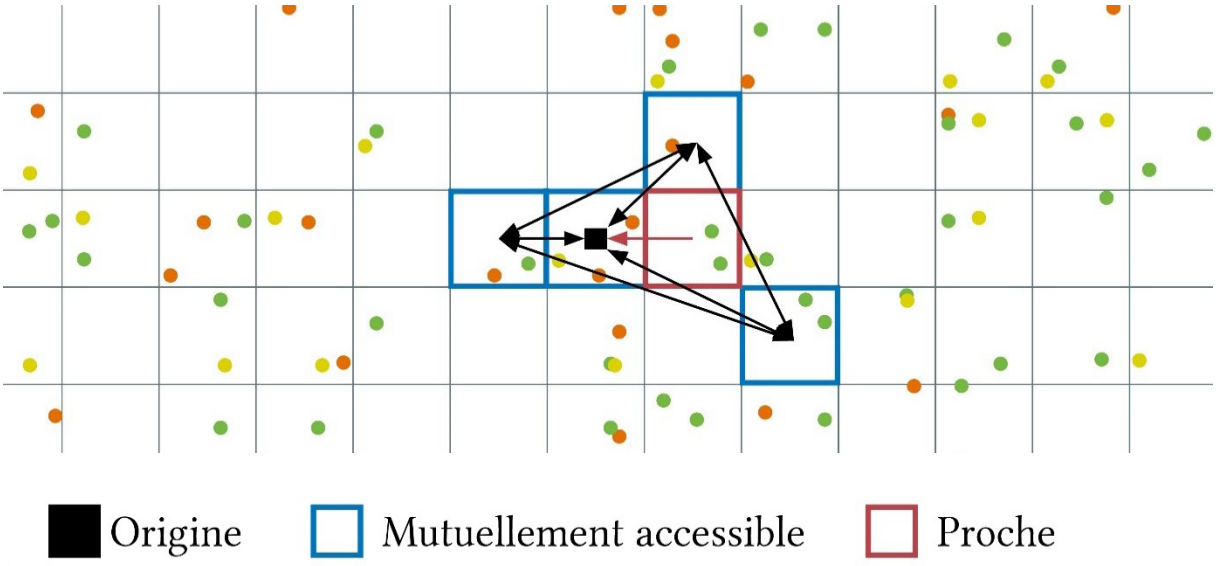


Figure 138. *Mesure en tout lieu.*

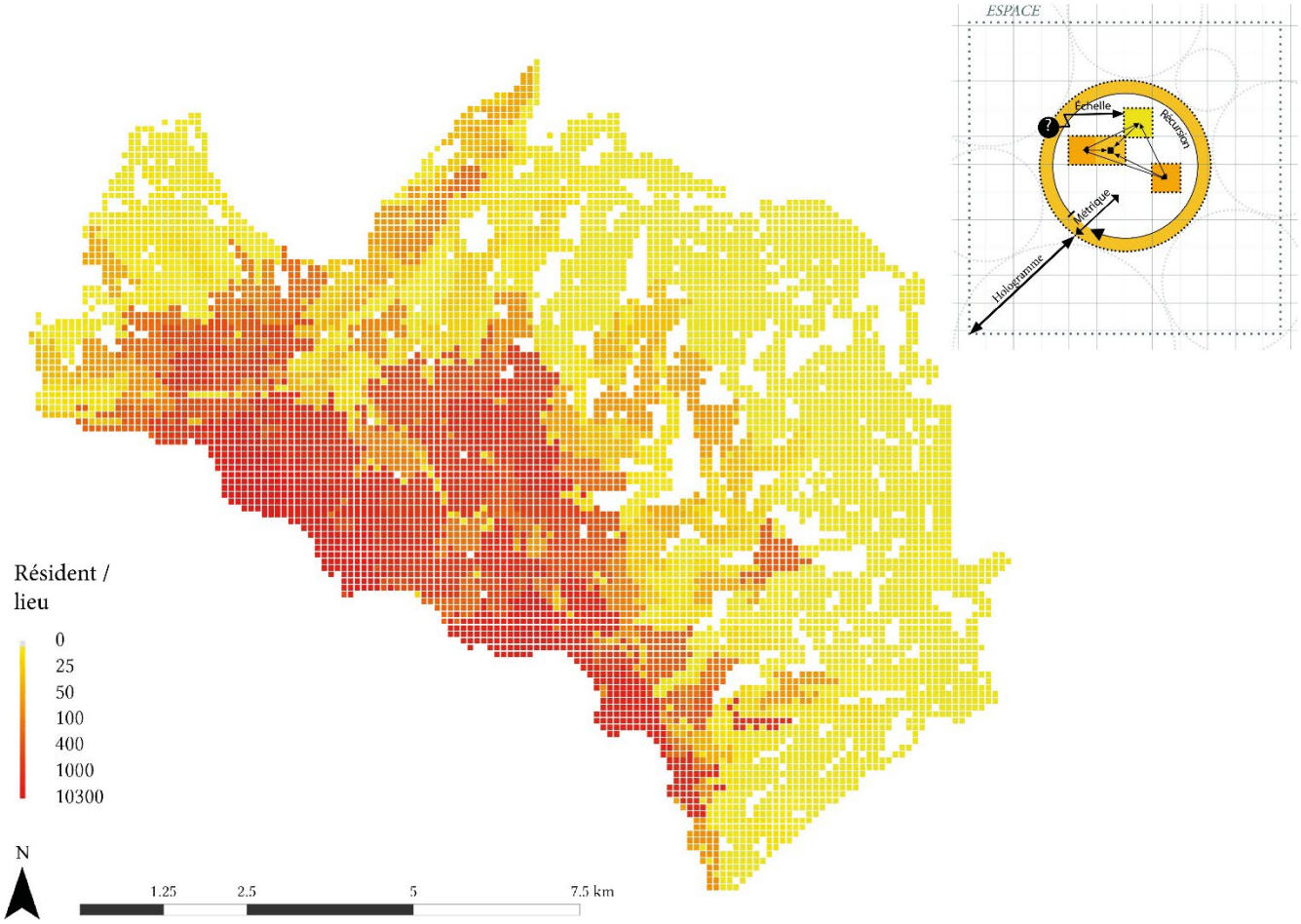


Figure 139. *Densité virtuelle, mesure relative et relationnelle des chorotypes.*

La seconde piste a été de chercher à mesurer l'urbanité non pas en tout point, mais en tout lieu, ces espaces où la distance n'est pas pertinente (III.4.2, p. 148). Suivant cette approche, la mesure n'est pas absolue, tous les hectares ne sont pas comparables *a priori,* mais elle est relative : chaque lieu est une construction *a posteriori*. Les emprises spatiales de ces espaces sont relatives à la métrique pertinente pour mesurer l'écart aux objets de société considérés (Figure 67, p. 121). La mesure est relationnelle du fait qu' elle prend en compte les relations de l'ensemble des hectares aux objets de société participants de la réalité sociale étudiée. Seules les substances associées aux réalités sociales présentes à l'intérieur des hectares mutuellement accessibles sont mesurées afin d'établir l'indicateur (Figure 138, p. 213). Chaque objet de société n'est ainsi comptabilisé qu'une seule fois (Figure 139, p. 213). Cette conception permet d'établir le capital de situation d'un chorotype relativement au système urbain étudié (Figure 12, p. 39).

Mon cheminement méthodologique m'a permis de faire évoluer ma conception des notions de métrique (III.2.1, p. 115), d'échelle (III.2.3, p. 122), de densité (III.3.1, p. 130) et de diversité (III.3.2, p. 135). Pour cette dernière il importe de préciser que je ne suis pas arrivé à une mobilisation satisfaisante afin d'entrer en matière avec ses apports pour l'organisation des réalités urbaines (Encadré 26, p. 163). Il est admis que la diversité participe à un processus d'auto-organisation de la spatialisation des réalités sociales [201]. Cependant mes expérimentations tendent à m'orienter vers une mobilisation de cette notion pour étudier l'emboitement, l'interspatialité et la cospatilité (Figure 68, p. 122). Autrement dit, l'état actuel de développement de cette méthodologie de mesure permet d'identifier les chorotypes, mais pas les géotypes. Je formule l'hypothèse que dépasser cette limite implique l'étude des spatialités, que la diversité émerge de l'effet des spatialités sur l'organisation spatiale des réalités sociales (Figure 141, p. 217).

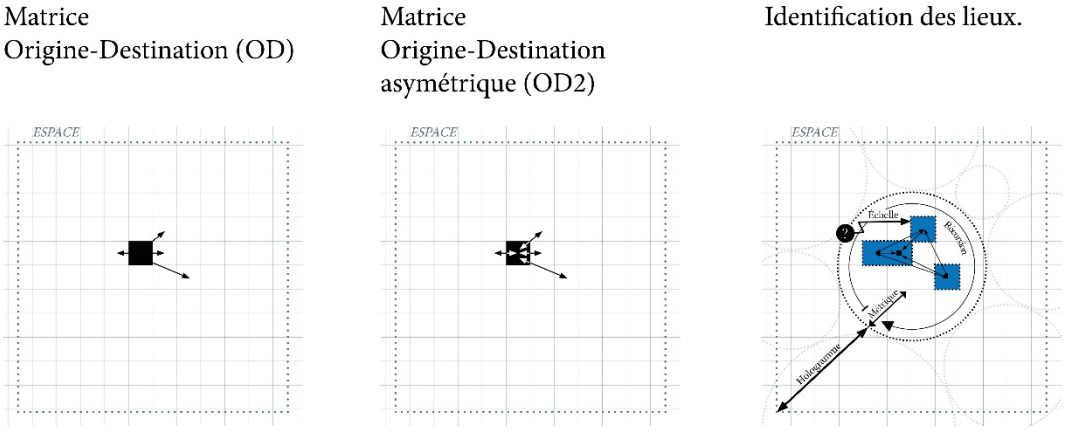


Figure 140. Trois étapes pour l'identification des lieux.

[201] Comme c'est le cas pour la densité dans l'exemple de l'anomalie dilatométrique (Figure 74, p. 134).

V. Le lieu hologrammatique, un concept et une méthodologie

> « *Passer un pont, traverser un fleuve, franchir une frontière, c'est quitter l'espace intime et familier où l'on est à sa place pour pénétrer dans un horizon différent, un espace étranger, inconnu, où l'on risque, confronté à ce qui est autre, de se découvrir sans lieu propre, sans identité. Polarité donc de l'espace humain fait d'un dedans et d'un dehors.*
>
> *Ce dedans rassurant, clôturé, stable, ce dehors inquiétant, ouvert, mobile, les Grecs anciens les ont exprimés sous la forme d'un couple de divinités unies et opposées : Hestia et Hermès.*
>
> *Hestia est la déesse du foyer, au cœur de la maison. Elle fait l'espace domestique, qu'elle enracine au plus profond, un dedans, fixe, délimité, immobile, un centre qui confère au groupe familial, en assurant son assise spatiale, permanence dans le temps, singularité à la surface du sol, sécurité face à l'extérieur.*
>
> *Autant Hestia est sédentaire, refermée sur les humains et les richesses qu'elle abrite, autant Hermès est nomade, vagabond, toujours à courir le monde ; il passe sans arrêt d'un lieu à un autre, se riant des frontières, des clôtures, des portes, qu'il franchit par jeu, à sa guise. Maître des échanges, des contacts, à l'affût des rencontres, il est le dieu des chemins où il guide le voyageur, le dieu aussi des étendues sans routes, des terres en friche où il mène les troupeaux, richesse mobile dont il a la charge, comme Hestia veille sur les trésors calfeutrés au secret des maisons.*
>
> *Divinités qui s'opposent, certes, mais qui sont aussi indissociables. Une composante d'Hestia appartient à Hermès, une part d'Hermès revient à Hestia. C'est sur l'autel de la déesse, au foyer des demeures privées et des édifices publics, que sont, selon le rite, accueillis, nourris, hébergés les étrangers venus de loin, hôtes et ambassadeurs. Pour qu'il y ait véritablement un dedans, encore faut-il qu'il s'ouvre sur le dehors pour le recevoir en son sein.*
>
> *Et chaque individu humain doit assumer sa part d'Hestia et sa part d'Hermès. Pour être soi, il faut se projeter vers ce qui est étranger, se prolonger dans et par lui. Demeurer enclos dans son identité, c'est se perdre et cesser d'être. On se connaît, on se construit par le contact, l'échange, le commerce avec l'autre.*
>
> *Entre les rives du même et de l'autre, l'Homme est un pont.* » (Vernant, 2015 [1999]) [202]

Il importe pour conclure de faire le point sur le cheminement scientifique accompli, de le confronter aux hypothèses et aux enjeux identifiés afin de vous permettre, au-delà de l'usage et de la critique du concept de lieu hologrammatique, de rendre imaginable l'établissement d'autres méthodologies complexes de mesure.

[202] Ce texte a été commandé en 1999 pour le cinquantième anniversaire du Conseil de l'Europe. Il est consultable sur une borne du pont de l'Europe qui permet de franchir une limite matérielle, immatérielle et idéelle.

La problématique fondatrice de cette recherche était de contribuer à l'établissement d'une méthodologie de mesure de l'urbanité, comprise comme un indicateur de l'organisation des objets de société (I, p. 19). L'enjeu principal de ce sujet est de contribuer au renouvellement de l'analyse urbaine par l'établissement d'une méthodologie complexe de mesure de l'organisation spatiale des réalités sociales qui permette de rendre imaginable l'émergence d'un urbanisme relatif et relationnel (Encadré 1, p. 15 ; II.3, p. 93, Encadré 25, p. 158). Bien que ce sujet puisse être situé dans le champ des sciences sociales de l'espace, mon exploration a été transdisciplinaire. L'urbain est un objet de recherche qui mobilise de nombreux domaines scientifiques interdépendants. Ces articulations m'ont amené à opérer différentes traductions entre sciences formelles, sciences naturelles, sciences humaines et sociales et sciences appliquées. Il a s'agit de se jouer des frontières disciplinaires, accompagné des notions de métrique, de distance, d'échelle et de dialogique, pour aboutir à la contribution principale de cette recherche : une conceptualisation hologrammatique de la notion de lieu (III.4.2, p. 148).

L'urbain est un phénomène complexe. Malgré l'évidence de ce constat, faire le choix de la complexité afin d'étudier la construction sociale de l'espace demeure un défi scientifique contemporain, conjointement épistémologique, théorique et méthodologique (I, p.16 ; IV.7, p. 210). Afin de clarifier ce défi, j'ai explicité le cadre épistémique, aussi élégant qu'insaisissable, que nous offre la pensée complexe (II.1, p. 57) et l'ensemble indisciplinaire des sciences sociales de l'espace (II.2., p. 80). Ces étapes m'ont permis d'identifier leurs articulations existantes dont le principe de réintroduction du connaissant (II.1.1, p. 58), le principe systémique (II.1.2, p. 62) et le principe dialogique (II.1.4, p. 66), mais également celles qu'il importe de problématiser afin de rendre compte de la complexité de l'espace habité dont le principe de récursion organisationnelle (II.1.5, p. 71, IV.6, p. 195) et le principe hologrammatique (II.1.7, p. 75).

Une grille de lecture. La mobilisation de ces deux écoles de pensées constructivistes m'a orienté vers la construction d'une grille de lecture afin de contribuer à l'établissement non pas d'un indicateur d'urbanité (I.3.1, p. 48 ; III.3, p. 127), mais d'une méthodologie de mesure de l'organisation des réalités sociales (I.3.1, p. 48 ; II.3, p. 94 ; Figure 141, p. 217). Cette grille de lecture systémique articule différents niveaux de dialogiques (représentées par un opérateur, Figure 29, p. 69). Le premier concerne l'identification de la métrique pertinente relativement aux réalités sociales étudiées, leurs spatialités et leurs substances (Figure 67, p. 121). Le second concerne la relation entre densité et diversité de ces substances (Encadré 10, p. 69). Afin de rendre compte de la dialogique entre les lieux, d'identifier les limites *entre* ces espaces, la récursion organisationnelle m'a permis d'observer l'émergence de leurs échelles *a posteriori*

(III.2.3, p. 122 ; IV.6, p. 195). Le principe hologrammatique est mobilisé afin de caractériser la notion de lieu comme une partie de l'espace habité, suivant une conception relative et relationnelle de l'espace (II.2.5, p. 90 ; III.4.2, p. 146). Cette conceptualisation permet de rendre compte de la coévolution de l'ensemble des lieux d'un système urbain (Figure 132, p. 208). Chaque lieu observé est une construction sociale relative à la métrique identifiée précédemment et aux substances pertinentes pour la réalité sociale étudiée. Enfin le connaissant est intégré à la méthodologie de mesure par le vecteur de ses spatialités. Cette articulation entre savoirs et connaissances permet de faire évoluer la mesure et d'entrer en matière avec l'identification de l'espace des possibles et l'espace des faisables (Encadré 15, p. 96).

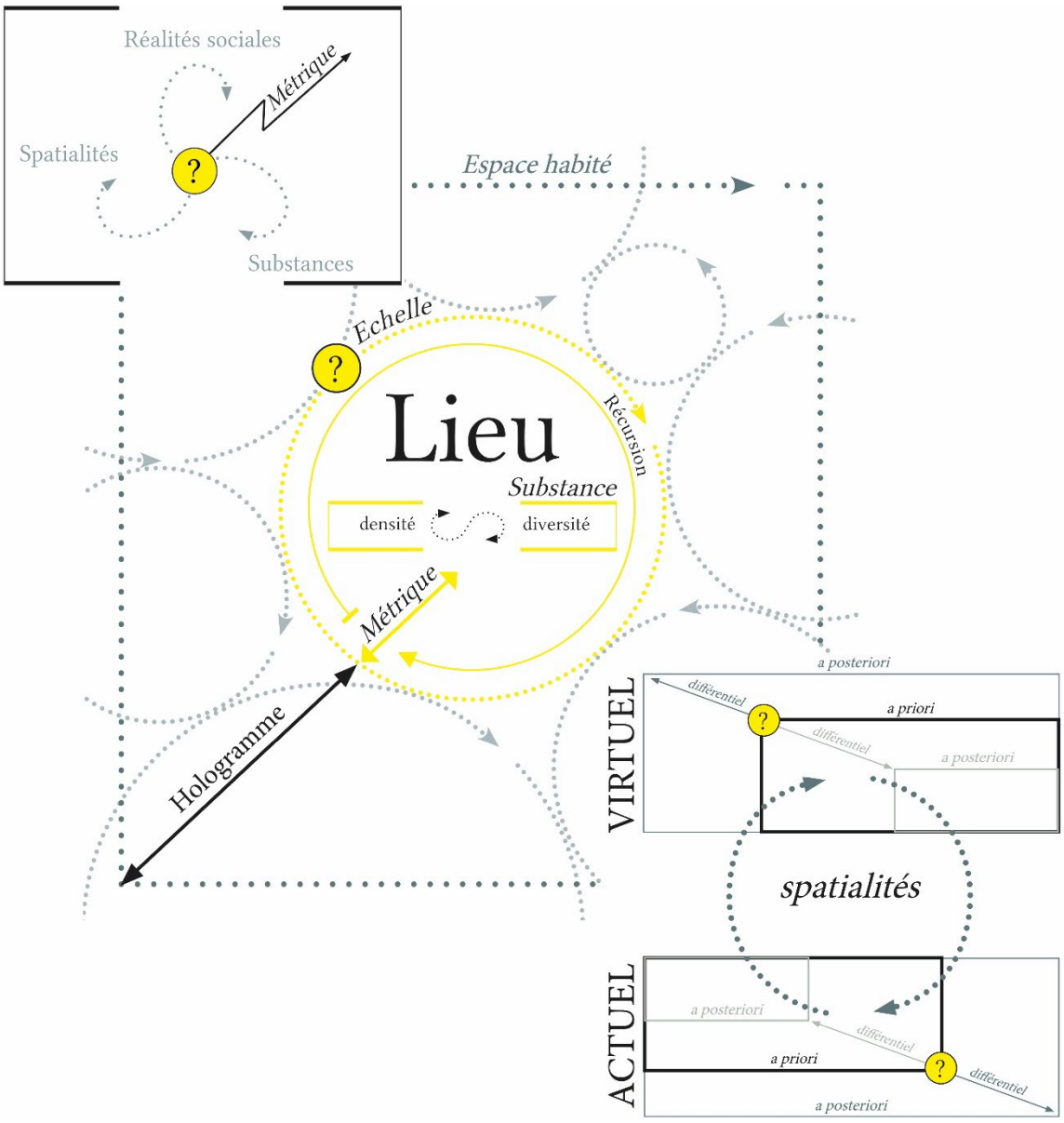


Figure 141. *Une grille de lecture pour mesurer l'organisation spatiale des espaces habités.*

V.1 Le lieu hologrammatique, une conceptualisation complexe de la notion de lieu afin de rendre faisable la mesure de l'organisation spatiale des réalités sociales.

Tout en m'étant référé aux différentes conceptions de la notion de lieu (III.4, p. 137), le concept de lieu hologrammatique opère un décalage motivé par l'établissement d'une méthodologie de mesure des espaces habités (Corollaire 3.2, p. 43). À l'image d'une holographie (II.1.7, p. 75 ; Encadré 11, p. 79), cette construction m'a permis d'observer la part du réel identifiée par Jean-Pierre Vernant comme des relations complémentaires et contradictoires entre Hestia et Hermès (citation, p. 215, IV.7 , p. 210). Une telle dialogique entre un intérieur et ses limites, peut être comprise comme l'organisation de l'autonomie d'un espace (II.1.3, p. 64). La généralisation de ce constat à l'espace habité a impliqué une conceptualisation des relations dialogiques entre *des intérieurs* (IV.6, p. 195). Le lieu hologrammatique est compris comme un outil conceptuel qui a permis l'identification des lieux, ces espaces au sein desquels l'ensemble des écarts n'est pas pertinent (III.4.2, p. 146), par celle de leurs limites qui peuvent être conjointement matérielles, immatérielles et idéelles (Encadré 14, p. 93). Cette identification *a posteriori* permet de rendre comparables ces constructions sociales de l'espace sans renoncer à la simplicité (Figure 125, p. 203).

Relever le défi épistémologique (p. 56) a impliqué de dépasser le paradigme de simplification pour étudier la complexité du phénomène urbain (I.1.1, p. 23). Afin d'entrer en matière avec une approche complexe de la construction sociale de l'espace, j'ai souligné les différences et complémentarités entre les problèmes de simplicité, de complexité désorganisée et de complexité organisée (I.1.2, p. 27). Cette grille de lecture pragmatique m'a permis de contextualiser la crise connaissance relative à une approche complexe de l'urbain que j'ai complété par une lecture critique des principes du paradigme de la pensée complexe :

- La réintroduction du connaissant dans le processus même de construction des savoirs permet de rendre imaginable un agir stratégique sur l'urbain qui dépasse la programmation classique de la planification urbaine. Comme pour tout concept faible, établir une mesure de l'urbanité bénéficie de sa mise au débat (III.3, p. 127 ; Encadré 25, p. 153). Il s'agit de rendre faisable l'intégration des connaissances spatiales portées par les acteurs afin d'actualiser les savoirs et l'agir (Encadré 7, p. 59).

- Le principe dialogique nous invite à dépasser l'étude de nombreuses notions relevant de la pensée linéaire comme les dynamiques urbaines ou les hiérarchies. Il s'agit de penser les phénomènes complémentaires et contradictoires qui participent à la construction sociale de l'espace (II.1.4, p. 66). Afin de faciliter sa mobilisation je propose l'opérateur suivant :

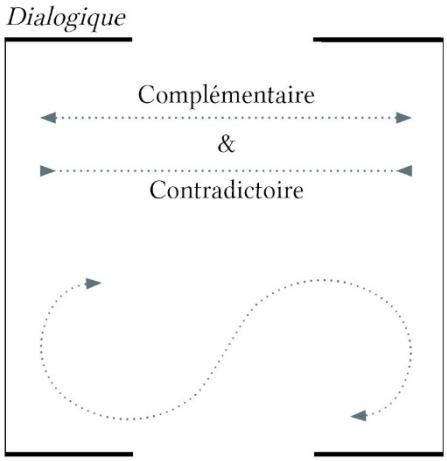


Figure 142. *Dialogique, un opérateur.*

- Le principe de récursion organisationnelle permet d'entrer en matière avec le processus de construction sociale de l'espace. La notion de lieu peut être comprise comme une matrice de l'individu et des communautés qui, en retour, participe à l'organisation des objets de société (III.4.1.3, p. 144) [203].
- Le principe hologrammatique nous permet d'entrer en matière avec de nombreux paradoxes, comme en témoigne la notion de lieu comprise comme un espace où la distance n'est pas pertinente [204] (III.4.2, p. 146).

Les apports de la pensée complexe concernant ce défi épistémologique m'ont permis de préciser la problématique à laquelle contribue cette méthodologie complexe de mesure (II.3, p. 94 ; V.2, p. 224) : **quelles sont les spatialités pertinentes afin d'identifier les relations dialogiques entre les objets de société participant à l'organisation actuelle et virtuelle de l'autonomie *a priori* / *a posteriori* au sein d'un système urbain et de ses parties ?**

[203] Cette récursion nous impose de prendre en compte le processus d'actualisation de l'organisation à travers les notions d'espace *actuel* / *virtuel,* mais également concernant l'urbanité *a priori* / *a posteriori* (Encadré 15, p. 96).
[204] Si la lutte contre la distance est une problématique centrale dans le processus de construction sociale de l'espace, la distance ne disparait pas dans un lieu, mais sa perte de pertinence témoigne d'une organisation de l'espace permettant de répondre efficacement à cet enjeu (III.4.2, p. 148).

Adopter une conception relative et relationnelle de l'espace permet de rendre compte de l'organisation des espaces habités. J'ai tout d'abord identifié l'importance des conceptualisations de l'espace pour contribuer au renouvèlement des savoirs et des pratiques de l'urbanisme (II.2.1, p. 83). La distinction entre les conceptions de l'espace absolue / relative et respectivement positionnelle / relationnelle m'a permis d'identifier que la planification et l'analyse urbaine sont fondées sur une conceptualisation absolue et relationnelle de l'espace [205]. Suivant cette approche il est nécessaire de disjoindre et de réduire un système urbain à ses parties afin d'étudier leurs contenus ou leurs relations, ce qui nous renvoie au paradigme de simplification (I.1.1, p. 23) et à la notion de *topos* (III.4.1.2, p. 143). Ce constat a profondément impacté ma problématique concernant la mesure de l'urbanité. Les questions usuelles « *quelle densité et quelle diversité mesurer ?* » sont devenues secondaires à l'identification d'espaces comparables *a posteriori* suivant une conception relative et relationnelle de l'espace (I.4, p. 54). Afin d'établir une mesure du gradient d'urbanité, il s'agit de mesurer *la densité et la diversité de quels espaces ?*

Hypothèse 1 (p. 35) : ***concevoir la complexité de l'urbain n'implique pas de renoncer à la simplicité.*** La méthodologie complexe de modélisation développée durant cette recherche a permis d'identifier les limites des lieux au sein d'un système urbain (IV.7, p. 209) et participe ainsi à valider cette hypothèse : la modélisation complexe d'un fond de carte dynamique fondé sur une conceptualisation hologrammatique de la notion de lieu a permis d'établir la mesure relative d'une substance grâce à un simple écart à la moyenne (Figure 125, p. 203, Figure 139, p. 213). Cette méthode a ainsi permis de dépasser la mobilisation d'un indicateur surfacique (Encadré 6, p. 49) en faveur d'une mesure relative et relationnelle.

Hypothèse 3 (p. 49) : L'urbanité est un concept faible. La diversité des spatialités et des réalités sociales nous impose d'assumer la relativité d'une telle notion (Figure 68, p. 122). Si cette

[205] La problématique initiale de cette recherche est relative à la mesure de l'urbanité, du couplage de la densité et de la diversité (Encadré 10, p. 69). Afin d'établir un gradient d'urbanité, il importe de rendre comparables ces mesures *a posteriori*. Or, l'usage d'indicateurs surfaciques de densité ou de diversité ne permet pas d'établir ce rapport (Encadré 6, p. 49). Suivant une telle mesure, une surface telle qu'un hectare est *a priori* comparable à toutes les autres, quelle que soit sa position dans un système urbain. Ces indicateurs sont fondés sur une conception absolue de l'espace : une surface de référence constitue un référent absolu. À partir de ce référent absolu, il est possible d'établir un indicateur positionnel : ce qui se trouve dans cet hectare, comme la densité surfacique ; ou relationnel : ce qui se trouve dans l'espace accessible depuis cet hectare, comme une zone de chalandise établie à l'aide d'un isomètre ou d'un isochrone (Figure 108, p. 180). Ces raffinements relèvent d'une conception absolue de l'espace qui n'est pas en mesure de rendre compte de la relativité de l'espace : un hectare n'est pas comparable à tous les autres, du fait même de la construction sociale de l'espace (Encadré 2, p. 18).

relativité peut sembler une faiblesse au premier abord, il n'en est rien. Comme je l'ai évoqué concernant le développement durable, mobiliser un *concept faible* implique de le contextualiser [206] (III.3, p. 127). Il en est de même pour la mesure de l'urbanité. Mettre au débat l'identification des réalités sociales ainsi que les substances et les spatialités associées permet de bénéficier pleinement de la fonction médiatrice d'un tel indicateur (Encadré 24, p. 153). Il s'agit de réintroduire les connaissants dans la méthodologie de mesure afin de soutenir la production de savoirs sur l'organisation de l'espace de la société concernée ainsi que l'établissement de plans d'action individuels et/ou collectifs. Cette réintroduction bénéficie également à l'identification de l'espace des possibles et de l'espace des faisables (Encadré 15, p. 96).

Hypothèse 2 (p. 39) : Je finirai avec le traitement de cette hypothèse centrale pour cette recherche Afin de rendre compte de la construction sociale de l'espace (p. 98), j'ai produit une grille de lecture qui a permis de mesurer l'organisation spatiale non pas de l'urbanité mais d'une réalité sociale [207] (III.5.1, p. 156). Pour ce faire, problématiser la notion distance (III.2.1, p. 115) m'a permis de caractériser le capital de position d'un chorème (IV.6.2, p. 198) puis le capital de situation d'un chorotype (IV.7, p. 210). Pour aboutir à ce résultat, ma première contribution est issue d'un projet de recherche sur la représentation cartographique : post-projection (J. Lévy, Maitre & Romany, 2014). Durant ce dernier, nous avons identifié que l'asymétrie de l'espace réel implique de dépasser la réduction des métriques distances-durées à la mesure origine-destination, par la prise en compte des écarts origine-destination *et* destination-origine (IV.5, p. 182). Nous avons expérimenté la représentation d'un tel ensemble d'écarts par une simulation de type attraction-répulsion qui nous a permis de rendre compte de la position relative des origines. Cela nous a permis de démontré que la projection n'est pas une solution, mais bien un problème qui implique une problématisation de la relation entre le phénomène étudié et sa représentation. Ce premier résultat a contribué à renouveler et à problématiser la conception classique de la projection cartographique, et m'a permis d'imaginer une généralisation de cet apport pour la mesure de l'organisation des réalités sociales.

La métrique comme problématisation d'un urbanisme relatif et relationnel. Les métriques Origine-Destination sont couramment mobilisées dans le cadre d'analyses urbaines afin de rendre compte de l'accessibilité depuis une origine. Elles sont usuellement représentées sous la

[206] Il importe de discuter l'importance relative des différents piliers suivant les objectifs des acteurs, mais également des possibilités offertes par l'environnement social et spatial.
[207] Cette généralisation est issue des apports du défi épistémologique (II.3, p. 94).

forme d'isomètres ou d'isochrones (Figure 108, p. 180). Afin de rendre compte de l'accessibilité sans présupposer que l'espace soit symétrique, j'ai expérimenté l'établissement d'une matrice Origine-Destination et Destination-Origine (OD2). Cette mesure innovante de l'accessibilité m'a permis de différencier trois types de situations (Figure 121, p. 198) :

- L'intérieur de l'isochrone asymétrique est un ensemble où l'origine étudiée et les destinations sont mutuellement accessibles.
- Le bord de l'isochrone asymétrique est un ensemble où les destinations sont accessibles depuis l'origine étudiée sans que l'inverse soit vérifié.
- L'abord de l'isochrone asymétrique est un ensemble où les destinations permettent l'accès à l'origine étudiée sans que l'inverse soit vérifié.

L'intérêt immédiat d'une telle mesure pour l'analyse urbaine réside dans l'identification des bords et abords, ces ensembles qui sans être mutuellement accessibles avec une origine sont à son contact suivant la métrique étudiée [208]. Ces deux ensembles constituent les limites d'accessibilité de l'origine, relativement à la métrique étudiée.

Un autre intérêt de cette mesure réside dans la possibilité d'établir un indicateur permettant de rendre compte de la connexité d'une origine relativement au système urbain étudié par l'établissement d'un indicateur NodeRank (IV.6.4.2, p. 204). Ce dernier est obtenu en effectuant la somme des connexions entrantes et des connexions sortantes divisées par la moyenne des connexions de l'ensemble des origines du système urbain étudié. Afin d'établir un tel indicateur, il est nécéssaire de prendre en compte l'ensemble du système urbain.

Bien que l'établissement d'une matrice OD2 et les mesures qu'elle rend possibles (dont l'identification d'isochrones asymétriques et l'établissement d'indicateurs de connexité) soient innovantes, cette méthode s'inscrit dans une conceptualisation absolue et relationnelle de l'espace. Cette contribution est immédiatement applicable pour la planification et l'analyse urbaine mais ne permet pas de rendre compte de la relativité de l'espace.

Par la suite, j'ai démontré que l'établissement d'une matrice OD2 permet le dépassement d'une conception absolue et relationnelle de l'espace. J'ai développé une conceptualisation hologrammatique de la notion de lieu qui permet d'observer l'émergence des limites non pas d'une origine, mais de l'ensemble des lieux du système urbain étudié, relativement à une métrique (Figure 141, p. 217). Pour ce faire, j'ai fondé mes expérimentations de modélisation du

[208] Afin d'expliciter l'apport de cette mesure asymétrique de l'accessibilité, j'ai précisé qu'un isochrone classique est constitué de l'union du cœur et du bord de l'isochrone asymétrique. L'abord de l'isochrone asymétrique n'est quant à lui pas identifiable avec une méthodologie classique de mesure origine-destination.

concept de lieu hologrammatique sur une récursion organisationnelle : les chorèmes sont un à un associé soit :

- au chorème le plus proche, et forme ainsi un proto-lieu, déjà un ensemble où les écarts ne sont pas pertinents, mais qui n'est pas encore stable, qui est en cours d'émergence.
- au proto-lieu le plus proche, où l'ensemble des écarts de ses parties au chorème est le plus faible.

Une fois l'ensemble des chorèmes attribuées, ces ensembles intermédiaires sont stabilisés, et constituent autant de chorotypes, d'ensembles rendus comparables *a posteriori* relativement à la métrique étudiée. Ce processus d'agrégation rend compte de la dialogique, des relations complémentaires et contradictoires, de chaque chorème avec l'ensemble du système urbain [209], de chaque chorotype au système urbain.

Cette méthodologie permet ainsi d'entrer en matière avec le paradoxe de l'identification des espaces où les écarts ne sont pas pertinents [210] par la mobilisation du concept de lieu hologrammatique. (Hypothèse 2, p. 39)

Enjeu, vers l'émergence d'un urbanisme relatif et relationnel (Encadré 25, p. 158). Cette méthodologie a permis d'entrer en matière avec une modélisation complexe de la construction sociale de l'espace et de supporter la mesure de l'organisation des réalités sociales. En plaçant les spatialités au cœur d'un renouvellement des pratiques de l'analyse urbaine (III, p. 98), elle nous permet de rendre imaginable l'émergence d'un urbanisme relatif et relationnel, fondée sur une posture indisciplinaire, articulant savoirs et connaissances.

[209] Une origine peut être proche d'une destination tout en faisant partie d'un autre ensemble, ce qui est pertinent est la complémentarité entre cette origine et l'ensemble auquel elle est agrégée, relativement au système urbain étudié.

[210] À titre d'exemple, si l'étude porte sur le commerce de proximité et que la distance pertinente moyenne pour accéder à ce service est de quinze minutes en transports publics, l'identification des lieux est celle des ensembles mutuellement accessibles en moins de quinze minutes suivant une métrique intégrant la marche et les transports publics.

V.2. Le lieu hologrammatique, une méthodologie complexe de mesure de l'espace habité

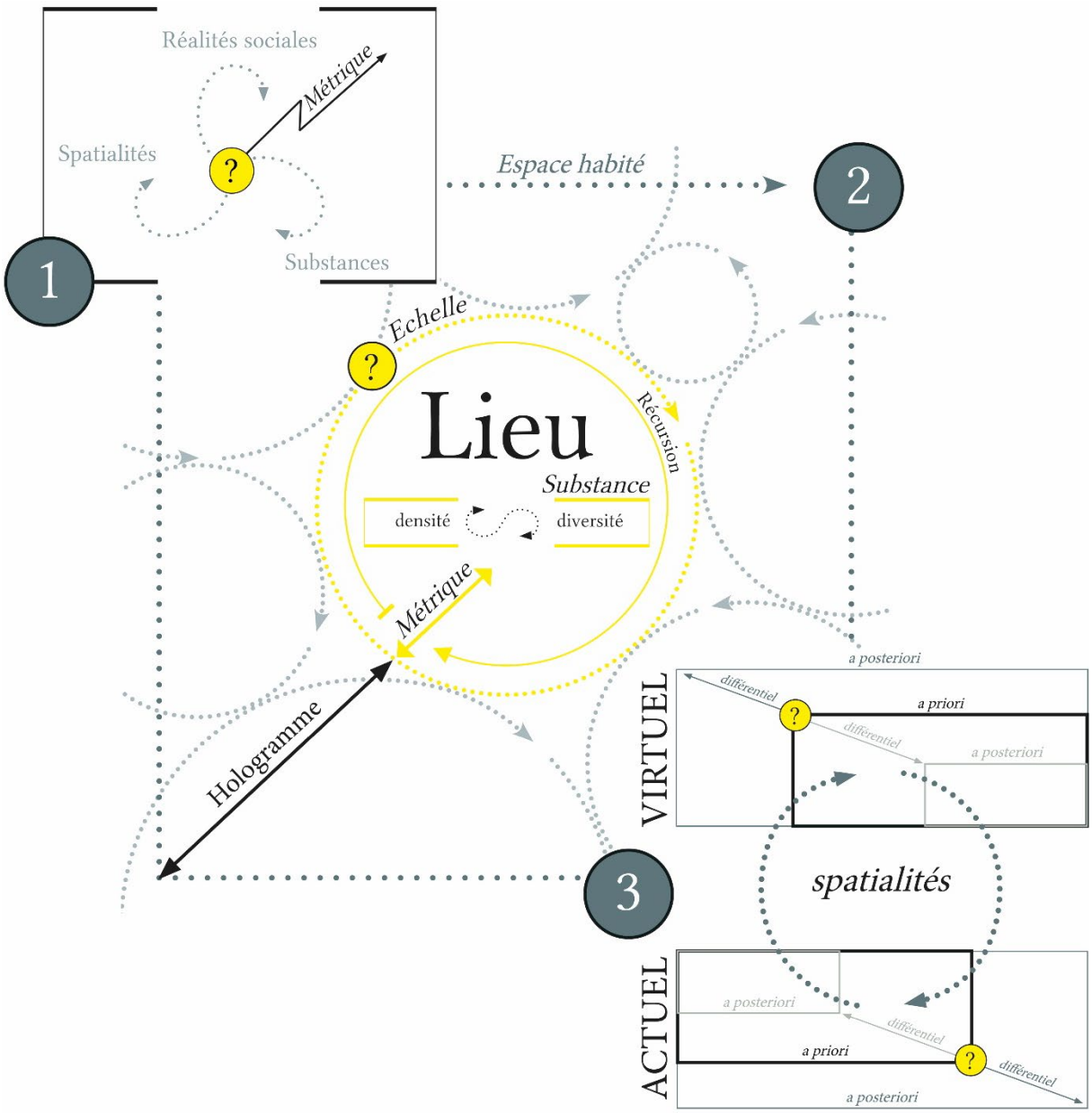


Figure 143. *Le lieu hologrammatique, une méthodologie.*

L'originalité de la méthodologie de mesure que j'ai développée est fondée sur une conceptualisation hologrammatique de la notion de lieu (II.1.7, p. 75 ; III.4.2, p. 148 ; IV, p. 160). À partir de chorèmes, associés en chorotypes qui sont rendus comparables *a posteriori* par

récursion organisationnelle [211] (Problématique méthodologique, p. 52, IV.6.5, p. 208), il a été possible d'observer l'émergence des limites de l'ensemble des lieux d'un système urbain (IV.6.4.2, p. 204) et d'établir la mesure relative et relationnelle d'une substance à un instant donné (la densité de peuplement virtuel, IV.6.5, p. 208). Cette contribution méthodologique indisciplinaire se développe en trois étapes (Figure 143, p. 224) qui peuvent être comprises relativement aux problématiques épistémologique, théorique et méthodologique auxquelles j'ai été confronté dans la perspective d'établir une mesure complexe des espaces habités :

Étape 1. Cette première étape peut être résumée par son objectif : **l'identification qualitative de la métrique pertinente relativement à une ou plusieurs réalités sociales, substances et spatialités** (III.2, p. 113 ; Figure 67, p. 121). Ces trois pôles contribuent à la diversité des métriques que cette méthodologie permet d'étudier (Figure 68, p. 122). Ces métriques peuvent être conjointement topographiques, topologiques et topodoxiques (Encadré 18, p. 108). Chacune informe potentiellement une dimension du système urbain. Ces différentes dimensions permettent. À leur tour, de rendre imaginable une étude de l'emboitement, de la cospatialité et de l'interspatialité (IV.7, p. 210). Cette étape permet d'entrer en matière avec l'organisation des objets de société au sein d'un système urbain par la prise en compte de la lutte contre la distance.

La preuve de concept développée dans cette recherche mobilise une métrique topographique, celle du piéton ; et topologique, celle des transports publics (IV.2.2, p. 169).

Étape 2. **Modélisation du lieu hologrammatique.** Cette étape permet l'identification quantitative de l'ensemble des lieux participant d'un système urbain afin d'établir un gradient de la ou des substances identifiées lors de la première étape. Elle permet également d'identifier les parties d'un système urbain *a posteriori* et de rendre compte de la construction sociale des espaces habités.

La métrique pertinente identifiée durant l'étape précédente devient le support de la modélisation du concept de lieu hologrammatique (III, p. 98). Cet ensemble d'écarts relatifs aux réalités sociales, aux spatialités et aux substances étudiées permet par récursion sur une matrice OD2 (IV.5, p. 182) d'observer l'émergence et l'évolution des lieux et de leurs limites (IV.6, p. 195). Cette identification des chorotypes permet de caractériser pour l'ensemble du système urbain étudié l'intérieur de chacun des lieux, ces espaces où les écarts ne sont pas pertinents (Figure

[211] Qui est elle-même fondée sur l'identification préalable d'une métrique pertinente afin de rendre compte de l'organisation spatiale de la réalité sociale étudiée.

131, p. 207). Les substances identifiées durant l'étape précédente peuvent alors être mesurées suivant une conception relative et relationnelle de l'espace (IV.6.5, p. 208).

Étape 3. **Actualisation itérative du lieu hologrammatique.** Cette dernière étape permet de nous rapprocher itérativement du réel par une actualisation de la mesure précédente fondée sur les spatialités. Afin d'établir une mesure dynamique des espaces habités qui puisse rendre compte de l'organisation *actuelle* des objets de société, il importe de prendre au sérieux les connaissances spatiales portées par la société des individus (II.1.1, p. 58). J'ai préfiguré cette intégration par une proposition méthodologique de mesure articulant, savoirs et connaissances : les spatialités permettent d'actualiser la modélisation initialement *in vitro* du lieu hologrammatique. La mesure établie durant l'étape précédente est comprise comme un indicateur *virtuel* de l'organisation des objets de société. Son actualisation permet de nous rapprocher itérativement du réel. Une telle méthodologie de mesure peut être mobilisée ponctuellement, ou contribuer à un observatoire des espaces habités.

Elle nous permet également d'étudier le différentiel entre l'espace des possibles et l'espace des faisables (Encadré 15, p. 96), tant pour la dimension virtuelle que pour la dimension actuelle de la réalité sociale étudiée. La première permet d'identifier l'espace des possibles alors que la seconde permet d'étudier l'espace des faisables. Le couple espace des possibles / espace des faisables souligne l'importance de la métrise.

Table des encadrés

Encadré 1. Vers un renouvellement systémique des méthodologies d'analyse de l'urbain **p. 15**

Encadré 2. Le tournant spatial, un évènement épistémologique **p. 18**

Encadré 3. L'urbain en question à travers les notions *pólis, civitas, urbs* **p. 39**

Encadré 4. Habiter le Monde **p. 41**

Encadré 5. Le couple actuel / virtuel **p. 45**

Encadré 6. Une critique des indicateurs de densité surfacique par le couple *a priori / a posteriori* **p. 49**

Encadré 7. La notion de spatialité **p. 59**

Encadré 8. La notion de dimension **p. 61**

Encadré 9. Le couple matériel / immatériel **p. 65**

Encadré 10. L'urbanité, une dialogique entre densité et diversité **p. 69**

Encadré 11. Vers une conceptualisation hologrammatique de l'espace habité **p. 79**

Encadré 12. Notion / concept **p. 84**

Encadré 13. Hologrammétrique **p. 92**

Encadré 14. Le triptyque matériel / immatériel / idéel **p. 93**

Encadré 15. L'urbanité : espace des possibles, espace des faisables **p. 96**

Encadré 16. Analyser l'urbain implique de différencier peuplement actuel et virtuel **p. 104**

Encadré 17. Le Monde, un lieu **p. 107**

Encadré 18. La topodoxie : les idées créent des lieux **p. 108**

Encadré 19. Une critique théorique de l'espace **p. 114**

Encadré 20. L'espace et la métrique **p. 118**

Encadré 21. La construction sociale de l'hinterland suisse **p. 121**

Encadré 22. Les conceptualisations de la notion d'échelle **p. 124**

Encadré 23. Les données de peuplement **p. 131**

Encadré 24. De l'urbanité au jeu sérieux **p. 153**

Encadré 25. Contribuer à l'émergence d'un urbanisme relatif et relationnel **p. 158**

Encadré 26. Les limites de cette preuve de concept **p. 163**

Encadré 27. STATPOP, les données de peuplement hectométrique virtuel **p. 166**

Encadré 28. Espace continu, espace discret **p. 174**

Encadré 29. Le cas d'étude support de l'expérimentation méthodologique **p. 177**

Table des figures significatives

Figure 4. La dérive continue du monde humain (P. Lévy, 1994, § Voyage à Cnossos). **p. 16**

Figure 5. Une histoire de l'urbanisation, laboratoire Chôros. **p. 20**

Figure 7. Une dialogique au cœur de la construction sociale de l'espace. **p. 22**

Figure 8. Le dualisme chez Descartes (Kunzmann et al., 2010, p. 106). **p. 24**

Figure 9. Les quatre formes de complexité (Dauphiné, 2003, p. 46). **p. 33**

33Figure 11. Organisations spatiales / modalités de gestion de la distance. **p. 38**

Figure 12. Caractériser l'état d'organisation des géotypes urbains. **p. 39**

Figure 15. Problématiser le processus d'actualisation de l'urbanité. **p. 44**

Figure 16. Density can be achieved in different ways, Urban Task Force, 1999. **p. 50**

Figure 17. Problématiser le processus d'actualisation de l'urbanité. **p. 51**

Figure 18. Problématisation de la mesure de l'urbanité. **p. 54**

Figure 20. Urbanité et spatialités, une récursion entre savoirs et connaissances. **p. 60**

Figure 21. Problématique épistémologique, les apports de la réintroduction du connaissant. **p. 60**

Figure 23. Problématique épistémologique, les apports du principe systémique. **p. 63**

Figure 25. Problématique épistémologique, les apports du principe d'auto-éco-organisation. **p. 65**

Figure 27. Dialectique, un processus itératif. **p. 67**

Figure 28. Trajection. Un va-et-vient entre deux pôles. **p. 68**

Figure 29. Dialogique, un opérateur. **p. 69**

Figure 30. Problématique épistémologique, les apports du principe dialogique. **p. 69**

Figure 31. Rendre comparable différentes situations urbaines. **p. 70**

Figure 32. L'urbanité, un processus dialogique. **p. 70**

Figure 34. Problématique épistémologique, les apports du principe récursif. **p. 71**

Figure 36. Les interactions entre deux processeurs (Dauphiné, 2003, p.44). **p. 73**

Figure 37. Problématique épistémologique, les apports du principe rétroactif. **p. 74**

Figure 39. Problématique épistémologique, les apports du principe hologrammatique. **p. 78**

Figure 40. Conceptualiser un hologramme de l'espace habité. **p. 79**

Figure 42. Les conceptualisations de l'espace (J. Lévy & Lussault, 2003, p. 327). **p. 85**

Figure 44. Cartographie euclidienne. **p. 87**

Figure 45. Cartogramme différencié. **p. 88**

Figure 46. Liens entre pays. **p. 89**

Figure 47. Carte relative fondée sur les relations de distance-temps, Chôros. **p. 91**

Figure 48. Identification hologrammétrique des parties d'un ensemble. **p. 92**

Figure 49. Un réalisme dialogique. **p. 93**

Figure 50. Évolution de la problématique épistémologique. **p. 94**

Figure 51. Analyse de l'actualisation des réalités sociales. **p. 96**

Figure 55. Trajection des lieux. **p. 101**

Figure 56. Actualisation des espaces habités, actualisation des lieux. **p. 102**

Figure 58. L'échelle, une notion problématique. **p. 105**

Figure 59. Le Monde, un lieu. **p. 107**

Figure 60. Proximité idéelle, une question de métrique. **p. 108**

Figure 61. Three modalities : comparative advantages, J. Lévy, Relational Space / Relational Urbanism **p. 109**

Figure 62. La dialogique au cœur de la construction sociale de l'espace. **p. 110**

Figure 64. Les attributs d'un espace. **p. 115**

Figure 65. Trajection de la métrique. **p. 115**

Figure 67. Réalité sociale, substance et spatialité. **p. 121**

Figure 68. Représentation des réalités urbaines (Webber et al., 1996 [1964], p. 76). **p. 122**

Figure 69. Première étape méthodologique : identifier la métrique pertinente. **p. 126**

Figure 71. Densité de population et diversité. (J. Lévy et al., 2017, p. 42). **p. 128**

Figure 72. Les gradients d'urbanité. (J. Lévy et al., 2017, p. 43). **p. 129**

Figure 74. Anomalie dilatométrique, Wikipédia. **p. 134**

Figure 76. Logo du programme doctoral Architecture et sciences de la ville, ÉPFL, Mirza Tursic. **p. 137**

Figure 77. London: the information capital (plan d'ouvrage, Cheshire & Uberti, 2014). **p. 139**

Figure 78. Identification d'un lieu, une dialogique entre intégrité et autonomie. **p. 140**

Figure 83. Le cheminement théorique. **p. 151**

Figure 84. Jeu sérieux conçu et mis en œuvre par Thibault Romany, 2013, INterland. **p. 153**

Figure 85. Contribution de la pratique du jeu sérieux à l'évolution du diagnostic urbain et territorial. **p. 155**

Figure 86. Grille de lecture et étapes méthodologiques de mesure de l'organisation spatiale des R.S. **p. 156**

Figure 87. Summer school, EPFL, par Peter Ortner & Thibault Romany, 2018. **p. 158**

Figure 88. Dimensional space and contemporary urbanism, J. Lévy, 2018. **p. 159**

Figure 89. Panorama de 24h, Chris Kotsiopoulos. **p. 160**

Figure 90. Identifier les limites des lieux, le problème central de la seconde étape méthodologique. **p. 161**

Figure 93. Urbanité actuelle / virtuelle, les sources de données explorées durant cette recherche. **p. 165**

Figure 94. La métrique, mesure d'un ensemble d'écarts. **p. 166**

Figure 95. Réseau viaire. Montreux, Vaud, Suisse. **p. 167**

Figure 98. Structuration des données GTFS, Alexander Karpushov, Suiss Topicity, Habitat, EPFL. **p. 171**

Figure 99. Réseau de transports publics de la partie ouest du district de la Riviera-Pays-d'Enhaut. **p. 171**

Figure 101. Des lieux et des liens : styles spatiaux des individus contemporains (J. Lévy et al., 2016). **p. 173**

Figure 102. Illustration du traitement sur une partie de la commune de Lausanne. **p. 175**

Figure 103. Discrétiser l'espace habité pour l'identification des lieux. **p. 176**

Figure 104. Partie ouest du district de la Riviera-Pays-d'Enhaut, Montreux, Vaud, Suisse. **p. 177**

Figure 105. Discrétisation hectométrique de mon cas d'étude, Montreux, Vaud, Suisse. **p. 177**

Figure 106. Population résidente, relevé hectométrique (Statpop, 2015). **p. 178**

Figure 107. Produire une matrice Origine – Destination (OD) : illustration pour une origine. **p. 178**

Figure 108. Isochrone, Ann Arbor Trips per Hour, arcgis. **p. 180**

Figure 109. Itinéraire, Google Map. **p. 181**

Figure 111. Connecteurs entre le réseau viaire et les arrêts de transport public. **p. 186**

Figure 112. Les jonctions au sein du réseau complet (viaire et transports publics). **p. 188**

Figure 113. Identification des hectares à plus de 100 mètres de tout réseau. **p. 189**

Figure 115. Exemple de rapport de tuilage. **p. 191**

Figure 116. Produire une matrice OD-DO (OD2) : illustration pour une origine. **p. 192**

Figure 117. Extrait d'une table de la matrice OD2. **p. 192**

Figure 118. Assemblage des écarts pour chaque origine. **p. 194**

Figure 119. Traduction des apports de la prétopologie pour la notion de lieu. **p. 195**

Figure 120. Calculs préliminaires à l'identification des lieux. **p. 196**

Figure 121. Visualisation des limites d'un isochrone asymétrique : les trois situations d'accessibilité. **p. 198**

Figure 122. Visualisation du gradient des écarts de l'intérieur d'un isochrone asymétrique. **p. 199**

Figure 123. Densité virtuelle (nombre d'habitants), mesure relationnelle en tout point à 15 minutes. **p. 200**

Figure 124. Agrégation récursive des chorèmes pour l'identification des lieux. **p. 201**

Figure 125. Établissement d'un indicateur de densité relative. **p. 203**

Figure 126. Dictionnaire des hectares. **p. 204**

Figure 127. Sauvegarde du dictionnaire des candidats. **p. 205**

Figure 128. Calcul et sauvegarde des NodeRank. **p. 205**

Figure 129. Attribution de chaque hectare. **p. 206**

Figure 130. Identification des lieux. **p. 206**

Figure 131. Identification des lieux de quinze minutes le 18/07/29 à 11h00. **p. 207**

Figure 132. Densité virtuelle, mesure relative et relationnelle, STATPOP 2015. **p. 208**

Figure 133. Ajout des attributs de substance. **p. 208**

Figure 134. Principe de l'algorithme récursif basé sur la connexité. **p. 209**

Figure 136. Mesure en tout point. **p. 212**

Figure 137. Densité virtuelle, mesure relationnelle des chorèmes. **p. 212**

Figure 138. Mesure en tout lieu. **p. 213**

Figure 139. Densité virtuelle, mesure relative et relationnelle des chorotypes. **p. 213**

Figure 140. Trois étapes pour l'identification des lieux. **p. 214**

Figure 141. Une grille de lecture pour mesurer l'organisation spatiale des espaces habités. **p. 217**

Figure 142. Dialogique, un opérateur. **p. 219**

Figure 143. Le lieu hologrammatique, une méthodologie. **p. 224**

Table des codes

Code 1. Caractérisation de la projection **p. 183**

Code 2. Fonction de mesure du temps d'exécution **p. 184**

Code 3. Fonction de classement des tables **p. 185**

Code 4. Création et manipulation des données hectométriques **p. 185**

Code 5. Les étapes de production d'un réseau topographique et topologique **p. 187**

Code 6. Production des tuiles **p. 191**

Code 7. Calcul de la matrice OD2 **p. 193**

Bibliographie

Ahat, M., Amor, S. B., Bui, M., Lamure, M., Courel, M.-F. (2009). *Pollution Modeling and Simulation with Multi-Agent and Pretopology.* In J. Zhou (éd.), Complex Sciences (Vol. 4, pp. 225–231). Springer Berlin Heidelberg.

Alberti, M. (2016). *Cities That Think like Planets: Complexity, Resilience, and Innovation in Hybrid Ecosystems.* University of Washington Press.

Alexander, C. (2002). *The process of creating life: an essay on the art of building and the nature of the universe.* Berkeley.

Ampère, A.-M. (1838) [1834]. *Essai sur la philosophie des sciences, ou Exposition analytique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines*. Paris : Bachelier.

Anderson, C. (2008). *The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete*, *Wired*, vol. 16, n° 7.

Augé, M. (1992). *Non-lieux: introduction à une anthropologie de la surmodernité*. Paris: Seuil.

Bachelard, G. (1996) [1938]. *La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance*. Paris : J.Vrin

Bachelard, G. (2013) [1934]. *Le nouvel esprit scientifique (8e éd.).* Paris: Presses Universitaires de France.

Bailly, A. (2014) [1984]. *Les concepts de la géographie humaine.*

Bassand, M. (2004). *La métropolisation de la Suisse (1. éd.).* Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.

Batty, M. (2009). *Cities as Complex System, in Encyclopedia of complexity and systems science.* New York: Springer.

Beaude, B. (2012). *Internet, changer l'espace, changer la société: les logiques contemporaines de synchorisation.* Limoges: Fyp.

Beaude, B. (2014). *Les virtualités de la synchorisation*. Géo-Regards, n°7. Mobilités et gestion des flux à l'ère du numérique. pp. 123-144.

Beaude, B., Poncet, P., Ripert, B. (2005). *Gérer la distance. Mobilité, télé-communication, urbanité*. Geographische Zeitschrift, (1).

Belmandt, Z. (2011). *Basics of pretopology.* Paris: Hermann.

Berque, A. (2016). *De traduction en trajection.*

Berque, A. (2016) [2000]. *Écoumène: introduction à l'étude des milieux humains.* Paris: Belin.

Berque, A. (1982). *Vivre l'espace au Japon.* Paris: Presses universitaires de France.

Bonabeau, E., Dorigo, M., Theraulaz, G. (1999). *Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems.* Oxford, New York: Oxford University Press.

Boullier, D. (1999). *L'urbanité numérique: essai sur la troisième ville en 2100.* Paris: Harmattan.

Bourdieu, P. (1979). *La distinction: critique sociale du jugement.* Paris: Éditions de Minuit.

Brunet, R., Ferras, R., Théry, H. (1993). *Les mots de la géographie: dictionnaire critique (3. éd., rev. et augm).* Paris: RECLUS.

Buhler, T. (2015). *Déplacements urbains: sortir de l'orthodoxie : plaidoyer pour une prise en compte des habitudes.* Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.

Catellin, S., Loty, L. (2013). *Sérendipité et indisciplinarité*. Hermes, La Revue, n° 67(3), pp. 32-40.

Cézilly, F., Giraldeau, L.-A., Theraulaz, G. (2006). *Les sociétés animales: lions, fourmis et ouistitis.* Paris: Cité des sciences et de l'industrie ; Le Pommier.

Choay, F. (1970). *L'histoire et la méthode en urbanisme.* Annales. Histoire, Sciences Sociales, 25(4), pp. 1143–1154.

Cicéron. (1869). *Oeuvres complètes de Cicéron : avec la traduction en français. Tome 1 / publiées sous la direction de M. Nisard.*

Costes, L. (2010). *Le Droit à la ville de Henri Lefebvre : quel héritage politique et scientifique ?*, Espaces et sociétés, n°140-141(1), pp. 177–191.

Dauphiné, A. (2003). *Les théories de la complexité chez les géographes*. Paris: Anthropos.

Deleuze, G. (2015) [1968]. *Différence et répétition (12e éd.).* Paris: Presses Universitaires de France.

Demangeon, A. (2012) [1907]. *Dictionnaire-manuel-illustré de géographie*. Nabu Press.

Descola, P. (2005). *Par-delà nature et culture.* Paris: NRF Gallimard.

Drevon, G., Gwiazdzinski, L., Klein, O., Benayoun, M. (2017). *Chronotopies: lecture et écriture des mondes en mouvement.* Grenoble: Elya éditions.

Durand, M., Fonty, N., Sega, R., Vanneste, G., Varloteaux, P., Zhang, Q. Studio 013 Studio Associato Bernardo Secchi-Paola Viganò.

Durand, M.-F., Lévy, J., Retaillé, D. (1992). *Le monde: espaces et systèmes.* Paris: Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques.

Elias, N. (2004) [1987]. *La société des individus*. Paris: Pocket.

Engels, F. (2017) [1878]. *Anti-Dühring*.

Etienne, M. (2010). *La modélisation d'accompagnemen*t. Versailles: Quae.

Fauchille, J.-N. (2016). *La justice spatiale comme pragmatique.*

Forrester, J. W. (2001) [1969]. *Urban Dynamics.* Waltham: Pegasus Communication.

Foucault, M. (2004) [1967]. *« Des espaces autres »*. Empan, n°54(2), pp. 12–19.

Foucault, M. (2012) [1966]. *Le Corps Utopique, Les Hétérotopies.* Editions Lignes.

Frétigny, J.-B. (2013). *Les mobilités à l'épreuve des aéroports: des espaces publics aux territorialités en réseau. Les cas de Paris Roissy-Charles-De-Gaulle, Amsterdam Schiphol, Francfort-sur-le-Main et Dubai International.,* Université Panthéon Sorbonne.

Gatys, L. A., Ecker, A. S., Bethge, M. (2015). *A Neural Algorithm of Artistic Style.*

Gaudin, J.-P., Pumain, D. (2000). *Quelques métaphores, au miroir des analyses spatiales : réseaux de villes et réseaux de pouvoir*. Revue européenne des sciences sociales, (XXXVIII–117), pp. 105–119.

Gibson, J. J. (1977). *The theory of affordances*. pp. 67-82. Dans *Perceiving, acting, and knowing: toward an ecological psychology*. Hillsdale, N.J. : New York: Lawrence Erlbaum Associates ; distributed by the Halsted Press Division, Wiley.

Gibson, J. J. (2011) [1979]. The ecological approach to visual perception (17th). New York: Psychology Press.

Gibson, J. J., Putois, J. (2014). *Approche écologique de la perception visuelle*. Bellevaux: Éd. Dehors.

Graham, S., Healey, P. (1999). *Relational concepts of space and place: Issues for planning theory and practice.* European Planning Studies, 7(5), pp. 623–646.

Greene, M., Reyes, J., Castro, A. (2012). *Establishing parameters for urbanity.*

Hall, E. T., Petita, A., Choay, F. (1978) [1966]. *La dimension cachée.* Paris: Éd. du Seuil.

Heidegger, M. (2001) [1958]. *Essais et conferénces.* Paris: Gallimard.

Holanda, F. R. B. de. (2002). *O espaço de exceção.* Brasília, DF: UBN

How Google and Portland's TriMet Set the Standard for Open Transit Data. (June 26, 2017). Streetsblog San Francisco. http://sf.streetsblog.org

Illich, I. (1990) [1973]. *La convivialité.* Paris: Éd. du Seuil.

Jaccoud, C., Kaufmann, V. (2010). *Michel Bassand: un sociologue de l'espace et son monde.* Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.

Jensen, P. (2018). *Pourquoi la société ne se laisse pas mettre en équations*. Paris: Éditions du Seuil.

Jensen, P. (2004). *Des atomes dans mon café crème: la physique peut-elle tout expliquer?.* Paris: Seuil.

Johnston, R. J., Gregory, D., Smith, D. M. (1994). *The Dictionary of human geography (3rd ed.).* Oxford, UK ; Cambridge, Mass., USA: Blackwell Reference.

Kaufmann, V. (2014). *Retour sur la ville mobilité et transformations urbaines.* Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.

Kaufmann, V., Ravalet, E., Dupuit, E. (2015). *Motilité et mobilité: mode d'emploi.* Editions Alphil - Presses Universitaires Suisses.

Krivine, H., Ameisen, J. C. (2018). Comprendre sans prévoir, prévoir sans comprendre. Paris: Cassini.
Kucharski, R., Maleszka, J., Foret, S., Maleszka, R. (2008). *Nutritional control of reproductive status in honeybees via DNA methylation*. Science (New York), 319(5871), pp. 1827–1830.

Kunzmann, P., Burkard, F.-P., Wiedmann, F., Weiß, A., Housez, Z., Robillard, S., Balaudé, J.-F. (2010) [1993]. *Atlas de la philosophie*. Paris: Librairie générale française.

Lam, N. S. N., De Cola, L. (2002) [1993]. *Fractals in geography.* Caldwell, N.J: Blackburn Press.

Lanoix, C. T. (2017). *Penser (par) la carte: l'espace public et la marche à Mumbai et à Tokyo.*

Latour, P., Lefebvre, H., Combes, F. (1991). *Conversation avec Henri Lefebvre*. Paris: Messidor.

Lefebvre, H. (2000) [1974]. *La production de l'espace (4. éd.).* Paris: Éd. Anthropos.

Leibniz, G. W., Clarke, S., Ariew, R. (2000) [1957]. *Correspondence.* Indianapolis: Hackett Publishing Compagny.

Levorato, V., Bui, M. (2008). *Data Structures and Algorithms for Pretopology: the JAVA based software library PretopoLib* (pp. 122–134).

Lévy, J. (1994). *L'espace légitime: sur la dimension géographique de la fonction politique*. Paris: Presses de la Fondation nationale des sciences politiques.

Lévy, J. (1999). *Le tournant géographique: penser l'espace pour lire le monde.* Paris: Belin.

Lévy, J., Lussault, M. (2003). *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Paris: Belin.

Lévy, J. (2007). *Penser les humains ensemble.* Revue électronique des sciences humaines et sociales.

Lévy, J. (2007). *Regarder, voir. Un discours informé par la cartographie*. Les Annales de la recherche urbaine, 102(1), 131-140.

Lévy, J. (2008). *L'invention du monde: une géographie de la mondialisation.* Paris: Presses de la Fondation nationale des sciences politiques.

Lévy, J. (2009). *La distance, objet géographique - Entre contact et écart. La distance au cœur de la réflexion sur l'espace des sociétés*. Revue Atala n°12.

Lévy, J., Kitchin, R., Ingold, T. (2015). *A cartographic turn: mapping and the spatial challenge in social sciences (First edition).* Lausanne: EPFL Press.

Lévy, J., Maitre, O., Romany, T. (2016). *Rebattre les cartes.* Réseaux, n°195(1), pp.17–52.

Lévy, J., Maitre, O., Póvoas, A., Fauchille, J.-N. (2017). *Atlas politique de la France: les révolutions silencieuses de la société française.* Paris: Éditions Autrement.

Lévy, J., Fauchille, J.-N., Povoas, A., Beaude, B. (2018). *Théorie de la justice spatiale: géographie du juste et de l'injuste.* Paris: Odile Jacob.

Lévy, P. (1994). *L'intelligence collective: pour une anthropologie du cyberspace.* Paris: La Découverte.

L'Hostis, A. (2014). *Le détour, la pause et l'optimalité, Essai sur la distance et ses apports au transport et à l'urbanisme.* Université Paris-Est.

Life magazine. (2003). *100 photographs that changed the world.* New York: Time Warner.

Louiset, O. (2001). *Les villes invisibles*. L'information géographique, 65(3), 219-233.

Luria, A. R. (1987) [1968]. *The mind of a mnemonist: a little book about a vast memory.* Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Lussault, M. (2007). *L'homme spatial: la construction sociale de l'espace humain.* Paris: Seuil.

Lussault, M. (2009). *De la lutte des classes à la lutte des places.* Paris: Grasset.

Lussault, M. (2013). *L'avènement du monde: essai sur l'habitation humaine de la Terre.* Paris: Éditions du Seuil.

Lussault, M. (2017). *Hyper-lieux: les nouvelles géographies de la mondialisation.* Paris: Éditions du Seuil.

Malaina, A. (2012). *Paradigme de la complexité et la sociologie: possibilité et limites d'une sociologie complexe*. Paris: L'Harmattan.

Mandelbrot, B. B. (1982). *The fractal geometry of nature.* San Francisco: W.H. Freeman.

Martouzet, D., Thibault, S., Feildel, B., Bailleul, H. (2009). *La construction de l'habiter à l'échelle de la vie : diversité des figures identitaires de l'habitat et culture de l'habiter.*

McDonough, P., Parker, J., Reynolds, W. (2011). *Measuring Urbanity One Block at a Time: The Neighborhood Transit Readiness Scorecard.* Carolina Planning, 36, pp. 7–16.

Morin, E. (2003). *Sur l'interdisciplinarité*. L'Autre Forum, pp. 5-10.

Morin, E. (2005). *Introduction à la pensée complexe*. Paris: Éd. du Seuil.

Morin, E. (2008). *La méthode.* Paris: Éd. du Seuil.

Morin, E., Le Moigne, J.-L. (1999). *L'intelligence de la complexité.* Paris: Harmattan.

Noël, L. (1905). Le principe du déterminisme. Revue néo-scolastique, 12(45), 5-26.

Norberg-Schulz, C. (1980). *Genius loci: towards a phenomenology of architecture.* New York: Rizzoli.

Olsson, G. (2007). *Abysmal: a critique of cartographic reason.* Chicago: University of Chicago Press.

Ortega y Gasset, J. (1962). *Man and crisis.* New York: Norton.

Ortega y Gasset, J., Lorvellec, Y., Pierre, C. (1989). *Aurore de la raison historique: Idées et croyance*s. Paris: Klincksieck.

Ourednik, André. (2010). *L'habitant et la cohabitation dans les modèles de l'espace habité.*

Panerai, P., Demorgon, M., Depaule, J.-C. (1999). *Analyse urbaine.* Marseille: Parenthèses.

Paquot, T., Martin, C. (2008). *Conversations sur la ville et l'urbain.* Gallion: Infolio Editions.

Pascal, B. (1925). *Œuvres de Blaise Pascal.* Paris: Hachette.

Pattaroni, L. (2016). *La trame sociologique de l'espace. Éléments pour une pragmatique de l'espace et du commun.* SociologieS.

Perec, G. (1974). *Espèces d'espaces.* Paris: Editions Galilée.

Poncet, P. (2017). *Intelligence spatiale.* Presses Universitaires de Rennes.

Pumain, D. (2001). *Villes, agents et acteurs en géographie.* Revue Européenne Des Sciences Sociales.

Rudler, J. (2018). L'urbanisme de l'entre-deux : des pratiques de mobilité aux prises urbanistiques. Lausanne, EPFL.

Severo, M., Romele, A. (2015). *Traces numériques et territoires.* Paris: Presses des Mines.

Sevtsuk, A., Mekonnen, M. (2012). *Urban network analysis. A new toolbox for ArcGIS.* Revue Internationale de Géomatique, 22(2), pp. 287–305.

Slon, V., Hopfe, C., Weiß, C. L., Mafessoni, F., Rasilla, M. de la, Lalueza-Fox, C., Meyer, M. (2017). *Neandertal and Denisovan DNA from Pleistocene sediments.* Science, n°6338.

Soja, E. W. (2011) [1989]. *Postmodern geographies: the reassertion of space in critical social theory.* London: Verso.

Stébé, J.-M., Marchal, H. (2010). *Appréhender, penser et définir la ville.* Que sais-je ?, 2e éd. (3790), pp. 3–16.

Stengers, I. (2000). *Réinventer la ville,le choix de la complexité.* Edité à l'occasion d'« Urbanités », rencontres pour réinventer la ville.

Tan, E., Bekkering, H., Reijndorp, A. (2014). *Negotiation and design for the self-organizing city: gaming as a method for urban design.* Delft: TU Delft, Faculteit Bouwkunde, Afdeling Real Estate and Housing.

Tannier, C. (2009). *Formes de villes optimales, formes de villes durables. Réflexions à partir de l'étude de la ville fractale.* Espaces et sociétés, 138(3), p.153.

Thibault, S. (2017). *Prétopologie et espaces habités.* Revue électronique des sciences humaines et sociales.

Tiphine, L. (2018). *« L'événement proxémique »: étude des relations de circulation entre piétons aux heures de pointe à Delhi, Los Angeles, Paris et Tokyo.*

Tursić, M. (2017). *Aesthetic Space: The Visible and the Invisible in Urban Agency*.

Tversky, B. (2011). Spatial Dimensions of Social Thought, pp. 17–38.

Verdier, N. (2004). *L'échelle dans quelques sciences sociales.* Échelles et temporalités en géographie, 2, pp. 25–56.

Vernant, J.-P. (2015) [1996]. *Entre mythe et politique II: la traversée des frontières.* Paris: Éd. du Seuil.

Vieillard-Baron, H. (2011) [2001]. *Banlieues et péripheries: des singularités françaises aux réalités mondiales (2. éd.).* Paris: Hachette.

Vincent-Geslin, S., Pedrazzini, Y., Kaufmann, V. (2015). *Translating the city: interdisciplinarity in urban studies (1. éd.).* Oxford: EPFL Press distributed by Routledge.

Warf, B., Arias, S. (2009). *The spatial turn: interdisciplinary perspectives.* London ; New York: Routledge.

Weaver, W. (1948). *Science and complexity.* American Scientist, 36(4), pp. 536–544.

Weaver, Warren. (1991). *Science and Complexity.* In G. J. Klir, Facets of Systems Science (pp. 449–456). Boston, MA: Springer US.

Webber, M. M. (2010). *Planning in an Environment of Change Part II: Permissive Planning. Town Planning.*

Webber, M. M., Guillot, X., Choay, F. (1996)[1964]. *L'Urbain sans lieu ni bornes. La Tour d'Aigues.* France: Ed. de l'Aube.

Westphal, B. (2011). *Le monde plausible: espace, lieu, carte.* Paris: Les éditions de Minuit.

Wiener, N. (1989) [1950]. *The human use of human beings: cybernetics and society.* London: Free Association.

Wiener, N. (2000) [1948]. *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine (2. éd., 10. print).* Cambridge, Mass: MIT Press.

Wolf, M., Chui, E., Egan, N., Wolf, M. (2009). *Hong Kong outside: architecture of density (1. éd.).* Hong Kong: Asia One Books.

LABORATOIRE DE SOCIOLOGIE URBAINE - LASUR

EPFL ENAC IA LASUR
BP 2 236
Station nº 16
CH-1015 Lausanne

Tel. : +4121/693.93.25
Fax : +4121/693.38.40
E-mail : thibault.romany@epfl.ch
Site web : https://people.epfl.ch/thibault.romany

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Curriculum Vitae
Thibault Romany

Architecte diplômé d'état - Stratégies et Pratiques Avancées

Date de naissance: 03.06.1983, Villefranche-sur-Saône, France. Nationalité : Française.

Éducation et formation

École Polytechnique Fédérale de Lausanne

2015 - 2018 **Assistant Doctorant - Mesure de l'urbanité - Chôros / LASUR**

École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon

2009 - 2010 Mention recherche (grade de master)

2008 - 2010 **Diplôme d'état d'Architecte (grade de master)**

2004 - 2008 Diplôme d'études en Architecture (grade de licence)

Université Claude Bernard - Lyon 1

2000 - 2003 Deug Sciences de la matière - option astrophysique (majeur)

2000 Baccalauréat scientifique (mention bien) - options Physique et Technologies Industrielles

Expérience professionnelle

École Polytechnique Fédérale de Lausanne

2018 - 2019 **Chargé de cours - Urbanisme et territoires (niveau master – Lien)**

2018 **Organisation d'une summer school : Relational space / Relational urbanism (niveau doctorant – Lien)**

2014 - 2017 Assistant - Cours géopolitique

2014 Assistant scientifique - laboratoire Chôros.

École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon

2011 - 2019 **Enseignant contractuel (niveau licence et master)**

- Illustrator, sketchup, 3DS, prototypage, photoshop.
- Représentation diagrammatique et problématisation du projet urbain.
- **Projet urbain, diagnostic territorial, conception et pratique de jeux sérieux.**

2010 Contrat de recherche (laboratoire Map-Aria) - Modélisation multiagents.

2008 - 2010 Monitorat (laboratoire Map-Aria) - Photomodélisation, photographie aérienne.

Agences d'architecture et d'urbanisme

2011 - 2013 Architecte assistant au sein de l'agence INterland

- Projets urbains et territoriaux (études de stratégies, de cadrages et d'aménagements urbains).
- Appels d'offres et dialogues compétitifs.
- **Développement du pôle recherche de l'agence (INlab)**.
- **Conception de jeux sérieux pour la concertation.**

2011 - 2014 Autoentrepreneur (Production de plans, de perspectives et de vidéos).

Domaines d'expertise

Thibault Romany termine son doctorat à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Après un parcours en physique fondamentale, il obtient en 2010 conjointement son diplôme d'architecte (mention spéciale du prix de la jeune architecture de la ville de Lyon) et sa mention recherche. Il exerce les trois années suivantes en tant qu'architecte-urbaniste au sein de l'agence INterland (http://www.interland.info/) où il travaille sur différents projets urbains et territoriaux, développe des méthodologies innovantes d'analyse urbaine, dont celle de jeu sérieux et participe à développer la composante recherche de cette agence (INlab). C'est dans ce dernier cadre qu'il rencontre Jacques Lévy avec lequel il débutera sa thèse sur l'établissement d'une méthodologie de mesure de l'urbanité. Il participe à différents travaux de recherches sur la cartographie (Lévy, Maitre, & Romany, 2016), les spatialités (Projet européen Urban Nexus) mais également à destination de la société civile (https://www.choros.place/projetsdepot/2017/12/5/la-france-recompose). Son intérêt scientifique se focalise sur une approche complexe de l'urbain (Morin) et sur les sciences sociales de l'espace (Lévy, Lussault) afin d'établir des méthodologies permettant de comprendre et d'agir sur l'urbain.

Publications et prix

2019 Romany, T, D'Emilio, L. D'un jeu à l'autre. Expérimentation pédagogique de conception d'un jeu sérieux. (A paraitre)

2018 Organisation d'une Summer School – Relational Space / Relational Urbanism – EPFL juin 2018

2016 Lévy, J., Maitre, O., & Romany, T. Rebattre les cartes. Réseaux, n° 195 (1), 17–52.

2014 Lévy, J., Maitre, O., & Romany, T. La France recomposée – travail à destination de la société civile (différentes publications : Lien)

2012 Vers un design urbain complexe, la modélisation d'accompagnement dans le processus de conception en urbanisme. SCAN 2012, Thibault Romany, Xavier Marsault.

2011 émergence - Mention spéciale du Prix de la jeune architecture de la ville de Lyon, 2010