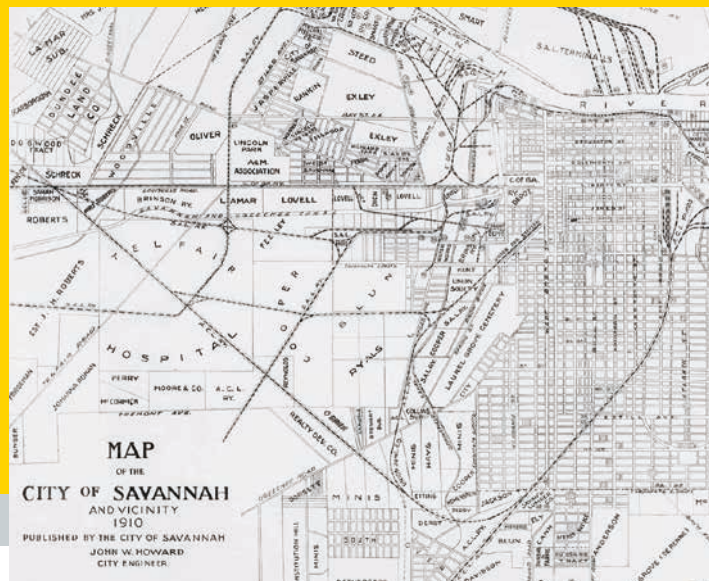


Sous la direction de
Sara Franceschelli
Maurizio Gribaudo
Hervé Le Bras

Séminaire

PUCA

Morphogenèse et dynamiques urbaines



Morphogenèse et dynamiques urbaines

Les ateliers de morphologie
EHES-EnsAD

Sara Franceschelli, Maurizio Gribaudo, Hervé Le Bras

Morphogenèse et dynamiques urbaines
Cycle de séminaires organisé par le PUCA en partenariat avec
l'EHESS, l'ENSAD et la FMSH - 2012
Plan Urbanisme Construction Architecture
Directeur de la publication : Emmanuel Raoul
Responsable de l'action : Pierre Bernard et Marc Jaouen
Coordination de la publication : Bénédicte Bercovici
PUCA / Tour Pascal B
92055 La Défense cedex
En vente à la DTTV du Cerema
2 rue Antoine-Charial – CS 33927
69426 Lyon cedex 03
Collection Actes de séminaires n°228
ISSN 0246-5612
ISBN 978-2-11-138150-6
15 €
2015

Couverture : plan de Savannah, 1910
wikicommons, <http://url.ca/obrig>

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	7
--------------	---

EMMANUEL RAOUL

INTRODUCTION	11
--------------	----

SARA FRANCESCHELLI, MAURIZIO GRIBAUDI, HERVÉ LE BRAS

QUESTIONNER LA NATURE DES FORMES	14
----------------------------------	----

PENSER LA DYNAMIQUE DES FORMES	15
--------------------------------	----

MODÉLISER LES DYNAMIQUES DES FORMES	16
-------------------------------------	----

AGENCER LES FORMES	17
--------------------	----

QUESTIONNER LA NATURE DES FORMES	19
----------------------------------	----

ALBERT LEVY

LA FORME URBAINE COMME FORME COMPLEXE. UNE INTRODUCTION À LA MORPHOLOGIE URBAINE	20
---	----

<i>Complexité de la forme urbaine : les cinq registres de forme</i>	21
---	----

<i>La forme urbaine, forme polymorphique et polysémique</i>	29
---	----

<i>La question de la morphogénèse des formes urbaines</i>	30
---	----

FABRIZIO GAY

CONTINUITÉS-DISCONTINUITÉS DES GENRES ARCHITECTURAUX ET DE LA FORME URBAINE : UN MODÈLE POUR LES VILLES DE LA VÉNÉTIE AU XXE SIÈCLE	36
--	----

<i>Prémisses</i>	36
------------------	----

<i>Un modèle en tension et stratifié</i>	39
--	----

<i>Dans notre cas</i>	43
-----------------------	----

<i>En conclusion</i>	50
----------------------	----

CHRIS YOUNÈS

MÉTAMORPHOSES

Métamorphoses d'Ovide	54
La métaphore organique et le vivant en philosophie	55
L'enjeu des métamorphose urbaines	57
La forme biologique et la forme esthétique comme expressions de rencontre et de transformation	60

MARIA FILOMENA MOLDER

HABITER : UN SECRET MANIFESTE

Laisser tout tel qu'il est, à sa place, devant les yeux	62
La maison tient les fondations	64
Habiter une maison	68
La première maison	69

AUGUSTIN BERQUE

LA PUISSANCE DES FORMES

Les formes de l'élevage laitier à Hokkaidô	74
Forme dans l'espace, forme dans le temps	76
Forme close, forme en devenir	78
La trajectivité des formes	81

PENSER LA DYNAMIQUE DES FORMES 87

ALBERTO MAGNAGHI

MORPHO-TYPOLOGIES DES PAYSAGES HISTORIQUES : UNE MÉTHODE MULTIDISCIPLINAIRE POUR LE PROJET DE TERRITOIRE

Le processus de planification pour un développement local auto-soutenable	88
Une approche multidisciplinaire du projet de territoire	91
Règles de transformation et statut des lieux	101

BÉNÉDICTE GROSJEAN

LA « VILLE DIFFUSE » CONTRE LE PROJET MODERNE ? MODES DE FORMATION DE LA NÉBULEUSE URBAINE BELGE

« Ville diffuse » versus urbanisme opérationnel	106
La città diffusa : générique et/ou chaotique ?	107
Un « hors champ » des modèles géographiques	110
Des facteurs historiques générant la « ville diffuse »	112
Habitat diffus, mobilité collective	114
Visualiser la génération de la « ville diffuse »	117
Un projet de territoire post- « ville diffuse » ?	118

LUIGI COCCIA

TOPOLOGIE VERSUS TOPOGRAPHIE : ÉTUDES SUR LA VILLE CONTINUE ADRIATIQUE

Instruments et méthodes d'enquête	127
Linéarité et transversalité	130

MAURIZIO GRIBAUDI

MORPHOGENÈSE URBAINE ET PRATIQUES SOCIALES - FORMES URBAINES ET MODÈLES DE DÉMOCRATIE SOCIALE DANS LE PARIS DE LA PREMIÈRE MOITIÉ DU XIXE SIÈCLE

L'évolution morphologique de Paris entre 1789 et 1888	140
La révolution et les biens nationaux	141
Deux modalités de transformation de l'espace	143
Evolution des formes et pratiques urbaines	146
Clivages sociaux et ruptures morphologiques	148

PATRICK BERGER

ORIENTER LES MORPHOGENÈSES URBAINES. ESSAI DE MODÉLISATION	154
<i>L'étalement», le stable et l'instable</i>	154
<i>Les échelles: le très grand et le petit</i>	157
<i>A - Le « portrait » d'une métropole. Seuils critiques et grands programmes</i>	158
<i>B - L'auto-organisation urbaine. Comportements des programmes</i>	160
<i>Les lois de l'auto-organisation. Influences entre programmes</i>	162
<i>Le prototype de modélisation multi-agent</i>	163
<i>Orienter les morphogenèses. « L'utilité de l'aléa »</i>	164
<i>Y-a-t-il encore une échelle intermédiaire entre le MACRO et le MICRO ?</i>	166
<i>La métropole Lémanique</i>	166
<i>La notion de programme est au cœur des morphogenèses</i>	167
<i>Portrait topologique de la métropole Lémanique</i>	168
<i>Dynamique (péri-) urbaine</i>	169
<i>Extrait des « lois d'influence » paramétrées dans le prototype</i>	171
<i>Modélisation multi-agents</i>	171
<i>Orienter les sites désorientés / Stratégie urbaine</i>	172

MODÉLISER LES DYNAMIQUES DES FORMES **175**

STÉPHANE DOUADY, THOMAS COURTAT, CLÉMENT-NOËL DOUADY, PHILIPPE BONNIN

TENTATIVE DE MODÉLISATION DE LA MORPHOGENÈSE DU RÉSEAU DES RUES	176
--	------------

VINCENT FLEURY

TOPOLOGIE ET DYNAMIQUE : L'ÉVOLUTION SUIT-ELLE LES LIGNES DE COURANT D'UN ÉCOULEMENT QUADRUPOLAIRE DE MATIÈRE (EMBRYONNAIRE) ?	196
<i>Description de la formation d'un embryon de vertébré</i>	197
<i>Conclusion</i>	204

PETER T. SAUNDERS

LA MATHÉMATIQUE DU PAYSAGE ÉPIGÉNÉTIQUE	206
<i>Le paysage épigénétique</i>	206
<i>Implications de la stabilité</i>	208
<i>Équilibres ponctuels</i>	210
<i>Mathématique et paysage épigénétique</i>	211
<i>Assimilation génétique</i>	214
<i>La courbe de Phillips</i>	215
<i>Conclusion</i>	216

SARA FRANCESCHELLI

MORPHOGENÈSE ET PAYSAGES DYNAMIQUES	218
<i>Morphogenèse entre sciences et arts</i>	219
<i>Le paysage épigénétique comme métaphore composite</i>	221
<i>Une correspondance et des maquettes</i>	224
<i>Des dispositifs dynamiques spatiaux comme producteurs de forme</i>	227
<i>Discussion et perspectives</i>	229
<i>Remerciements</i>	230

BRUNO GIORGINI

MORPHOLOGIE DE LA MOBILITÉ HUMAINE	234
<i>Géométries</i>	234
<i>Mobilité</i>	236
<i>Dynamiques piétonnes et foules</i>	238
<i>Conclusion</i>	240
<i>Remerciements</i>	240

HERVÉ LE BRAS

MORPHOLOGIE DES NAISSANCES ET DES DÉCÈS	242
<i>Régularité et déformation de la fécondité</i>	242
<i>Lois gamma et bêta de la fécondité</i>	243
<i>Une transition complexe vers la loi bêta</i>	246
<i>Régularité et déformation de la mortalité</i>	248

AGENCER LES FORMES	253
---------------------------	------------

AGENCER LES FORMES - EXPOSITION D'OBJETS MORPHOLOGIQUES	254
--	------------

LES AUTEURS	265
--------------------	------------

EMMANUEL RAOUL
SECRÉTAIRE PERMANENT DU PUCA

AVANT-PROPOS

Le séminaire, que le Laboratoire de Démographie et d'Histoire Sociale (LaDé-HiS) de l'EHESS organise sur le thème de la « morphologie, de l'architecture et des sciences sociales », a pour objectifs de décloisonner les approches sur un objet, de confronter les cultures scientifiques et disciplinaires autour d'une problématique commune supposée présente au cœur de cet objet. C'est dans cette perspective qu'en 2012, cette problématique **Morphogenèse et dynamiques urbaines**, a été traitée dans le cadre d'ateliers associant l'ENSaD et le PUCA et a débouché sur une série de rencontres interdisciplinaires sur ce thème. Ce sont les restitutions des communications lors de ces rencontres qui vous sont proposées dans le présent recueil.

La genèse des formes urbaines s'intéresse à leur évolution et leur transformation. Et la transformation des formes urbaines est au cœur de nombreuses interrogations de recherche soutenues par le PUCA, notamment celle actuelle et pressante du développement durable. Au temps de l'hégémonie des villes et de l'urbain sur le territoire, leurs impacts sur les ressources et les modes de vie de leurs habitants en font un objet essentiel des évolutions souhaitables dans l'organisation des humains. Comment se transforme et se renouvelle une « ville » appelée à être économe en énergie, une « ville » d'après la voiture individuelle, une « ville » accueillante à la biodiversité...? Cette question concerne à plus d'un titre la morphologie des villes et leur capacité d'adaptation, voire de mutation.

On peut lire la ville comme la résultante d'un ensemble de facteurs agissant à différents niveaux et dans différentes configurations locales, activant l'un ou l'autre des possibles inscrits dans ce que l'on pourrait appeler son « patrimoine génétique ». Il convient donc d'étudier non seulement la dynamique formelle des ensembles urbains mais également les interactions complexes qui ont lieu entre

ce niveau local et le niveau global et qui régissent pour partie cette dynamique formelle. Dans cette optique, il paraît nécessaire de mobiliser les méthodes et les techniques d'analyse des systèmes complexes.

Pour approcher cet objet complexe et mouvant, en pleine mutation, la notion de morphogenèse peut apporter une dimension supplémentaire à l'étude urbaine, celle du temps, considéré ici comme continuum dynamique plutôt que comme suite d'états distincts. L'étude morphogénétique se concentre plus précisément sur la mise en lumière des lois d'organisation qui sous-tendent l'existence et l'évolution des formes urbaines. Approche nécessairement dynamique, pluridisciplinaire et multi-dimensionnelle, elle s'émancipe de fait des modalités d'analyse et de représentation dites classiques qui peuvent figer la ville dans un état ne correspondant par définition à aucune réalité urbaine.

A l'instant où le cartographe, le démographe, le géomètre, l'urbaniste, le philosophe et l'historien... tentent de représenter la ville, elle n'est déjà plus ce que, à un temps T, le spécialiste de l'espace, armé de ses méthodes, a relevé. La forme urbaine, dans ses dimensions spatiales, sociales et symboliques, est plastique et changeante. Pour approcher ces phénomènes, il devient donc indispensable de penser aussi à des formes de représentation et de mesure dynamiques.

Dans une telle perspective, plusieurs disciplines sont interpellées, tant pour la modélisation et l'analyse des éléments formels (théorie des graphes pour l'analyse des réseaux urbains, mathématiques fractales et topologie...), de leur dynamique formelle (mathématiques de l'émergence des formes et des systèmes complexes, automates cellulaires, etc.) que pour l'étude des interactions avec les phénomènes socio-historiques (pratiques sociales inscrites dans le territoire, formes de représentation de l'espace et de ses possibles évolutions, normes et interventions institutionnelles, mémoires et réactualisations, etc.).

Je souhaite que ces textes, grâce à la convocation de disciplines inhabituelles dans ce champ, renouvellent vos questions sur la ville entendue en son sens le plus large. Ces questions ont d'autant plus de portée que la ville peut fournir les solutions d'un développement plus durable.



Portrait de Pierre Bernard, 2012 © Christine Bouvier-Bernard.

Ce livre est le premier résultat d'un projet qui était né et qui s'était développé sous la suggestion amicale de Pierre Bernard, du PUCA, urbaniste et philosophe, artiste et morphologue qui nous a accompagné pendant deux ans dans l'organisation des Ateliers de morphogenèse avec son intelligence et son énorme savoir. C'est encore lui qui avait imaginé la publication de ce recueil. Malheureusement il nous a quittés tragiquement dans la nuit du 22 mai 2013. Il nous manque et nous lui dédions ce livre.

INTRODUCTION

SARA FRANCESCHELLI
MAURIZIO GRIBAUDI
HERVÉ LE BRAS

INTRODUCTION

A l'origine des textes réunis ici, les *Ateliers de Morphologie EHESS-EnsAD* se sont déroulés entre février et octobre 2012, sous la forme de quatre séminaires de travail de deux jours chacun.

Ils ont été conçus en relation étroite avec les travaux développés dans le cadre du séminaire interdisciplinaire de l'EHESS « Morphologie, architecture et sciences sociales »¹ qui réunit depuis une dizaine d'années plusieurs chercheurs appartenant à un large éventail de disciplines. De l'esthétique à la philosophie, jusqu'aux sciences de la nature et de la société, le séminaire est un lieu de réflexion ouvert à toutes les dimensions de la morphologie qui s'interroge sur la nature des formes dans leurs dimensions spatiales et temporelles, sur leur genèse et sur leur dynamique. En directe continuité avec cette approche, les *Ateliers de Morphologie EHESS-EnsAD* avaient pour but de questionner les relations entre morphogenèse et dynamique urbaine. La forme urbaine, dans ses dimensions spatiales, sociales et symboliques, est plastique et changeante. Est-il possible de mettre en lumière des lois d'organisation ou des mécanismes génératifs sous-tendant l'existence et l'évolution des formes urbaines ? Quelle est la spécificité de l'évolution des formes urbaines par rapport à l'évolution d'autres formes, vivantes ou non-vivantes ? Une approche morphogénétique peut-elle modifier les études urbaines ?

Les *Ateliers* ont été conçus pour favoriser une approche comparative. Chaque séance a prévu des exposés de spécialistes venant de différents domaines disciplinaires. Nous avons tenu à convier tout autant des chercheurs travaillant spécifiquement sur l'évolution des formes urbaines que des chercheurs travaillant sur la morphogenèse dans d'autres domaines. Dans l'esprit qui a animé depuis toujours les travaux du séminaire, nous avons proposé de développer l'interrogation interdisciplinaire sur la présentation des objets morphologiques étudiés par chaque

orateur, des méthodes mises en œuvre pour les analyser et les représenter dans leur évolution. Il nous a semblé indispensable en effet de soulever la question des modalités de représentation et de mesure des dynamiques urbaines, en s'émancipant des modalités d'analyse et de représentation dominantes qui figent la ville dans un état ne correspondant, par définition, à aucune réalité urbaine.

Les textes ici recueillis témoignent de la variété d'objets sur lesquels les chercheurs conviés travaillent, tout en offrant au lecteur l'évidence d'un questionnement récurrent et partagé : Comment définir une forme et son évolution ? Quelle relation entre formes et identité ? Entre permanence et transformations ? Peut-on dire que la forme est définie par ses processus génératifs (plutôt que par ses contours) ? Dans quelle mesure ces processus génératifs sont-ils indépendants du substrat ? De la nature des forces en jeu ? Sont-ils génériques ou dépendent-ils des domaines spécifiques dont il est question ? Quelle est la relation entre sujet et objet dans la genèse, la persistance, et la perception des formes ? Comment raccorder descriptions morphogénétiques globales, montrant parfois des ruptures morphologiques évidentes, avec détails locaux et trajectoires d'évolution particulières ?

Ces questions se posent avec une acuité particulière dans l'espace et plus encore dans l'espace construit, depuis l'échelle la plus modeste de la décoration jusqu'à celle, plus vaste, des grandes concentrations humaines. L'ouvrage réserve donc une place de choix aux aspects architecturaux et urbanistiques, mais pour les mettre en relation avec des processus plus généraux, algorithmiques, physiques ou biologiques. Est-il possible d'établir une analogie entre l'étude de la morphogenèse urbaine et la morphogenèse d'un organisme vivant ? Quelles sont les significations d'usage de termes comme plan, programme, métabolisme, évolution, développement, dans le domaine des études urbaines ?

Quel est le rôle des modèles et de la modélisation pour comprendre ces dynamiques ? Faut-il les considérer comme réalistes ou plutôt comme des outils de travail ? Sont-ils en mesure de rendre compte de la complexité des phénomènes de morphogenèse du tissu urbain et, plus généralement, du territoire ? Quels sont les aspects de la dynamique des formes qu'un modèle peut saisir et ceux qui lui échappent ? Quel peut-être l'apport de l'art et de l'esthétique à l'observation et à la description de l'évolution des formes ? Comment raccorder normatif et descriptif dans l'étude de la morphogenèse ? Entre les normes ou principes qui ont

été à la base d'une planification et les descriptions que l'on peut obtenir sur la base de ce qui est observable ?

Ce n'est pas le propos de ce volume de proposer des réponses unificatrices à autant de questions. Comme on verra, les réponses divergent et, dans certains cas, de manière significative. Au fil des chapitres, le lecteur découvrira des réponses non pas générales mais présentant un "air de famille", pour reprendre le terme de Wittgenstein, tout en constatant la grande variété des approches et des disciplines concernées par l'approche morphologique, comme un bref aperçu du contenu du recueil permet de le saisir.

Questionner la nature des formes

Dans la première partie de l'ouvrage, plusieurs articles s'interrogent sur la nature même du concept de forme, sur sa signification et sa pertinence dans l'observation et dans la définition des phénomènes dynamiques.

Selon l'architecte **Albert Levy**, cinq différents registres : tissu, tracé, paysage, pratiques sociales et cadre environnemental constituent les éléments de base qui structurent et caractérisent, dans leurs relations réciproques, la forme urbaine et ses transformations au cours du temps. De son côté, l'architecte et historien de l'architecture **Fabrizio Gay** illustre comment la valeur de la continuité-discontinuité (et le rôle de la mémoire-oubli) dans les dynamiques des phénomènes urbains peut aussi fournir un instrument juridique aux organismes qui régissent la sauvegarde du patrimoine architectural, urbain et paysager d'un territoire, en l'occurrence, le Veneto.

En insistant sur l'auto-organisation, la philosophe **Chris Younès** ajoute la dimension temporelle en rappelant que ce sont les transformations continues d'un lieu au cours du temps qui en constituent l'identité. Elle plaide ainsi pour une approche du paysage de type organiciste qui privilégie la mise en lumière des règles de développement de l'espace local. Tout en s'inscrivant dans la même optique, la contribution de la philosophe **Maria Filomena Molder** porte à l'extrême la dimension de la discontinuité propre à tout processus morphogénétique. En dialoguant avec le travail de Wittgenstein sur les formes du langage et de l'architecture, elle rappelle que toute forme architecturale n'a pas de signification en soi mais qu'elle l'acquiert dans le moment même où elle est intégrée dans un vécu.

Géographe et orientaliste, **Augustin Berque** critique l'acception occidentale de la forme, traversant l'urbanisme et l'architecture moderniste, comme étant définie seulement par ses contours et déconnectée de son milieu et des processus génératifs qui la sous-tendent. Il évoque une autre modalité de penser la forme, comme excédant ses contours matériels, qui a une longue histoire en Asie orientale.

Penser la dynamique des formes

La même sensibilité et la même attention à la complexité des phénomènes morphogénétiques caractérisent, dans la deuxième partie de l'ouvrage, des travaux portant spécifiquement sur les dynamiques des formes.

L'urbaniste **Alberto Magnaghi** montre à quel point l'analyse morpho-typologique des paysages (ruraux historiques) permet d'individualiser les règles structurelles qui en ont déterminé les équilibres de longue durée en Toscane. Dans un même horizon disciplinaire, **Bénédicte Grosjean** part du constat que les travaux sur la ville diffuse ont remis en question les modèles dominants de planification et de maîtrise de la croissance urbaine. S'éloignant des approches urbano-centriques traditionnelles, elle montre que, très souvent, des pratiques extérieures à la ville ont modelé sa croissance et l'ensemble du territoire environnant. L'architecte et urbaniste **Luigi Coccia** analyse le phénomène de la *Città Adriatica*, s'étendant de Ravenne à Termini sur environ 300 km, comme exemple de « ville continue », dont les racines plongent dans le réseau viaire de l'Antiquité. Coccia illustre la nécessité d'une approche topologique pour sélectionner les aspects essentiels des territoires étudiés.

De son côté l'historien **Maurizio Gribaudi** insiste sur l'importance de considérer la dimension sociale en mettant en lumière les tensions et les ruptures qui accompagnent et marquent l'évolution d'un territoire. Il montre que les formes de l'habitat et les pratiques sociales qui les accompagnent se déterminent dans un jeu de tensions continu entre décisions politiques globales et dynamiques d'auto-organisation locale. En se fondant sur un constat analogue, l'architecte **Patrick Berger** met en cause la notion de plan dans l'activité de l'architecte, pour lui substituer une notion de programmation dynamique sensible aux différentes échelles spatio-temporelles de la ville. Sa contribution introduit très concrètement la question de la modélisation des dynamiques des formes, de ses apports et de ses limites, développée plus spécifiquement dans la troisième partie de l'ouvrage.

Modéliser les dynamiques des formes

Le physicien **Stéphane Douady** et ses collaborateurs critiquent le réductionnisme fréquent dans les approches de modélisation à prétention réaliste. En se fondant sur une importante étude de la morphogenèse des réseaux routiers réalisée par un groupe de travail interdisciplinaire incluant des urbanistes, ils montrent qu'il est indispensable de considérer la dimension qualitative en focalisant notamment l'accent sur la recherche des mécanismes génératifs. Dans une optique proche, le physicien **Vincent Fleury** explique la formation des organismes animaux en termes d'une succession d'écoulements visco-élastiques œuvrant sur une toute petite masse de cellules. Ses travaux montrent que des systèmes d'organisation très complexes sont le produit d'une série de transformations morphogénétiques, fondées sur des mécanismes physiques qui engendrent naturellement des « variations fonctionnelles » extrêmement élaborées.

Le biologiste théoricien **Peter Saunders** dénonce l'insuffisance de la théorie néodarwinienne, fondée sur la seule hypothèse de sélection naturelle de mutations aléatoires, pour penser la genèse des formes. Saunders propose en alternative une interprétation en termes de systèmes dynamiques de l'image du paysage épigénétique, qui lui permet d'interpréter le phénomène d'assimilation génétique. L'épistémologue **Sara Franceschelli**, après avoir mis en évidence les connotations morphologiques de la même image du paysage épigénétique à partir d'une analyse des travaux de Waddington, propose de le considérer comme un dispositif morphogénétique générique. Les propriétés dynamiques d'un tel dispositif ont inspiré le développement d'une recherche empirique sur le design morphogénétique qui a permis la création de dispositifs morphodynamiques en collaboration avec des plasticiens de l'EnsAD.

Un dialogue avec une plasticienne caractérise aussi la contribution du physicien **Bruno Giorgini**. Il présente les recherches du laboratoire de physique de l'Université de Bologne sur la mobilité des piétons dans la ville de Venise et de Marseille. Grâce à la collaboration avec l'artiste Maria Grazia Sartori, il fait émerger les propriétés morphologiques de différentes formes de déambulation dans l'espace urbain. Pour conclure l'ouvrage, l'historien et démographe, **Hervé Le Bras** illustre l'approche morphologique en statistique à partir de la continuité et de la rupture des évolutions démographiques de longue durée.

Agencer les formes

Dans le cadre de la collaboration avec le programme de recherche *dynlan – dynamic landscapes* de l'EnsAD, la deuxième séance des ateliers a prévu deux après-midi de workshop autour de la conception de dispositifs morphogénétiques inspirés des interventions des chercheurs invités. Lors de la troisième rencontre, qui a eu lieu au Château de la Roche Guyon ², les objets morphologiques conçus ont été exposés dans les écuries du château. L'architecte et artiste **Pierre Bernard** a présenté une collection d'objets tressés en cordelette dont les étonnantes métamorphoses avaient été obtenues de manière générative, en variant les gammes de composition des nœuds. **Zbigniew Smoreda** a montré les installations développées par *Orange Labs* pour illustrer, sur trois dimensions, les variations des formes des échanges téléphoniques en fonctions des événements et des gammes temporelles. Enfin, la partie plus importante de l'exposition a été dédiée à la présentation des prototypes morphodynamiques réalisés par les étudiants et les chercheurs de l'EnsAD dans le cadre du programme de recherche *ensadlab dynlan - dynamic landscapes*. D'autres chercheurs ont par ailleurs présenté les sources et les objets morphologiques qui ont marqué de manière significative leurs recherches. En annexe, nous donnons un aperçu de cette exposition.

Paris le 14 août 2014

NOTE :

(1) Depuis 2012 et en se fondant sur les réflexions ouvertes au cours des ateliers, le séminaire a changé de nom en orientant davantage ses interrogations sur la dimension dynamique de la morphologie : « Morphodynamiques : de l'esthétique aux sciences de la nature et aux sciences sociales ».

(2) Nous remercions le directeur du Château de la Roche Guyon, Yves Chevalier, pour son accueil.

QUESTIONNER LA NATURE DES FORMES

Albert Levy

LA FORME URBAINE COMME FORME COMPLEXE UNE INTRODUCTION À LA MORPHOLOGIE URBAINE

On ne peut réduire – donc comprendre – une forme vivante à son aspect extérieur, son contour, il en va de même pour une forme historique, un artefact historique comme la forme urbaine, qui naît, se développe, grandit..., et meurt¹. Mais, si la forme humaine² est le résultat d'un processus biologique, l'embryogenèse, puis d'un cycle de croissance allant de l'enfance à la vieillesse jusqu'à la mort, la forme urbaine, par contre, comme forme historique est, avant tout, le résultat d'un processus historique. Elle peut être alors saisie, pour son étude, à un stade historique T de son développement, correspondant à une *période morphologique* où les caractères formels sont reconnus assez stables pour être identifiés comme spécifiques et signifiants de cette période. Le passage d'une période urbaine à une autre, le problème de l'origine, de la *morphogenèse* urbaine soulève l'épineuse question de la continuité /discontinuité en histoire urbaine, donc de la forme de la ville, qui fait toujours débat : quelle relation de continuité (morphologique), par exemple, entre la ville antique et la ville médiévale ? Entre la ville préindustrielle et industrielle ? Entre la ville industrielle et la métropole postindustrielle... ?

Par analogie à la forme humaine et à sa complexité structurelle, et à partir des différents travaux réalisés ces dernières décennies sur la forme urbaine selon des points de vue particuliers, on peut dégager cinq sous-systèmes distincts la constituant, que nous appellerons *registres* de forme : le *tissu urbain*, le *tracé urbain*, le *paysage urbain* (sous-système spatial urbain plastique), la *forme sociale urbaine* (forme de l'espace social urbain), et la *forme bioclimatique et environnementale urbaine* (sous-système spatial du bioclimat et de l'environnement urbain), ce dernier registre rend compte du contexte physique (site) et du milieu où s'implante la forme urbaine, expliquant certains de ses aspects et propriétés. Ces cinq registres de forme, en se combinant, produisent la forme urbaine dans sa totalité et

son unité systémique, autorisant son (bon) fonctionnement et leurs interrelations définissent la forme urbaine comme forme complexe. Ils correspondent à cinq registres de forme et de sens bien reconnus où ont été menées des approches morphologiques spécifiques que nous présenterons rapidement, sans prétendre à l'exhaustivité.

Complexité de la forme urbaine : les cinq registres de forme

1) La forme du tissu urbain

Ce registre, par son importance, a souvent été identifié, à lui seul, à la morphologie urbaine et à son étude. Il consiste dans l'analyse des interrelations entre les éléments définissant le *tissu urbain* : le *parcellaire* (P), le *bâti* (B), le *viaire* (V), l'*espace libre* (EL) (c'est-à-dire les places, carrefours, jardins, cours...), et leur agrégation en îlots. Trois grandes écoles morphologiques se sont développées autour de ces travaux, avec des approches plus ou moins similaires : l'école italienne, l'école anglaise et l'école française³, elles se distinguent surtout par l'usage qu'elles font de l'enquête morphologique.

L'école italienne, la plus importante, a eu un rôle séminal dans ce domaine avec les travaux initiés dès la fin des années 1950 par S. Muratori, P. Maretto, G. F. Caniggia, G. Cataldi⁴..., puis par A. Rossi, C. Aymonino⁵, P.L. Cervellati⁶... Si pour les (quatre) premiers auteurs l'analyse morphologique avait un caractère surtout opératoire et normatif (*storia operante*), directement utile au projet, mobilisée dans une optique critique contre l'architecture moderne et sa pratique de la table rase (v. Caniggia et son approche du « *processus typologique* » par exemple), les deux auteurs suivants ont eu une approche plus cognitive de la morphologie urbaine, envisagée comme simple contribution à l'histoire urbaine, selon une lecture méthodique de la forme de son tissu et de son évolution, à partir du concept fondamental du « *rapport dialectique typo/morphologique* » (rapport dialectique et non causal entre typologie des édifices et forme urbaine). Selon Aymonino, ce rapport dialectique qui définit et explique la forme des villes anciennes, a été perdu avec l'urbanisme moderne qui l'a détruit, en créant l'oxymore « tissu ouvert », éliminant l'idée de forme urbaine : dans les conditions actuelles de production de la ville industrielle, elle est devenue, selon lui, réalisable seulement par fragments



Fig. 1 - Forme du tissu : rapport typo/morphologique.

Source, C. Aymonino et alii, *La città di Padova*, Officina Edizioni, Roma, 1970.

(« parties de ville ») juxtaposables. En partant d'une définition de la ville comme « dépôt de l'histoire », lieu de mémoire, artefact culturel chargé de valeurs symboliques, A. Rossi a souligné l'importance des monuments, leur permanence, pour la compréhension de la forme urbaine et sa dynamique. P. L. Cervellati, avec son concept de « *conservation intégrée* », reviendra également sur l'usage opératoire de l'analyse typo/morphologique mise au service du projet de ville et de la planification appliquée à Bologne, qui deviendra vite un cas emblématique.

L'école anglaise est surtout caractérisée par les travaux de géographes comme M.R.G. Conzen ⁷ sur la ville médiévale d'Alnwick, et de J. W. R. Whitehand ⁸ et ses épigones à l'université de Birmingham. Ils joueront un rôle fondateur important dans la création de l'ISUF (*International Seminar on Urban Form*) ⁹, une association internationale qui agit pour la poursuite de ces travaux, avec colloques, revue..., et la consolidation du champ de recherche morphologique. On y retrouve la même démarche mais avec des termes différents (*plan unit* pour tissu, *burgage cycle* pour densification de l'ilot...). L'école anglaise est surtout restée cognitive dans sa démarche.

L'école française, plus diverse, s'appuie surtout sur l'acquis italien, elle a développé des études soit sur les tissus en général, comme les travaux de J. Castex, Ph. Panerai, et alii ¹⁰ sur l'histoire de l'ilot, sur la ville de Versailles..., soit sur tel élément particulier du tissu, comme l'étude d'A. Chastel, F. Boudon, H. Couzy sur le quartier des Halles à Paris ¹¹, focalisée sur le parcellaire, ou de B. Rouleau ¹² qui a également travaillé sur le réseau viaire parisien. Plus récemment, M. Weil a analysé les rapports entre ville et mobilité, en montrant l'impact du passage de la

mobilité pédestre à la mobilité motorisée¹³ sur la forme urbaine. La morphologie des places urbaines¹⁴ a fait aussi l'objet d'étude, et l'influence du site sur la forme urbaine a été mise en évidence¹⁵ (à travers trois éléments : l'hydrographie, l'orographie, la végétation). D'autres chercheurs ont distingué et hiérarchisé les types de bâtiments dans le tissu, en isolant les édifices majeurs (monuments, bâtiments publics) des autres constructions mineures (aire résidentielle), pour expliquer par exemple la structuration de la forme de ville baroque (où le « monument-cible » joue un rôle clé dans la composition urbaine). M. Darin¹⁶ a montré comment la ville se construisait dans le temps d'une manière « *parfaitement imparfaite* », en décelant les logiques des irrégularités formelles et des contradictions des acteurs, en soulignant les permanences, dans la constitution des tissus...

Un bilan critique de ces travaux sur le plan international a été réalisé par P. Merlin, F. Choay, E. D'Alfonso, en insistant sur l'importance des analyses parcellaires¹⁷. Le tissu urbain, avec ses différents éléments, varie à travers l'histoire¹⁸ : une ville est toujours le résultat d'une juxtaposition, combinaison, superposition de tissus différents et successifs dans le temps.

2) La forme du tracé urbain

Ce registre renvoie à la forme géométrique du plan de ville : régulier ou irrégulier, orthogonal (plan en échiquier ou hippodamique) ou radioconcentrique (plan en étoile, en trident), pittoresque, organique, spontané, souple... P. Lavedan en a fait le centre de ses travaux sur l'art urbain¹⁹ ; de même, R. Unwin²⁰, considéré comme l'inventeur des tracés pittoresques (appliqués à la cité-jardin), en a proposé une synthèse. C. Sitte²¹ a critiqué les plans réguliers, monotones selon lui, pour valoriser les tracés organiques du point de vue esthétique, en s'appuyant sur l'étude des villes médiévales. Ce registre correspond aussi à la notion de composition urbaine, directement issue de l'art des jardins (Le Nôtre, W. Kent...), où les notions d'axe, de perspective, symétrie..., jouent un rôle fondamental dans l'organisation spatiale (visuelle), comme l'a montré P. Pinon²². R. Danger²³ a proposé une typologie des modes de composition urbaine liés, selon lui, aux sensibilités nationales. G. Hanning²⁴ a introduit la notion de *trame foncière* (à partir de la continuité des tracés parcellaires) pour mimer et retrouver les tracés organiques des villes orientales islamiques. Les moyens utilisés ici dans ce registre de forme sont donc ceux de la géométrie (point, ligne, plan, intersection, figure, polygone...), ils servent à

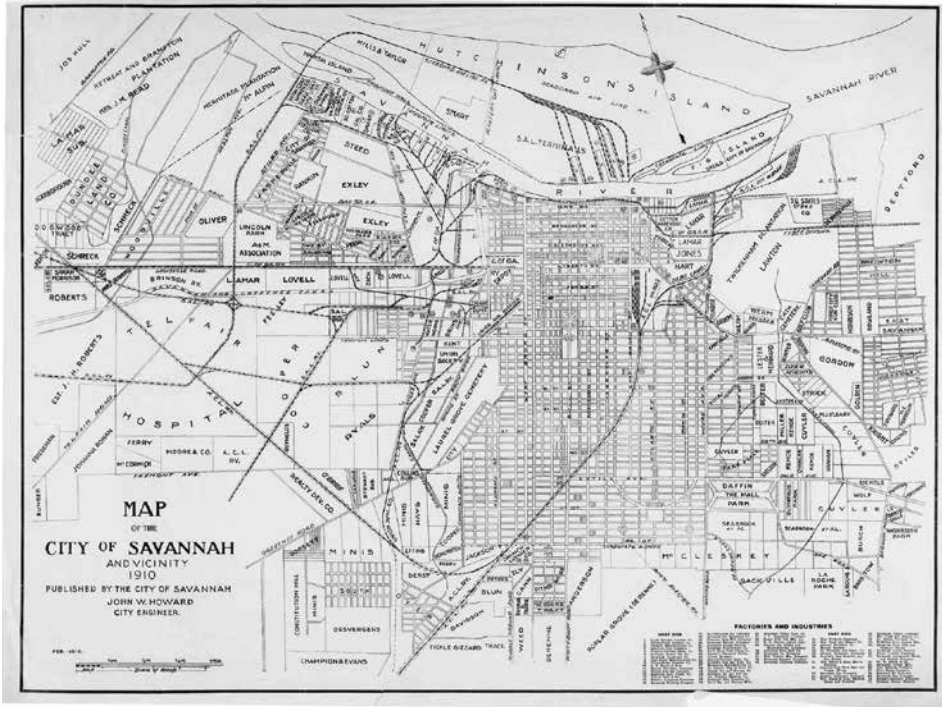


Fig. 2 - Forme des tracés : tracé régulier, plan de Savannah, 1910.
Source, wikicommons, <http://ur1.ca/obrig>.

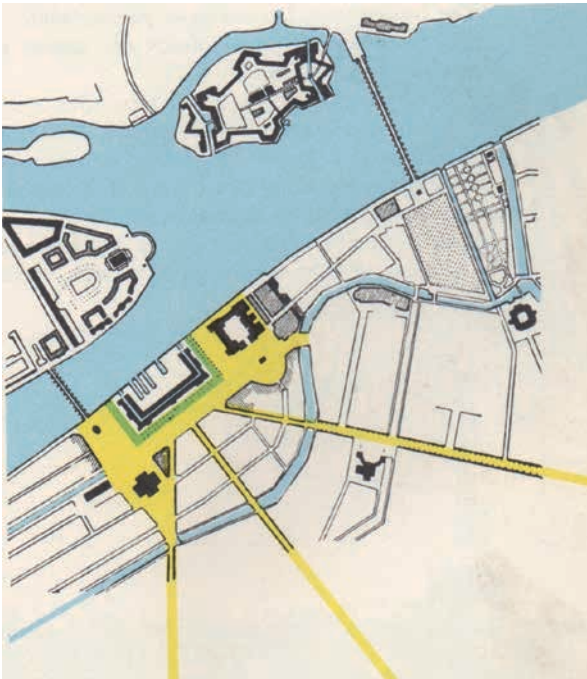


Fig. 3 - Forme des tracés : tracé radioconcentrique, plan de Saint-Petersbourg.
Source, E. Bacon, *Design of cities*, Thames & Hudson, London, 1967.

la disposition des éléments du tissu (voies), à leur hiérarchisation, à la localisation des édifices majeurs et monuments pour leur mise en scène dans l'espace urbain (valorisation par mise en perspective)... Les tracés urbains fonctionnent donc comme des supports de localisation et valorisation (composition) des éléments du tissu urbain. Variables dans le temps, ils se combinent et se juxtaposent dans l'espace urbain. Ils vont disparaître avec l'urbanisme moderne fonctionnaliste qui a disqualifié l'idée de composition urbaine et de tracés urbains, jugées inutiles ²⁵.

3) *La forme du paysage urbain, ou forme plastique urbaine*

Dans ce registre, l'espace est saisi (visuellement) dans sa matérialité plastique (matériau, texture, couleur, style...), et dans sa tridimensionnalité (volume, gabarit, silhouette...), à différentes échelles, on parle de ville verticale/ville horizontale, et selon la dominante végétale ou minérale on parle aussi de paysage urbain végétalisé ou minéralisé. G. Cullen ²⁶ a attiré l'attention sur son importance et sur ses (micro) éléments composants ; produit aussi du déplacement dans la ville, il a montré que le paysage urbain, comme espace cinétique, pouvait être déconstruit en diverses séquences visuelles. E. Bacon ²⁷ a mis aussi l'accent sur la perception en soulignant son rôle dans la composition urbaine pour la localisation des monuments et du décor urbain (perception à distance), comme l'avait déjà noté C. Sitte pour l'espace médiéval (perception rapprochée). K. Lynch ²⁸, dans un travail qui a fait date, a étudié l'image de la ville à partir de ses principaux composants perçus (voie, limite, repère, nœud, quartier) et de ses caractéristiques matérielles et architectoniques (matériaux, forme, couleur), déduits des observations des habitants, en introduisant la notion d'« imagibilité » (ou lisibilité) de la ville. Le rôle de la photographie dans cette saisie/analyse du paysage urbain ²⁹ est capital comme l'a montré, par exemple, le travail de P. Monti sur Bologne, et son usage dans le projet de « *conservation intégrée* » pour sauvegarder la forme visuelle de la ville, son visage. A Paris, le POS (Plan d'occupation des Sols) de 1977 ³⁰ a aboli le règlement du PUD (Plan d'Urbanisme Directeur) de 1967, jugé destructeur du paysage urbain parisien, en revenant à la tradition de la réglementation urbaine parisienne de l'Ancien régime, poursuivie par Haussmann : à partir de l'étude des « tissus constitués » (F. Loyer), le gabarit sur rue (rapport entre hauteur de l'édifice et largeur de la rue, angle du toit...), l'alignement sur rue ont été rétablis afin de préserver le paysage urbain parisien et maintenir l'identité visuelle de la capitale menacée par la rénovation urbaine massive et son modèle fonctionnaliste. Avec le paysage urbain, il s'agit du

dimensionnement, mise en volume, « habillage », traitement matériel et plastique des éléments du tissu urbain (P/V/B/EL) pour déterminer sa configuration visuelle et esthétique. Le paysage urbain est donc directement dépendant des types de tissu et de tracé existants.

4) La forme sociale urbaine ou forme de l'espace social urbain

Ce registre de forme correspond à l'occupation et à l'utilisation de l'espace urbain défini par ses tissus, ses tracés, ses paysages auxquels la forme sociale participe. Toute société est divisée et hiérarchisée, avec des barrières plus ou moins étanches entre les classes et les divers groupes. Cette division se traduit et s'exprime dans l'espace par des inégalités plus ou moins fortes, les classes sociales se répartissant dans la ville en s'identifiant à leurs espaces (rapports entre classe/place) : H. Lefebvre ³¹ a parlé de projection de rapports sociaux sur le sol à propos de ce rapport structure sociale/distribution spatiale. La morphologie sociale, branche de la sociologie, étudie les formes matérielles des sociétés, leur organisation, leur structure, la manière dont ses différents éléments et composants sont répartis dans l'espace, leurs conditions géographiques... Elle a été développée en France par des auteurs comme E. Durkheim, M. Halbwachs, M. Mauss ³², parallèlement à l'école de Chicago ³³ qui s'est également penchée sur ces phénomènes spatiaux du point de vue de l'écologie urbaine. L'écologie factorielle, qui a suivi, a mis en évidence trois grands modèles de distribution spatiale : par secteur (statut économique), par mosaïque (statut ethnique), par structure concentrique (statut familial). Outre les divisions sociales, la diversité ethnique, religieuse, démographique (entre jeunes et non-jeunes...), peut également se distribuer et se fixer dans l'espace en le caractérisant, produisant telle ou telle forme sociale. Il en va de même pour les activités qui, en se répartissant dans la ville, peuvent donner lieu à des quartiers différenciés et fonctionnellement spécialisés (quartier d'affaire, quartier universitaire, quartier résidentiel...). Lorsque ces concentrations ethniques, sociales, religieuses, deviennent fortes, elles peuvent produire des processus de ghettoïsation ³⁴, par relégation spatiale de populations (pauvres), qui peut donner lieu à des zones de non-droit où règnent insécurité et violence... (c'est contre ces processus de ségrégation urbaine que la politique de la ville cherche à intervenir en agissant soit sur le tissu, par rénovation urbaine, soit sur la forme sociale en introduisant plus de mixité, de mobilité sociale...). Les sociétés multiculturelles, à forte immigration, se traduisent dans l'espace urbain par des quartiers distincts (quartiers chinois, grec, italien,...). La distribution spatiale des

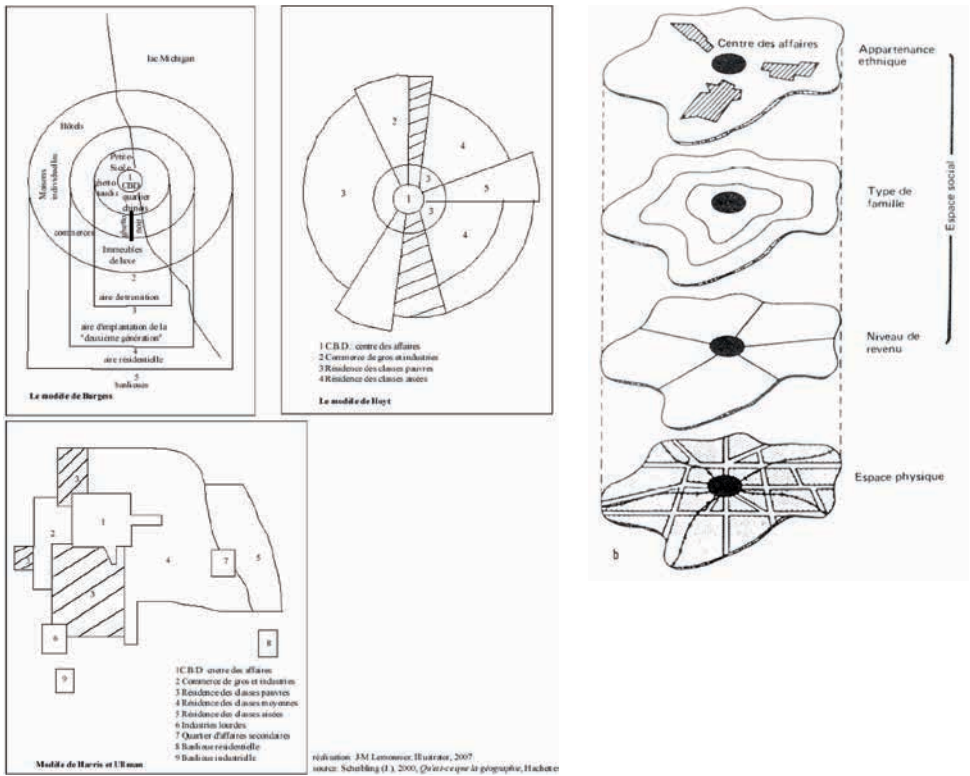


Fig. 4 - Forme sociale : modèles d'analyse de la forme sociale comme mosaïque résidentielle urbaine (concentrique/secteur/noyaux multiples) et leur superposition.

Source, A. Bailey, *Les théories de l'organisation de l'espace urbain*, Espace géographique, 2, 1973.

classes, des groupes, des activités... se réalise donc toujours dans un espace urbain (défini par un tissu, un tracé, un paysage urbain) qu'ils contribuent aussi à marquer et à qualifier à travers son usage et son occupation. Elle s'opère toujours dans un contexte bioclimatique et dans un environnement donné qui affecte également le caractère et l'aspect des quartiers.

5) La forme bioclimatique et environnementale urbaine

Ce dernier registre concerne le contexte extérieur, physique et géographique où la ville s'implante, à prendre également en compte dans une étude morphologique. Toute forme (vivante ou historique) ne peut être dissociée du milieu (de vie) dont elle dépend. On a affaire à une double influence : la forme de la ville sur le milieu et le milieu sur la forme de la ville. Le site urbain, dans son impact, peut être décomposé en orographie (relief), hydrographie (cours d'eau, mer), couverture végétale (parc, forêt). Là aussi, la distribution du climat dans la ville donne lieu, selon l'exposition, l'orientation, à des zones différenciées, chaudes/froides, ensoleillées/sombres, sèches/humides, venteuses/non-venteuses..., dues au site, à la situation géographique, météorologique, mais aussi aux caractéristiques de l'espace urbain (tissu, tracé, paysage) qui favorisent des micro-climats spécifiques à certains secteurs urbains ³⁵ (îlots de chaleur).

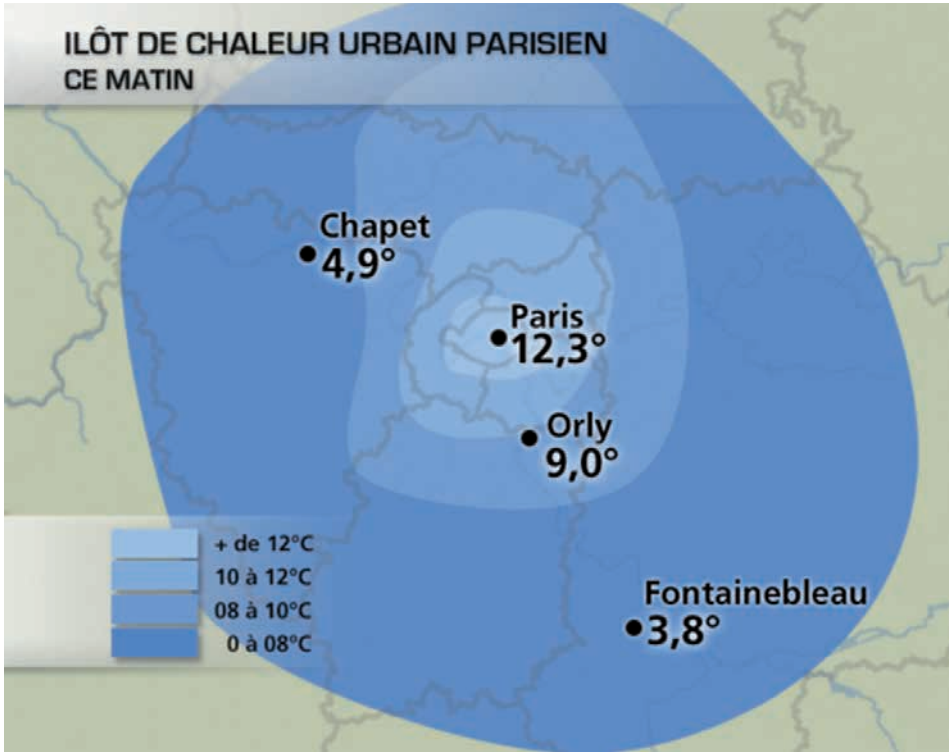


Fig. 5 - Forme de l'îlot de chaleur parisien 29.09.09.
Source, La Chaîne Météo 2009, <http://ur1.ca/obrhu>.

Mais la ville produit aussi son propre milieu, un environnement artificiel ³⁶ qui, en fonction de son équipement (réseaux d'assainissement et autres installations), peut comporter des espaces malsain/sain, sale/propre... ; selon les activités et les nuisances présentes, des secteurs pollués/non-pollués, bruyants/calmes... De même, les réseaux urbains énergétiques (fuel, gaz, électricité) ont des implications sur le confort urbain (éclairage, chauffage, climatisation), mais ils génèrent aussi des effets pervers sur la pollution du milieu, de l'air, de l'eau, du sol... Aujourd'hui, face à la gravité des questions liées à la détérioration de la qualité du milieu urbain (air, eau, sol, flore, faune...), et ses conséquences sanitaires, face à la dégradation de l'environnement (ressources naturelles, biodiversité), à la croissance des GES (gaz à effet de serre) et leurs incidences sur le climat, une réflexion critique contre le développement urbain est apparue (étalement urbain, artificialisation des sols, mobilité excessive), avec appel à un autre type de développement, le développement durable, à une autre ville, la ville durable, de forme plus compacte, moins destructrice de nature, plus respectueuse de l'environnement ³⁷. En poussant l'analogie entre organisme urbain et organismes vivants, des travaux sur le métabolisme urbain ont été menés ³⁸ (étude des flux d'entrée/sortie de matières, d'énergie...) critiquant l'économie linéaire et ses conséquences néfastes, son empreinte écologique, son gaspillage, pour une économie circulaire fonctionnant aux énergies renouvelables, recyclant les déchets et autres rejets organiques : un autre métabolisme urbain est souhaité afin de respecter et sauvegarder le milieu ambiant et les ressources naturelles en danger.

Un autre environnement urbain est à construire qui exige une révision complète de la forme urbaine actuelle : ses tissus, ses tracés, ses paysages, sa forme sociale, ses réseaux... Un vaste chantier de recherche est ouvert pour penser la ville durable de demain et concevoir la forme urbaine soutenable du futur.

La forme urbaine, forme polymorphique et polysémique

C'est la synthèse et les interactions entre ces cinq registres qui constituent la forme urbaine dans son unité, comme forme polymorphique et polysémique ³⁹. De nombreux auteurs ont eu l'intuition de cette diversité de registres de forme et ont insisté sur leurs interactions dans la forme globale. R. Ledrut ⁴⁰, par exemple, en postulant que « *la réalité sociale a des formes diverses et des sens multiples* », a été conduit à dresser l'inventaire d'une série de formes : « *forme-schème ou forme-objet, forme-machine ou forme-quantité, forme signe, forme esthétique-mathématique ou forme harmonie, forme fonctionnelle, forme symbolique* », en précisant que : « *On ne peut évoquer aucune forme sociale et en parler sans que l'espace soit mis en cause* », car pour lui, « *Une typologie des villes ne peut donc qu'être intégrée à une typologie des formes sociales et des espaces sociaux... Il reste à savoir comment ces formes et ces espaces se lient. Il existe diverses façons de traiter la ville et son espace : comme étendue, comme population, comme œuvre, comme symbole... il faut essayer de rattacher ces aspects les uns aux autres et d'en retrouver l'unité* ».

M. Roncayolo ⁴¹, de même, en disciple d'Halbwachs, a souligné que « *la morphologie est aussi sociale puisqu'elle étudie la répartition du peuplement, des groupes sociaux, des mouvements ; plus encore parce que les structures matérielles sont, avant tout, construction sociale et lieux pratiques* ». Et à propos de l'analyse typomorphologique, il écrivait : « *La limite de la typomorphologie ne vient pas de sa défaillance méthodologique, de sa vertu descriptive plus qu'explicative, mais de cette question centrale : le rapport entre forme matérielle et forme sociale* », en précisant, « *l'objet formes urbaines ne peut être saisi que par une démarche transversale, pluridisciplinaire* ». C'est donc ce défi théorique et méthodologique fondamental qui reste à relever pour l'étude des formes urbaines appréhendées comme objets complexes.

Cette approche a été partiellement menée dans différents travaux morphologiques. M. R. G. Conzen ⁴² proposait de compléter l'analyse du tissu par une analyse des

fonctions (« *land use* »). Dans leur analyse de la ville de Versailles, les auteurs ⁴³ ont couplé l'analyse typomorpho classique de la genèse du tissu de la ville à une analyse de son paysage à partir de certaines caractéristiques visuelles. Pour son projet de Bologne, P. L. Cervellati, outre une analyse typomorphologique détaillée du tissu du centre historique, a fait faire aussi une analyse du paysage de la ville (à l'aide de la photographie), ainsi qu'une étude (sociologique) de la composition sociale du centre-ville pour en préserver la forme (les activités et les CSP). Ce sont là quelques exemples de travaux sur la complexité de la forme urbaine qui indiquent des orientations de travail à approfondir.

La question de la morphogenèse des formes urbaines

Dans son livre *L'architecture de la ville*, A. Rossi ⁴⁴ définissait la ville et son architecture par le temps : « *La ville, objet de cet ouvrage, y est considérée comme une architecture. Par architecture, je n'entends pas seulement l'image de la ville et l'ensemble de ses architectures. Il s'agit plutôt ici de l'architecture comme construction ; je veux parler de l'architecture dans le temps.* » Cette conception de la ville comme construction dans le temps, « *dépôt de l'histoire* », traduit l'idée de continuité urbaine, également appelée « *permanence* », terme repris à Lavedan ⁴⁵ : elle se manifeste à travers la continuité ou persistance temporelle d'éléments du tissu urbain (monuments, enceintes, voies, tracés parcellaires...). Les monuments, en particulier sont, pour Rossi, « *les points fixes de la dynamique urbaine* », lieux de mémoire et éléments permanents générateurs de la forme urbaine qui conditionnent la morphogénèse. A. Rossi a aussi remis en question le fonctionnalisme et sa définition de la forme par la fonction, le changement automatique de forme par le changement de fonction, en insistant sur l'autonomie de la forme, en donnant des exemples : le Palais de la Raison à Padoue resté identique malgré les changements de fonctions dans le temps, les amphithéâtres romains d'Arles, de Nîmes, transformés en lieux habités au Moyen Âge (habitation sous les gradins, rues et places dans l'arène), le palais romain de Dioclétien devenu le centre de la ville médiévale de Split, le plan des villes romaines (cardo/décumanus) présent dans les villes médiévales... Ces phénomènes de permanence ont été également bien étudiés par G. F. Caniggia sur les villes de Côme, Florence, et sur des territoires plus vastes (centuriations romaines) ⁴⁶. Mais si cette critique n'est pas complètement erronée, elle évacue, cependant, la complexité des registres

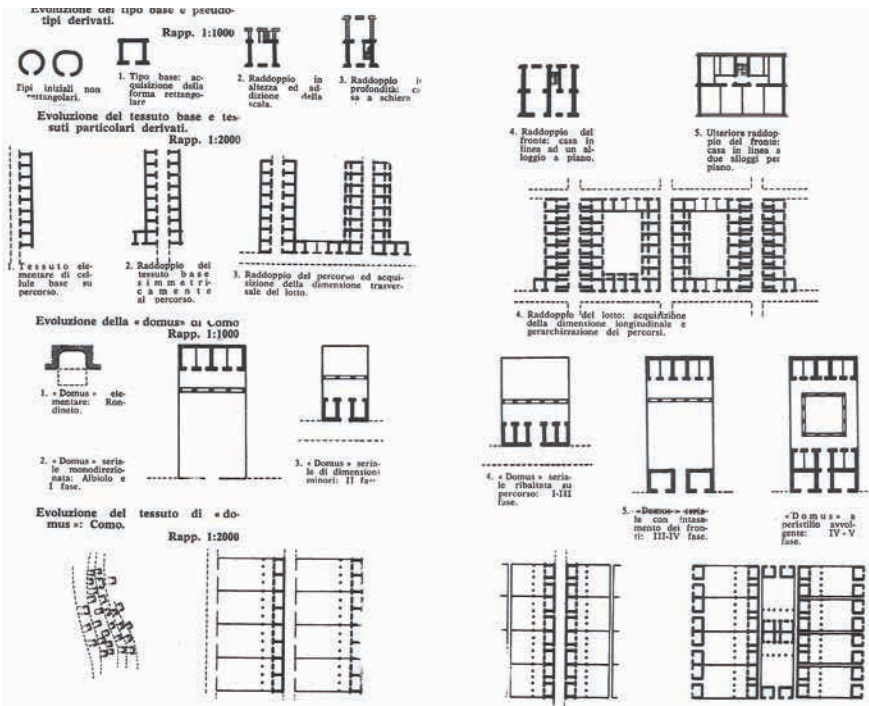


Fig. 6 - Morphogenèse du tissu : schéma théorique et application à la ville de Ponticelli.

Source, S. Malfroy, G. Caniggia, *L'approche morphologique de la ville et du territoire*, ETH, Zurich, 1986.

de forme et leurs relations qui posent autrement la question de l'autonomie de la forme. Dans la formule générique « *la forme suit la fonction* », il s'agit, selon nous, du registre de la forme sociale urbaine, dans lequel la forme sociale et économique suit (toujours) les pratiques sociales et les activités, à un moment historique donné, mais sans, pour autant, être en totale correspondance avec les autres registres de forme (tissu, tracés, paysage) qui peuvent avoir des temporalités (historicités) différentes (phénomènes de permanence de certains registres) : si dans les registres de forme, la forme suit toujours la fonction, entre les registres de forme, par contre, des décalages peuvent s'observer qui permettent de parler d'autonomie de la forme ⁴⁷, d'autonomie des registres de forme plus exactement.

NOTES :

(1) On propose une classification possible des formes en formes naturelles subdivisées en formes inertes, inanimées vs formes vivantes, animées, et formes artificielles ou formes des artefacts culturels, historiques..., dont font partie les formes urbaines ; l'analyse morphologique de ces formes variant selon leur nature.

(2) On peut prendre, comme comparaison, la forme humaine, forme complexe, par définition, dont l'anatomie a permis de reconnaître cinq sous-systèmes particuliers et interdépendants qui entrent dans sa constitution et expliquent son aspect externe : le sous-système osseux, le sous-système musculaire, le sous-système nerveux, le sous-système sanguin, et le sous-système lymphatique. Si chacun de ces sous-systèmes peut être isolé et analysé séparément, c'est seulement leur présence et leur interaction qui constituent l'unité du corps humain et de sa forme, garantissant son (bon) fonctionnement, la vie. Là aussi, on ne peut dissocier la forme du corps humain et ses caractéristiques de son environnement extérieur et son milieu social qui le conditionnent et sur lesquels il réagit en retour.

(3) Sur la présentation de ces 3 écoles, A. V. Moudon, « Urban morphology as an emerging interdisciplinary field », *Urban Morphology*, 1, 1997.

(4) S. Muratori, *Studi per un operante storia di venezia*, I. P. S. U. Venezia, 1959 ; *Studi per un operante storia di Roma*, C.S.S.U., Roma, 1963 ; P. Maretto, *L'edilizia gotica veneziana*, Filippi Editore, Venezia, 1960 ; G. F. Caniggia, *Lettura di una città : Como*, C. S. S. U., Roma, 1963 ; Caniggia et alii, *Esperienze operative sul tessuto urbano di Roma*, Roma, 1963 ; G. Cataldi, *Per una scienza del territorio*, Uniedit, Firenze, 1977.

(5) A. Rossi, *L'architettura della città*, Marsilio, Padova, 1966 ; C. Aymonino, A. Rossi, et alii, *La città di Padova*, Roma, Officina, 1970.

(6) P. L. Cervellati et alii, *La nuova cultura delle città*, Milano, Mondadori, 1977.

(7) M. R. G. Conzen, *Atwnick : a study in town planning analysis*, London, I. B. G. 1970 ; and J. W. R. Whitehand (eds), *The urban landscape : historical development and management*, London, Academic Press, 1981.

(8) J. W. R. Whitehand, « The basis for an historico-geographical theory of urban form », in *Transactions of The Institute of British Geographers*, London, 1977, n° 3 ; « The study of variations in the building fabric of town centers : procedural problems and preliminary findings in Scotland », *The Institute of British Geographers*, London, 1979, n°4.

(9) L'ISUF a été créée à Lausanne en 1994, elle publie une revue *Urban Morphology*, domiciliée à Chicago (www.urbanform.org).

(10) J. Castex, Ph. Panerai, Ch. Depaule, *Formes urbaines : de l'ilot à la barre*, Paris, Dunod, 1977 ; J. Castex, Ph. Panerai, P. Celeste, *Lecture d'une ville : Versailles*, Paris, Le Moniteur, 1980.

(11) F. Boudon, A. Chastel, H. Couzy, *Système de l'architecture urbaine : le quartier des Halles à Paris*, Paris, CNRS, 1977.

(12) B. Rouleau, *Villages et faubourgs de l'ancien Paris : histoire d'un espace urbain*, Paris, Seuil, 1985 ; *Le tracé des rues de Paris, formation, typologie, fonctions*, Paris, CNRS, 1965.

(13) M. Weil, *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*, Liège, Mardaga, 1999 ; *Ville et mobilité*, Paris, Ed. de l'Aube, 2004.

(14) P. Pinon, C. Rose, *Places et parvis de France*, Paris, Dexta Editions locales de France, 1999 ; M. Darin, *La comédie urbaine, voir la ville autrement*, Infolio, 2009.

(15) A. Borie, P. Micheloni, P. Pinon, *Formes urbaines et sites de méandres*, Paris, GEFAU/COR-DA, 1976

- (16) M. Darin, *op.cit.*
- (17) P. Merlin, E. D'Alfonso, F. Choay, *Morphologie urbaine et parcellaire*, St-Denis, PUV, 1988.
- (18) A. Levy, « Urban morphology and the problem of the modern urban fabric : some questions for research », *Urban Morphology*, 1999, 3 (2).
- (19) P. Lavedan, *Histoire de l'urbanisme, I, II, III*, Paris, H. Laurens, 1926, 1941, 1952.
- (20) R. Unwin (1909), *L'Etude pratique des plans de ville : introduction à l'art de dessiner les plans d'aménagement et d'extension*, Paris, L'Equerre, 1981.
- (21) C. Sitte (1889), *L'urbanisme et ses fondements artistiques*, Paris, Vincent, 1979.
- (22) P. Pinon, *Composition urbaine, I, II*, Paris, DAU/STU, 1994.
- (23) R. Danger, *Cours d'urbanisme*, Paris, Eyrolles, 1933.
- (24) G. Hanning, *La trame foncière comme structure organisatrice du paysage*, Paris, IAURP/CORDA, 1977.
- (25) A. Levy, « La composition urbaine : un savoir faire urbanistique en crise », in Ph. Genestier (éd), *Vers un nouvel urbanisme. Faire la ville : comment, pour qui ?* Paris, La Documentation Française, 1996.
- (26) G. Cullen, *Townscape*, New York, Reinhold, 1961.
- (27) E. Bacon, *Design of cities*, Princeton, 1965.
- (28) K. Lynch (1960), *L'image de la cité*, Paris, Dunod, 1971.
- (29) I. Zannier, « Paolo Monti et le projet de Bologne », *Strates*, 2007/ 13.
- (30) *Le règlement du POS et le paysage de Paris*, Paris Projet, 13-14 oct. 1975.
- (31) H. Lefebvre, *Le droit à la ville*, Paris, Anthropos, 1968.
- (32) E. Durkheim (1893), *La division du travail social*, Paris, PUF, 1960 ; M. Halbwachs, *Morphologie sociale*, Paris, A. Colin, 1938 ; *La population et le tracé de voirie à Paris*, Paris, Alcan, 1928 ; M. Mauss (1905), *Essai sur les variations saisonnières de la société eskimo*, Paris, PUF, 1950...
- (33) Y. Grafmeyer, I. Joseph, *L'Ecole de Chicago, Naissance de l'écologie urbaine*, Paris, Ed du Champ Urbain, 1979.
- (34) L. Bronner, *La loi du ghetto*, Paris, Calmann-Levy, 2010.
- (35) G. Escourrou, *Climat et environnement, Les facteurs locaux du climat*, Paris, Masson, 1981.
- (36) O. Coutard, J. P. Levy (eds), *Ecologies urbaines*, Paris, Economica/Anthropos, 2010.
- (37) A Levy, « La ville durable, paradoxe et limites d'une doctrine d'urbanisme émergente », *Esprit*, dec. 2009 ; A Levy, C. Emelianoff, *Quelle ville durable ? Espaces et Sociétés*, 147, 2011.
- (38) S. Barles, « Ecologie urbaine, industrielle et territoriale », in O. Coutard, J. P. Levy (éds), *op cit.*
- (39) On pourrait la représenter à travers un schéma systémique relationnel pentagonal : l'architecture de la ville serait alors donnée par la structure et les relations entre ces diverses formes particulières (registres).
- (40) R. Ledrut, *La forme et le sens dans la société*, Paris, Librairie des Méridiens, 1984.
- (41) M. Roncayolo, *Lectures de ville. Formes et temps*, Paris, Parenthèses, 2002.

(42) M. R. G. Conzen, *op. cit.*

(43) J. Castex, P. Celeste, Ph. Panerai, *Lecture d'une ville : Versailles*, Paris, Le Moniteur.

(44) A. Rossi, *op. cit.*

(45) P. Lavedan, *Géographie des villes*, Paris, Gallimard, 1936.

(46) G. F. Caniggia, *op. cit.*; *Strutture dello spazio antropico*, Firenze, Alinea, 1974.

(47) Si on peut dire, par exemple, pour chaque registre : la forme du tissu urbain *suit* la fonction habitat, travail, circulation, loisir ; la forme du tracé urbain *suit* la fonction symbolique, esthétique... ; la forme du paysage urbain *suit* la fonction salubrité, esthétique... ; la forme de l'espace social *suit* le fonctionnement de l'organisation sociale, économique ; la forme de l'espace bioclimatique et environnemental *suit* la fonction confort, santé... C'est entre ces divers registres de forme qu'on peut observer, dans leurs interrelations, une relative autonomie.

Fabrizio Gay

CONTINUITÉS-DISCONTINUITÉS DES GENRES ARCHITECTURAUX ET DE LA FORME URBAINE : UN MODÈLE POUR LES VILLES DE LA VÉNÉTIE AU XX^E SIÈCLE

Cent profondes solitudes forment ensemble la ville de Venise.
Là réside son charme. Une image pour les hommes du futur.

F. Nietzsche, *Fragments posthumes*

Prémisses

Cette contribution profite d'une expérience d'échantillonnage, de catalogage et de description des bâtiments du XX^e siècle dans les provinces de la Vénétie, un travail mené pour la Surintendance au Patrimoine de la région et achevé, dans une première phase, en suivant le protocole de l'Institut Central italien pour le Catalogue et la Documentation. Cet inventaire de cas a évolué vers la forme d'atlas d'exemplaires¹, mais en se limitant à l'objet édifié, sans comprendre une analyse complète de l'évolution de la topographie urbaine. Donc l'enjeu de ce travail tient au fait que les choix de catalogage ont présupposé une théorie des rôles que les architectures jouent dans la continuité-discontinuité de la morphologie urbaine et dans certains phénomènes qui leur sont corrélés.

Le simple fait que l'échantillonnage a été limité à 150 cas et que les textes des « rapports historiques » annexés à chaque dossier du catalogue (selon le protocole de l'ICCD) doivent objectiver le choix de l'exemplaire – « de quoi » l'exemplaire serait exemplaire – obligeait évidemment à prendre parti entre des critères de valorisation.

On ne pouvait pas se débarrasser de cette tâche institutionnelle en faisant appel seulement à l'autorité d'un relevé bibliographique des ouvrages qui, d'une manière ou d'une autre, concernent quelques édifices du siècle passé dans les provinces de la Vénétie. L'épluchage préliminaire des périodiques italiens d'architecture du XXe siècle et le dépouillement des rares pages des monographies historiques et critiques dédiées directement ou indirectement aux ouvrages d'auteur ou à quelques séries thématiques (archéologie industrielle, logements sociaux, monuments militaires, églises, infrastructures...) ne portent que sur une centaine de cas. Bien que cette bibliographie se révèle (après) nécessaire à la reconstruction de la fortune critique de quelques exemples ou série d'exemples architecturaux, évidemment le patrimoine bâti n'est pas la collection des étiquettes historiographiques collées sur quelques exemplaires. Cela est encore loin de permettre de décrire le rôle que les quelques cas « héroïques » (auteurs et œuvres) ont joué dans l'habitat concret bâti dans un siècle qui a bâti plus que durant toutes les époques passées réunies.

Les institutions qui régissent aujourd'hui la sauvegarde du patrimoine architectural, urbain et paysager d'un territoire déterminé le considèrent comme une sorte de « pays » entièrement pris en compte comme une œuvre d'art unique (archéologique et contemporaine en même temps) engendrée (comme la Langue même) dans la longue durée du temps historique et anthropologique, réalisée par une sorte d'auteur collectif. Ces institutions, qui administrent une économie de la persistance matérielle des traces culturelles, ne peuvent définir le « patrimoine » qu'à travers une construction de la mémoire visible d'un lieu ; pour cela elles s'efforcent de mettre en relation, d'un côté, des pratiques historiographiques, géographiques, documentaires, muséographiques... et, de l'autre côté, des pratiques d'aménagement direct de la ville. Pour exemple, la naissance d'une certaine pratique de l'histoire urbaine par Marcel Poëte ² a cherché à répondre à cette demande institutionnelle, en superposant un côté philologique (rétrospectif) et un côté opérationnel (perspectif), en supposant une continuité synchronique du corps de la ville.

La plupart des apports de l'analyse urbaine théorisée par les architectes regardent généralement le corps du paysage à travers une similitude anatomique (cellule-tissu-organe-fonction) au sens morphologique : de la topographie à la topologie. Dans notre cas il a bien fallu considérer des ouvrages marquants tels que *Il territorio dell'architettura* ³ et *L'architettura della città* ⁴ qui ont – à partir de leurs titres – métaphoriquement renversé les rapports d'échelle entre architecture

et urbanisme en employant le mot « architecture » comme synonyme de « morphologie » référée à toutes les échelles jusqu'à la structure formelle du paysage.

D'une part, ces ouvrages ont hérité des acquis de l'école vénitienne – remontant jusqu'à Saverio Muratori ⁵ – d'analyse de la ville historique en termes de continuité du tissu urbain et discontinuité dialectique des monuments ⁶ : une forme d'analyse qui décrivait et différenciait l'ensemble d'un tissu urbain à travers la concomitance entre « type d'établissement » de chaque bâtiment dans sa parcelle (ex. types « à cour », en longueur, en rangée...) et la forme du morceau de la ville (ex. blocs à lotissement gothique, à îlots réguliers, hameau-rangée, à îlots ouverts, dispersé ou groupé...). D'autre part, l'ouvrage de Rossi a cherché à corréler de façon plus significative l'analyse typo-morphologique pratiquée par les architectes, à l'histoire et la géographie urbaine (et régionale), en suivant de grands pionniers français : avant tout Marcel Poète, et les géographes Jean Brunhes et Albert Demangeon.

Penser la ville d'une façon plus large, tout en focalisant la réflexion sur la typologie architecturale et l'évolution de la topographie, se révèle encore très fertile, mais difficile à maîtriser pour les villes actuelles. La cohérence typologique associée à la schématisation morphologique, à première vue, se prête mieux à décrire la continuité de la ville dans la longue durée de la cité « pré » et « proto-industrielle », la cité bâtie par des populations installées dans leur lieu originaire, génération après génération, à travers des technologies traditionnelles, en adhérence à la contrainte de l'espace géo-hydrographique des ressources naturelles, en produisant une gamme étroite de genres distincts de bâtiments, d'infrastructures et de monuments.

En effet *La città di Padova* ⁷ – l'ouvrage le plus emblématique de l'analyse urbaine pratiquée à l'Institut Universitaire d'Architecture de Venise – arrête son examen morphologique de Padoue au XIX^e siècle, en considérant que la ville du XX^e siècle n'est plus intelligible avec les mêmes outils.

La difficulté dépendait du fait que ce type d'analyse valorisât la cohérence typo-morphologique (au désavantage de la discontinuité) du tissu et exclût, comme non pertinentes à son niveau d'abstraction, toutes questions liées aux genres stylistiques et aux genres d'usage des édifices et des infrastructures. Cette méthode typologique écartait toutes questions de langage et de qualité de la perception spatiale de la ville ;

elle ne tenait pas beaucoup compte du caractère profondément bricoleur, polystylistique et polyglotte de la ville historique. Bien que souvent la forme de la cité historique apparaisse conforme aux contraintes géomorphologiques du lieu, elle est généralement bien plus complexe et anisotrope que la ville d'aujourd'hui, surtout si nous regardons les aspects atopiques (globalisants) de la ville de nos jours qui réduisent la plupart des cités métropolitaines de la planète à de banales collections d'objets architecturaux qui – conçus comme produits de design, de marque, de griffe – s'en foutent d'une quelconque « architecture de la ville » liée à une spécificité locale.

Il est donc évident que l'analyse urbaine poursuivie par Muratori, Maretto, Trincanato, Caniggia, Aymonino, Rossi, Panella, Lena, Lovero, Fabbri, Semerani... a surtout été l'expression des recherches d'un projet (rétrospectif) de « l'architecture de la cité » en opposition aux dérives de la ville capitaliste.

Pour comprendre les formes de continuité-discontinuité de la ville envisagées par ces architectes-théoriciens, il faudrait considérer leurs réalisations professionnelles et examiner en quelle façon leurs abstractions typologiques et leur emploi opérationnel de l'histoire se sont incorporés dans les normes urbanistiques italiennes actuellement en vigueur. Mais il suffit ici de noter que cette période de l'analyse typo-morphologique des années « 60 et 70 » à l'Institut Universitaire d'Architecture de Venise fut dépassée par l'avènement de la microhistoire à travers, en particulier, l'enseignement de Manfredo Tafuri. Et le point de vue de l'histoire matérielle de la ville (réintroduit par les microhistoires) a donné un modèle différent de continuité-discontinuité, où l'espace de la ville est lu comme disputé et négocié par des acteurs divergents. Considérée comme un espace de tensions – semblable à l'image d'un archipel – la complexité lisible dans la cité historique peut ainsi nous aider à maîtriser la morphologie de notre actuel archipel métropolitain.

Un modèle en tension et stratifié

« Continuité » et « discontinuité » sont très souvent des termes opposés dans les controverses autour des transformations urbaines, dans un enjeu politique où les défenseurs de la conservation s'opposent aux militants de la réoccupation et de la reconstruction des villes. Mais dans la description historique et morphologique de la ville, cette opposition ne s'appuie que sur une simplification extrême, car – comme l'a bien montré Maurizio Gribaudi au cours du séminaire – l'identité morpholo-



Fig. 1 - Les diverses dimensions de l'ancrage du patrimoine architectural.
C. Aymonino, étude du rapport typo/morphologique dans la ville de Padova.
© Fabrizio Gay.

gique durable d'une ville ou d'une cité n'est qu'un certain style d'adaptation des (et aux) ruptures, une certaine stratégie de correction et d'équilibre entre discontinuités, une certaine façon de résoudre les tensions entre forces parfois contradictoires.

C'est même la contradiction ⁸ qui fournit le trait distinctif le plus profond et le plus continu de la forme de la ville envisagée comme empreinte géopolitique marquée par la dynamique des forces qui la façonnent depuis toujours. En pure abstraction et généralité, en suivant Cacciari, les formes des villes européennes pourraient être lues comme produits négociés dans un espace schématiquement mesuré par trois principales oppositions :

- i) celle, visée par Benveniste, qui oppose en même temps l'exigence d'enracinement ethnique d'un ethos dans un lieu originaire (c'était le modèle littéralement « politique » de la cité-État grecque) et le besoin contraire d'institution d'une citoyenneté globale, non ethniquement fondée et non religieuse, instaurée par un pacte (la *lex* qui instituait la *civitas* latine) ;
- ii) celle qui oppose à la fois le besoin individuel de l'*otium* (l'habiter une maison qui soit un « ventre » mémoriel et identitaire) à la nécessité des *negotia* (les commerces, les échanges, les infrastructures...) ;
- iii) celle qui oppose en même temps une tension rétrospective et une tension perspective, c'est-à-dire, les besoins de « mémoire » et de « destination » ; exigences qui demandent à la ville de s'afficher à la fois « en mémoire » et « en projet » dans un horizon stratégique ; aspirations qui font de la cité en même temps soit un monument stable, soit un outil ouvert, c'est-à-dire une sorte de Janus bifront dévolu à la fois au passé et au futur.

Ces anciennes oppositions d'instances (*polis/civitas*, *otium/negotia* et *mémoire/destination*) valent encore pour les territoires urbains de nos jours ; bien qu'ils aient une forme éparpillée, atomisée, diffusée ou débordée en banlieues, polystylistique et polyglotte..., on peut encore les comprendre comme une sorte de *civi-*

tas cohabitée par plusieurs *poleis* concurrentes, traversé par des flux globaux qui refluent vers des alvéoles identitaires.

Certes, cette image schématique reste bien abstraite ; elle pourrait se rapporter aux villes actuelles comme, pour exemple, le modèle fractal du réseau de drainage presque partout séparé (une courbe de Peano) pourrait se référer aux cas concrets géographiques de l'hydrographie. Cependant, ce schéma tensif nous aide à envisager la nature intrinsèquement polémique de la « continuité/discontinuité » dans la morphologie des phénomènes urbains, à condition de la référer à un modèle en diverses dimensions spatiales et temporelles.

La continuité s'exprime surtout à travers la figure du Janus bifront, ancienne allégorie de la vertu politique de la « Prudence », qui figurait la synthèse entre une visée rétrospective et une visée perspective, entre un point de vue actualisant et un point de vue potentialisant.

Pour cela la figure bifrontale se prête aussi bien comme emblème d'une certaine pratique opérationnelle de l'histoire urbaine que nous avons évoquée avant (Marcel Poëte et Aldo Rossi). D'un côté cette figure du Janus vise une interprétation rétrospective d'une série des faits et des relations – qui au début n'apparaissent qu'anodins ou accidentels – pour les convertir en une série nécessaire de phases bien liées entre elles jusqu'à constituer une progression vers une sorte de « mémoire de l'origine ». Il s'agit ici d'une mémoire « actualisante », car, d'un autre côté, la figure du Janus vise (au futur) une interprétation « potentialisante » ; comme la progression des faits rétrospectivement assumés semble contenir en germe – potentiellement – une progression suivante qui peut avoir la forme d'une « bonne conduite », d'une « tradition » et surtout des promesses (ou menaces) ouvertes comme dans un processus épigénétique.

Cette forme de la tension de continuité dépend de sa motivation, surtout de la façon dont on assume les similitudes organiques et holistiques du corps vivant de la ville.

Par exemple, Marcel Poëte, pour sa part, a recherché la continuité de la ville à travers *l'Évolution créatrice* (1907) de Bergson – et par certains aspects en avance sur *La Vie des formes* (1943) de Focillon – et Aldo Rossi à travers *L'Âme et les Formes* (1911) de Lukács ; mais c'est René Thom qui a réécrit et remis à jour⁹ l'ancienne analogie que Aristote avait établie entre « la construction d'une maison » et « l'ontogenèse d'un vertébré générique » en tant que deux « processus épigénétiques ».

En particulier grâce aux contributions de Sara Franceschelli, ce séminaire a bien mis en évidence l'importance de la forme épigénétique, en prenant ses distances avec une vision transcendante de la morphologie. Comme l'a bien marqué Hervé Le Bras dans le développement du séminaire, la continuité apparaît plutôt *a posteriori*, comme une loi immanente inscrite dans le corps (physique et social) de la ville par des histoires identiques ou comparables ; donc n'est pas un principe transcendant donné *a priori*, ou une téléologie déterministe placée à l'origine de la ville.

Il s'agit ici d'un regard immanentiste sur la ville actuelle ; pour se figurer concrètement ce point de vue, on pourrait l'exemplifier dans la perspective d'un archéologue hypothétique placé dans le futur : une fiction souvent récurrente dans la littérature architectonique qui accompagne les moments de fortes réinventions urbaines. C'est, par exemple, le cas de Jaap Bakema et Aldo van Eyck (1962)¹⁰ qui se demandaient, quel serait le jugement d'un archéologue futur sur leurs nouveaux logements sociaux, en imaginant qu'une couche de cendres volcaniques ait recouvert la ville du XXe siècle en la réduisant dans les mêmes conditions qu'à Herculaneum et à Pompéi. Ainsi, à travers la comparaison synchronique entre les établissements anciens et contemporains, ils se demandaient si « les ruines de notre logement social pourraient convaincre l'archéologue que notre époque eût joui d'une plus grande liberté ?¹¹ ».

La question posée par les deux architectes hollandais a évidemment pour but de diminuer les grandes différences de classe socio-spatiales dans la ville moderne, mais elle s'adresse aussi à la polémique qui, au sein des ultimes CIAM, les opposait – en tant que membres du *Team 10* – à Le Corbusier. Les yeux de l'archéologue futur sont invoqués là pour trancher entre formes de rationalité : une rationalité biologique qui s'opposait à celle péremptoire et égotique de Le Corbusier, que Sigfried Giedion transfigurait dans l'*éternel présent de l'architecture*¹².

En effet une archéologie analytique¹³ préhistorique et protohistorique ne peut que reconnaître des « formes de rationalité ». Au début de son travail, elle a pour tâche de corréler les traces en évitant les préjugés anthropologiques et historiques. Elle vise avant tout la raison pour laquelle les pièces archéologiques sont localisées là, comme le résultat des probables stratégies basées sur la géographie réelle des ressources naturelles. On peut reconstruire la forme d'un objet archéologique (soit aussi d'un édifice) seulement *a posteriori*, par statistique étroitement comparative, comme manifestation d'un « type » (un paradigme de traits) qui sera d'autant plus riche en caractères qu'on

en trouvera des occurrences concrètes. C'est donc la richesse du type (catégorie) archéologique qui permet ensuite la distinction entre genres d'objets, la description de leur variabilité morphologique jusqu'à envisager leur évolution phylogénétique ¹⁴.

Au début, un plan de ville visé comme espace de fouille planimétrique (archéologique) n'est qu'une sorte de plan de fond synchronique d'où vont émerger des morphologies qui seront, ensuite, reconnues en plusieurs strates de réseaux d'objets, surtout en raison de la variabilité morphologique de ces objets, car ils ont une cohérence interne (méréologique) et une cohérence extérieure, généalogique, en rapport avec autres objets.

Pour cela il est possible de distinguer des genres d'objets et des genres de leur usage, c'est-à-dire, une échelle de forces et une classification de formes. C'est ainsi que la forme de ville va apparaître, juste en saisissant des relations significatives entre ces genres d'usage, de valorisation – René Thom ¹⁵ les aurait appelées « prégnances » – et les genres architecturaux et stylistiques – « saillances » –.

C'est donc la hiérarchie des usages sociaux (l'échelle des « prégnances ») institutionnalisés croisée avec un système des saillances architectoniques et urbaines, qui donne une stratification des séries d'exemplaires.

Dans notre cas

Notre catalogage patrimonial de 150 échantillons exemplaires de l'architecture du XXe siècle dans les provinces de la Vénétie a présupposé une théorie des rôles que les bâtiments jouent dans la continuité-discontinuité de la morphologie urbaine par rapport au phénomène du « monument », car la notion de « monument » (au sens littéral) est coextensive de celle (juridique) de « patrimoine ».

De ce point de vue, l'opposition d'instances (*polis/civitas*, *otium/negotia* et mémoire/destination) qui façonnent en général la forme des villes donne raison à Adolf Loos quand il soutient que l'unique partie de l'architecture qui relève de l'art est celle relative aux thèmes du monument et de la tombe ¹⁶ ; là, « l'art de bâtir » manifeste son objectif (anthropologique) de constituer une permanence signifiante et mémorielle par rapport à la condition humaine. Mais il fallait ajouter la constatation banale qu'« art » et « monument » ne sont pas des catégories métahistoriques, et que l'art, en quelque façon, évolue avec les stratégies de la permanence monumentale.

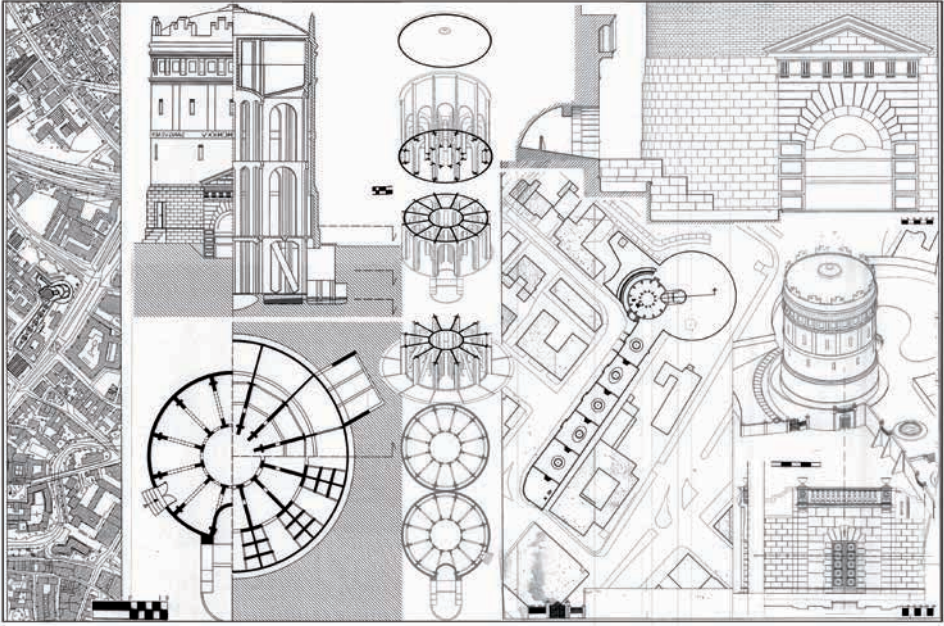


Fig. 2 - Château d'eau et (au niveau de la rue) Cénotaphe dédié à 129 victimes de la Première Guerre mondiale, situé près du bastion 'de la Chatte' des murailles du XVI^e siècle de la ville de Padoue, entre les jardins 'de la Rotonde', construit entre 1923 et 1925 par Tullio Paoletti et la société Ferrobeton. Le graphique montre la manière dont le monument interprète son rôle topographique et architectural en mélangeant une structure en cage de béton armé avec l'image stéréotypée d'un mausolée de l'Antiquité tardive.

© Fabrizio Gay.

Il faut donc se débarrasser de toutes notions naïves et simplistes de 'monument' en voyant bien que le fonctionnement mémoriel regarde aussi la « maison » ; il traverse toute échelle des lieux du culte religieux et civil, de la collectivité, de la production et de l'habitation. Il y a donc beaucoup de niveaux de strates monumentaux ; ils vont des réseaux monumentaux majeurs des lieux institutionnels du culte civil et religieux – les églises, les monuments aux victimes de la guerre, les cimetières... – jusqu'au tissu d'établissement, plus dense et compact, du centre historique, de la première banlieue et des parties de ville configurées comme ville-jardin.

Dans tous les cas, le fonctionnement mémoriel de chaque bâtiment s'appuie sur ses références généalogiques ; tout se passe comme s'il jouait une stratégie stylistique et une stratégie figurative dans la forme de la ville en relation aux autres objets.

Cela nous a permis d'essayer de saisir une forme des villes étudiées en y distinguant environ neuf réseaux caractérisés par la prévalence d'une certaine cohérence de stratégie figurative et de genre d'usage des édifices, c'est-à-dire, par certaines formes de continuité-discontinuité.

1 – Un premier réseau monumental est déterminé évidemment par les architectures acrologiques et celles qui, en diverses façons, déploient visuellement une force monumentale majeure en dominant le paysage topographique. Dans notre cas il s'agit pour la plupart des mausolées et des cénotaphes dédiés aux victimes de la Première Guerre mondiale (ex. Fig. 2) et de tout monument qui suscite la mémoire civile à travers une évidence rhétorique qui, toutefois, n'est pas seule-

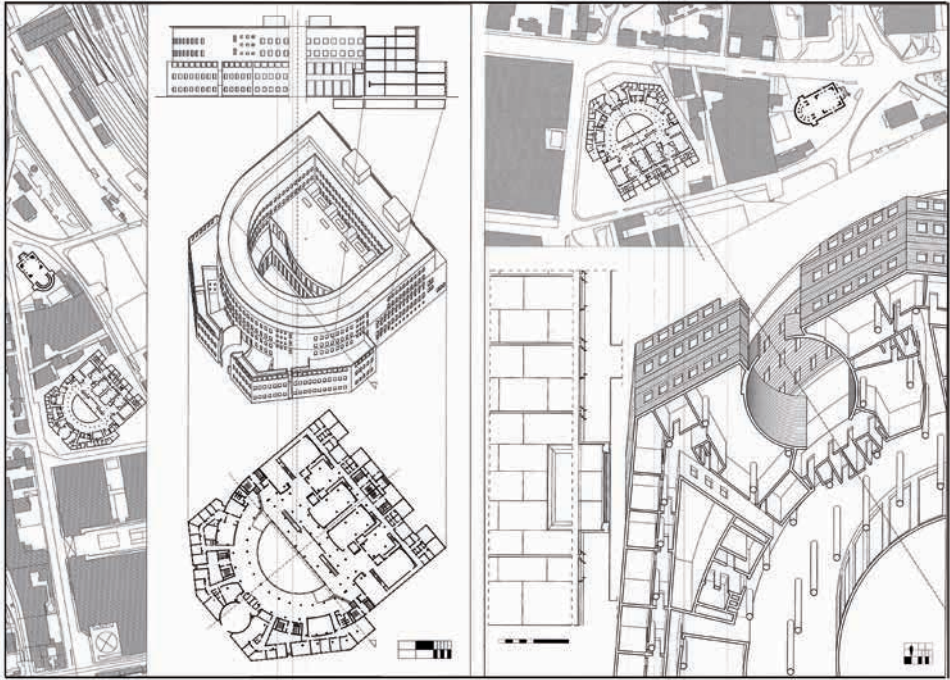


Fig. 3 - Palais de Justice à Padoue conçu par Gino Valle en 1984 dans la forme d'îlot urbain à cour centrale avec un axe diagonal orienté comme la proche église de la Paix, près de la gare.
© Fabrizio Gay.

ment topographique, visuelle et dimensionnelle. Cette force réside dans le caractère hermétique, sibyllin, énigmatique de ces objets, conçus comme hybrides constitués des figures soit de la tradition religieuse, soit de la tradition militaire.

L'étude de la « continuité/discontinuité » dans ce réseau explore la généalogie figurative de chaque monument où l'invention morphologique tend à subsumer la continuité typologique. Cette continuité est figurative et liée principalement à deux répertoires d'icônes prototypiques : celles de l'ancienne architecture funéraire – le tumulus, la pyramide, la tombe tour, l'obélisque, le pylône, l'autel, le sarcophage – et celles de l'architecture militaire – le château fort, la maison forte et la tranchée –. C'est sur cette continuité que l'invention de la discontinuité fait confiance ; elle travaille sur des stéréotypes à travers des opérations d'hybridation, de couplage et de transformations tropiques, telles quelles bien étudiées par la sémiotique et la rhétorique visuelle du groupe de Liège ¹⁷.

2 – Dans un second réseau, à l'envers du premier, c'est la continuité typologique qui a une certaine primauté par rapport à la discontinuité morphologique. Dans notre cas il s'agit, pour exemple, de la série d'églises urbaines (ou de banlieue) qui déclinent le type basilical traditionnel pour en faire ressortir un nouveau sens civil dans l'espace urbain. Elles déclinent ce type de plusieurs manières : des versions qui développent les formes de l'architecture romane et du protohumanisme italien, jusqu'aux versions folkloriques, y compris les cas remarquables où la recherche d'une architecture vernaculaire aboutit à un véritable style « organique » accompli. Tous ces cas, malgré de fortes variations plastiques de géométrie de l'enveloppe, n'infirmant guère la mesure précise et la continuité typologique et topographique.

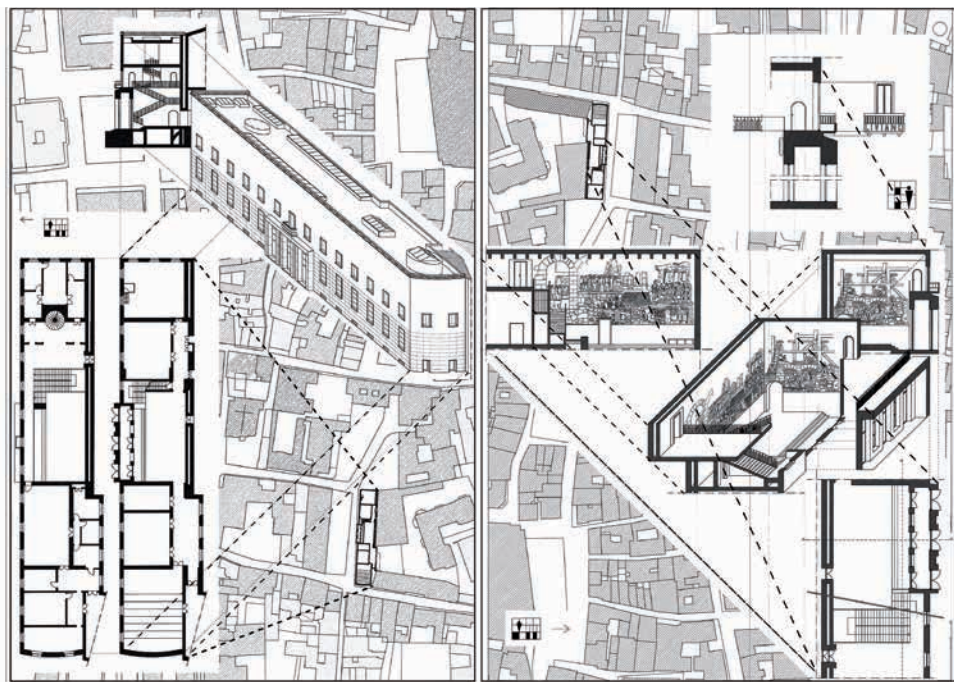


Fig. 4 - Palais Liviano (dédié à Tite-Live), Place du Capitaniato à Padoue, conçu par Gio Ponti en 1934, intégrant dans sa structure les vestiges du palais du Capitano. Cette représentation graphique décrit aussi la décoration à fresque de l'atrium - réalisée par Massimo Campigli depuis 1937 sur le thème de « la renaissance de l'unité des arts » - qui s'offre comme une représentation idéale de la ville.

© Fabrizio Gay.

3 - Un troisième réseau comprend les palais-ilots urbains qui relèvent de la continuité topographique du tissu ; pour la plupart d'entre eux, il s'agit des grands palais administratifs, bancaires, postaux construits selon le type « à cour centrale couverte » (ex. Fig. 3). Dans la majorité de ces cas, les aspects strictement stylistiques – bien que très riches – jouent seulement un rôle connotatif par rapport à la forte détermination du type et à la dimension d'îlot urbain, avec ses distances de respect (proxémiques) et de triangulation visuelle à l'échelle de la partie de ville.

4 – À l'inverse, les questions stylistiques ont une extrême importance dans les réseaux monumentaux mineurs. Dans notre cas, il s'agit, par exemple, des palais universitaires de Padoue bâtis entre les années vingt et quarante (ex. Fig. 4). Cette série de palais de la première moitié du siècle a joué un rôle important en déterminant un fort projet d'image urbaine globale ; elle s'est manifestée, cette image, jusqu'à la peinture à fresque des salons d'honneur, des couloirs, des vestibules, de salles d'attente, des salles de lecture des bibliothèques (conçues comme de véritables salles de séjour d'une maison urbaine), jusqu'aux petites peintures et dans l'ensemble des éléments de mobilier disposés dans toutes les pièces.

C'est une image de ville manifestée aussi à travers la réinvention des ordres classiques en y conservant et transfigurant seuls les aspects les plus directement allégoriques. Il s'agit en général d'une réinvention lyrique – quelquefois infantile – de l'architecture, de la cité figurée à travers la peinture italienne du XVe siècle.

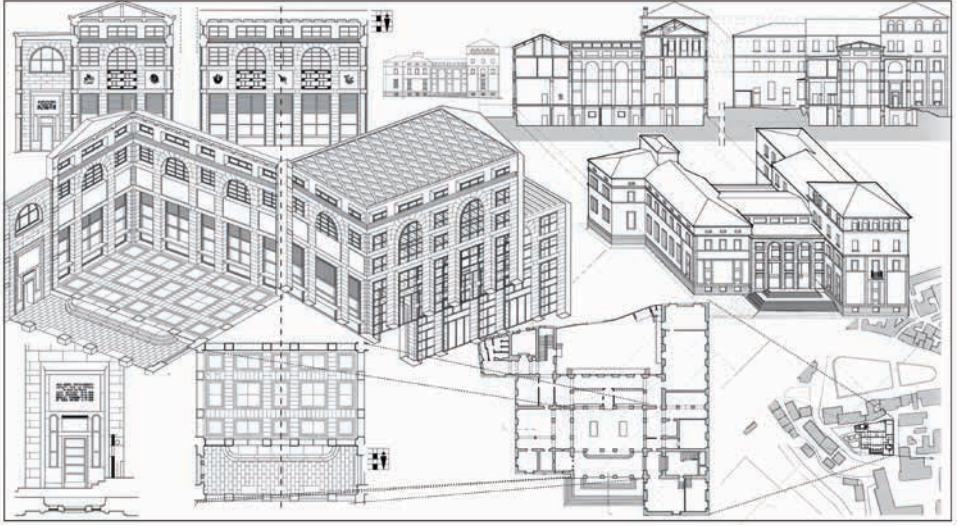


Fig. 5 - Bureau Centrale de la Poste à Bellune, entre les Places Castello et Duomo, et Via Cipro, réalisé par Alberto Alpago Novello entre 1932 et 1937 ; sculptures en haut-relief réalisées par Salvatore Saponaro. Cette représentation décrit aussi la manière dont la Loggia en serliennes de la façade principale se réplique dans l'architecture du vestibule et de la salle centrale en lui donnant l'aspect d'une petite « place » intérieure.

© Fabrizio Gay.

La continuité en jeu ici est donc une « isotopie thématique » produite par une sorte de direction artistique, conduite par deux réalisateurs principaux (le Recteur Carlo Anti et l'architecte Gio Ponti), mais toute la force de cette isotopie réside dans son écho et sa résonance dans un large réseau de petits palais civils, maisons du peuple, mairies : une série bien représentée par les œuvres de Quirino De Giorgio d'après-guerre et quelques-unes d'autres architectes qui ont déjà marqué l'histoire de l'art (ex. Fig. 5).

5 – Cette forte continuité de l'isotopie thématique d'une architecture urbaine entre directement en concurrence avec la discontinuité du réseau polyglotte et polystylistique des bâtiments signalétiques commerciaux. Pour choisir des échantillons signifiants dans ce réseau mineur hétéroclite, il faut bien considérer la concurrence visuelle et spatiale qui l'anime et sa dimension véritablement et diffusément rhétorique ¹⁸.

Quand on parle de « stratégie figurative » d'un édifice, on se réfère juste au rapport entre continuité et discontinuité. En effet l'édifice doit émerger, se découper d'un genre, mais seulement pour enrichir ce genre d'une nouveauté compatible. De ce point de vue l'architecture est une sorte de règle générale établie par l'intégralité de ces exceptions réussies, c'est-à-dire, une série d'incidents réévalués, incidents qui se révèlent – *a posteriori* – des avantages évolutifs. Donc à la continuité en prévalence généalogique (qu'on a vue avant) succède une discontinuité à caractère plus phylogénétique (de courte durée).

En voyant un édifice comme s'il fût un animal, nous pourrions bien lui attribuer une certaine stratégie morphologique, une certaine stratégie chromatique, par exemple ; en profitant ainsi du classement que la zoologie donne aux phénomènes de camouflages chromatiques et d'ornementation à fin d'intimidation et (à niveau infra spécifique) de rappel social et sexuel : phénomènes proches – comme le remarque la psychologie évolutionniste ¹⁹ – de ceux (culturels) qui nous concernent.

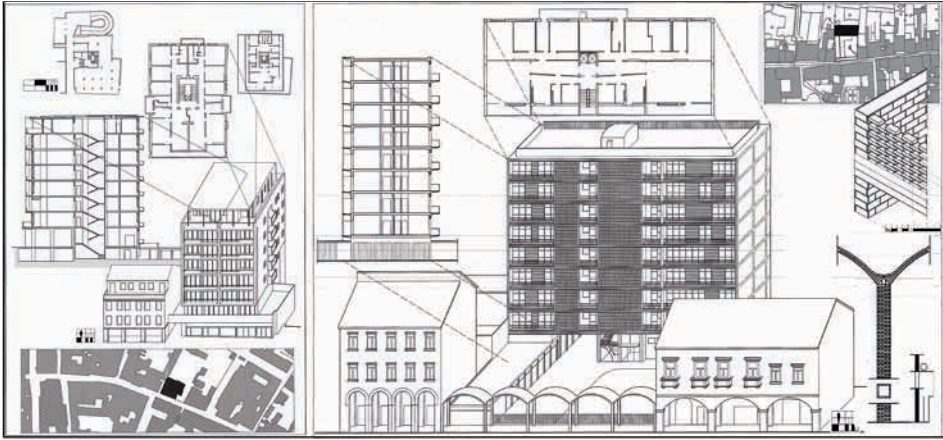


Fig. 6 – Gauche : Immeuble d'habitation « Maison-tour Altinate '47 » à Padoue, 47-53 via Altinate, construite en 1951-52 par Francesco Mansutti et Gino Miozzo. Droite : Immeuble d'habitation à Padoue, 49-51 via Vescovado, réalisé par Daniele Calabi entre 1946 et 1955. © Fabrizio Gay.

Mais il reste bien évident que pour évaluer l'attraction d'un édifice signalétique, il faut faire référence à des compétences sociales spécifiques (figuratives) telles que les « modes » de longue durée.

6 – Bien qu'elles soient différentes, les formes de rationalité des lieux de la production industrielle et artisanale et leurs expressions architectoniques ne sont pas exclusives de ces genres d'usage ; elles suivent des trajectoires parallèles à celles de l'architecture résidentielle et des réseaux monumentaux. Dans notre cas on a constaté diverses généalogies figuratives qui partent d'une réinvention de l'image de la « villa veneta » et de la salle thermale romaine (aussi pour certaines centrales hydroélectriques) pour aboutir à une exhibition de la simple mécanique structurale de l'édifice, à la primauté figurative de la travée, des pièces maîtresses de la construction et de leurs itérations indéfinies qui caractérisent la plupart des marchés publics et des halles.

7 – La rupture de la figure de la « coque massive » de l'enveloppe du bâtiment, la prépondérance de la figure du châssis, du chambranle, de la grille structurale dans l'image architectonique à l'échelle de l'édifice, est concomitante – à l'échelle de la ville – de la rupture d'un espace urbain massif, fissuré par les rues et les cours. Juste après la Seconde Guerre, l'espace de ces villes devient un archipel lâche, clairsemé, d'îles de rationalité simpliste (ex. Fig. 6). D'un côté ces îles à tracé régulier sont les nouveaux quartiers résidentiels ouvriers, les logements sociaux, ou bourgeois, qui ont abandonné la forme de la ville jardin bourgeoise, et celle du pays agricole de colonisation ; mais, d'un autre côté, ces îles sont aussi des bâtiments singuliers, enchâssés, sertis, comme des reliques de rationalité sanitaire dans le tissu historique gothique de Padoue, pour la plupart bâtis selon le type en ligne, en montrant seuls la grille structurale et le jeu plastique de la combinatoire des panneaux de vitres et de briques.

8 – Bien différente est la ville illustrée par la constellation des exemples qui donnent une réinvention lyrique du petit palais néo humaniste décliné selon des types modernes de bâtiment « en bloc » ou « en ligne ». Ici l'espace de la ville est valorisé en toute autre façon topographique et perspective. C'est la stratégie

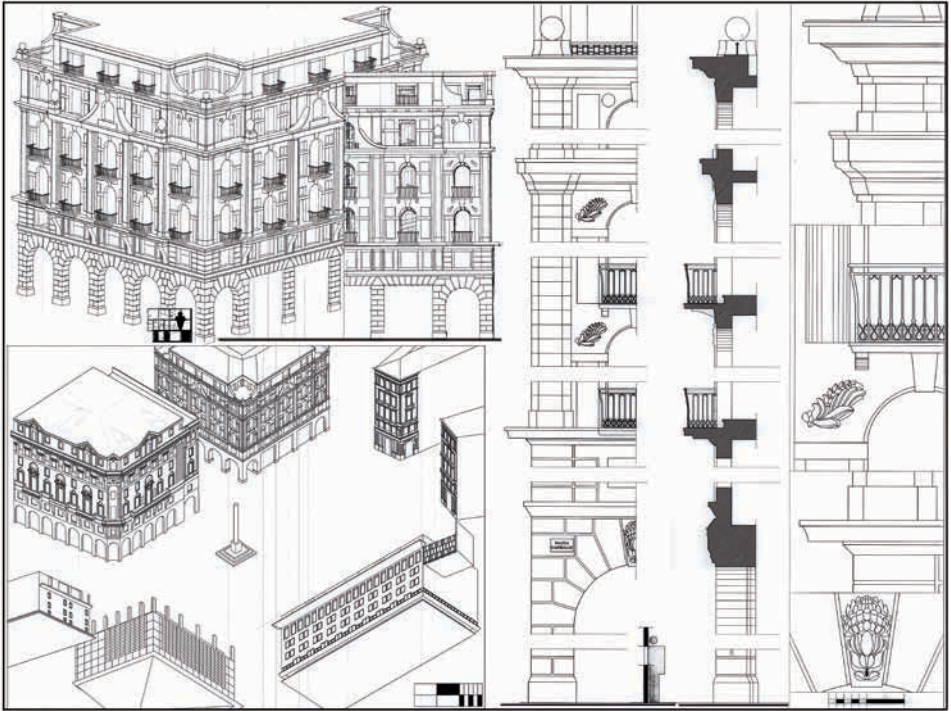


Fig. 7 - Palais Menato à Padoue, Place Garibaldi, réalisé par Duillio Torres en 1928-29.
© Fabrizio Gay.

d'une bonne partie de l'architecture italienne des années trente et quarante qui visait à une image romaine, massive, de l'édifice ; une façon importante pour la ville italienne du XXe siècle, celle qui donne une image unitaire, liée à une forte syntaxe architecturale de la coque de maçonnerie, de l'enveloppe, pour aboutir à un véritable effet d'une qualité « métahistorique » de la partie de la ville.

9 – De cette vision « métahistorique », se distinguent des stratégies historicistes qui informent les constellations d'exemples qui visent à la réinvention d'une image de la ville très proche de celle des communes italiennes du Moyen Âge, liée à la recherche d'une identité nationale de la ville italienne du début du XXe siècle.

Il s'agit d'une stratégie qui se divise en plusieurs tactiques : d'un côté une façon qui vise à une historicité philologique des formes employées, d'un autre côté, une façon qui vise à réinventer fabuleusement cette image « néocommunale », en termes fantasmagoriques (ex. figure 8).

Dans ces cas il ne s'agit pas seulement de scénographie urbaine, bien que la décoration y joue un rôle capital ; chaque édifice – aussi bien que la forme de stratification décorative de la façade – veut représenter un monde philologique ou littéraire. Ces parties de ville sont composées en forme d'arrangement d'objets évocateurs, et même les villes jardins deviennent une sorte de « roman de chevalerie », aussi quand se produit un mélange compliqué entre un fabuleux style byzantin et l'art nouveau. À l'échelle urbaine cela implique le retour d'une qualité spatiale précédant la forme – perspective – de la Renaissance, un espace qui n'a pas une valeur topographique, mais une valeur topologique, parce qu'il est polarisé entre des lieux focaux.

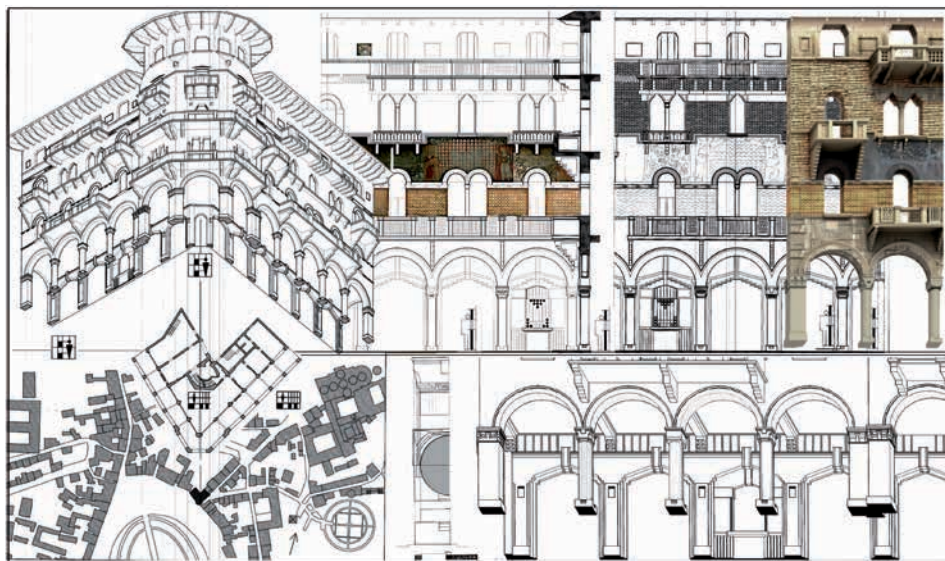


Fig. 8 - Immeuble d'habitation et magasins pour Attilio Sacerdoti à Padoue, 23 Prato della Valle, 1 Via Belludi, réalisé par Augusto Berlese en 1922-23.
© Fabrizio Gay.

En conclusion

Pour donner caricaturalement une image (Fig. 9) de notre catalogage, on pourrait imaginer une sorte de grille où les exemplaires sont en même temps référés à deux classements : celui des genres d'usage, et celui des caractères architecturaux. Mais cela (projeté dans les deux dimensions du plan) ne serait qu'une caricature trompeuse, car les catégories du classement – pour le caractère immanent de la morphologie – ne peuvent pas être établies à l'avance, sinon comme catégories floues et pour la plupart de l'ordre de la « ressemblance de famille ».

Ici nous avons essayé de montrer la forme dynamique de la ville à travers l'image d'une stratification des réseaux dont les nœuds sont des édifices choisis comme échantillons. Dans notre cas le choix de l'édifice comme « nœud » auquel a dû parvenir le peigne de l'analyse fut contraint par le simple fait que le devoir et le pouvoir d'action de la direction régionale du patrimoine s'accrochent juridiquement à des objets catalogués. Cependant nous avons considéré l'édifice comme une interface : un objet qui a un côté formel et un côté substantiel. Du côté formel il est le support d'inscription de textes, des formes et des figures, qui pourraient être analysées sans fin. Du côté substantiel il est un objet modalisé par des pratiques très concrètes qui présupposent des stratégies de valorisation, il est donc immergé dans l'espace topochronologique des pratiques sociales qui lui donne sens, qui l'inscrivent (inévitablement) dans un système des genres d'usage de plus ou moins longue durée.

En essayant de croiser des stratégies stylistiques et des genres d'usage, nous avons cherché à relier une « caractérologie singulière » à une « déontologie sociale ».

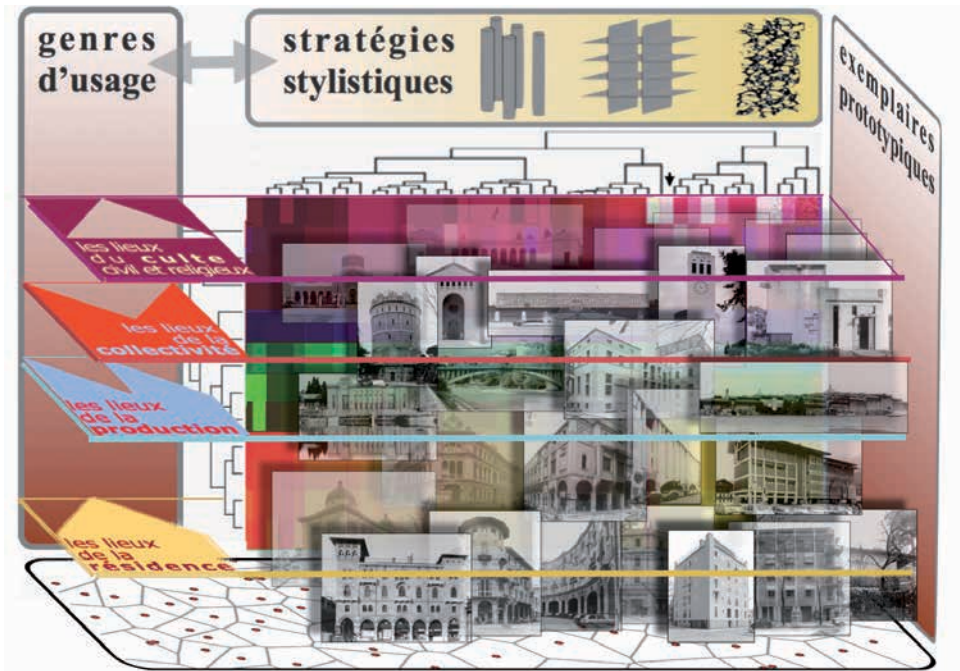


Fig. 9 - Les catégories utilisées dans la construction de cet atlas ne sont plus des caractéristiques définitionnelles stricto sensu, mais sont des listes de marqueurs au service des reconstitutions historiques et généalogiques ultérieures. Elles, dans la plupart, ont le statut de « rassembleuses de famille » et un format d'image ; doc, le mot « atlas » ici doit être saisi dans un sens proche du « Bilderatlas » de Aby Warburg.

© Fabrizio Gay.

NOTES :

- (1) F. Gay, "L'itinerario di un atlante e la geometria descrittiva della città", in *Disegnare Con*, 2012. Vol. 9, pp. 207-16.
- (2) D. Calabi, *Marcel Poëte et le Paris des années vingt : aux origines de « l'histoire des villes »*, Paris; Montréal, L'Harmattan, 1997.
- (3) V. Gregoretti, *Il Territorio dell'Architettura*, Milano, Feltrinelli, 1966.
- (4) A. Rossi, *L'architettura della città*, Padova, Marsilio, 1966.
- (5) S. Muratori, *Studi per una operante storia urbana di Venezia*, Roma, Istituto poligrafico dello Stato, 1959.
- (6) G. Fabbri, *Rapporti tra la morfologia urbana e la tipologia edilizia: Documenti del corso di Caratteri Distributivi degli edifici. Anno accademico 1965-1966*, Venezia, Cluva, 1966.
- (7) C. Aymonino (éd.), *La Città di Padova: Saggio di analisi urbana*, Roma, Officina, 1970.
- (8) M. Cacciari, *La Città, Villa Verucchio*, Pazzini, 2007.
- (9) R. Thom, *Esquisse d'une sémiophysique*, Paris, InterÉditions, 1988, pp.164-70.
- (10) J. Bakema et A. van Eyck, "1960-2000", in *Forum : maandblad voor architectuur en gebonden kunsten*, 1962, n° 1.

(11) J. Bakema et A. van Eyck, *op. cit.*, p. 74.

(12) S. Giedion, *The eternal present : a contribution on constancy and change*, Washington, D.C., National Gallery of Art, 1962.

(13) Voir par exemple D. L. Clarke et F. Pinnock, *Archeologia analitica*. Milano, Electa, 1998.

(14) Voir par exemple G. Simondon, *Du Mode d'existence des objets techniques*, Paris (Ligugé, Aubier ; impr. d'Aubin), 1958.

(15) Nous nous référons, en particulier, à R. Thom, *op. Cit, passim*.

(16) A. Loos, *Architektur* (1910), trad. it. in, *Parole nel vuoto*, Milano, Adelphi, 1972, pp. 241-256.

(17) Groupe µ, *Traité du signe visuel*, Paris, Éd. du Seuil, 1992.

(18) F. Gay, « Necessità dell'ornamento: retorica e Storia Naturale dell'architettura », in T. Migliore (éd) *Retorica del Visibile: strategie dell'immagine tra significazione e comunicazione*. Aracne, Roma, 2011, pp. 381-394.

(19) Voir par exemple G. Miller, *Uomini, donne e code di pavone la selezione sessuale e l'evoluzione della natura umana*, Torino, Einaudi, 2002.

Chris Younès

MÉTAMORPHOSES

Le propos s'inscrit dans une orientation épistémologique visant à considérer ce qu'engage le terme de métamorphose. Du grec *Meta* qui veut dire « après » (l'un après l'autre) et *morphe*, forme, ce mot exprime la succession, le changement. Métamorphoser, c'est faire passer d'une forme à une autre. Mais la modification de forme, de nature, de structure, est si considérable que l'être ou la chose qui en est l'objet n'est plus reconnaissable. C'est-à-dire que la forme a une histoire qui enchaîne des états d'être différents. Une chose ou un vivant en devient plusieurs. Ce qui pose la question de l'unité de l'Être, de son identité, ou plutôt de son ipséité en tant que capacité d'altération c'est-à-dire d'un devenir autre en soi-même.

Métamorphoses d'Ovide

Le chant poétique fameux consacré par Ovide ¹ à la naissance du monde gréco-latin et à ses évolutions, raconte les transformations d'hommes en plantes, animaux ou minéraux, depuis la création du monde jusqu'au règne d'Auguste. Ces métamorphoses qui se produisent par la volonté des dieux, en châtiment ou récompense à l'égard des mortels, peuvent être ou non réversibles mais elles sont discontinues. C'est ainsi que reprenant des figures mythologiques célèbres, le même personnage change d'aspect pour réaliser un projet qu'il était incapable de concrétiser auparavant. Quelque chose ou quelqu'un se déforme pour se reformer autrement avant de revenir à son état initial. Ces variations de l'étant sont un défi à dire ce qu'est l'être de l'étant mais sont la possibilité d'avoir accès à un devenir. Ovide a ainsi recensé les formes imaginables de métamorphoses, rendant méconnaissable celui ou celle qui s'est ou a été métamorphosé. Dans le dernier livre ² il fait présenter Pythagore par son disciple Numa comme celui qui a énoncé la métamorphose en tant que se-

cret de l'immortalité, et a prononcé la formule magique « tout se transforme ». Dans cette conception, la fin n'est pas la mort, ni une doctrine spirituelle de l'âme. Ce sont les cycles des métamorphoses qui établissent une continuité et font revivre ou redonnent forme. Pythagore entreprend l'inventaire des transformations et transmutations élémentales : la terre donne l'eau, qui donne l'air qui donne le feu de l'éther qui donne la pluie qui donne la terre. Les vivants comme les éléments connaissent ainsi une série de transformations. C'est l'enchaînement de ces séquences qui ne meurt pas. Le poète latin Lucrèce développera également par la suite dans le *De Natura Rerum* l'idée que tout change : « omnia mutant », en insistant sur les discontinuités, puis Lavoisier au 18^{ème} siècle énoncera que « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ». Et Nietzsche expliquera qu'au contraire de l'histoire du christianisme basée sur la naissance, la mort et l'idée de fin des temps, est une autre forme de vie éternelle, qui n'est pas celle de l'après-mort mais celle d'un éternel retour, qui est à appréhender avec le processus de métamorphose ³.

La métaphore organique et le vivant en philosophie

La référence à la métaphore organique s'exerce de façon récurrente en philosophie de Platon à Sloterdijk. Nous en considérons quatre expressions particulièrement significatives. C'est Platon qui introduit la conception du monde comme un « animal, véritablement doué d'une âme, d'une intelligence, un animal ayant pour parties tous les autres animaux pris individuellement ou par genre » ⁴. Le « modèle » de cet animal est construit par une sorte d'emboîtement ou de réplique, puisqu'il s'agit d'un animal au second degré, un animal qui « contient en lui-même tous les animaux intelligibles, comme ce monde contient et nous-mêmes et tout ce qu'il a produit d'animaux visibles ». Son auteur voulait en faire « un animal entier, parfait et formé de parties parfaites, et en outre qu'il est uni ». Ainsi donc si l'animal donne au monde son image et son « modèle », c'est parce qu'il lui prête son ordre, son unité et sa cohérence ; bref, sa perfection. Ce qui signifie son caractère achevé, actif et autosuffisant.

C'est d'ailleurs sur cet aspect que va insister Plotin en reprenant la même métaphore de l'animal. Mais alors que Platon souligne la cohérence et la perfection de la forme extérieure qui assure à l'animal sa subsistance et sa conservation dans l'espace pour penser le monde, Plotin met l'accent sur la constitution in-

terne, sur la concordance des parties et sur la « sympathie » entre elles. A la différence du cosmos platonicien qui est un animal en quelque sorte géométrique, celui de Plotin marque fortement son appartenance au monde organique. Si le premier cherche à assurer à son monde une unité et une cohérence dans l'espace, le second tend à garantir au sien une identité dans le temps, une persistance dans la permanence, malgré le changement de ses états. Unité dans l'espace et unité dans le temps, unité externe et unité interne, tout cela se reflète dans une seule « volonté »⁵. « Car un animal unique n'a qu'une volonté » dit encore Plotin, en ajoutant : « Toutes les volontés contenues dans l'univers ont un même but, qui est celui de la volonté unique de l'univers. » Il y a comme une synthèse des parties dans le tout, laquelle synthèse s'effectue à deux niveaux corrélés : le physique et le psychique. Et c'est cette synthèse ou « symbiose empathique » qui distingue le vivant de l'inerte. On dira que dans l'inerte les parties se juxtaposent les unes aux autres, tandis que dans le vivant, elles « concourent » ou « conspirent » ensemble.

En revanche, les modernes ont consacré la métaphore organique dans la conception de la société, sous la spécification de « corps ». La métaphore du corps social ou du corps politique, ou de l'organisme, parcourt la philosophie politique de l'âge classique, avant de se faire supplanter, comme dans la conception du monde d'ailleurs, par le modèle de la machine. Leibniz, chez les modernes, est celui qui a réhabilité la double tendance du vitalisme et de l'animisme, non que pour lui le monde soit un animal mais parce qu'il est « plein de vie ». Et ceci en réaction au mécanisme dominant, c'est-à-dire en réaction au cartésianisme. S'opposant à la réduction des corps physiques à de l'étendue et à une inertie passive, il affirme leur activité et leur dynamisme après les avoir doués d'action et de force⁶. Pour lui, les « modernes ont porté la réforme trop loin » en confondant les machines humaines et les machines naturelles, celles de l'art et celles de la création. Or, entre ces deux entités, la « différence ne consiste pas seulement dans le degré mais dans le genre même. Une machine artificielle est une machine en elle-même, tandis qu'une machine naturelle « demeure encore machine dans ses moindres parties », entendons qu'elle a « un nombre d'organes véritablement infini », qu'elle est une « machine de machines »⁷. En somme, bien que le monde lui-même ne soit pas assimilé à un être vivant, il est peuplé de vivants qui sont « les substances simples, les Vies, les Ames, les Esprits ». Leibniz ne refuse pas la métaphore de la machine, il trouve simplement que le mécanisme, acquis essentiel de la science moderne (avant Maxwell et la théorie du

champ électromagnétique, et la théorie de la relativité d'Einstein), est insuffisant lorsqu'il s'agit de rendre compte des phénomènes naturels et en particulier ceux qui ont la vie en partage. Une synthèse entre mécanisme, vitalisme et même animisme est nécessaire parce que la nature est ainsi faite qu'elle comporte ces divers aspects. Et c'est en tant que compossibilité qu'il a développé sa philosophie.

Dans la trilogie *Sphères* ⁸, Sloterdijk dresse le portrait de l'évolution des formes des établissements, en introduisant le concept d'immunologie – dont la racine indoeuropéenne « mei » signifie changer, échanger. Se centrant sur les rapports dedans-dehors, il considère les propriétés métaboliques d'auto-organisation des organismes en termes de capacités d'attaque et de défense par rapport à d'autres agents pouvant être pathogènes, et va jusqu'à annoncer la naissance de la biosophie, en passe de supplanter la philosophie : « La philosophie en tant que forme de pensée et de vie de l'ancienne Europe est indéniablement épuisée ; la biosophie vient tout juste d'entamer son travail ; la théorie générale des systèmes immunitaires et ses systèmes communs en est à ses débuts ; une théorie des lieux, des situations, des immersions se met timidement en marche. » ⁹

L'enjeu des métamorphoses urbaines

Edgar Morin ¹⁰ en appelle à une métamorphose et à sa radicalité transformatrice pour dépasser un état sociétal catastrophique, considérant que « quand un système est incapable de traiter ses problèmes, il se dégrade, se désintègre ou alors il est capable de susciter un méta-système à même de traiter ses problèmes : il se métamorphose ». Considérer les territoires habités du point de vue des métamorphoses, c'est s'inscrire dans leur devenir et dans la façon dont ils intègrent dans cette dynamique ce qui a déjà eu lieu. Tout se déroule comme s'il s'agissait d'une puissance de réinvention des formes de vie, que ce soit par des ajustements en fonction du temps qui passe ou par des transmutations. Dans de tels milieux qui sont des systèmes complexes auto-organisés, des enchaînements, tout prend forme et tous les maillons sont solidaires. Pourtant chacun, en même temps qu'il est rattaché aux autres, dispose de sa propre initiative. Certes une systémique ordonne les éléments qui composent un milieu, mais elle n'est ni mécanique, ni nécessaire. Il y a toujours entre un chaînon et un autre une possibilité de variation, de retard, de changement, bien que ces constituants tiennent les uns aux autres

dans un rapport formel et évolutif. C'est ainsi qu'un milieu est vivant, et c'est ce par quoi il diffère d'un milieu inerte, puisque, même mis dans des conditions limites, il ne perd jamais cette initiative qui reflète sa vitalité, à savoir sa capacité à devenir sans se désintégrer mais en s'altérant voire en mutant.

Etant donné que les métamorphoses produites peuvent être mortifères ou régénératrices pour le milieu et pour ce qui le constitue, l'interrogation actuelle sur les capacités résilientes des milieux urbains en mutation est particulièrement significative des enjeux cruciaux de reconfiguration des territoires et des changements de paradigmes dans les façons d'envisager les relations des hommes entre eux et avec le milieu naturel. En effet, cette notion de résilience, qui s'adresse à une écologie aussi bien humaine qu'environnementale puisqu'elle renvoie à la capacité d'une personne ou d'un milieu de vie à dépasser et/ou résister et/ou s'adapter aux traumatismes ou aux chocs, est révélatrice de la quête de revitalisation d'un monde qui devient inhabitable. Les dévastations des écosystèmes et la prise de conscience de la finitude de la planète Terre, de sa vulnérabilité, conduisent notamment à s'interroger sur les rapports soutenables à établir entre société, nature (du latin *natura*, qui signifie « ce qui donne naissance », « le fait de naître », « ce qui présage de la chose »), et *technè* (dont la racine européenne « tik » signifie « engendrer »).

Dans un milieu habité, relié par une multitude de liens interactifs, il y a toujours plusieurs milieux en jeu (social, naturel, technique, culturel...), qui se superposent et s'entremêlent. De façon concomitante, tout est déjà là et en même temps tout y advient. L'importance des liens entre les choses et les êtres a été largement soulignée, notamment par Edgar Morin qui a fait du concept de *reliance* la clef de voûte de la pensée complexe. La *reliance*, c'est « le travail des liens », « l'acte de relier et de se relier et son résultat ». Dès que l'attention est portée sur ce qu'habiter veut dire, à savoir sur la façon anthropologique d'être au milieu, c'est en termes de naissances et de *reliances* mettant en synergie la partie et le tout, le micro et le macro, le général et le particulier, qu'il s'agit de penser. Habiter ne saurait être ramené à la « maigre productivité » de volontés économiques, sociales, techniques, fonctionnelles et formalistes. L'ouverture de la rencontre avec le monde dans sa « signifiante insignifiante » et la résistance à l'immonde sont en jeu. Il s'agit de résister à l'épuisement des milieux et des personnes, par un urbanisme créatif de *reliance* et non de fracture, activant la capacité d'un milieu à ouvrir des possibles entre nature et culture, entre local, translocal et global.

J.B. Jackson ¹¹ a montré comment une tension millénaire se profile entre les formes de paysage. Il distingue le paysage vernaculaire ou habité, qui tend à s'ajuster au local irrigué de chemins, et le paysage politique qui va prendre possession d'un territoire en décidant et imposant les découpages et infrastructures d'un système homogène. Pour les accords qu'il s'agit de projeter, est donc essentielle la prise en compte du local, qui désigne ce qui est relatif et propre à un lieu, ce qui le distingue des autres, comme un produit agricole, artisanal ou industriel, un climat, un relief, des infrastructures de déplacement, une histoire. Alberto Magnaghi ¹² considère que le local est le milieu d'un nouvel art de bâtir, d'habiter et de penser. Le défi consiste bien à trouver d'autres formes de conciliations et alliances à partir des potentialités propres des différents milieux de vie, mais aussi de leurs porosités. La limite qui distingue, l'espacement ou écart qui met à distance tout en ménageant une certaine proximité, les mises en relations, sont de puissants opérateurs de ménagement, qui œuvrent à l'entrelacement par lequel l'espace et le temps, le grand et le petit, participent d'un corythme, un ensemble architecturé différant d'une masse ou d'une étendue inerte. Les relations possibles entre demeure, ville, région, monde tracent de multiples figures des lieux et des milieux, du lent et du rapide, entre confrontation à l'inconnu et retrouvailles avec le connu, entre natures et cultures. Ces rythmiques, redéfinissant les synergies du proche et du lointain ainsi que leurs élasticités, constituent des tenseurs existentiels.

Pour que des métamorphoses régénératrices puissent révéler et/ou modifier un milieu de manière appropriée, il importe d'être à l'affût de l'existant et des modifications sous-jacentes ainsi que des réévaluations en cours. Il ne s'agit pas d'imiter des modèles mais d'imaginer des possibles qui tiennent compte des résistances et des ressources propres à chaque lieu, ainsi que des conditions d'implantation d'un projet de transformation. Ce processus requiert de déchiffrer le déjà-là et d'en capter les forces. Cultiver de telles rencontres, identifier les traces, favoriser les puissances de renouvellement, les transferts et les hybridations, revient à s'engager dans un art du devenir. Le soin, l'attention sont convoqués, et ce contre une certaine modernité qui à force de cloisonner a oublié la manière dont tout s'échange et entre en interaction ; que les villes diminuent, augmentent de taille ou se maintiennent. Désintégration et régénération sont des dynamiques constitutives de tels bouillonnements créatifs et des initiatives locales et translocales qui les caractérisent, ce qui implique d'autres nouages entre les temps longs et les

temps courts, entre les permanences, les stabilités et les instabilités. De cruciales questions politiques et éthiques se trouvent donc soulevées à propos des héritages en jeu, de ce qu'il faut conserver et jusqu'où, de la façon de les concilier avec les changements des modes de vie et les évolutions, mais aussi de ce qui est à ménager et de ce dont chacun est en charge.

La forme biologique et la forme esthétique comme expressions de rencontre et de transformation

Pour terminer, donnons la parole à Henri Maldiney, qui dans un court texte remarquable intitulé « Forme » ¹³ dans l'ouvrage *Art et existence*, établit comment la forme biologique et la forme esthétique expriment une rencontre avec le monde et une puissance rythmique en transformation. Il note qu'« au niveau des formes biologiques, le décisif est que la forme se forme : elle est non Gestalt mais Gestaltung. Et ce statut définit l'essence du vivant. [...] Le geste de l'artiste est capté par la forme : cela veut dire que le geste du faire œuvre incarne, incorpore dans un tracé actif le schème d'une rencontre avec le monde ». Il explique que « si les formes de Lascaux doivent être dites organiques, ce n'est pas parce qu'elles sont elles-mêmes automouvantes. Leur fonction figurative-objectivante est sous-tendue par leur fonction rythmique spatialisante. Elles ne sont pas des limites mais des voies. Elles ne configurent pas l'individualité matérielle close d'une vache, d'un cheval ou d'un cerf en l'inscrivant par son contour dans un milieu fixe. Mais de même que l'automouvement d'un vivant n'est pas seulement une translation mais une transformation qui pose ses limites en les transgressant, la forme qui cherche à en saisir l'insaisissable se transforme en elle-même de son essor. Les lignes ne sont pas des lignes mais des lignes-surfaces orientées. Tantôt discontinues, tantôt diffusives, elles sont des lieux d'osmose ou de compénétration entre un dedans et un dehors qui ne sont qu'ensemble et l'un par l'autre. La forme est le lieu de leur rencontre – et qui est aussi bien celui de leur genèse et de leur apparaître. »

Les métamorphoses des formes de vie et des formes esthétiques engagent à penser comment elles expriment un art du devenir qui est corythme. Dans les milieux habités, tout se déroule comme si une puissance continuellement renouvelée ré-inventait en permanence des formes de vie, leurs ajustements, recompositions ou transmutations naturo-culturelles en fonction du temps qui passe, et ce sous la

double pression des données internes propres à un milieu et des données externes. Ainsi, il s'agit de prendre toute la mesure du changement radical de paradigme, dans le fond et la forme, en jeu dans la façon de penser le devenir et la transformation des établissements humains.

NOTES :

(1) *Les Métamorphoses* est un long poème épique latin dont la composition débute probablement en l'an 1. L'œuvre comprend 15 livres (près de douze mille vers) et décrit la naissance et l'histoire du monde gréco-romain jusqu'à l'époque de l'empereur Auguste. Ovide (43 av JC – 17 ap JC), *Les Métamorphoses*, trad. Danièle Robert, Actes Sud, coll. Thésaurus, 2001.

(2) Livre XV : Pythagore, Hippolyte, Esculape, César.

(3) F. Nietzsche, *Ainsi parlait Zarathoustra* [1883-1885], 1ère partie, « Les trois métamorphoses ».

(4) Platon, *Timée*, 30a, 31a et 32a.

(5) Plotin, *Ennéades*, IV, 35, Bréhier, Belles Lettres, 1956, p.142.

(6) G.W. Leibniz, *Nouveaux essais*, préface p.35 et L1 chap.1, p.57.

(7) G.W. Leibniz, *Système Nouveau de la Nature et de la Communication des Substances*, éd. Frémont, G.F., p.70.

(8) Notamment P. Sloterdijk, *Ecumes – Sphères III* (éd. orig. 2003), trad. O. Mannoni, Maren Sell éditeurs, 2005.

(9) P. Sloterdijk, *Ecumes – Sphères III*, op.cit., p.19.

(10) E. Morin, « Eloge de la métamorphose », *Le Monde* du 10 janvier 2010.

(11) J.B. Jackson, *A la découverte du paysage vernaculaire* (*Discovering the vernacular landscape*, Yale University, 1984), Arles, Actes Sud, 2003.

(12) Cf notamment A. Magnaghi, *Il progetto locale, verso la coscienza di luogo*, Bollati Boringhieri, 2000, nouvelle édition augmentée, 2010 (édition française, *Le projet local*, Mardaga, Sprimont, 2003), ainsi que ses travaux dans le cadre de la « société des territorialistes ».

(13) H. Maldiney, *Art et existence*, Paris, Klincksieck, 1985, p.89-90.

Maria Filomena Molder

HABITER : UN SECRET MANIFESTE ¹

Il est tellement difficile de trouver le commencement. Ou mieux : Il est difficile de commencer au commencement. Et de ne pas essayer d'aller plus loin en arrière.

Ludwig Wittgenstein, *De la certitude*, §471 ²

Laisser tout tel qu'il est, à sa place, devant les yeux

Au moment où il compare le langage à une ville, à l'image d'un labyrinthe – « **un labyrinthe de ruelles et de petites places, de maisons vieilles et nouvelles, de maisons avec des additions d'époques différentes** » –, Wittgenstein cherche à faire justice tant à la façon dont les quartiers les plus anciens s'organisent qu'aux multiples usages du langage quotidien, *i.e.*, sa vie même. De son côté, l'image du croquis dessiné à la règle et à l'équerre, comme les avenues nouvelles nous laissent deviner, sert à comprendre la façon dont les concepts scientifiques s'incorporent à notre langage, « **car ceux-ci sont, pour ainsi dire, les alentours de notre langage** » ³.

Pour ce philosophe, aucune recherche scientifique ne pourra aider à l'éclaircissement d'un problème philosophique. Pour cette raison, il ne s'intéresse vraiment qu'à des « questions conceptuelles et esthétiques », celles qui sont reconnaissables dans la langue parlée de tous les jours : toute phrase de notre langage « est en ordre tel qu'elle est », *i.e.*, Wittgenstein ne prétend pas instituer un langage idéal (Cf. *PU*,

§98). Selon lui, les problèmes philosophiques se résoudront par une compréhension intuitive [*Einsicht*] de la façon dont le langage fonctionne, de sa *praxis*. Donc, en philosophie, il ne s'agit pas d'aboutir à des nouvelles découvertes, mais de rassembler ce avec quoi nous sommes déjà familiarisés, malgré une tendance très répandue à ne pas considérer ce qui nous est familier, c'est-à-dire, le langage quotidien, ne lui prêtant pas d'attention. Inadvertance qui, d'ailleurs, produit des malentendus et des préjugés, lesquels, comme il le dit au §340, ne sont pas bêtes, quoiqu'ils empêchent de saisir la compréhension de l'activité propre au langage.

Ainsi la tâche du philosophe se présente comme un geste de laisser tout tel qu'il est, un geste pour rassembler et ordonner les remémorations vers un certain but : celui de parvenir à voir plus clair, tout en s'abstenant d'affecter l'usage réel du langage, lequel ne pourra pas être fondé.

Qu'on puisse décrire comme des « observations » (« [...] le mieux que je puisse écrire ne serait jamais plus que des observations philosophiques », *PU*, "Préface") ce que Wittgenstein fait en philosophie concerne une espèce de diète par rapport aux prétentions qu'on trouve dans la plupart des philosophes modernes, à savoir, la détermination par principes, desquels se déduisent des conséquences, la constitution d'une méthode, l'exigence d'universalité : « [...] [Les prétentions sont une hypothèque qui grève la capacité de penser du philosophe.] » (*DC*, §549). Comme il est évident, cette diète ne connaît pas de terme.

Selon Wittgenstein, la philosophie ne s'occupe pas de la recherche de l'essence derrière les phénomènes. Pour lui, comme pour Goethe ⁴ l'essence est exposée à la lumière du jour et se révèle être un paysage. Elle n'est pas cachée sous la surface, et donc fouiller n'est sûrement pas le geste philosophique par excellence (Cf. *PU*, §§92-93). Voilà le plus difficile des mouvements : voir avec les yeux ce qui est devant eux, motif goethéen ⁵ souvent cité et glosé, comme par exemple ici : « La philosophie met tout devant nous et elle n'explique ni déduit quoi que ce soit. – Et une fois que tout est devant nos yeux, il n'y a rien à expliquer. Car ce qui est caché, par exemple, ne nous intéresse pas [...] » (*PU*, § 126).

En outre il ne disloque pas de sa place ce qui est visible. Tel que l'inexprimable – ce qui est secret, mystérieux –, l'invisible est peut-être aussi l'arrière-plan sur lequel le visible se voit : « L'inexprimable (ce que je trouve mystérieux et que je ne peux pas exprimer) fournit peut-être l'arrière-plan sur lequel tout ce que je suis

capable d'exprimer reçoit sa signification » ⁶. Souvenons-nous de la pulsation, du contexte vivant d'une fenêtre dans une maison, de l'atmosphère de la maison qu'on habite ou qu'on a habitée.

La maison tient les fondations

Pourquoi est-ce que le langage en acte a pris le nom de jeu ? Pour quelle raison Wittgenstein a choisi ce mot ? Il me semble que la réponse dirige notre attention vers la structure dramatique de la vie, vers l'évidence que le langage est une trame d'actions et de réactions : « Au commencement était l'acte » ⁷. C'est cela ce qui nous permet de mieux voir tout ce qui est en jeu dans les formes primitives des jeux de langage ou dans n'importe quel jeu de langage : un acte et non pas un raisonnement ni une opinion. ⁸

Les jeux de langage qu'il surprend et qu'il décrit, il les nomme « objets de comparaison » (cf. *PU* §130). Ceci veut dire que l'activité constante chez les observations de Wittgenstein est de nature morphologique, c'est-à-dire, qu'elle consiste à mettre côte à côte ces exemples de jeux de langage, dans l'intention de dessiner son panorama, en cherchant les liens intermédiaires (Cf. *PU*, §122). De cette comparaison ne provient pas, par conséquent, une construction du commun, ne provient pas une conclusion concernant ce que puisse être un jeu de langage (et, donc, ce que puisse être le langage), on ne conclut pas que la chose « doit être ainsi ». On ne peut que dire, et c'est tout, mais c'est déjà beaucoup : le langage est comme ça, de la même façon que la vie humaine est comme ça :

Tu dois avoir présent à l'esprit que le jeu du langage est pour ainsi dire quelque chose d'imprévisible. J'entends par là : il n'est pas fondé. Ni raisonnable (Ni non plus non raisonnable).

Il est là – comme notre vie.

De la certitude, §559

Que le jeu de langage ne soit pas fondé, qu'il soit imprévisible, comme l'est notre vie, c'est une autre façon de tout laisser tel qu'il est, intention qui, dans les dernières années vécues par Wittgenstein, surgit comme une disposition pour accueillir la vie, prodigieux signe de maturité : « Prendre parti de mainte chose, voilà en quoi consiste ma vie » (*Ibid.* §344). L'une des applications les plus notables du manque

de fondement des jeux de langage se trouve précisément dans *De la certitude*, car nos croyances, elles-aussi, manquent de fondement. Pourtant, ce n'est pas que cela, la certitude n'est pas seulement « un point qui a fait l'objet d'une construction », pour ainsi dire, idéal, de laquelle certaines choses s'approcheraient plus ou moins : « Non. Le doute perd son sens de plus en plus. C'est justement ainsi qu'est ce jeu de langage » (DC, §56). Et la question qui s'ensuit possède la marque des orfèvres du mouvement de pensée wittgensteinien : « Vais-je donc dire que la certitude réside dans la nature des jeux de langage ? » (*Ibid.*, § 457).

En effet, ce n'est pas la bonne formulation, car la certitude est envisagée comme un « axe » ou un « gond » des jeux de langage, c'est-à-dire, les jeux de langage s'établissent dans une forme de certitude ou, pour le dire d'une façon encore plus rigoureuse, un jeu de langage n'est possible que si nous avons confiance en quelque chose : « Je veux dire à proprement parler qu'un jeu de langage n'est possible que si on fait fond sur quelque chose. (Je n'ai pas dit « si on peut faire fond sur quelque chose ».) », (*Ibid.*, §509).

Ceci nous semble être très peu, presque rien et, pourtant, la fertilité de cette abstention de jugement est indéniable, cette abstention à ne pas se servir de l'armure et des stratégies de la théorie : d'un côté, tâcher de ne pas se tromper soi-même ⁹ (de ne pas cacher la difficulté à comprendre l'absence de fondement de nos croyances, par exemple) et, d'autre côté, de faire justice aux faits ¹⁰.

Il faut reconnaître dans chaque jeu de langage le fait qu'il ait son origine dans un regard qui est en train de demander : comment avons-nous appris à parler ? À cette question on ne répond pas avec des explications : « Ne pas expliquer ! – Décrire ! » ¹¹ résonne comme l'injonction goethéenne, où une exigence, un avertissement, une décision se mélangent, jusqu'au point où on ne l'accepte ainsi que parce qu'on prend en compte le jeu de langage : « Notre erreur est de chercher une explication là où il faudrait voir les faits comme de phénomènes originaires [*Urphänomene*]. En d'autres termes, là où il faudrait dire : *tel jeu de langage se joue* » (PU, §654).

Voyons. Enquêter ce qu'est un jeu de langage, tâchant de déterminer ce qui est commun à tous ces procès qui les font devenir langage ou une partie du langage, n'est pas ce qui est ici en question, car ce qu'on peut voir dans les jeux ne permet pas une définition, même s'ils sont très proches. Voici ce que Wittgenstein veut éclaircir. Faisons appel à la morphologie goethéenne. Chez la *Métamorphose des Plantes*, la plante

originelle ne se trouve jamais par analogie, elle est une image qui accompagne, inséparablement, toutes ses variations : à chaque moment de son développement, la plante est feuille. Par conséquent, Goethe ne voit pas le commun, mais la parenté entre toutes les phases du développement de la plante, ce qui n'est pas le résultat d'une induction, mais plutôt d'une comparaison qui s'arrête à un certain moment. La vision de la parenté, la feuille, devient, ainsi, une forme qui se reconnaît dans chaque variation ; et aucune n'est semblable à une autre. On voit une image, *i.e.*, un phénomène originaire, qui ne pourra jamais se convertir dans un concept général.

Chez les jeux de langage, à chaque variation on reconnaît un air de famille, *Familieähnlichkeit*, une forme qui est une trame toujours en train de se former. (cf. *PU*, §§65, 66, 67, 72). Dans les remarques sur *Le Rameau d'Or* de Frazer, cette façon de voir est étendue, pouvant être appliquée aux rituels humains. À la place d'un concept, nous avons un dessin instable qu'on peut comparer avec un autre, avec beaucoup d'autres ; et que voyons-nous ? Des ressemblances et des dissemblances, comme c'est le cas, par exemple, dans la diversité et les composantes communes de ces rituels :

La chose la plus frappante me semble être, en dehors des ressemblances, la diversité de tous ces rites. C'est une multiplicité de visages avec des traits communs qui ça et là réapparaissent sans cesse. Et ce que l'on voudrait faire serait de tracer les lignes qui relient les composantes communes.

Remarques sur Le Rameau d'Or de Frazer, p.28

Il convient de souligner que les lignes qu'on aimerait dessiner, reliant la multiplicité des visages, ne sont pas inébranlables, elles correspondent, plutôt, à une ruche de ressemblances qui se croisent et se superposent les unes sur les autres, fournissant les conditions nécessaires pour une vision des affinités. Les jeux de langage sont tous des variations d'un type aux contours flous, à savoir, une trame d'actions et de réactions, qui ne pourra jamais être réduite à un ensemble bien analysé de déterminations communes.

Les mots en épigraphe se greffent ici : quand on arrive à éviter le recul au-delà du commencement, on est prêts pour surprendre le "présupposé tacite", pour ainsi dire, un précipité (en termes chimiques) de cette évitement : « [...] le procès de notre jeu de langage s'établit toujours sur un présupposé tacite » et « Ce qui doit

être accepté, ce qui est donné, ce sont – pourrait-on dire – *des formes de vie* » (*PU*, respectivement, II V, §5 et II XI, §238).

Dans *De la certitude* (§105) nous trouvons une autre version du concept de forme de vie, celui d'élément vital [*Lebenselement*], associé à celui de système d'arguments et de croyances. Dans le passage de la forme de vie à l'élément vital (et à l'atmosphère), on aperçoit une intensification de l'intimité entre le présupposé qui soutient les jeux de langage et les jeux mêmes, à savoir, la trame des actes ; de la forme, du contour, du dessin, on arrive à la pulsation primitive, à la trame vivante, à partir de laquelle les relations intérieur/extérieur s'engendrent. « Élément » est un concept plus fluide, plus enveloppant, que celui de « forme », supposant des échanges et des pores, un médium, une ondulation préalable. En tout cas, néanmoins, il s'agit d'une condition : cela à quoi on s'accroche, qui ne pourra être jamais une phrase isolée, mais plutôt un nid de phrases (Cf. *DC*, §225).

Ce système, construit avec un nid de phrases, reçoit une très curieuse formulation à la fin du §248, où Wittgenstein reprend une image chère aux philosophes modernes, à savoir, celle des fondations d'une maison, qu'il inverse, produisant une de ses affirmations les plus gracieuses et les plus exactes : « Je suis arrivé au tréfonds de mes convictions. Et, de ce mur de fondation, on pourrait presque dire qu'il est supporté par toute la maison ». Comme nous le savons, une maison qui n'est plus habitée depuis une très longue période, s'endommage progressivement et finira par s'écrouler si l'abandon se perpétue, ne gardant plus que ses fondations. L'abandon de la maison, le manque d'habitation et tout ce que cela implique (dans un mot, l'absence de vie dans une maison) produira sa dégradation et même son effondrement car, dans ce sens, la maison tient ses fondations.

Ce qui tient mes mots c'est ce qui est autour d'eux, le système vivant auquel ils appartiennent. Il s'agit là d'une chose qu'on ne nous enseigne pas quand nous apprenons à parler : elle appartient au genre de l'élément tacite, du présupposé, une chose qu'on pourra un jour surprendre si l'on s'efforce de la découvrir : le susdit gond, « l'axe de rotation d'un corps en révolution ». Quelques lignes avant, Wittgenstein avait fait une observation, qui est un précieux éclaircissement (de la même famille de la « maison qui tient les fondations »), à propos de ce qui est en jeu dans cet axe, de sorte que l'image ne puisse être mal interprétée : « c'est le mouvement tout alentour qui le détermine comme immobile » (*DC*. §152, et encore cf. § 144).

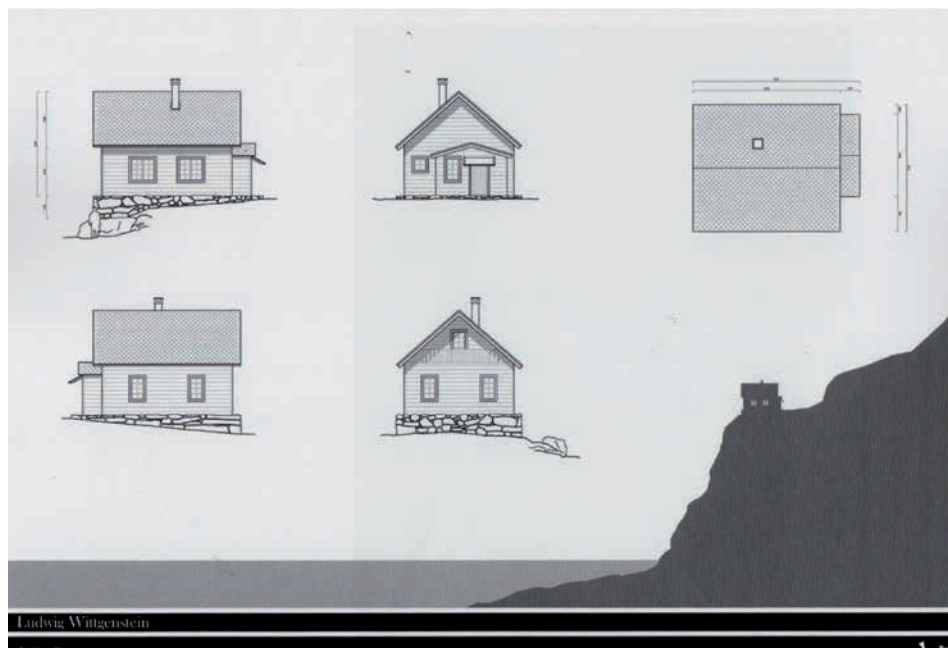


Fig. 1 - Réalisation des plans ou Reconstitution schématique de la maison de Wittgenstein à Skjolder, Norvège. © Lorena González García, Yago Mafé Astray et Daniel Estévez Cachafeiro.

Habiter une maison

Il faut beaucoup de sang-froid pour se satisfaire avec les « objets de pensée de tous les jours », pour ne pas céder à la tentation d'aller au-delà de ce que nous avons et recevons, pour renoncer aux subtilités argumentatives (celles qu'il compare – et c'est là une de ses images les plus extraordinaires – aux gestes qu'on ferait en essayant de réparer une toile d'araignée avec les mains : car c'est justement le genre de mouvement pour lequel elles n'ont pas été faites (cf. *PU*, §106). Donc, saisir l'essence incomparable du langage, inventer des concepts au-dessus de nos capacités, des super-concepts, comme il les qualifie (par exemple, à propos de « langage » ou de « monde »), liés, pour ainsi dire, par un « super-ordre », correspondent à des prétentions illusoires de légiférer sur le langage, ce qui est, en effet, une façon d'enfouir le problème au lieu de lui trouver sa solution (cf. *PU*, §351). Pour Wittgenstein le propos de hiérarchiser les emplois des mots est étrange : « si les mots 'langage', 'expérience', 'monde' ont un usage, il doit être aussi humble que celui des mots 'table', 'lampe', 'porte' » (*PU*, §97). D'ailleurs ces derniers mots nous placent immédiatement à l'intérieur de l'habitation d'une maison.

Si pour Wittgenstein la philosophie est, comme l'architecture, un travail sur soi-même, (cf. *VB MS 112 46*: 14.10.1931), alors on devrait prêter attention à la maison qu'il a projetée pour sa sœur Gretl et dont il a suivi au fur et à mesure la construction ¹². En ce moment, par contre, ça nous intéresse de prendre en compte la seule maison qu'il a peut-être jamais pu considérer comme la sienne, qui a été construite pour qu'il puisse y habiter, même si ce n'est que pour de très brèves périodes et sans dates préétablies – la maison à Skjolden, Norvège, dans laquelle il s'est réfugié, par exemple, pour écrire le *Tractatus* et pour se préparer à la mort – et de laquelle seulement les pierres, en ruines, des fondations se



Fig. 2 - Photographie des vestiges de la maison de Wittgenstein à Skjolder, Norvège.
© Eduardo Outeiro.

sont maintenues. Malgré l'importante reconstitution de son plan et de son profil, accompli par des jeunes architectes de l'Université de Vigo, dans le contexte du projet *Cabañas para pensar*¹³, elle ne pourra jamais nous rendre les traces d'une vie vécue. C'est la photographie des ruines – incluse aussi dans le catalogue de ce projet et reproduite ici –, qui nous permet la remémoration, et même plus, ce n'est qu'elle qui puisse nous fournir la pierre de touche, évidente pour la vision, de cette formulation : que c'est bien la maison qui tient ses fondations.

C'est de là qui est partie celle qui est maintenant en train d'écrire ces mots, afin de se recueillir, par la mémoire et par le songe, dans la maison où son enfance a été gardée : voici le commencement derrière lequel on ne peut plus reculer. Même si cette maison n'a pas été réduite en ruines, son atmosphère, son élément vital, a été gâché, et bientôt elle sera démolie pour des raisons urbanistiques. Prenons « la première maison » comme une offrande libatoire à Wittgenstein.

La première maison

J'ai souvent rêvé la maison d'une de mes grands-mères. La maison que je peux appeler la première maison, non pas celle où je suis née, mais la maison avant laquelle il n'y a pas une autre. Mes souvenirs commencent à l'âge de trois ans ou trois ans et demi, éclairés par la lumière fluide de la lampe à pétrole que ma grande mère portait dans ses mains, et je la suivais. D'autres fois je la précédais, le dos tourné vers le couloir sombre, mes yeux, mon visage, mon corps entier, devenaient une propagation de la lumière bleue-rouge. Elle vivait avec ses proches, Senhora Maria e Senhor Manuel, ayant été la marraine de leur seul enfant mort à vingt ans. Senhor Manuel avait combattu dans la première Guerre Mondiale

et il en était un des rares survivants portugais. Il connaissait quelques mots de français, par exemple, « fromage ». Ils dormaient dans des chambres séparées, ce qui m'intriguait et en même temps me fascinait, leurs chambres étaient tout à fait différentes, je pourrais les décrire en détail. Le foyer de la cuisine était l'élément vital, vaste et profond comme un puits inversé, je m'imaginais faisant des grands sauts lilliputiens parmi ses secrets nourriciers. Le poêle était en fer noir, et les bûches de bois lui donnaient la vie : le feu qui projetait toutes sortes de désirs et figures de la vaisselle suspendue sur les murs. Tout y sentait bon.

Il y avait aussi la mécanique puissante des trams dont le généreux bruit métallique était doux à mes oreilles (chez moi, chez mes parents, je l'entendais et je l'aimais aussi, mais ils passaient plus loin). Ici, ils touchaient presque les murs extérieurs de la maison. C'était de la musique nocturne par excellence, riche en harmoniques venus des tréfonds. Parfois à ma demande, ma grand-mère improvisait un lit sur le sol dans la merveilleuse salle à manger (j'y revois toujours l'illustration d'une énigmatique scène mythologique) qui donnait sur la rue, à côté de la chambre de Senhor Manuel, pour m'endormir tout près de la source de mes rêves d'enfant. Mais d'habitude je dormais dans la chambre de ma mère. De sa fenêtre je regardais la cime des arbres du jardin en bas et au loin, comme si c'était de l'autre côté du monde, l'on s'apercevait de la grande chambre où les trams et les autobus se reposaient debout après leur dur travail quotidien. Le petit matin je me réjouissais de les voir partir. Pour cet enfant les transports publics ont fait toujours partie d'une scène dramatique, ils étaient des seigneurs bienfaisants et les conducteurs leurs servants dédiés. Il faut encore citer la chambre sans fenêtre à côté de celle de ma grand-mère, une sorte de magasin de débris, de restes que la vie de la maison se chargeait de remplir, la chambre à l'habitant obscur, inconnu et que l'enfant, sentant que l'exhalation d'un cheval courant au grand galop lui sortait par la bouche, craignait et attendait.

Les trams ont disparu il y a déjà longtemps de cette rue, le foyer de la cuisine est rempli de dossiers et de toutes sortes d'objets de quelques groupes de théâtre qui ont obtenu le permis d'utiliser momentanément les immeubles propriété de la Mairie de Lisbonne et condamnés par le nouveau plan d'urbanisme. Dépôt de tout ce que les projets théâtraux déversent après leur épuisement, ces nouveaux habitants ont peut-être achevé la destruction banale et fonctionnelle – déjà initiée après la mort de ma grand-mère, suivie de celles de ses amis, par d'autres

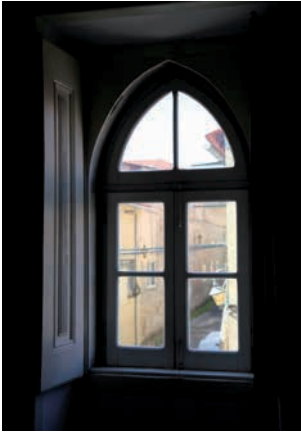


Fig. 3a - Fenêtre de la salle à manger.
© Jorge Molder.



Fig. 3b - Fenêtre de la chambre de Senhor Manuel.
© Jorge Molder.



Fig. 4 - Porte extérieure.
© Adriana Molder.

habitants – de toute trace de la musique de chaque endroit. Cette appropriation distraite paraît à celle qui a vécu là en enfant comme un attentat inconscient à une vie méconnue et à jamais revenue. Et donc les photos sont interdites (avec l'exception de deux fenêtres, celle de la salle à manger et celle de la chambre de Senhor Manuel, en forme ogivale, qui n'ont pas subi de mauvais traitements à l'intérieur et dont le paysage urbain qu'on devine à travers ses vitres témoigne encore des regards de l'enfance). J'aurais préféré que la maison tombe définitivement en ruine, il m'aurait été bien plus facile de la reconnaître. Wittgenstein vient ici en mon aide : les ruines sont des gestes des maisons effondrées.¹⁴

Et pourtant il nous reste la porte, non pas la porte principale située sur la rue et qui donnait accès au rez-de-chaussée, mais la porte traverse, la vraie porte, la porte à côté, située dans une cour étroite où se resserraient des petites maisons qui semblaient bâties pour des enfants comme moi. Ma grand-mère ouvrait cette porte et, merveille des merveilles, j'étais déjà chez ma grand-mère, mais je n'étais pas encore rentrée chez elle : il s'agissait d'une vraie expérience de seuil : devant moi une petite cour et à droite deux volées d'escaliers en pierre avec des marches assez hautes, que je montais en chantant, même s'il pleuvait. En arrivant nous attendaient deux grands récipients (en bois et fer) où ma grand-mère lavait les linges et sa petite fille. C'étaient des vraies personnages couleur d'or sombre qui contrastaient avec l'or soleil du plancher en bois qu'après avoir ouvert la porte de la maison l'enfant voyait couler comme si c'était du miel (et le désir de lécher ce miel la conduisait à la cuisine ombreuse et accueillante).

La grande porte, délabrée, est la même, bien sûr sa couleur s'est changée en vert (autrefois de couleur marron, du pur bois), le lampadaire au-dessus n'existait pas, la serrure n'est pas la même, mais l'atmosphère qui l'enveloppe semble encore presque familière si l'on ne regarde ni à droite ni à gauche (la cour a déjà subi des coups mortels, les petites maisons ont été presque toutes démolies). Mais ici le mystère de l'échelle fait valoir ses droits. La grandeur de la porte a disparu comme l'âme d'une morte qui en revenant aurait choisi d'habiter une porte plus petite pour se faire ressemblante au cœur de l'enfant de jadis.

NOTES :

(1) En allemand : « ein offenes Geheimnis ». Une expression souvent utilisée par Goethe dans des contextes les plus différents : autobiographiques, sentences poétiques, études naturelles.

(2) L. Wittgenstein, *De la certitude*, traduit de l'allemand par Jacques Fauve, édition de G.E.M. Anscombe et G.H. von Wright, notice bibliographique établie par Georg Henrik von Wright, traduit de l'anglais par Guy Durand, Idées/ Paris, Gallimard, 1965. DC.

(3) Cf. Ludwig WITTGENSTEIN, *Philosophische Untersuchungen/Philosophical Investigations*, traduction G. E. M. Anscombe, Basil Blackwell, Oxford, 1968, §18. PU.

(4) « Car, en réalité, c'est en vain que nous essayions d'exprimer l'essence d'une chose. Ce que nous pouvons apercevoir ce sont des effets et une histoire complète de ces effets comprend en fait l'essence d'une chose. C'est en vain que nous nous efforçons à décrire le caractère d'un homme ; par contre si l'on rassemble ses actions, ses actes, une image du caractère se présentera à nous ». (Johann Wolfgang von GOETHE, *Die Farbenlehre [La théorie des couleurs]* Naturwissenschaftliche Schriften I, Werke, vol.13, Hamburger Ausgabe 14 vol.s, édition de Erich Trunz, Christian Wegner Verlag, Hamburg, 1948-1966. München, DTV/C.H. Beck, 1982, p. 315. HA).

(5) « Quelle est, de toute chose, la plus difficile? / Celle qui te semble la plus facile:/ Voir avec les yeux/Ce qui est devant les yeux » (Johann Wolfgang von GOETHE, Xenien, HA 1, p.230).

(6) *Vermischte Bemerkungen/Culture and Value*, édition de G. H. von Wright, en collaboration avec Heikki Nyman, révision du texte par Alois Pichler, traduction Peter Winch, Blackwell, Oxford/Cambridge, 1998, MS 112 1: 5.10.1931, p.23. VB.

(7) Vers 1237 du *Faust I* de Goethe, que Wittgenstein cite au moins deux fois : l'une, où ce vers apparaît isolé (cf. VB, MS 119 146: 21. 10. 1937, p.36) ; l'autre (DC, §402), où le vers précédent est aussi cité, et pour de bonnes raisons, car c'est justement de confiance dont il s'agit : ... und schreib getrost/ "Im Anfang war die Tat" [... et il écrit consolé/ « Au commencement était l'acte »].

(8) Une importante différence entre Frazer et l'homme primitif c'est que celui-ci « n'agit pas d'après des opinions (à l'opposé, Frazer) », (Cf. Ludwig Wittgenstein, *Remarques sur Le Rameau d'Or* de Frazer, traduction de Jean Lacoste, suivie de Jacques Bouveresse « L'Animal Cérémoniel. Wittgenstein et l'Anthropologie », *Le Bruit du Temps/ Paris, Éditions L'Âge d'Homme*, 1982, p.24). Telle est la conviction théorique de Frazer, que les rituels sont justifiés par des opinions qui sont erronées, et c'est bien cette conviction qui l'empêche de voir clair en ce qui concerne ce qui est en jeu dans ces rituels. «Le mot '*jeu de langage*' doit ici mettre en évidence que l'acte de *parler* du

langage fait partie d'une activité ou d'une forme de vie ». Wittgenstein nous incite à regarder la multiplicité des jeux de langage, parmi d'autres: « donner des ordres et agir en conformité ; établir une hypothèse et la mettre à l'épreuve ; présenter les résultats d'une expérimentation par des tabelles et diagrammes ; inventer une histoire ; et faire sa lecture ; jouer au théâtre ; chanter des comptines ; deviner des énigmes ; résoudre un exemple d'arithmétique appliquée ; demander, remercier, blasphémer, saluer, prier » (Cf. PU, §23).

(9) « Rien n'est plus difficile que de ne pas se tromper soi-même » (VM, MS 120 283: 7.4.1938, p.39).

(10) « Rien n'est plus difficile que de faire justice aux faits » (“Remarks on Frazer's Golden Bough”, Philosophical Occasions 1912-1951. Edition de James Klagge et Alfred Nordmann, Hackett Publishing Company, Indianapolis & Cambridge, 1993, p.129).

(11) *Denkbewegungen. Tagebücher 1930-1932/1936-1937* [Mouvements de la pensée. Journaux] (MS 183). Edition de Ilse Somavilla, partie 2 : version diplomatique, Haymon Verlag, Innsbruck, 1997, 19.2.1937, recto, p.183.

(12) Ces thèmes ont été développés dans le texte « L'architecture est un geste. Variations sur un motif wittgensteinien », *Transferts linguistiques, hybridations culturelles*, organisation Céline Denat et Patrick Wotling, collection « Langage et pensée » Editions et Presses de l'Université de Reims (Epure), 2015.

(13) Un projet de Eduardo Outeiro Ferreiro, commissarié par Alfredo Olmedo et Alberto Ruiz de Samaniego pour la Fundación Luis Seoane (A Coruña) en 2011. Cf. VVAA, Catalogue de l'exposition *Cabañas para pensar*, Fundación Luis Seoane, Collection Larva, Maia Ediciones, Madrid, 2011. Je tiens à remercier l'autorisation généreuse et amicale d'Alberto Ruiz de Samaniego pour l'utilisation gracieuse des deux images ici reproduites.

(14) “Si Wittgenstein l'avait vue [la maison qu'il a conçu et réalisé pour sa sœur, Gretl] à son état présent [...] c'est bien possible qu'il aurait préféré qu'elle avait été démolie », R. Monk, *Ludwig Wittgenstein. The Duty of Genius*, Vintage, London, 1990, p. 238.

Augustin Berque

LA PUISSANCE DES FORMES

Les formes de l'élevage laitier à Hokkaidô

Comme géographe, j'avais depuis le début de mes études été amené à observer des formes, les unes naturelles, comme les formes du relief qu'étudie la géomorphologie, les autres culturelles, comme les formes de l'habitat humain. Géographie physique et géographie humaine sont également concernées par la forme des choses, à telle enseigne que le paysage a pu un certain temps être considéré comme l'objet premier de la géographie. L'analyse de ces formes se pratique à toute échelle. La géomorphologie par exemple pourra aussi bien considérer un massif montagneux dans son ensemble que des *taffoni*, ces cavités que l'érosion produit dans les granites en Corse, ou même la forme des grains de sable, en granulométrie. De son côté, la géographie humaine considérera aussi bien la forme des villes que celle des maisons ou celle des outils aratoires. Le paysage est en géographie ce qui articule et intègre toutes ces formes en certains ensembles, qu'il s'agit d'expliquer.

Pour ce qui me concerne, toutefois, la question des formes ne s'est véritablement posée que lorsque ma thèse sur la colonisation de Hokkaidô¹ m'a confronté à une autre culture. Cela commença devant une photographie datant des années 1870, où l'on voyait un homme en habit et haut de forme perché sur une herse tirée par un cheval. Il s'agissait d'une cérémonie marquant les débuts de l'école d'agronomie de Sapporo (Sapporo Nôgakkô), l'ancêtre de l'Université de Hokkaidô. La question que cela me posa fut de comprendre le lien entre ce haut de forme à l'occidentale et la fonction de cette herse non moins occidentale. En quoi la forme (l'habit à l'occidentale) concernait-elle la fonction (le hersage d'un champ à Hokkaidô) ?

Ce genre de phénomènes a longtemps fait se gausser, en Europe, des singeries nippones. L'époque où je préparais ma thèse n'en était plus là – le Japon, dépassant tous les pays européens, était désormais la seconde puissance du monde –, mais la question de la forme n'en était que plus présente. Pourquoi un tel formalisme, un tel respect des formes ? La suite de ma thèse m'apporta certains éléments de réponse, notamment par l'analyse des processus de l'implantation de l'élevage laitier, chose auparavant inconnue au Japon. La diffusion de l'élevage laitier à Hokkaidô fut un phénomène culturel au sens large, où le moindre rôle ne fut pas celui des convictions religieuses de ses promoteurs. Un grand nombre de ces derniers furent des chrétiens. Que les adeptes d'une religion aient été en même temps ceux de tout un corps de pratiques extra-religieuses ne doit pas surprendre, compte tenu du contexte de la société japonaise de l'époque : croire au Dieu des chrétiens, en effet, c'était aussi dans une large mesure croire à l'Occident, à ses valeurs et à ses techniques. De fait, si l'on met à part les experts des stations d'élevage publiques – dont beaucoup furent des étrangers, tels Edwin Dunn, William Brooks, etc. –, les pionniers de l'élevage laitier furent des individus ou des familles très fortement influencés par la culture occidentale.

Tel fut exemplairement le cas d'Utsunomiya Sentarô, le père de l'« agronomie danoise » (*Denmâku nôhō*). Bien qu'il eût étudié aux États-Unis, c'est en effet du Danemark qu'il fit son modèle, en particulier pour l'idée que l'élevage laitier nécessite une solide organisation coopérative. Le médium de ce transfert avait sans doute été la vache Holstein, car c'est aux États-Unis qu'Utsunomiya apprit que celle-ci donne un lait plus abondant, quoique moins riche en matière grasse, que l'Ayrshire, d'abord introduite par l'administration et qui, avant la Première Guerre mondiale, représentait les deux tiers du cheptel hokkaïdois. Quoi qu'il en soit, dès son retour des États-Unis, Utsunomiya fonda en 1897 la première coopérative de Hokkaidô. Il construisit à la même époque le premier silo à fourrage, ce motif devenu par la suite l'emblème du paysage hokkaïdois. Plus tard, en 1921, il envoya son gendre étudier au Danemark, et invita deux experts danois en 1926. Ce courant d'échange allait être poursuivi et amplifié par le Dôchô (la préfecture de Hokkaidô). Et ce sont des machines danoises que je pus admirer en juillet 1970 lors de ma première visite à une laiterie hokkaïdoise, celles de la société Yotsuba (« Trèfle à quatre feuilles »), née d'une coopérative à Otofuke, près d'Obihiro.

Dans l'esprit d'Utsunomiya, chrétien de tendance puritaine, il ne s'agissait pas seulement de se former aux techniques danoises ; mais de se convertir jusqu'au

tréfonds à tout un mode d'existence, plus individualiste et plus démocratique en particulier. Il avait fait l'un de ses maîtres-mots de la formule *dokuritsu jison* 独立自尊 (indépendance et respect de soi) de Fukuzawa Yukichi (1834-1901), le grand propagateur des idéaux de la modernité sous Meiji. Cela voulait dire, d'abord, que les éleveurs devaient compter sur leurs propres forces ; d'où les coopératives, qui se multiplièrent avant de se fédérer dans la Rakuren après 1926. Mais cela impliquait aussi toute une manière de vivre. Dans le règlement de la Rakuren, dont Utsunomiya fut le premier président, figuraient ainsi l'interdiction de l'alcool et du tabac, celle du maquillage pour les femmes, et même celle de se tondre le crâne, pour les hommes. En effet, ce signe d'appartenance à la paysannerie traditionnelle eût affaibli la motivation des éleveurs.

Nous touchons là un point essentiel : c'est corps et âme, hygiène et religion, forme et fonction mêlées que ces éleveurs se sont lancés dans leur entreprise et y ont réussi. Bien d'autres, moins totalement motivés, ont échoué. D'où l'on peut augurer non seulement que c'est bien la totalité de l'humain qui s'engage dans un projet, mais que la totalité de cet engagement, sans oublier les formes, est sans doute la condition nécessaire des grandes entreprises. Élever des vaches ne se réduira jamais en termes de fonctions. Le succès d'Utsunomiya, ce ne fut pas autre chose que l'expression de sa propre existence, couvre-chef y compris, dans celle de l'élevage laitier à Hokkaidô.

Forme dans l'espace, forme dans le temps

Que le respect des formes entre pour quelque chose dans la réussite d'un projet humain fait soupçonner que les formes ont une certaine puissance, mais pour autant, cela ne dit pas en quoi consiste cette puissance. Tout ce que je pouvais en inférer à l'époque, c'est que le formalisme n'est justement pas qu'une simple affaire de forme. Ce n'est qu'une dizaine d'années plus tard, à l'occasion d'un colloque sur *La Qualité de la ville* ², à la Maison franco-japonaise, que j'ai commencé d'y voir plus clair. Cette occasion, ce fut un échange avec Françoise Choay à propos du contraste entre les thermes de Cluny et le temple d'Ise ³. Comme lycéen puis comme étudiant, au Quartier Latin, j'étais pendant des années passé quotidiennement devant les ruines des thermes de Julien dit l'Apostat (r. 361-363), au carrefour des boulevards Saint-Michel et Saint-Germain. Avant la loi Malraux (1962), qui fit décrasser les monuments de Paris, tout ce qu'on pouvait y voir était une masse noirâtre, informe,

un *nondescript* dont la monumentalité – la fonction mémorielle – se résumait à sa matière, du reste indéfinissable, mais qui était bien d'époque et m'évoquait chaque fois cet empereur qu'un livre de Merejkowsky ⁴ m'avait fait aimer. De son côté, le temple d'Ise (Ise Jingû), c'est ce temple dédié à la déesse du soleil Amaterasu, la divinité ancestrale de la maison impériale du Japon, que l'on rebâtit à neuf tous les vingt ans mais dans sa forme d'origine, laquelle remonte à la fin du V^e ou au début du VI^e siècle. Ici, à l'inverse des thermes de Cluny, la monumentalité ne réside en rien dans la matière, qui est renouvelée tous les vingt ans, mais uniquement dans la forme, qui est immuable. Devant ce contraste, Mme Choay eut le jugement suivant :

Tant qu'existe ou que veut exister le groupe dont il mobilise la mémoire et préserve l'identité, le monument, comme sa préservation, sont des universels culturels. Mais pas plus que les types de monuments, les modalités de leur préservation ne sont identiques d'une société à l'autre. Ainsi, au Japon, la préservation doit assurer au monument une éternelle jeunesse que peut seule permettre une reconstruction périodique, tandis que pour les Occidentaux la ride [*i.e.* la marque du temps] signe son authenticité. Toutefois, que prévale la permanence symbolique de la forme dans l'espace ou celle de la matière dans le temps, dans l'un et l'autre cas, c'est du même genre de conservation, universelle et identificatoire qu'il s'agit. ⁵

Or s'agit-il bien seulement, à Ise, de « forme dans l'espace », autrement dit d'un simple objet là-devant ? Il me semblait que ce propos de la grande historienne était un peu court. Pour moi, cette forme-là était d'abord *une forme dans le temps*. Je revins sur la question dans un livre ultérieur ⁶ :

À Ise, la forme spatiale n'est que l'issue éphémère d'une forme temporelle – le rite de la reconstruction qui, lui, se maintient à travers les siècles et sans lequel n'advierait pas la forme spatiale (...) le patrimoine n'est ici pas moins le sujet (les acteurs du rite) que l'objet (le temple). Voilà qui diffère radicalement du dualisme positiviste. Et tel est bien l'enjeu paradoxal des formes temporelles : c'est qu'en impliquant dans le même processus le sujet et l'objet, (...) [c]omme le mythe, elles tendent à abolir le temps, du moins le temps linéaire de la consécution historique. À Ise, l'archaïque et l'actuel se résolvent en effet cycliquement dans la même forme, tous les vingt ans.

Effectivement, dans le rite de la reconstruction périodique (*shikinen zôtai* 式年造替) de certains temples ⁷, au Japon, la forme immuable – autant celle du geste constructeur que celle de la chose construite – a la puissance de faire revenir, cycliquement, l'ancestral au présent. C'est, indissolublement, une réincarnation du contrat social autant qu'une reconstruction du temple. Le rite, forme sociale accomplie dans le temps, est inséparable de la réalisation du temple, forme matérielle accomplie dans l'espace. Cette monumentalité-là n'a rien à voir avec celle du monument historique isolé par des grilles que sont les thermes de Cluny. Ce n'est pas celle d'un objet, dûment inscrit au patrimoine et conservé en soi dans un certain espace ; mais celle du corps social lui-même, dans le déploiement technosymbolique et spatio-temporel de ses formes concrètes.

Le même principe – l'inséparabilité concrète de l'acteur, de l'acte et de l'œuvre dans sa forme – s'est exprimé dans ce que le Japon moderne a institué en 1950 en « biens culturels sans forme (matérielle) », *mukei bunkazai* 無形文化財, tels qu'art théâtral, musique, techniques artisanales. On pourrait dire en effet qu'au sens large, le rite de la reconstruction du temple d'Ise relève de cette catégorie de biens culturels, où, au-delà d'une forme matérielle, est en jeu un être collectif.

Forme close, forme en devenir

Certes, qu'il s'agît de « forme dans l'espace » ou de « matière dans le temps », Mme Choay reconnaissait dans les deux cas le « même genre de conservation, universelle et identificatoire » ; mais plus j'y repensais, plus il m'apparaissait que ce jugement alliait deux aspects contradictoires. D'un côté, la forme ou la matière étaient conservées en elles-mêmes, dans l'identité propre de l'objet (en l'occurrence un monument) ; mais d'un autre côté, l'être social, autrement dit un sujet collectif, s'identifiait à cet objet. D'un côté l'objet existait en lui-même (A), de l'autre il devenait le sujet (non-A). Qu'était-ce à dire, sinon que ce jugement enfrenait le principe du tiers exclu – exclu parce que le dit tiers, à la fois A et non-A, est un hybride que refuse la raison – ?

Ce jugement soulevait donc un problème logique, mais ontologique aussi puisqu'il s'inscrivait d'un côté dans le cadre du dualisme sujet-objet, tout en le transgressant de l'autre. Effectivement, conserver une forme dans l'espace, ou une matière dans le temps, c'est conserver l'en-soi d'un objet ; c'est figer son identité en

elle-même. Cela relève de l'*arrêt sur objet* moderne, qui abstrait celui-ci du mouvement existentiel par lequel, en réalité, les objets sont liés aux sujets, ce qui en fait concrètement des *choses*, et non plus justement des objets. La « conservation, universelle et identificatoire » dont parlait Mme Choay, c'était ce mouvement même, rendu plus évident par la monumentalité de la chose en question.

Dans le cas d'Ise, ce mouvement existentiel est incarné par le rite, qui implique concrètement les corps individuels des acteurs du rite en un corps collectif dont la forme du temple fait partie intégrante. Ce cas illustre non seulement la concrétude, mais plutôt même la *concrecence* – le croître-ensemble – des choses et de l'existence humaine dans un certain milieu. Cette *concrecence* est plus difficile à déceler dans le cas des thermes de Cluny, parce que leur monumentalité même a été saisie, et figée, dans le cadre de l'*arrêt sur objet* moderne, et de l'individualisme corrélatif (cela que préfigure l'identité du *cogito* cartésien).

Françoise Choay, justement, est l'historienne qui a mis en lumière comment la notion de monument a pris le sens qui est aujourd'hui principalement le sien ⁸, à savoir celui d'un bâtiment d'âge ou de taille remarquable par rapport à son entourage ; et montré comment ce n'est qu'au XX^e siècle que des ensembles de bâtiments – par exemple un quartier dans une ville – ont acquis le statut de monuments historiques, à ce titre devant être protégés et conservés dans leur forme d'origine ; c'est-à-dire momifiés, tandis que pouvait continuer à évoluer leur entourage. Autrement dit, comment on en a fait des objets, abstraits de la vie du sujet collectif qu'est la société.

Cette évolution moderne correspond au glissement ontologique, analysé par Heidegger dans *Être et temps* (1927), de la *Geschichtlichkeit* à la *Historischkeit* ; c'est-à-dire de l'historialité à l'historicité, ou de l'histoire vécue à l'histoire objectifiée. En d'autres termes, cela correspond à l'émergence du dualisme moderne. C'est ce glissement qui a rendu possible qu'apparaisse le respect des bâtiments anciens comme monuments historiques, et qui, par conséquent, a conduit aux politiques de conservation contemporaines comme celles qu'a promues la convention de l'UNESCO en 1972.

Ce mouvement est complexe et contradictoire, puisque son moteur n'est autre que la pulsion identificatoire dont parlait Mme Choay, alors que les motifs qu'il se donne relèvent d'une objectification qui fétichise l'identité de l'objet comme

telle, en l'abstrayant de l'identité des acteurs sociaux dont la subjectivité devient, au contraire, un danger menaçant l'authenticité objective du monument. C'est là un problème ontologique, et il est très ancien, car il remonte en Occident à la victoire du *topos* aristotélicien sur la *chôra* platonicienne.

Le Livre IV de la *Physique* d'Aristote ⁹ définit le lieu (*topos*) d'une chose comme un « vase immobile » (*aggeion ametakinêton*, 212 a 15), et en définitive comme « la limite immobile immédiate de l'enveloppe [de la chose] » (*to tou periechontos peras akinêton prôton*, 212 a 20). L'identité de la chose ne peut donc pas outrepasser cette enveloppe, principe qui s'accorde en tout point avec celui de la logique aristotélicienne, laquelle repose sur l'identité du sujet (*hupokeimenon*) qui se trouve aussi être la substance (*ousia*). Si elle outrepassait son *topos*, autrement dit son contour, la chose, *ipso facto*, contreviendrait au principe du tiers exclu. Elle aurait à la fois une forme et une autre forme, et serait donc à la fois A et non-A, puisque pour l'aristotélisme, *forma dat esse rei* : c'est la forme qui donne l'être à la chose.

Aristote souligne que le lieu n'est pas la forme de la chose, puisque celle-ci peut changer de lieu (car elle est mobile), alors que le lieu ne peut être ailleurs que là où il est (car il est immobile). Certes, quand la chose se trouve quelque part, son lieu et sa forme coïncident ; mais l'identité de la chose et celle du lieu sont distinctes. Notons en passant que cette dissociation du lieu et de la chose est le principe ontologique de ce qui, beaucoup plus tard, s'incarnera dans le style international en architecture, avec ses formes ubiquistes, indépendantes du lieu et du milieu, donc closes sur leur propre identité. Cela n'est pas un hasard ; car la logique aristotélicienne, qui allie le principe du tiers exclu et celui de l'identité du sujet, est justement ce qui fonde la discrétisation des en-soi dont procède le dualisme moderne, ainsi que l'atopie (le sans-lieu) que celui-ci a engendrée. Rappelons le *Discours de la méthode* : « je connus de là que j'étais une substance dont toute l'essence ou la nature n'est que de penser, et qui, pour être, n'a besoin d'aucun lieu, ni ne dépend d'aucune chose matérielle » ¹⁰. Ce sans-lieu du sujet moderne, le cogito l'a symétriquement conféré à l'objet moderne, de part et d'autre de l'abîme ontologique du dualisme, qui les fonde l'un et l'autre comme tels.

Or c'est cela même que contredit la notion de milieu, qui apparaît dans le *Timée* sous le nom de *chôra* ¹¹. Le *mi-lieu*, en effet, allie indissolublement, pour « moitié », lieu subjectif et lieu objectif dans la réalité des choses. Effectivement, la



Fig. 1 - Le Jardin de la substance (*Tai no niwa*), Tōkaian, Myōshinji, Kyōto.
© Philippe Bonnin, 16.12.2011.

chōra participe de ce qui s'y trouve ; et c'est un milieu dynamique, à partir de quoi peut advenir l'être relatif (la *genesis*), tout au contraire du *topos*, qui enferme la chose dans l'identité de son être. Pour autant, Platon renierait-il le logos, qui exige le double principe d'identité du sujet ¹² et d'exclusion du tiers ? Non ; car justement, il renonce à penser ce qu'il appelle le « troisième et autre genre » (*triton allo genos*, 48 e 3) de la *chōra*, qui n'est ni l'être absolu ni l'être relatif. Il n'essaie pas de définir celle-ci, car « en la voyant, on rêve » (*oneiropoloumen blepontes*, 52 b 3). Elle relève non du logos mais d'un « raisonnement bâtarde » (*logismō tini nothō*, 52 b 2), ce qui est « difficilement croyable » (*mogis piston*, 52 b 2) et n'est finalement cerné que par des métaphores, lesquelles sont au demeurant contradictoires. En effet, la *chōra* est à la fois l'« empreinte » (*ekmageion*, 50 c 1) et la matrice, « mère » (*mêtēr*, 50 d 2) et « nourrice » (*tithênē*, 52 d 4) de la *genesis*.

Empreinte et matrice à la fois, la *chōra* (le milieu) de l'être relatif contrevient frontalement au principe d'identité comme à celui du tiers exclu. Elle est à la fois A et non-A. Aussi bien le rationalisme occidental, pour plus de deux millénaires, allait-il se borner à penser le lieu, l'être et la forme des choses en termes de *topos*, non de *chōra* ¹³. C'est de ce règne du *topos* que sont nées, entre autres, les formes sans lieu du « style international » en architecture.

La trajectivité des formes

Une « forme sans lieu » a, certes, une implantation matérielle dans un lieu quelconque ; mais c'est un objet qui n'a plus de milieu : il existe en soi, *topos* abstrait de sa *chōra*. Sa forme absolue (close sur sa propre solitude) « tue le paysage »

(*shafengjing* 殺風景), si je puis emprunter ce terme au poète Li Shangyin (813-859). En effet, comme le posa d'emblée Zong Bing (375-443) – l'auteur du premier traité sur le paysage –, le principe en la matière, c'est que, bien au contraire, « quant au paysage, tout en possédant une forme matérielle, il tend vers l'esprit » (*zhi yu shanshui, zhi you er qu ling* 至於山水、質有而趣靈). Cela mérite quelques commentaires ¹⁴.

Ce que, respectant une tradition bien établie, je traduis ici par « forme matérielle », c'est *zhi* 質, qui veut plutôt dire « substance » ; mais effectivement, il y a un rapport entre ces deux notions. Ce sur quoi insiste Zong Bing, c'est qu'au-delà de la substance des formes intrinsèques, le paysage « tend » (*qu* 趣) vers autre chose, qu'il appelle « esprit » (*ling* 靈), mais peu importe ici ; l'essentiel, c'est cette « tension vers », qui déborde le *topos* des formes matérielles, en un tissu de relations existentielles (*ek-sistentielles*) qui ne débordent pas moins la substance des choses. Si le paysage existe, c'est justement du fait de cette *ek-sistence*, de ce débordement au-delà de l'identité propre des substances.

Ce n'est pas autre chose que, beaucoup plus tard, dira Heidegger en parlant de la « spaciation » (*Räumung*) qui, *ek-sistentiellement*, excède le contour des formes matérielles :

La limite n'est pas ce où quelque chose cesse, mais bien, comme les Grecs l'avaient observé, ce à partir de quoi quelque chose commence à être (*sein Wesen beginnt*). [...] Il s'ensuit que les espaces reçoivent leur être des lieux et non de « l' » espace. ¹⁵

Cette *ek-sistence* hors de la limite d'une forme bouleverse la vision moderne, qui considère les choses comme des objets, chacun fermé dans son *topos* ; mais elle a en Asie orientale une très longue histoire. Aussi bien dans le taoïsme que dans le bouddhisme (qui s'alliaient dans la pensée de Zong Bing), celle-ci met l'accent sur la relation plutôt que sur la substance. La relation relève de l'invisible, qui est « sans forme matérielle » : *wuxing* 無形, autrement dit insubstantiel ; mais elle est justement ce qui fait la puissance des formes matérielles, parce qu'elle engage et motive l'existence humaine, en « tension » (*qu* 趣) ou en concrescence avec les choses. De nombreuses notions ou préceptes s'y attachent, notamment celle de « Grand Symbole », *Daxiang* 大象, à savoir la réalité ultime, le *Tao* qui, contenant en puissance toutes les formes particulières, unit tous les êtres. Le Grand Symbole n'a

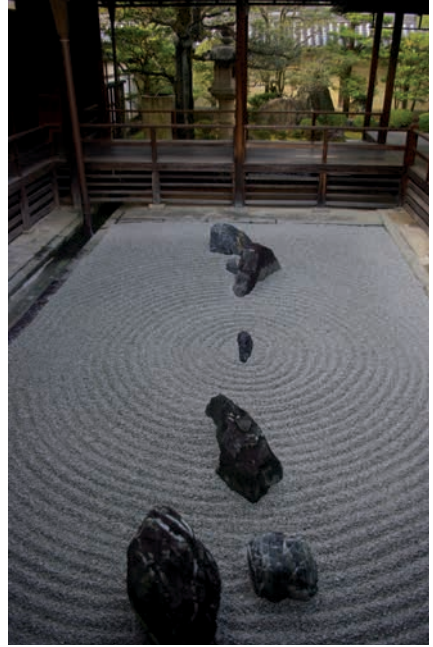


Fig. 2 - Le Jardin de la trajection (Yu no niwa), Tōkalan, Myōshinji, Kyōto.
© Philippe Bonnin, 16.12.2011.

donc pas de forme : *Daxiang wuxing* 大象無形, du moins pas de forme délimitable par un *topos* ; mais il est comme un champ de force, d'où toutes les formes tirent leur puissance. La puissance d'une forme excède en effet son contour : ce principe aura guidé la peinture chinoise tout au long de son histoire ¹⁶. Il implique, entre autres, la place que celle-ci aura laissée au « blanc excédent », *yubai* 余白, c'est-à-dire la marge non peinte qui, attisant la relation invisible au-delà de la forme peinte, engage le spectateur dans l'image. C'est le même principe qui, en poésie, est à l'œuvre dans la « consonance excédente » (*yuyun* 余韻), au delà de ce qui est formellement dit.

Cette excédence de la relation au-delà du contour des formes substantielles n'est autre que celle de la *chōra* au-delà du *topos*. C'est un principe ontologique, auquel se rattachent tant le *Dasein* heideggérien que la *fūdosei* 風土性, cette médiance que Watsuji a définie comme « le moment structurel de l'existence humaine » (*ningen sonzai no kōzō keiki* 人間存在の構造契機) ¹⁷ ; c'est-à-dire le couplage dynamique (le « moment »), dans l'être humain, d'une « moitié » qui est son corps individuel, délimité par sa forme matérielle, et d'une autre « moitié » qui est son milieu : l'ensemble des relations éco-techno-symboliques dans l'abstraction desquelles ce néotène ne pourrait vivre. Du reste, comme déjà le reconnaissait Auguste Comte, le même principe vaut pour tout être vivant : l'organisme est indissociable de son milieu ¹⁸ ; mais, extériorisant et déployant les fonctions de son « corps animal » en systèmes techniques et symboliques qui ont rétroagi sur sa constitution même, comme l'a montré Leroi-Gourhan ¹⁹, c'est l'humain qui est le plus médial – le plus marqué par la médiance, donc le plus



Fig. 3 - Le Jardin de l'insubstance (*Mu no niwa*), Tōkaian, Myōshinji, Kyōto.
© Philippe Bonnin, 16.12.2011.

dépendant de son milieu – parmi tous les êtres vivants, exactement à l'inverse de ce que se figure notre individualisme.

La médiance, ce moment structurel de l'existence humaine, implique que la réalité des choses ne peut être circonscrite par le contour de leur forme matérielle. Elle en *ek-siste* nécessairement, dans une *Räumung* où sont en concrescence le subjectif et l'objectif, notre existence et la leur. C'est dire qu'une chose ne peut se réduire à un objet. Sa réalité concrète est trajective, entre ces deux pôles abstraits que sont le subjectif et l'objectif. C'est là un principe ontologique, mais c'est aussi un principe logique. La trajectivité des choses dans un milieu concret, en effet, n'est autre que ce « troisième et autre genre », à la fois A et non-A, que le rationalisme platonicien a non seulement renoncé à penser, mais que la *République* (I, VIII, 609 b 3) a forclos en excluant de la cité les poètes, ces gens du symbole ; car, dit Platon, « la raison nous en faisait un devoir » (*ho gar logos hēmas hērei*).

Le logos, effectivement, n'admet pas le tiers ; il relève, lui, de la binarité du noir ou blanc, de l'alternative du « A ou bien non-A ». Il n'admet donc pas le symbole, qui est toujours clair-obscur, à la fois A et non-A ²⁰. Il ne peut donc pas non plus penser la trajectivité des formes concrètes, qui outrepassent toujours l'identité de leurs *topos*. Il lui faut donc la forclore : halte au tiers, halte à l'*ek-sistence*, halte à la puissance des formes ! On ne peut pas être à la fois ici et ailleurs, une chose et autre chose, une substance et une relation : voilà le dogme qui s'est imposé à la raison occidentale depuis Platon et Aristote ²¹, et qui y a régné, notamment par l'illusoire soumission de la forme à la fonction dans l'architecture moderne, jusqu'à ce que la physique elle-même, avec le quantique, en vienne à l'ébranler. Mais la puissance des formes, en réalité, nul n'a jamais su la brider : c'est notre existence même.

NOTES :

(1) Les grandes terres de Hokkaidô, étude de géographie culturelle, thèse de doctorat d'État soutenue en 1977 à l'Univ. Paris IV ; dont la version civile fut *La rizière et la banquise. Colonisation et changement culturel à Hokkaidô*, Paris, Publications orientalistes de France, 1980.

(2) A. Berque (dir.) *La Qualité de la ville. Urbanité française, urbanité nippone*, Tokyo, Maison franco-japonaise, 1987.

(3) Prononcer Icé.

(4) D. Merejkowsky, *La Mort des dieux. Le roman de Julien l'Apostat*, Paris, Calmann-Lévy, 1928.

(5) F. Choay, « Mémoire de la ville et monumentalité », dans *La Qualité de la ville, op. cit.*, p. 122.

(6) *Du Geste à la cité. Formes urbaines et lien social au Japon*, Paris, Gallimard, 1993, p. 28.

(7) Depuis l'époque Nara (710-784) la 20^e puis la 21^e année pour l'Ise Jingû ; depuis le XI^e s. la 21^e puis la 50^e pour le Kamo Jinja (à Kyôto) ; la 33^e pour l'Usa Hachimangû (à Tosa) ; la 21^e ou la 30^e pour le Kasuga Taisha (près de Nara) ; et la 20^e pour les temples de Sumiyoshi (à Osaka), Katori et Kashima (aux environs de Tokyo). Ce sont tous des temples shintô, et tous sont construits en bois. Les temples bouddhiques ignorent ce rite de reconstruction périodique ; on ne fait que les réparer au besoin, ce qui permet par exemple au Hôryûji de Nara, la plus grande structure en bois du monde, d'excéder de plusieurs siècles l'âge de Notre-Dame de Paris.

(8) F. Choay, *L'Allégorie du patrimoine*, Paris, Seuil, 1992.

(9) J'utilise ici l'édition établie par H. Carteron, Paris, Les Belles Lettres, 1996 (1926).

(10) P. 38 et 39 dans l'édition Flammarion de 2008 [1637].

(11) J'utilise ici l'édition établie par A. Rivaud, Paris, Les Belles Lettres, 1985 (1925).

(12) « Sujet », ici, au sens du logicien, c'est-à-dire ce dont il s'agit... autrement dit l'objet au sens du physicien... objet qui est l'opposé du sujet cartésien, le *cogito* ! Mais qu'on se rassure : dans le dualisme, tant le sujet que l'objet sont abstraits, *ab-solus* dans leur identité respective, sans lieu et surtout sans milieu ; abstraction et absoluité qu'ils tiennent de l'être absolu platonicien, l'*idea* qui est un en-soi hors du temps et de l'espace. Effectivement le *cogito*, par sa définition même, n'est autre qu'une *idea*, tout comme l'objet qu'il se donne en énantiomère... symétrie qui ne fait que trahir qu'ils relèvent l'un et l'autre de la médianité d'un même être ! Voilà ce qui gît au fond de la surprenante polysémie de ce mot bizarre : « sujet ». La *genesis*, quant à elle, c'est la réalité concrète, prise dans l'histoire et dans le milieu (la *chôra*).

(13) J'analyse plus en détail ce contraste entre *topos* et *chôra* dans le chap. I (« Lieu ») de mon *Écoumène. Introduction à l'étude des milieux humains*, Paris, Belin, 2009 (2000) ; et plus spécialement la *chôra* dans « La *chôra* chez Platon », p. 13-27 dans T. Paquot et C. Younès (dir.) *Espace et lieu dans la pensée occidentale*, Paris, La Découverte, 2012.

(14) On en trouvera davantage, avec plus de références, dans *Les Raisons du paysage. De la Chine antique aux environnements de synthèse*, Paris, Hazan, 1995 ; *Histoire de l'habitat idéal. De l'Orient vers l'Occident*, Paris, Le Félin, 2010 ; et dernièrement *Thinking through landscape*, Abingdon, Routledge, 2013.

(15) *Essais et conférences*, Paris, Gallimard, p. 183 ; traduction d'André Préau (ce passage est extrait de *Bauen, wohnen, denken*). Ce « comme les Grecs l'avaient observé » oublie la notion de *topos*, à laquelle s'apparente ce que Heidegger fustigera comme *Stelle*.

(16) On lira sur ce thème F. Jullien, *La Grande Image n'a pas de forme, ou du non-objet par la peinture*, Paris, Seuil, 2003.

(17) T. Watsuji, *Fûdo. Le milieu humain*, Paris, CNRS, 2011 (1935).

(18) V. à ce sujet les commentaires de F. Jacob, *La Logique du vivant. Une histoire de l'hérédité*, Paris, Gallimard, 1970, p. 172.

(19) A. Leroi-Gourhan, *Le Geste et la parole*, Paris, Albin Michel, 1964, 2 vol.

(20) Ce qui est le *syllemme*, quatrième lemme du tétralemmes 1. affirmation (A) ; 2. négation (non-A) ; 3. binégation (ni A ni non-A) ; 4. biaffirmation (à la fois A et non-A). Contrairement à un usage répandu, il est essentiel ici de placer le *syllemme* en quatrième lemme (et non en troisième). Sur ce thème, v. YAMAUCHI Tokuryû, *Rogosu to renma (Logos et lemme)*, Tokyo, Iwanami, 1974, dont on pourra trouver un condensé en français sur le site MÉSOLOGIQUES. La réalité concrète, avec la trajectivité de ses formes, relève du *syllemme*, non des alternatives du *logos*, qui sont propres au *logos* lui-même, i.e. abstraites. Le *syllemme* est ce qui « prend ensemble » (*sullambanei*) notre existence et celle des choses, c'est-à-dire la réalité concrète et concrescente, que par définition le dualisme, fils du *logos*, ne peut pas penser.

(21) Ce qui n'était pas encore le cas des Présocratiques, y compris Parménide, comme l'a montré Parménide, *Le poème. Nouvelle traduction par Arnaud Villani, avec la collaboration de Pierre Holzerny, suivi de Parménide ou la dénomination*, par A. Villani, Paris, Hermann, 2011.

PENSER LA DYNAMIQUE DES FORMES

Alberto Magnaghi

MORPHO-TYPOLOGIES DES PAYSAGES HISTORIQUES : UNE MÉTHODE MULTIDISCIPLINAIRE POUR LE PROJET DE TERRITOIRE

Quel rôle joue l'analyse morpho-typologique des paysages (historiques) dans la compréhension des règles dynamiques (génératives et de transformation) qui ont déterminé leurs équilibres de longue durée du point de vue culturel, environnemental et économico-productif ? La recherche de ces règles fait partie de la méthodologie de projet, multidisciplinaire, de l'école territorialiste italienne qui considère le projet de territoire et de paysage comme une démarche de mise en valeur durable du patrimoine territorial respectueuse de ses règles de reproduction ¹.

Je ferai ici plus particulièrement référence aux expériences en cours du CIST (Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio) que j'ai fondé en Toscane, au travail de construction d'un Plan paysager pour la Région Toscane ² qui nous a conduit à élaborer des "normes figurées". Celles-ci, inspirées du concept de *retro-innovation* ³, ont trait à l'interprétation et à la représentation de figures territoriales-paysagères traitées comme des guides pour les projets de territoire. Cette méthodologie a déjà été développée à l'occasion de nombreux projets parmi lesquels le Plan de paysage de la Région des Pouilles ⁴ et la « Biorégion polycentrique » de la Toscane centrale ⁵.

Le processus de planification pour un développement local auto-soutenable

La méthode multidisciplinaire qui a été élaborée consiste à développer un schéma de planification ⁶ dans lequel l'étude des composantes immatérielles et matérielles du patrimoine territorial précède la construction des scénarios stratégiques du projet de territoire.

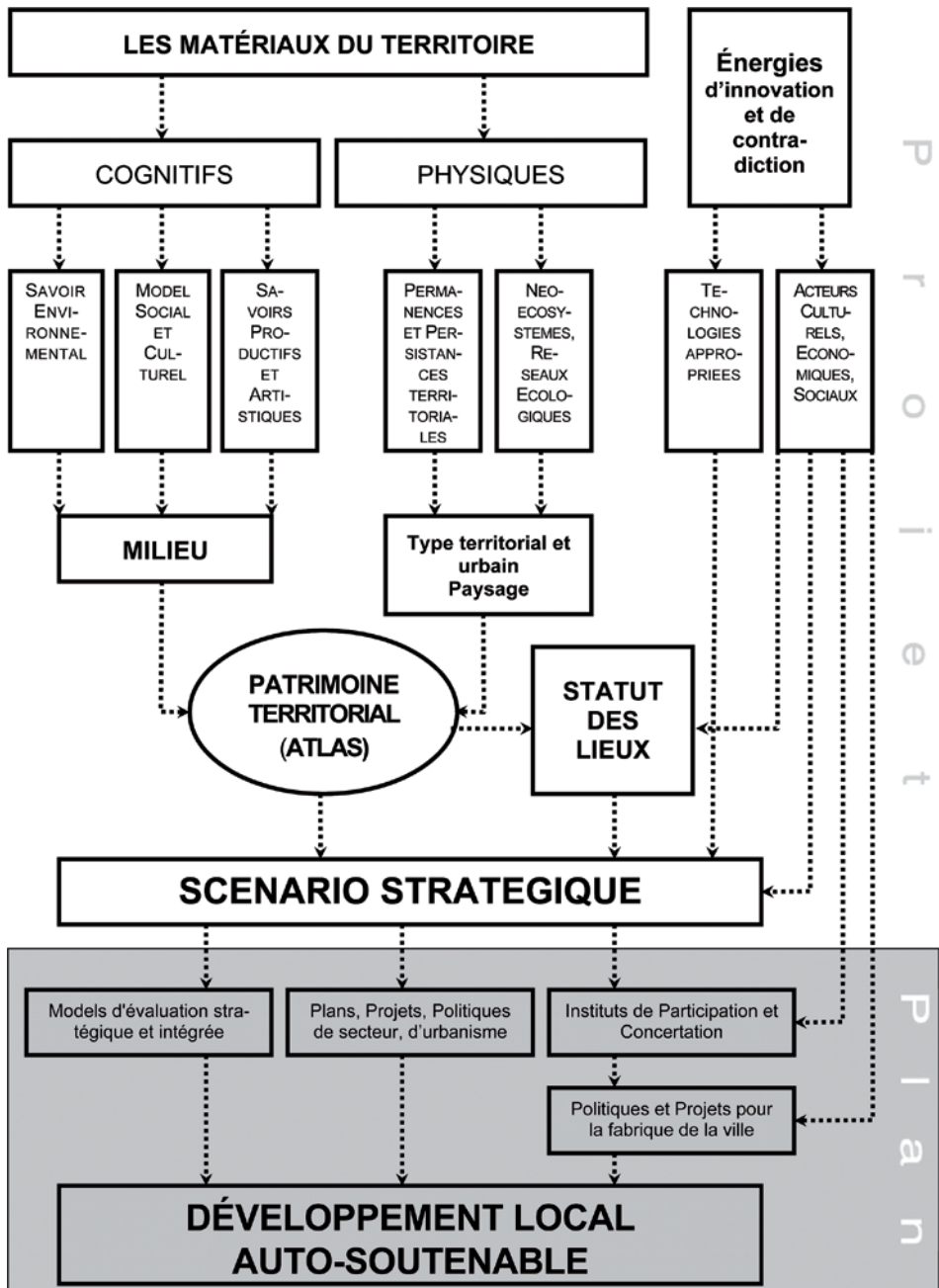


Fig. 1 - Schéma de planification construit sur la patrimonialisation du territoire, source A. Magnaghi, *Rappresentare il luoghi*, ed. Alinea, 2011, image et © A. Magnaghi.

Dans ce schéma (Fig. 1), le patrimoine territorial constitue une synthèse et une intégration ⁷ des précédentes analyses du patrimoine naturel et culturel (Unesco, Conseil de l'Europe). Il met en relation les matériaux cognitifs (milieu) et physiques (types territoriaux et urbains, les paysages), dans un système unique, dynamique, dont il décrit, représente et interprète les caractères identitaires dans la longue durée. Ainsi, par « patrimoine territorial » nous entendons l'ensemble des éléments et

des systèmes environnementaux, urbains, ruraux et paysagers formés au cours d'un processus historique de co-évolution entre l'établissement humain et l'environnement, dont la permanence contribue à former l'identité de la région.

Le patrimoine territorial est un bien commun dont on doit assurer pour les générations futures les conditions de reproduction, la soutenabilité des transformations et la durabilité.

L'étude du patrimoine territorial considère le territoire comme un système vivant de haute complexité. Elle s'intéresse à l'évolution historique du lieu et conduit à la définition des règles génétiques de transformation propres à garantir sa reproduction dans le temps. Ces règles constituent in fine le *statut du territoire* à partir duquel peuvent être élaborés des scénarios stratégiques de transformation, des plans, et des projets d'urbanisme et de secteurs qui prennent ces règles en compte. Le territoire et son paysage ne sont plus alors des feuilles blanches, mais un document identitaire riche de signes, de règles, de valeurs par lesquelles le processus de transformation territoriale peut être guidé vers des objectifs d'auto-soutenabilité et de durabilité.

Les règles de transformation concernent :

- dans le champ culturel : le milieu socio-culturel, les styles de vie, les identités paysagères ;
- dans le champ environnemental : la sauvegarde du système hydro-géologique, la complexité écologique ;
- dans le champ productif : les systèmes économiques locaux ;
- dans le champ des établissements humains : les équilibres de ces établissements et le milieu ambiant, la qualité de l'habiter ;
- dans le champ rural : les qualités multifonctionnelles des systèmes agro-forestiers.

Chaque action sectorielle, projet ou plan doivent être conçus dans un rapport actif avec le patrimoine territorial.

L'application de ces règles statutaires aux scénarios, aux plans et aux projets assure au patrimoine territorial une *valeur d'existence* qui permet aux générations actuelles et futures d'en avoir la jouissance, et une *valeur d'usage*, ressource permettant la production de richesses durables, à condition que la valeur d'existence soit garantie.

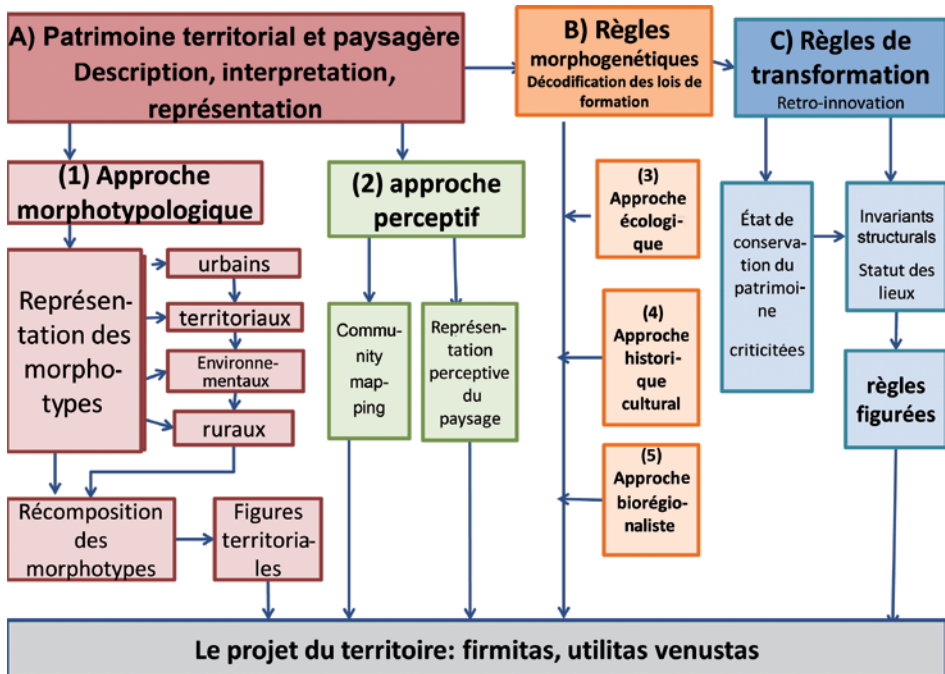


Fig. 2 - Schéma de l'approche pluridisciplinaire au patrimoine du territoire et du paysage, image et © A. Magnaghi.

Une approche multidisciplinaire au projet de territoire

La traduction opérationnelle de ce schéma de projet de territoire et de paysage requiert une approche multidisciplinaire pour définir les caractères identitaires du patrimoine, ses règles génératives et transformatives (statut des lieux). Les approches relatives au développement de cette méthodologie sont synthétisées dans le schéma suivant (Fig. 2) :

A) Les instruments disciplinaires et méthodologiques de la description, de l'interprétation et de la représentation du patrimoine correspondent à l'approche *morpho-typologique* (1) qui interprète et représente le patrimoine en identifiant ses formes, et à l'approche *esthétique-perceptive* (2), reconsidérée au prisme de la Convention Européenne du Paysage, qui donne une place centrale à la perception des caractères du monde visible par les habitants.

B) Pour décoder les règles génératives et évolutives (C) des morphotypes de longue durée, ces représentations (aussi bien expertes que contextuelles) demandent à être traitées par une approche explorant les logiques environnementales (approche *écologique*, 3) et celles des modes d'implantation (approche *historico-structurelle*, 4). Dans l'approche *biorégionale* (5), l'interprétation de ces règles morphogénétiques et évolutives convergent et conduisent à une interprétation des modalités de co-évolution de l'établissement humain et de l'environnement.

C) Les représentations intégrant les règles génératives et transformatives (C) conduisent à la définition du *statut du territoire* et à la figuration de ses règles. Elles constituent le guide de projets de territoire fondés sur la valorisation durable des ressources patrimoniales.

Morphotypes urbains : lecture d'une ville, Versailles (Castex, Céleste, Panerai, 1980)

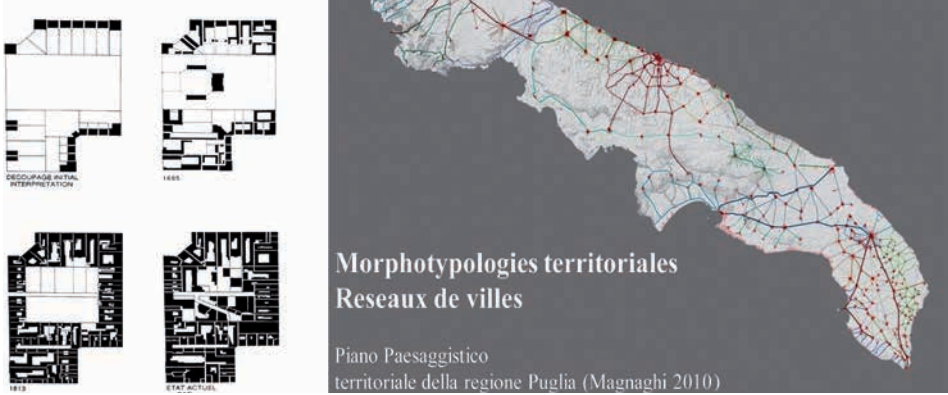


Fig. 3 - Morphotypologies urbaines et territoriales.
Source, <http://www.paesaggio.regione.puglia.it/>

Les règles structurelles de *transformation* des paysages historiques deviennent ainsi les guides (statuti) de l'art d'édifier la ville et le territoire du futur (*rétro-innovation* ⁸⁾) via la reconnaissance des relations co-évolutives de longue durée entre établissement humain et environnement.

J'illustre ici synthétiquement les diverses approches représentées dans le schéma. Combinées dans le processus de planification identitaire, elles constituent la base de la science du territoire que je propose dans le cadre des travaux de la Société des territorialistes ⁹⁾.

1) Approche morpho-typologique

La déclinaison de l'approche morphologique ¹⁰⁾ au territoire, à la ville et au paysage ¹¹⁾ nécessite une démarche méthodologique centrée sur deux techniques :

- les techniques d'abstraction et de représentation des caractères structuraux qui définissent l'identité physique et paysagère des lieux ;
- les techniques de comparaison qui permettent d'identifier les analogies, les récurrences de morphologies et d'idéotypes.

En synthèse, la représentation morpho-typologique considère :

- *Morphologie* : représentation graphique des éléments identitaires qui met en évidence les caractères formels des lieux pris dans leur individualité ;
- *Typologie* : met en évidence et représente avec des schémas graphiques les caractères formels des lieux qui se répètent dans plusieurs contextes et dans le temps ;
- *Morphotypologie* : synthèse d'une représentation iconographique de la dimension diachronique, morphologique et typologique.

Les schémas morphotypologiques ainsi définis conduisent à la représentation des diverses composantes du territoire :

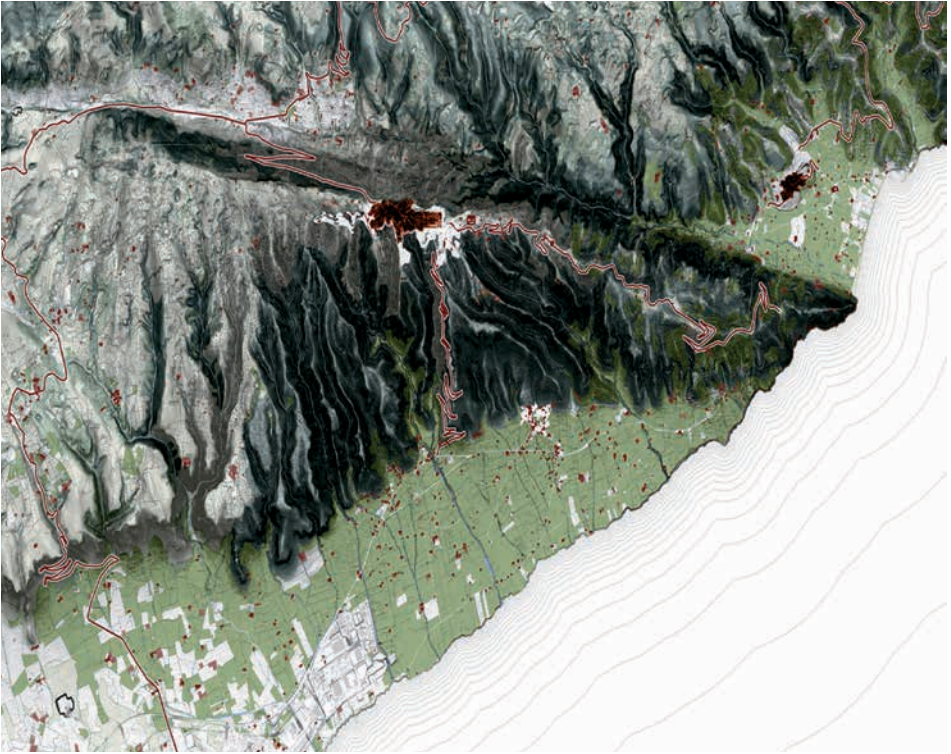


Fig. 4 - Figure territoriale-paysagère : Mattinata, Pouilles - Plan paysager de la Région Pouilles.
Source, <http://www.paesaggio.regione.puglia.it>

- *Morphotype urbain* (Fig.3): représentation des relations entre les édifices (publics et privés), rues, places, etc. (Rossi, Grassi, Caniggia, Maffei, Sitte, Krier, Mangin, Panerai, Parolek, Leveillé, New urbanism.) ;
- *Morphotype territorial* (Fig.3) : représentation des relations entre les villes (réseaux) situées dans leur contexte environnemental (Alexander, Corboz, De Solà Morales, Debarbieux, Lardon, Muratori, Cataldi, Maretto, Magnaghi, Secchi, Poli, Granatiero...) ;
- *Morphotype rural* : représentation des relations entre hydrogéomorphologie, organisation agricole, bâtiments et infrastructures rurales (chartes paysagères, Lucchesi, Carta, Rubino, Lombardi, Donadieu) ;
- *Morphotype environnemental* : représentation des relations entre géomorphologie, hydrogéographie (bassins), écologie (réseaux) (Carta, Malcevski, Poli, Fickte, Ferraresi).

La recomposition des morphotypes à travers les techniques d'abstraction graphique permet de représenter sous une forme holistique la *figure territoriale-paysagère* (Fig. 4) qui intègre dans un même lieu des morphotypes environnementaux, ruraux, urbains et territoriaux et forme une identité territoriale unique et spécifique.

Ainsi, la carte du patrimoine territorial (Atlas, Fig. 5) qui en résulte est la composition de plusieurs figures territoriales-paysagères (dans une même région, une sous-région ou une unité de paysage).

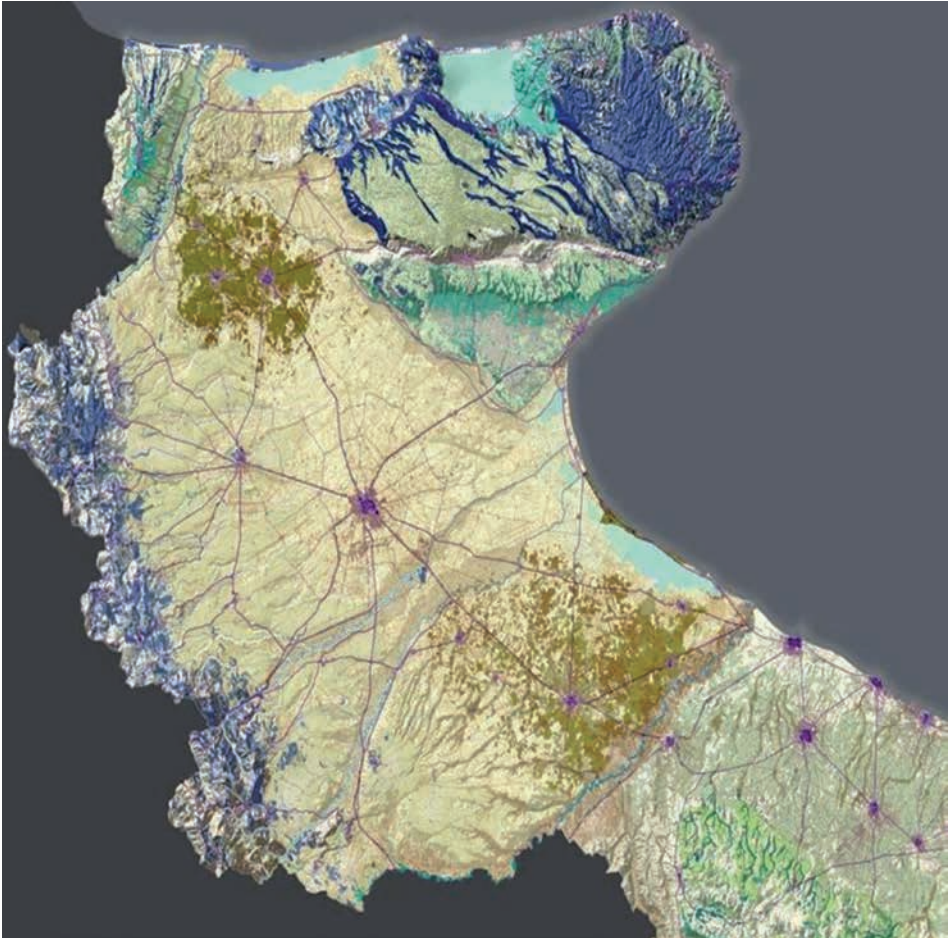


Fig. 5 - Atlas du Patrimoine – Plan paysager de la Région Pouilles.
Source, <http://www.paesaggio.regione.puglia.it/>

2) Approche perceptive identitaire : les cartes cognitives

Cette approche du patrimoine est née historiquement avec la représentation prospective du paysage. Elle est donc basée sur une approche érudite et esthétique élitiste centrée sur les excellences des beautés naturelles et des monuments. En mettant l'accent sur le paysage "comme partie du territoire telle que perçue par les populations" (art 1), la Convention Européenne du Paysage a orienté la démarche vers une approche sensible liée à l'interaction entre la perception des habitants et l'identité historique des paysages. La représentation experte du patrimoine (approche morphotypologique) est ainsi enrichie par une méthodologie d'auto-représentation du paysage construite de façon participative avec les habitants et portant sur les savoirs contextuels des lieux accumulés dans le temps long de formation du territoire.

Pour étudier les processus d'auto-représentation sociale des valeurs patrimoniales, nous avons développé la tradition des cartes cognitives ¹² et des community mapping, en particulier les Parish Maps ¹³ et les cartes de communauté ¹⁴ (Fig 6).



Fig.6 - Plan paysager de la Région Pouilles – cartes de la communauté.

Source, <http://www.paesaggio.regione.puglia.it/>

Les processus participatifs permettent en premier lieu de décloisonner l'imagination, de percevoir la qualité, la particularité, la beauté des lieux, même là où les modes de vie locaux sont dégradés. En second lieu, d'identifier les savoirs contextuels : agricoles, environnementaux, artisanaux, relationnels, artistiques, qui sont réactivés en valorisant les cultures locales, identitaires, paysagères par la construction des écomusées et des cartes de communautés. En troisième lieu, les statuts locaux du territoire vont être élaborés à partir de cette reconnaissance partagée des biens patrimoniaux (intégration des savoirs contextuels et des savoirs experts) sur lesquels fonder la production durable de richesse et de bien-être. Ces statuts, socialement produits, sont la voie directe pour construire des réseaux de relations multiscalaires et de solidarités au sein de la population citoyenne afin de faire face, par l'auto-gouvernement des biens communs, à la reproduction de la vie : les cycles de l'eau, des déchets, de l'énergie, et de l'entretien de la ville et du territoire.

3) Approche écologique

Dans le contexte d'approche multidisciplinaire que je décris, l'approche écologique introduit la *landscape ecology* dans l'étude des règles morpho-génétiques du territoire et met en évidence :

a) Une interprétation des valeurs et des équilibres écologiques du territoire régional dans son intégralité, y compris les aires de haute naturalité, (en particulier les aires boisées et les biotopes, les zones humides) mais aussi les paysages agraires, les

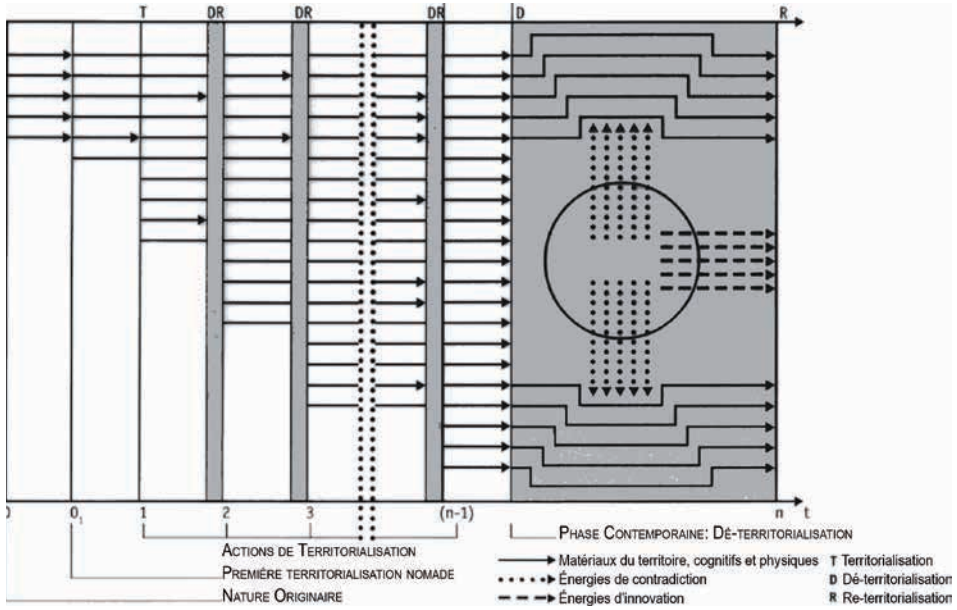


Fig. 7 - Représentation morphologique du processus TDR : Territorialisation, deterritorialisation.
Source, A. Magnaghi, *Rappresentare il luoghi*, ed. Alinea, 2011, image et © A. Magnaghi.

aires urbanisées, les infrastructures, afin de déterminer la morphogenèse des modes d'établissement humain dans leur relation de co-évolution avec les systèmes environnementaux.

b) Une caractérisation multifonctionnelle des réseaux écologiques régionaux comme partie intégrante du projet de territoire.

Cette approche redéfinit les réseaux écologiques comme des réseaux éco-territoriaux¹⁵. La préservation de la biodiversité est ainsi intégrée dans les projets de territoire de manière à élever la qualité écologique des aménagements et introduire la règle écologique dans les différentes composantes du projet et du plan.

4) Approche historique structurelle

L'approche historique-structurale permet de réinterpréter *les formes* du territoire définies par l'approche morpho-typologique, perceptive et écologique, en décrivant les règles de co-évolution dans la longue durée.

En vue de cette description, j'ai élaboré¹⁶ une méthodologie d'étude des processus historiques de territorialisation à partir de la redéfinition du processus TDR¹⁷. Elle met en évidence pour chaque civilisation, dans sa phase de maturité, le modèle d'implantation et les sédiments matériels et cognitifs. Elle décrit la succession des civilisations¹⁸ comme un processus de *déterritorialisation*, c'est-à-dire de destruction du système d'établissement humain, et de *reterritorialisation* par les nouveaux modèles de civilisation qui réinterprètent l'environnement selon diverses *médiances culturelles*¹⁹. Au cours de ce processus, qui se rapporte en Toscane aux civilisations étrusques, romaines, au haut Moyen-Age, au bas Moyen-Age (communale), à la Renaissance, à l'époque *lorenese*, une augmentation progressive de la *massa territoriale* est produite selon les règles de co-évolution de l'établissement humain et de l'environnement. Ces règles sédimentent les persistances et les permanences en terme de qualité des mor-



Fig. 8 - Processus de territorialisation : civilisation romaine Gargano Pouilles - Plan paysager de la Région Pouilles. Source, <http://www.paesaggio.regione.puglia.it/>

phototypes, d'archétypes, de paysages, de modèles socio-culturels, de milieu, de forme d'habiter considérés comme l'"art de construire la terre"²⁰.

Cette démarche analytique (Fig.7) permet d'interpréter les morphotypes et les figures territoriales contemporaines issus du processus historique de territorialisation (Fig.8). Elle permet de comprendre les règles de reproduction (*l'art d'édifier* de Léon Battista Alberti)²¹ de cet organisme vivant de haute complexité produit par les divers cycles de fécondation de la nature par la culture²².

5) Approche biorégionaliste

L'approche biorégionale, réinvestie par l'école territorialiste autour du concept de *biorégion urbaine*²³, réinterprète les contributions des quatre approches précédentes dans un tableau méthodologique synthétique. Cette approche définit les relations d'équilibre dynamique entre les établissements humains et l'environnement et en optimise les qualités. Le projet de territoire *Biorégion* porte sur une vaste étendue qui correspond aujourd'hui au territoire de l'habiter et de l'urbain et il construit les conditions potentielles de rééquilibrage des rapports entre établissement humain et environnement au niveau géographique. Pour cela, les modes de vie urbains et ruraux, les relations de synergie ville-campagne – allant des tissus les plus denses de l'aire métropolitaine jusqu'à ceux, plus clairsemés, de la colline et de la montagne – sont mis au coeur du projet de reconstruction de l'*urbanité* des lieux dans une forme plurielle et multicentrique.

L'acception « territorialiste » de la notion de « biorégion » fait en particulier référence aux études de géographie écologique de Paul Vidal de la Blache²⁴ et aux expériences de la Regional Planning Association of America (1923). Elle se réfère à la définition *bio-anthropique* de la « section de vallée » de Patrick Geddes²⁵ dans laquelle sont mis en relation la *co-évolution* des caractères ponctuels de la

structure hydro-géomorphologique des bassins hydrographiques avec les cultures productives spécifiques et les styles de vie. Elle s'inspire également de la « région de communauté humaine » de Lewis Mumford ²⁶.

Pour fonder le projet de territoire sur le concept de biorégion, nous avons réinterprété les principes de Patrick Geddes qui s'appuient sur l'idée :

- d'affirmer le principe de co-évolution entre le lieu (*place*), le travail (*work*) et les habitants (*folk*),
- de valoriser la particularité et l'unicité identitaire (*uniqueness*) de chaque région et de chaque ville,
- de mettre à exécution les analyses de longue durée (*reliefs and contours*) pour comprendre les relations de co-évolution (*naturelles et culturelles*) « à l'œuvre » dans chaque région,
- de mettre en évidence les principes de co-évolution de longue durée qui proviennent de ces relations, (*Regional Origins*), comme des guides pour comprendre les règles invariantes de la « biorégion ».

Le concept de « co-évolution » (que j'ai développé dans l'approche *historique structurale*) préserve le concept de « Biorégion » (par les figures territoriales émergentes issues de l'approche *morpho-typologique*) des possibles dérives déterministes qui feraient dépendre l'établissement humain des configurations de l'environnement (présentes par exemple dans les conceptions analogiques de la « ville comme organisme » de l'Ecole de Chicago, dans la culture de Spencer). Le processus co-évolutif interprète les règles environnementales (que je développe dans l'approche *écologique*) à travers la *médiance* culturelle d'une civilisation (Berque), comprise comme l'interprétation et la pratique par les habitants d'un « lieu » (approche *perceptive identitaire*) qui pour eux n'est ni naturel ni culturel, mais le fruit d'une relation dynamique entre chacun de ses composants.

Les récentes ré-élaborations territorialistes de ces concepts tiennent compte de la définition donnée par Claudio Saragosa de l'*écosystème territorial* ²⁷, qui substitue au concept d'« environnement » celui de « territoire » en redéfinissant les dynamiques relationnelles de l'établissement humain, en particulier de la ville, réinterprétée comme Biopoli, la ville de la vie (*la città della vita* ²⁸).

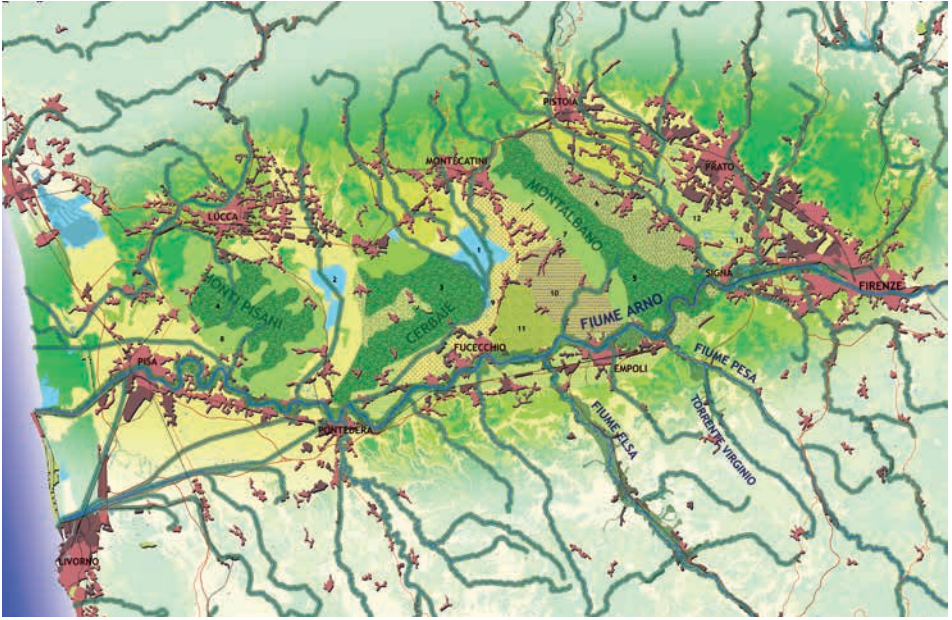


Fig. 9 - Le green core de la bio-région polycentrique de la Toscane Centrale.
Image et © A. Magnaghi, D. Fanfani 2010.

Ces redéfinitions font également référence aux théories de l'*autopoiesis* des systèmes vivants (Maturana & Varela 1973²⁹) et aux récents écrits de Christopher Alexander sur la structure de l'accord vivant pris dans son sens extensif³⁰. Ce dernier propose l'optimisation du système d'implantation comme le déploiement visible des règles dynamiques du vivant, en particulier, lorsqu'il évalue la qualité de l'architecture, de la ville et du territoire selon leur « degré de vie », à travers la théorie de l'expansion, de la récurrence, de l'interaction et du recouvrement des « centres » et de leurs propriétés (*field of organized forces*).

Enfin, parmi ces évolutions conceptuelles intervient ma propre définition de la *Biorégion* urbaine :

« Je fais référence à la définition de la *Biorégion* urbaine pour caractériser un ensemble de systèmes territoriaux locaux fortement transformés par l'homme, caractérisés par la présence d'une pluralité de centres urbains et ruraux organisés en systèmes réticulaires et non hiérarchisés. Ces systèmes sont reliés entre eux par des rapports environnementaux qui tendent à réaliser un bouclage des cycles de l'eau, des déchets, de l'alimentation et de l'énergie. Ils sont caractéristiques des équilibres éco-systémiques d'un bassin hydrographique, d'un nœud orographique, d'un système de vallées ou d'un système collinaire ou côtier, y compris de son arrière-pays, etc. » (Fig. 9).

« La *Biorégion* urbaine, constituée d'une multiplicité de systèmes territoriaux localisés et eux-mêmes organisés en grappes de petites villes et villes moyennes, en équilibre écologique, productif et social avec le territoire, peut s'affirmer aussi « grande et puissante » qu'une métropole. Elle est même plus puissante que le système métropolitain centre-périphérie, parce qu'à travers la valorisation et

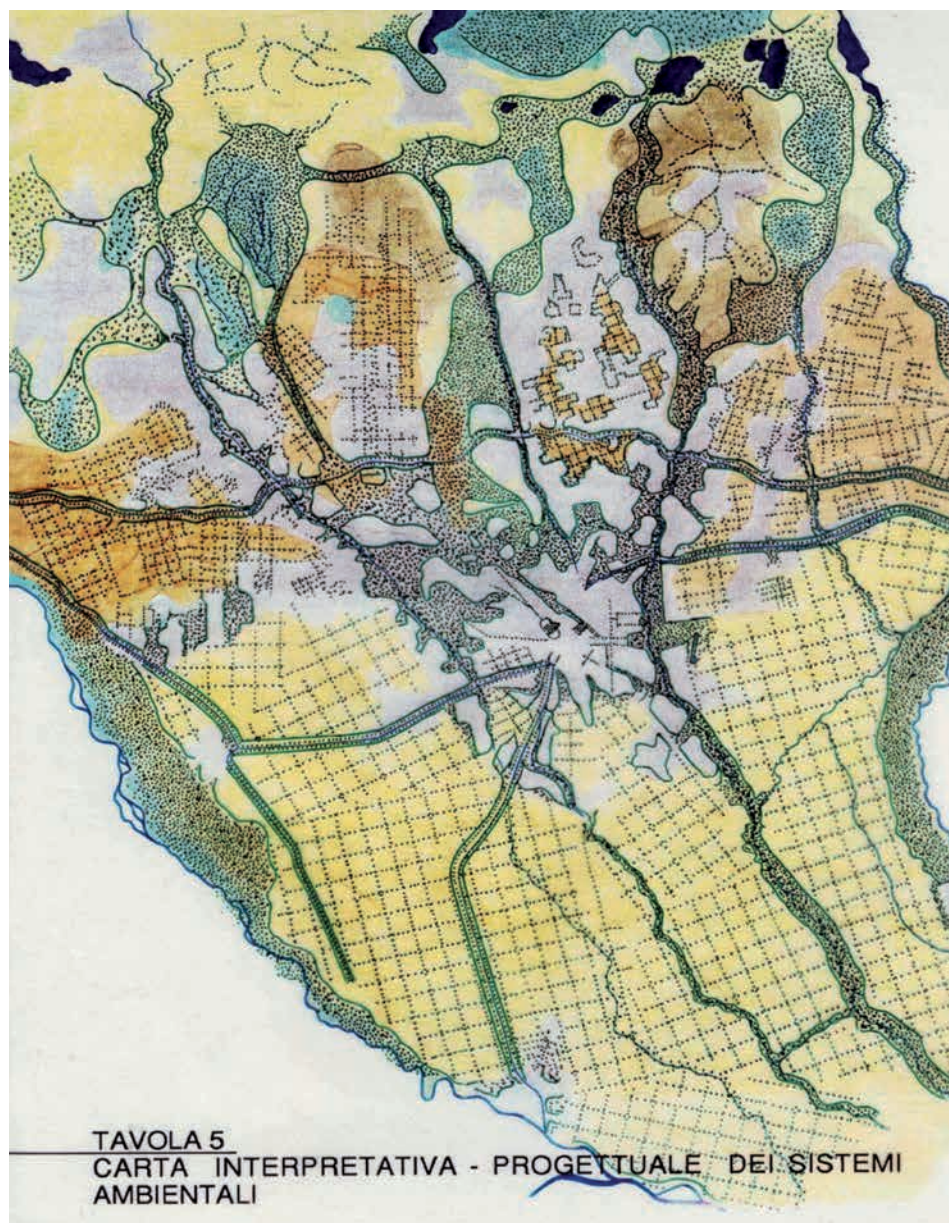


Fig. 10 - Le projet des espaces ouverts, biorégion de Milan.
 Image et © A. Magnaghi, Piano di risanamento della Regione milanese, 1995.

la mise en réseau de chacun de ses nœuds périphériques, elle produit plus de richesse. Elle évite les engorgements, les pollutions. Elle évite les dépenses externes en réduisant les coûts énergétiques et ceux liés aux urgences environnementales, en réduisant à la source les déplacements inutiles, en construisant des équilibres écologiques locaux. A leur tour ils réduisent l'empreinte écologique, et ainsi l'insoutenabilité d'un prélèvement des ressources appauvrissant des régions lointaines ³¹ ».

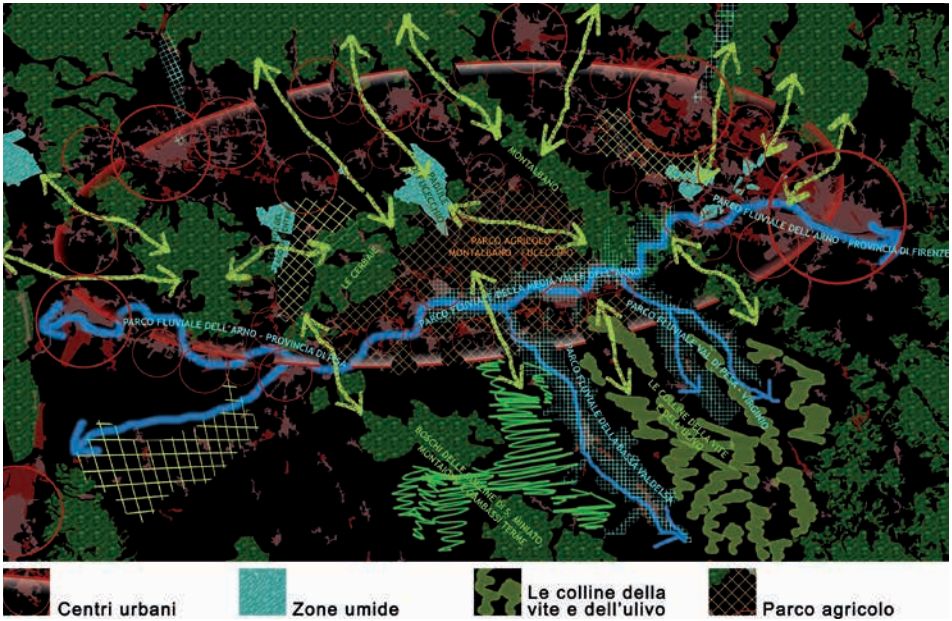


Fig. 11 - Projet de biorégion urbaine pour la Toscane centrale.
Image et © A. Magnaghi, D. Fanfani 2010.

Le territoire de la biorégion assume alors les caractères d'un « système vivant de haute complexité »³². Il est alors assimilable aux systèmes d'autopoesis pour lequel "environnement et organismes vivants *coévoluent*" (Maturana & Varela 1973³³) dans un processus dynamique où les permanences et les changements structuraux induits par les perturbations du milieu garantissent son auto-reproduction dans autant de réseaux *autopoïétiques* "produits à l'identique en continu" ("*produce continuamente se stessa*").

Dans cette acception, la biorégion est avant tout un instrument interprétatif pour affronter la dégradation actuelle de nos urbanisations diffuses postubaines (*structures-destroying transformation* dirait Alexander), caractérisée par l'interruption du rapport de co-évolution entre culture de l'établissement et écosystème, par un déséquilibre anormal du rapport entre espaces construits et espaces ouverts, par d'immenses *empreintes écologiques* et par une dissolution du concept de ville dans des structures fortement dissipatives qui produisent un abaissement radical de la qualité environnementale et de l'habiter et entraînent des consommations énergétiques croissantes. Dans ce contexte critique les critères biorégionaux confèrent au *projet multifonctionnel des espaces ouverts* (agroforestiers, fluviaux, naturels) un rôle central dans l'autosoutenabilité du projet de territoire (Fig.10), et donnent au *projet de réseaux complexes de centralité urbaine* un rôle de refondation de l'urbanité et du gouvernement, considéré comme un guide pour la différenciation des configurations territoriales et la complexification de leurs relations.

Règles de transformation et statut des lieux

Dans la schématisation graphique de l'approche multidisciplinaire que je présente (TAV. 2), les règles de transformation (C) se forment à partir de :

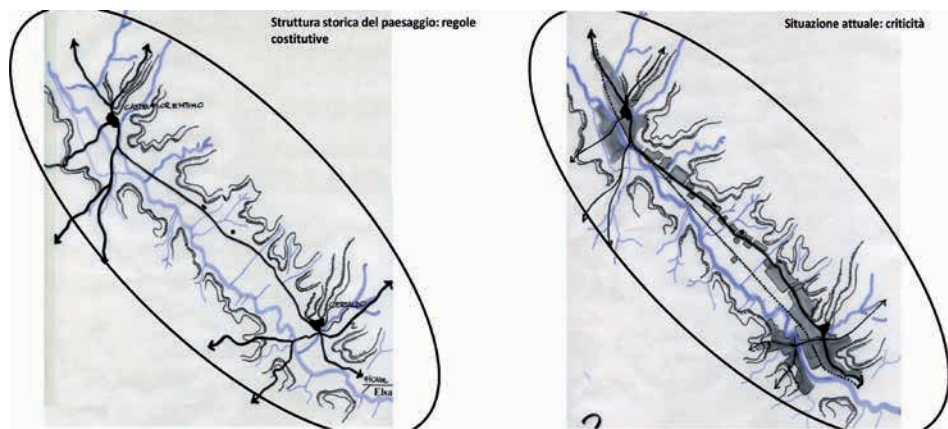


Fig. 12 - Plan Paysager de la Région Toscane (2013) règles figurées (Val d'Elsa).
Image et © A. Magnaghi.

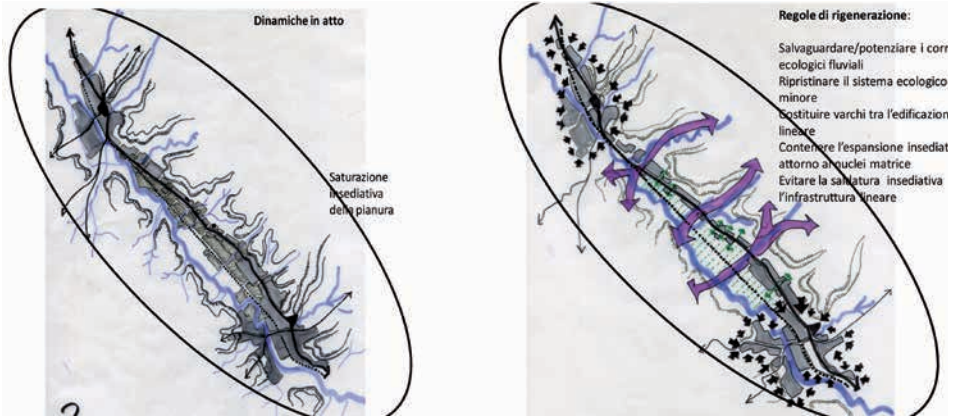
- La représentation des morphotypes (1) et l'autoreprésentation perceptive des paysages (2) ;
- La décodification des règles morphogénétiques avec les approches écologique (3) et historique-structurale (4) ;
- La synthèse du processus co-évolutif de l'approche biorégionaliste (5).

Au-delà d'une méthodologie de projet, cette démarche constitue un instrument d'interprétation et d'évaluation de l'état de conservation du patrimoine et d'analyse critique de ses transformations contemporaines dans chaque contexte régional. Il se concrétise dans un corpus de règles qui constituent le *statut du territoire*, c'est-à-dire des règles définissant les conditions de reproduction du patrimoine face aux différents projets de transformation et au-delà, permettant d'en augmenter la valeur (valeur ajoutée territoriale).

Dans la méthode que j'expose pour des modèles locaux de développement, l'auto-soutenabilité du territoire n'est garantie qu'à condition que les règles qui guident le projet soient *socialement partagées*. Cela signifie que doit être attribuée au statut du territoire une *valeur constituante* de l'identité d'une biorégion.

Pour permettre la construction des règles socialement partagées et donner au statut du territoire une *valeur constituante*, des *règles figurées* (développement des chartes paysagères françaises et des *Form based codes* du new urbanism) ont été élaborées dans les deux plans de paysages de la région des Pouilles et de la région Toscane. Des normes ont été non seulement écrites, mais également insérées en commentaire des figures territoriales qui représentent les morphotypes urbains, territoriaux, environnementaux et forestiers (Fig.11 et 12).

A partir de ces figures et, avant, de cartes du patrimoine (cognitives et expertes), il est possible de conduire les processus participatifs qui aboutissent à l'élaboration sociale de reconnaissance des valeurs territoriales, de traitement réglementaire et de construction de scénarios de transformation fondés sur la valorisation du patrimoine.



NOTES :

(1) A. Magnaghi, *Il progetto locale. Verso la coscienza di luogo*, Bollati Boringhieri Torino, 2010 a, 2000; ed. fr. *Le projet local*, Mardaga, Sprimont, 2003.

(2) CIST: <http://www.cist.unifi.it/mdswitch.html> Osservatorio del Paesaggio; <http://www.paesaggioscana.it/>

(3) Le terme de « retro innovation », avant de trouver une application scientifique, prend son origine dans le positionnement revendiqué par la boulangerie de Pierre Poilâne rue du Cherche-Midi à Paris : « Nous n'avons de cesse, cependant, de trouver les meilleurs ingrédients et les meilleures techniques de fabrication. Prendre le meilleur du passé et le meilleur du présent, c'est ce que Lionel Poilâne appelait la « Retro-Innovation ».

(4) Voir www.paesaggio.regione.puglia.it/ et A. Magnaghi, « La via pugliese alla pianificazione del paesaggio », in *Urbanistica* n°147, Roma, 2011.

(5) A. Magnaghi, D. Fanfani (a cura di), *Patto città campagna. Un progetto di Bioregione policentrica per la Toscana centrale*, Alinea, Firenze, 2010.

(6) A. Magnaghi, «Una metodologia analitica per la progettazione identitaria del territorio», in Magnaghi A. (a cura di), *Rappresentare i luoghi, metodi e tecniche*, Alinea, Firenze, 2001, p. 7-52.

(7) F. Choay, *Le patrimoine en question: Anthologie pour un combat*, Seuil, Paris, 2009.

(8) T. Marsden, J. Banks, G. Bristow., « The social management of rural nature: understudying agrarian-based rural development », *Environment and planning*, A 34 (5), pp.809-826.

(9) www.societadeiterritorialisti.it

(10) W. Goethe, *La métamorphose des plantes et autres écrits botaniques*, Traides Paris, 1992. (1ère éd. 1790) ; M. Weber, *La ville*, Aubrel, Paris 1982; D'Arcy Thompson, *Forme et croissance*. Seuil, Paris, 2009. (1ère éd. 1917).

(11) « chaque civilisation imprime sa propre forme au monde » O. Spengler, *Le déclin de l'Occident* (2 tomes 1918 & 1922), Gallimard, Paris, 2000.

- (12) K. Lynch, *L'image de la cité*, Dunod, Paris, 1998, (1ère éd. *The image of the City*, 1960).
- (13) K. Leslie, *Mapping the millennium: the Sussex millennium parish maps project*, Chichester West Sussex County Council, Selsey Press, Selsey, 2001.
- (14) A. Magnaghi, Montespertoli. *Le mappe di comunità per lo statuto del territorio*. Alinea, Firenze, 2010.
- (15) Malcevski S., *Reti ecologiche polivalenti*, Il Verde Editoriale, Milano, 2010.
- (16) A. Magnaghi, "Una metodologia analitica per la progettazione identitaria del territorio", in Magnaghi A. (a cura di), *Rappresentare i luoghi, metodi e tecniche*, Alinea, Firenze 2001, p. 7-52.
- (17) Territorializzazione-Deterritorializzazione-Riterritorializzazione: A. Turco, "*Verso una teoria geografica della complessità*", Unicopli, Milano, 1988; C. Raffestin, « Territorializzazione-deterritorializzazione-riterritorializzazione e informazione », in Turco A. (a cura di), *Regione e regionalizzazione*, Angeli, Milano, 1984, pp 69-82).
- (18) O. Spengler, op. cit.; F. Braudel, *Grammaire des civilisations*, Flammarion, Paris, 2008 (1ère éd. Arthaud, Paris, 1967) ; F. Braudel, *La Méditerranée* (2 tomes 1977 & 1978), Gallimard, Paris, 2009.
- (19) A. Berque, 2000, *Médiance, de milieux en paysages*, Paris, Belin/Reclus, 2000 (1ère éd. 1990).
- (20) M. Heidegger, *Saggi e discorsi*, Mursia, Milano, 2007.
- (21) L.B. Alberti (2004), *L'art d'édifier*, Seuil, Paris (1ère éd. 1485).
- (22) « Tout ce qui est vivant crée une atmosphère autour de lui » W. Goethe, *Maximen und Reflexionen*, Wegner, Amburg, 1953.
- « Il n'y a pas une seconde ville dans laquelle l'impression d'ensemble, la figure visible et les souvenirs, la nature et la culture coopèrent et donnent si fortement l'impression de l'œuvre d'art (...) même les montagnes dénudées derrière Fiesole (...) interviennent comme le pourtour d'une image caractérisée par l'esprit et par la culture » (G. Simmel, *Rome, Florence, Venise*, Editions Allia, Paris, 2006, (1ère éd. 1906).
- (23) A. Magnaghi, "Il progetto della bioregione urbana. Regole statutarie e elementi costruttivi" in: MAGNAGHI A: (a cura di), *La regola e il progetto: un approccio bioregionalista alla pianificazione territoriale*, Kluwer, Milano, 2013; A. Magnaghi, *La biorégion urbaine. Petit traité du territoire bien commun*, Eterotopia/France, Paris 2014.

(24) P. Vidal de la Blache, E. Martonne (de), *Principes de la géographie humaine*, Paris, Archives Karéline, 2008 (1ère éd. 1922).

(25) P. Geddes, *L'évolution des villes, une introduction au mouvement de l'urbanisme et à l'étude de l'instruction civique*, Paris, Temenos, 1994 (1ère éd. *Cities in Evolution*, Londres, Williams & Norgate, 1915).

(26) L. Mumford, *La cité à travers l'histoire*, Agone, Marseille, 2001 (1ère éd. *The city in history*, 1961). Le biorégionalisme est la « forme d'organisation humaine décentralisée qui, en proposant de maintenir l'intégrité des processus biologiques, des formations de la vie et des formations biologiques spécifiques de la biorégion, aide le développement matériel et spirituel des communautés humaines qui l'habitent. » (Thomas Rebb).

(27) C. Saragosa, *L'insediamento umano. Ecologia e sostenibilità*, Donzelli, 2005.

(28) C. Saragosa, *Città tra passato e futuro. Un percorso critico sulla via di Biopoli*, Donzelli, 2011.

(29) H. Maturana & F. Varela, *Autopoiesis and Cognition: the Realization of the Living*. Robert S. Cohen and Marx W. Wartofsky (Eds.), Boston Studies, Boston, 1973.

(30) C. Alexander, *A Pattern language, town, buildings, construction*, Oxford University Press, Oxford, 1977 ; C. Alexander, *The Nature of Order: An Essay on the Art of Building and the Nature of the Universe*, CES, Berkeley, 2002.

(31) A. Magnaghi, *Il progetto locale*, op. cit.

(32) F. Capra, *La Toile de la vie : Une nouvelle interprétation scientifique des systèmes vivants*, Paris, Le Rocher, 2003 (Ed. or. *The Web of Life*, 1997) ; C. Saragosa, *L'insediamento umano. Ecologia e sostenibilità*, op. cit. ; A. Magnaghi, *Il progetto locale*, op. cit.

(33) H. Maturana & F. Varela., *Autopoiesis and Cognition: the Realization of the Living*. Robert S. Cohen and Marx W. Wartofsky (Eds.), Boston Studies, Boston, 1973.

Bénédicte Grosjean

LA « VILLE DIFFUSE » CONTRE LE PROJET MODERNE ? MODES DE FORMATION DE LA NÉBULEUSE URBAINE BELGE

La notion de « ville diffuse » est trop souvent utilisée comme seul synonyme de dispersion urbaine, interchangeable avec les mots de « péri-urbain », « ville éclatée », « étalement », etc. Pourtant, ce n'est pas sa caractéristique de faible densité qui fait son intérêt pour la morphogenèse ni, plus largement, pour les chercheurs qui questionnent l'urbanisme contemporain.

Bien sûr, c'est la proportion exponentiellement croissante d'urbanisation dispersée qui attire les regards sur elle. Mais la « ville diffuse » mène à un réel changement de paradigme, inscrit dans l'évolution radicale de la pensée qui affronte aujourd'hui les principes de risque, d'incertitude, de controverses ¹ ou encore, d'empowerment ² des sociétés. En urbanisme, les travaux sur la « ville diffuse » ont contribué à la remise en question du modèle moderne de croissance urbaine, et au renouvellement des manières d'agir sur les territoires habités ³.

« Ville diffuse » versus urbanisme opérationnel

L'urbanisme opérationnel, en France notamment, cherche à dépasser les pratiques de grande planification *ex-nihilo* au moyen du « projet urbain », une notion malgré tout encore flottante : en théorie ⁴, il s'agit d'intégrer à la conception urbaine une pluralité d'acteurs et de disciplines, et de l'envisager dans une multiplicité de temporalités et d'échelles intervention. En pratique, la quasi-totalité de ces projets urbains s'inscrivent dans un périmètre foncier maîtrisé par les pouvoirs publics (la ZAC ⁵), sous l'égide d'un coordinateur (l'urbaniste de ZAC), et suivant un grand dessin (le plan de ZAC), dont la valeur se mesure à sa capacité à agencer de manière « équilibrée » la plus grande diversité de fonctions (la « mixité ») et à celle, ensuite, à encaisser les plus grandes modifications (la « flexibilité ») sans que le discours légitimant les desseins de départ ne soit mis en défaut.

Dans ce contexte, la « ville diffuse » fascine parce que personne ne l'a dessinée et planifiée, organisée ou structurée. Pourtant, elle fonctionne bien économiquement, comme le montre l'exemple du Veneto examiné ci-après ; et c'est là que tout le monde souhaite habiter, comme on le voit clairement en Belgique. Les grands centres villes, en effet, y sont tellement peu valorisés par la population locale que seules les catégories mobiles, précaires ou d'immigration récente les investissent ⁶.

Alors, comment définir cette « ville diffuse » ? Une de ses principales caractéristiques concerne son mode de formation. C'est pourquoi l'approche morphogénétique est nécessaire à son analyse : la regarder à un instant *t*, et dans un seul cadrage donné, ne suffirait pas pour la qualifier ⁷. Mais surtout, un important travail de construction des images de sa morphogenèse est indispensable, parce que cette cartographie, contrairement à celle des villes, n'existent pas dans les archives de l'urbanisme ⁸. Comme celui-ci s'est toujours centré, par définition, sur le développement des agglomérations, les territoires de l'urbanisation dispersée n'y apparaissent qu'en périphérie, représentés ainsi, souvent sommairement, aux confins des plans. C'est le premier changement qu'implique la « ville diffuse » : celui de déplacer, de décentrer son regard.

La città diffusa : générique et/ou chaotique ?

C'est en 1990, à l'Institut Universitaire d'Architecture de Venise (IUAV), que paraît une première étude portant explicitement sur le « vide » entre les villes : « cette recherche part de l'hypothèse que l'aire centrale du Veneto, comprise entre les villes de Venezia, Padova et Treviso, a changé de nature. C'est-à-dire qu'elle est passée d'une urbanisation diffuse à une autre que nous appellerons, provisoirement, « ville diffuse ». » ⁹

Il y avait déjà plusieurs décennies que des penseurs italiens (G. Samonà, G. De Carlo, M. Tafuri, notamment) s'intéressaient à une nouvelle échelle de l'urbanisation (*città-territorio*, *città-regione*) et en particulier « à une nouvelle forme d'urbanité, ouverte et dispersée » ¹⁰. Ce faisant, ils remettaient aussi en question « la planification urbaine totale » au profit de l'identification de « quelques points sur lesquels faire levier » ¹¹.

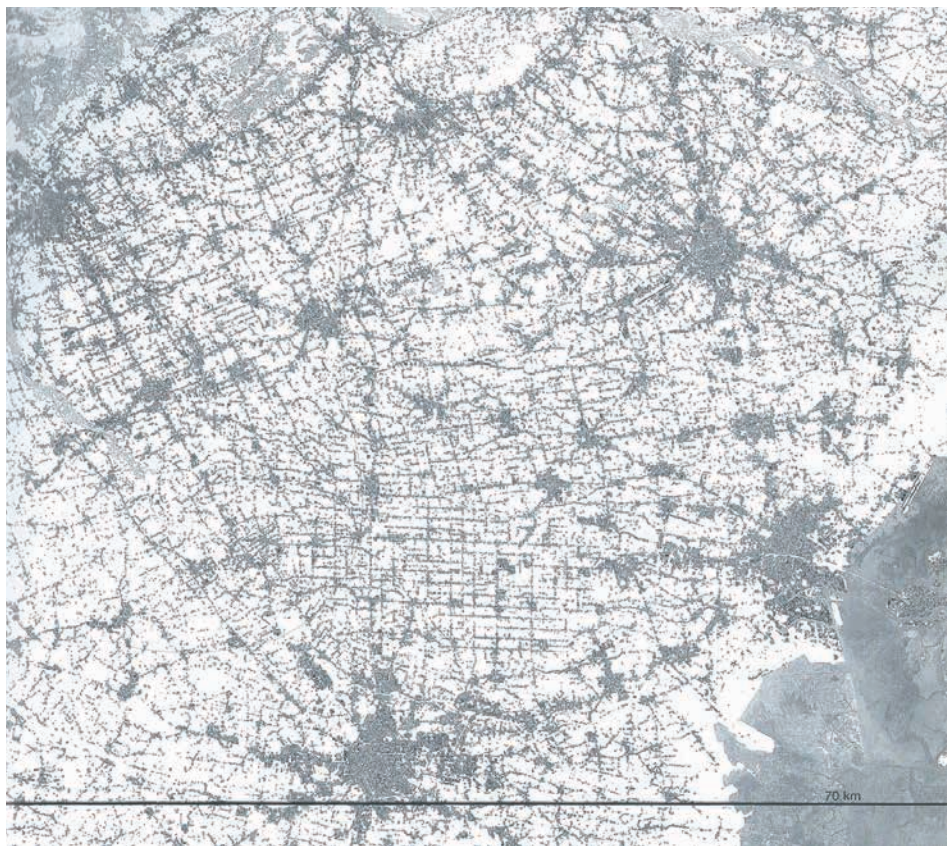


Fig.1 - Distribution du bâti dans le Veneto, territoire de référence pour la définition de la "città diffusa".

Source, S. Munarin, M. Tosi, *Tracce di città*, Milan, ed. Franco Angeli, 2001, p.29.

Et dans les années 1990, nombreux furent ceux qui ont proposé de nouveaux termes pour aborder ces territoires ni urbains ni ruraux ¹², souvent pris entre fascination et répulsion : « l'hyperville » de A. Corboz, la *zwischenstadt* de T. Sieverts sont les néologismes les plus élaborés, aux côtés de ceux de ville éclatée, ville émietlée, ou ville émergente qui se sont répandus en France après la « rurbanisation » de Bauer et Roux ¹³ (1976).

La *città diffusa* définie à l'IUAV se distingue des autres termes par la précision de ses caractéristiques, explicitement listées. D'abord, la ville diffuse du Veneto comprend toutes les fonctions urbaines : non seulement l'habitat mais aussi l'activité productive, les services et équipements publics, tout type de commerces. Ensuite, ces éléments sont dispersés mais hautement connectés entre eux : la ville diffuse se développe sur une trame territoriale préexistante déjà dense, telle que la centuriation romaine, en Italie, ou celle des réseaux de bourgs, en Belgique comme dans la Ruhr. Enfin, ces connections sont qualifiées « d'horizontales » par opposition à l'organisation radio-concentrique (pyramidale ou verticale) des flux hiérarchisés de ce que les auteurs nomment « aires métropolitaines ». La ville diffuse « n'est pas la périphérie de quelque chose » dit B. Secchi ¹⁴, ce qui l'oppose déjà au péri-urbain.

Mais ce sont encore d'autres caractéristiques qui la rendent tout à fait spécifique. Ces chercheurs montrent que ce sont avant tout les campagnes vénétiennes qui s'urbanisent - et leurs habitants qui changent de pratiques – plutôt que les villes qui s'étalent ou des urbains qui se délocalisent. Ils décrivent aussi comment la restructuration des grandes entreprises a libéré une force de travail qui s'est dirigée, soit vers le travail à domicile, soit vers une petite production locale : ainsi s'est structurée une « connection étroite entre résidence et activité productive ». Enfin, ce développement des activités disséminées dans le territoire a été soutenu par l'arrivée d'autres entreprises plus importantes, qui quittaient les centres urbains pour retrouver une main d'œuvre plus abondante.

La structure d'implantation s'est d'abord constituée en « îles », entre lesquelles les connexions étaient encore peu marquées ¹⁵. Dans ces premiers noyaux, à caractère généralement familial, la production maraîchère de consommation personnelle était encore courante, ce qui réduisait les achats quotidiens ; tandis que la demande de services publics collectifs était faible, car les formes de solidarité locale y étaient toujours présentes. Ce n'est qu'ensuite que les infrastructures de communication et l'offre d'équipements publics s'étoffent et se complexifient, en parallèle aux besoins qui se développent dans ce territoire.

Pour résumer, la città diffusa se forme par la densification de points préalablement dispersés et non par la dispersion d'une masse urbaine déjà dense, à l'inverse de l'étalement urbain qui, lui, est généralement soutenu par une offre d'infrastructures préexistantes. Deuxièmement, la città diffusa est une urbanisation qui n'a pas été planifiée, organisée et structurée à une échelle collective et/ou publique, c'est la somme d'interventions ponctuelles, indépendantes entre elles, qui s'additionnent pour former un résultat que personne n'a conçu tel quel.

La première de ces caractéristiques motive l'usage de la morphogenèse pour aborder ces territoires, car c'est en regardant la manière dont l'urbanisation prend forme qu'on peut saisir les logiques qui sous-tendent son développement. Et c'est la seconde caractéristique qui mène les chercheurs à remettre en cause des modèles et des pratiques de l'urbanisme : le modèle d'organisation radio-concentrique du territoire, d'abord, qui a marqué la pensée du 20^e siècle et qui était légitimé par l'attractivité des centres, mais que la mobilité généralisée et les communications de plus en plus dématérialisées rendent caduque ¹⁶ ; et la pratique de la planifica-

tion urbaine, ensuite, qui était basée sur des prévisions à grande échelle et sur des plans de zonages statiques, de plus en plus inapplicables dans les conditions de mouvance et d'incertitude et où se situe l'action territoriale aujourd'hui.

Evidemment, dès lors qu'on reconnaît et assume la déficience des moyens de prévisions, l'absence de structures lisibles ou d'organisation collective, et l'abandon de vision d'ensemble, d'autres problématiques surgissent. Ce n'est pas un hasard si, dans les mêmes années 1990, deux autres notions ont eu autant d'échos en urbanisme : le « chaos », et la ville générique ¹⁷, c'est-à-dire l'anarchie - ou un ordre très complexe qui dépasse notre compréhension ¹⁸ - souvent évoquée pour la ville contemporaine, et à l'inverse, la répétition infinie, indépendante des particularismes locaux, l'uniformisation totale des modes de faire, de produire et d'habiter, discours également récurrent sur l'urbanisation mondiale.

Le travail qui suit est consacré à une étude de cas, le Brabant belge, ex- province autour de Bruxelles scindée en deux en 1962 par le passage de la frontière linguistique. Il vise à montrer dans un premier temps, la proximité de ce terrain avec les caractères stricts de la città diffusa italienne, au-delà de la seule faible densité ; puis à expliciter quels ont été les facteurs de sa formation, pour enfin saisir l'enjeu de la construction de représentations morphogénétiques, qui rendent visibles les formes produites : la part de « chaos » et de « générique » dans celles-ci pourra être largement relativisée.

Un « hors champ » des modèles géographiques

L'urbanisation belge a souvent posé question aux géographes : l'Institut National de Statistiques belge avait développé des notions particulières pour la décrire, telles que les « noyaux d'habitat » ou bien les constructions « en ruban ». En effet, ce n'est que dans un cadrage assez restreint, autour des centres urbains, que la densité bâtie s'organise selon les anneaux décroissants du modèle radio-concentrique. Ailleurs, elle est restée sous forme de petits bourgs et s'est surtout développée le long des réseaux viaires, densément maillés : c'est cette urbanisation constituée par une seule épaisseur de bâti qui est nommée « en ruban » ¹⁹. Ensuite, jusqu'en 1991, on comptabilisait en Belgique des « noyaux d'habitats », définis par un espacement maximal de 100m. entre constructions, et cet écart était encore restreint à 50m. dans le cas d'un « ruban » urbanisé de plusieurs kilomètres. A ce moment, 2,7% seulement de ces noyaux avaient plus de 10.000 habitants, tandis que 86% avait moins de 2000 habitants.



Fig. 2 - L'urbanisation en "rubans" dans la ville diffuse belge.
Source, Google Maps.

Quand on sait qu'en France, on ne mesure rien d'urbain en deçà de 2000 habitants, mais que ce bâti peut contenir des écarts allant jusqu'à 200m., on se rend compte qu'une majeure partie de l'urbanisation belge se trouverait, en France, dans un entre-deux définitionnel : pas assez peuplé pour être urbain, mais pourtant 2 à 4 fois moins dispersé que l'urbanisation française.

Si la Belgique n'applique pas le critère des 200m. – devenu européen depuis qu'il a été choisi par Eurostat - pour la définition des agglomérations, c'est parce qu'il engloberait la majeure partie des villes belges dans un même continuum urbanisé ²⁰, qui s'étendrait de Lille, en France, à Maastricht, aux Pays-Bas, en passant notamment par Courtrai, Gand, Bruxelles, Louvain, Tongres, Hasselt et Liège, gommant complètement la structure historique de ces villes dans le territoire.



Fig. 3-5 - Images caractéristiques de la ville diffuse belge : la densification dans l'existant plutôt que l'étalement ; le commerce au sein des villages ; la forte présence des "routes-marchés" habitées.
© Bénédicte Grosjean.

Alors, d'où vient cette forme urbaine complexe, la nébuleuse grisée qui apparaît sur les cartes de l'urbanisation européenne ? On lui attribue des facteurs variés, depuis le goût des belges pour la maison individuelle jusqu'à des caractéristiques territoriales très anciennes. Le géographe français Roger Brunet, qui a travaillé sur la partie « lotharingienne » de l'Europe ²¹, a montré que ces territoires – entre mondes latin et germanique – avaient trois caractéristiques communes et liées entre elles : ils sont très découpés (périmètres étroits, limites instables) ; ils ont assis leur économie sur les échanges et non sur l'accumulation de biens ; ils sont criblés de villes, petites mais nombreuses.

Ces traits correspondent assez bien à la Belgique qui, au moment de son Indépendance ²² (1830), se distinguait par une vie locale dynamique, productive et urbaine, basée sur le commerce, une industrie déjà bien lancée et des exportations importantes, mais dont l'identité globale était pauvre voire inexistante : c'était une somme de territoires, qui avait tout à construire de manière bottom-up ²³, tant le niveau national nouvellement créé manquait de légitimité propre.

Des facteurs historiques générant la « ville diffuse »

Trois causes reconnues de développement urbain dispersé se mettent en place au 19^e siècle ou, plus précisément, entre 1869 et 1914. Ces trois politiques publiques concernent les chemins de fer et l'habitat : ensemble, elles vont donner forme à des liens spécifiques entre mobilité et urbanisation.

En 1869, une loi instaure des abonnements de chemins de fer destinés aux ouvriers (elle sera étendue aux employés), réduisant le prix sur le trajet domicile travail. Cette pratique sera mise en place dans d'autres pays mais pas avec la même ampleur : en 1895, le prix de ces trajets était la moitié de ce que payaient les ouvriers autour de Paris ; les ouvriers belges pouvaient prendre tous les trains avec ces coupons et pas seulement des trains spéciaux ; enfin, ils furent autorisés pour des distances allant jusqu'à 100 km.

En 1885, une loi fonde la Société Nationale des Chemins de fer Vicinaux : ce sont des chemins de fer étroits, aussi appelés « économiques » ou « d'intérêt local » en France. Cette société, dans ses premiers 15 ans d'existence, va étoffer le réseau national existant de près de 50%, l'ensemble atteignant une apogée en 1914 avec



les plus hautes densités au monde ²⁴. Ce développement a été rendu possible par un mode de fonctionnement particulier de la SNCV, qui n'a fait que susciter et coordonner des initiatives locales.

En 1889, enfin, est promulguée une loi pour l'habitat, dite « de l'ouvrier propriétaire ». Son principe est que l'Etat prête de l'argent, via des sociétés de crédits intermédiaires, aux ouvriers qui veulent construire – là où ils le souhaitent, comme ils le souhaitent, disait-on à l'époque – plutôt qu'il ne les construise lui-même, en les planifiant massivement dans des lieux spécifiques (aux abords des industries et des grandes villes).

Ce dispositif s'inscrit assez nettement dans le principe de subsidiarité ²⁵, qui est considéré comme un apport de la Belgique à la pensée politique au 19^e siècle, mais il n'est pas le seul. La manière dont se constitue le réseau vicinal, par exemple, est également représentative d'un processus d'urbanisation par addition d'initiatives locales, bien que financé par les pouvoirs publics.

Le vicinal est un chemin de fer moins lourd et donc moins cher ; ses tracés ont des rayons de courbure plus petits, qui « collent » mieux au relief et demandent moins d'ouvrages d'art et de talutage. Ces lignes passent ainsi au cœur des villages, et leurs usages sont fort différents de ceux des lignes nationales : bien plus que relier deux villes à ses extrémités, tout le linéaire du tracé concourt ici à une desserte fine du territoire et la moindre déviation avait ses enjeux. En effet, contrairement au réseau à écartement normal – qui a été planifié, conçu à l'échelle nationale et dès 1830, pour rayonner sur Bruxelles – l'établissement d'une ligne vicinale était d'abord d'initiative communale ou même privée (à la demande de commerçants ou d'industriels qui désirent raccorder leur village ou leur entreprise au réseau). Une ou plusieurs communes s'adressaient à la SNCV avec une proposition de parcours ; celle-ci faisait des études techniques et commerciales puis le Ministère des Travaux Publics fixait le montant de la souscription de l'Etat (souvent, 50%). La SNCV se retournait alors vers les communes traversées, là où les provinces concernées, et les particuliers (sur certaines lignes, leur participation pouvait s'élever à 30%) pour compléter le capital nécessaire. Le mode d'actionnariat sépare ainsi financièrement chaque ligne : les pertes de l'une n'affectaient pas les autres, et cela a incité la plupart des communes à investir, en fonction de leurs besoins.

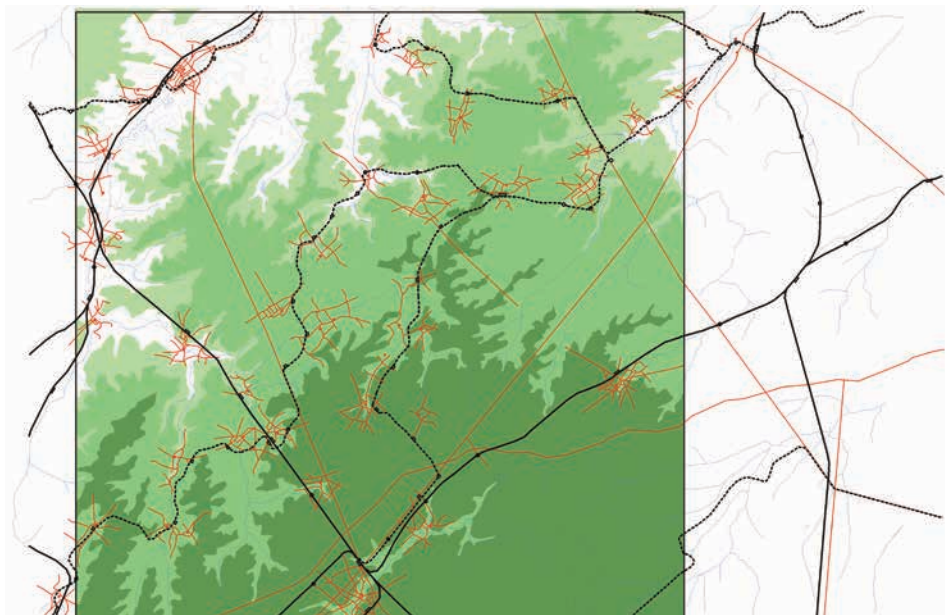


Fig.6 - Tracés du chemin de fer vicinal (en pointillé) par rapport au réseau national (traits pleins), à la topographie, et à la structure des villages (en rouge).
Cartographie de Bénédicte Grosjean, source ICM (1912-13), fond de plan IGN (1996).

Le réseau vicinal n'a donc pas été conçu comme tel, il n'est que la somme de toutes les nécessités locales, et le produit de toutes les négociations inter-communales. Mais l'addition de toutes ces lignes finit par couvrir entièrement la province et le pays d'un maillage dense et fin. Les lignes vicinales ne rayonnent sur les villes que dans un tout petit périmètre autour de celles-ci, tandis que leur grande majorité recoupe plutôt les grandes mailles du réseau national sans se focaliser sur les nœuds existants : au contraire, elles créent à chaque croisement, de nouvelles polarités. Ainsi, par exemple, aucune des deux demandes émanant d'une petite commune urbaine (Wavre), située à 30km de Bruxelles et mal reliée à celle-ci, ne concerne la capitale : elle est dans une logique de desserte des territoires environnants à mettre en réseau, et non pas de métropolisation de Bruxelles.

Habitat diffus, mobilité collective

Ce réseau, couplé au système d'abonnements, a contribué à instaurer des déplacements domicile-travail nombreux, précoces et multi-directionnels : entre les recensements de 1896 et 1910, la part d'ouvriers travaillant dans une autre commune que celle de leur résidence a doublé (elle est passée de 20 à 40%), tandis que la diffusion de la voiture, dans les Trente Glorieuses, n'a augmenté cette proportion que de 7% ²⁶.

La finesse de ce réseau de transport collectif a ainsi permis à l'habitat de rester dispersé mais a aussi soutenu une forme éparpillée et diversifiée des lieux de production et d'emplois. Comme l'observe Seebhom Rowntree en 1910 : « bien que l'agriculture occupe seulement 23% des personnes ayant une occupation quelconque, 56% de la population totale [belge] vit à la campagne » ²⁷.

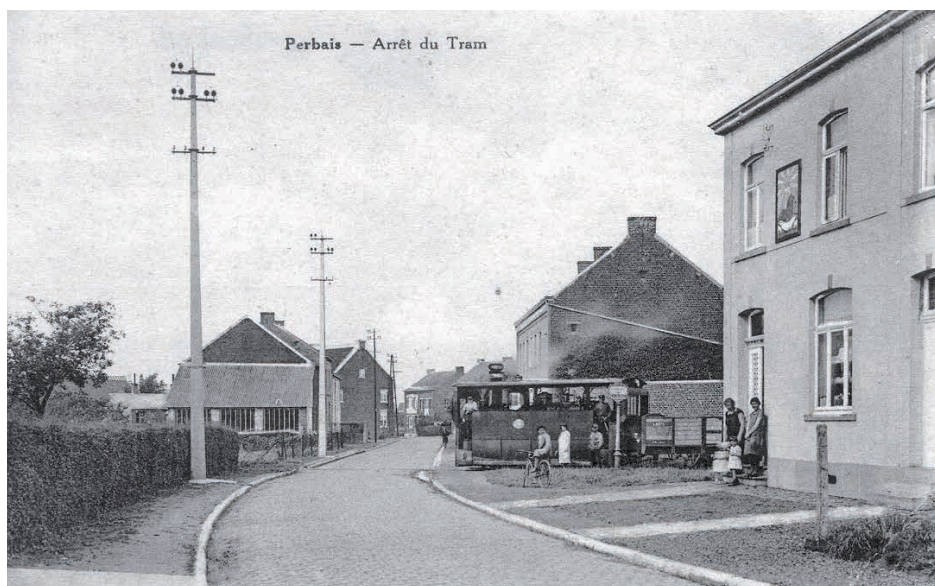


Fig. 7 - La proximité et la familiarité du vicinal dans les villages.

Source, coll. particulière C. Gilles (CherCha).

Autre indice, l'annuaire de 1901 du village de Chastre, une commune classée rurale (mais non agricole), liste 367 ménages, représentant 176 professionnels dont 8 seulement sont « fermiers et cultivateurs », les autres exerçant 51 métiers différents.

Enfin, l'analyse des mouvements domicile-travail ²⁸, répertoriés grâce aux abonnements enregistrés à chaque station, montre que des communes rurales pouvaient attirer plus d'emplois que des communes urbaines. On observe aussi que le nombre d'ouvriers qui se déplacent quotidiennement est important, même au départ de localités qui sont elles-mêmes bien pourvues d'industries, c'est-à-dire qu'il y a des échanges entre les régions. Enfin, on constate que les aires de dispersions sont très étendues et morcelées : 130 ouvriers par exemple au départ de Court St Etienne (à seulement 20 km de Bruxelles) se répartissent vers 37 destinations autres que la capitale.

Ce type de territoire remet donc en question des modèles courants dans l'histoire de l'urbanisme de cette période : l'exode urbain comme une migration définitive, alors que ces communes rurales sont habitées au quotidien par des ouvriers (et leurs familles) qui travaillent dans l'industrie ; ou l'image d'une « campagne agricole » arriérée, fascinée par la grande ville, alors qu'une mixité de fonctions et d'activités productives, attirant une population mobile, caractérise nombre de ces villages au début du siècle.

Mais surtout, ce territoire montre, dès cette époque, des caractéristiques de « ville diffuse » que l'on attribue, partout ailleurs, à la diffusion massive de la voiture individuelle au milieu du 20^e siècle : la pratique étendue de mobilité domicile-travail ; un marché du travail disséminé dans des communes qui ne sont pas néces-



Fig. 8 - La desserte ferroviaire du sud-est de Bruxelles en 1900 : réseau vicinal (en pointillés) et national (en traits pleins).

Cartographie de Bénédicte Grosjean, source ICM (1912-13), fond de plan IGN (1996).

sairement les villes ; et une distribution des flux de type « horizontal », grâce à des réseaux maillés, multi-polarisés et faiblement hiérarchisés.

Enfin, le dernier aspect caractéristique de cette urbanisation concerne l'habitat individuel. Celui-ci est commun à toutes les formes de suburbain mais, dans le cas de la « ville diffuse », une approche morphogénétique est nécessaire pour analyser la manière dont cet habitat s'implante dans le territoire. Et celle-ci va contredire un a priori tenace sur les processus d'urbanisation par addition : ce n'est pas parce qu'on peut construire où on veut comme on veut, qu'on le fait forcément n'importe où, n'importe comment.

En effet, la loi belge de « l'ouvrier propriétaire », mise en place en 1889 par un gouvernement catholique et sous la poussée du Parti Ouvrier Belge récemment fondé (1885), accordait des prêts à bon marché à celui qui souhaitait construire sa résidence, à la condition de posséder 10% de la somme empruntée (démontrant sa capacité d'épargne) et d'obtenir un certificat d'un « comité de patronage » (attestant sa qualité d'ouvrier). Il s'adressait alors à une société de crédit ou à une société de constructions locales. Les deux étaient financées par l'Etat mais, en pratique, il a été établi que les fonds qui ont transité par les premières sont quinze fois plus importants que ceux accordés à celles qui construisaient directement pour l'ouvrier.

C'est un fait qu'on relève souvent pour dire à quel point les ouvriers belges préféraient construire par eux-mêmes et sur un terrain qu'ils avaient choisi. Mais ces facteurs lourds, qui ont poussé à la dissémination de l'habitat sur tout le territoire belge,



Fig. 9 - La desserte ferroviaire du sud-est de Bruxelles en 2000.
Cartographie de Bénédicte Grosjean, source SNCB, fond de plan IGN (1996).

n'ont pas pour autant entrainer des formes dispersées à d'autres échelles plus fines. Cependant, les représentations qui permettraient de visualiser ces formes d'urbanisation n'existent pas telles quelles dans les archives de l'urbanisme.

Visualiser la génération de la « ville diffuse »

Du fait des modalités d'application de la loi pour l'habitat ouvrier, personne ne savait, ne dessinait ni ne planifiait où ces maisons allaient être construites. On dispose aujourd'hui du nombre de certificats qui étaient accordés, et de leur répartition à l'échelle des sous-divisions provinciales (les « arrondissements »), qui montrent que cette phase de l'urbanisation est très importante quantitativement. Le seul endroit où ces maisons apparaissent formellement est le cadastre, c'est-à-dire une par une, parcelle par parcelle. Car ces milliers de villages n'avaient pas d'autres plans que le plan cadastral d'échelle communale, un document qui était mis à jour annuellement avec toutes les mutations parcellaires enregistrées durant cette période. Comme on a procédé ainsi jusque dans les années 1950, c'est ce dernier état que le document reflète aujourd'hui.

Pour questionner les formes qu'a prises cette phase d'urbanisation, il faut donc produire des documents graphiques originaux : visualiser l'état des villages, à des dates données, implique des reconstructions cartographiques compilant des centaines de mutations parcellaires successives à partir d'un état connu. Pour la Belgique, ce travail est possible sur un fond de plan datant des années 1860, car

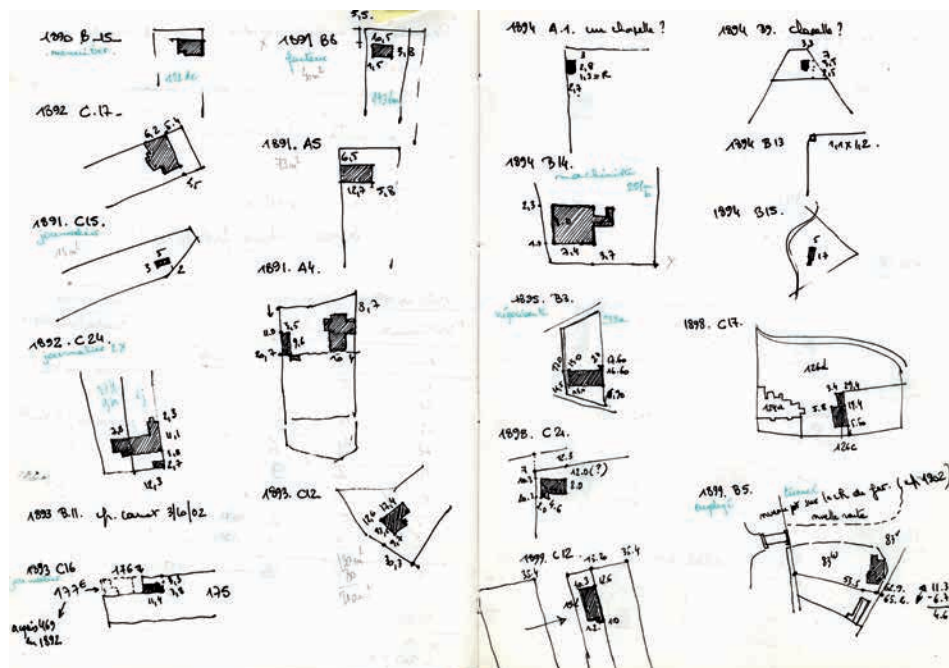


Fig. 10 - Caractéristiques de l'implantation du bâti à l'échelle de la parcelle : écarts, mitoyennetés partielles, réserves foncières.

Croquis de Bénédicte Grosjean, source Archives du Cadastre du Brabant.

le géographe Philippe-Christian Popp avait publié à ce moment un état du parcellaire du Royaume à peu près entier ²⁹.

Un échantillon de ce type de travail a été produit sur une commune donnée, composée de trois villages : il met en évidence, de 15 ans en 15 ans, ce qui est construit, modifié ou démoli. En outre, puisque les registres cadastraux relèvent la profession des propriétaires fonciers, il a été possible d'identifier les bâtiments qui étaient construits sous l'impulsion de la loi de l'ouvrier propriétaire, et de les comparer avec le reste de l'urbanisation.

Ce travail à l'échelle d'une commune a montré tout d'abord l'importance du développement du village (qui a doublé son volume bâti entre 1885 et 1915), en même temps que croissaient les grandes villes. Néanmoins, on observe que le village n'a pas pour autant pris la forme dispersée ou étalée que l'on critique aujourd'hui : les découpages parcellaires et les nouvelles constructions sont nombreux mais ils densifient l'existant en remplissant les creux ; les mutations ne se propagent pas de parcelle en parcelle (comme plus tard au 20^e siècle) mais elles se succèdent sur les mêmes groupements ; le bâti nouveau investit également les parcelles les plus petites ; et les implantations des maisons créent une urbanité en se mettant en rapport avec la rue, avec les limites mitoyennes ou les autres bâtis, très différente de la disposition isolée des pavillons actuels, au milieu de leur parcelle.

Pour décrire ces modes d'implantations, il devient alors nécessaire de développer un vocabulaire plus précis, plus étendu et plus diversifié que la simple « dispersion ». Même si les maisons ne sont pas mitoyennes, elles ne sont pas pour autant espacées comme dans le périurbain contemporain. Et ce n'est pas tant une question

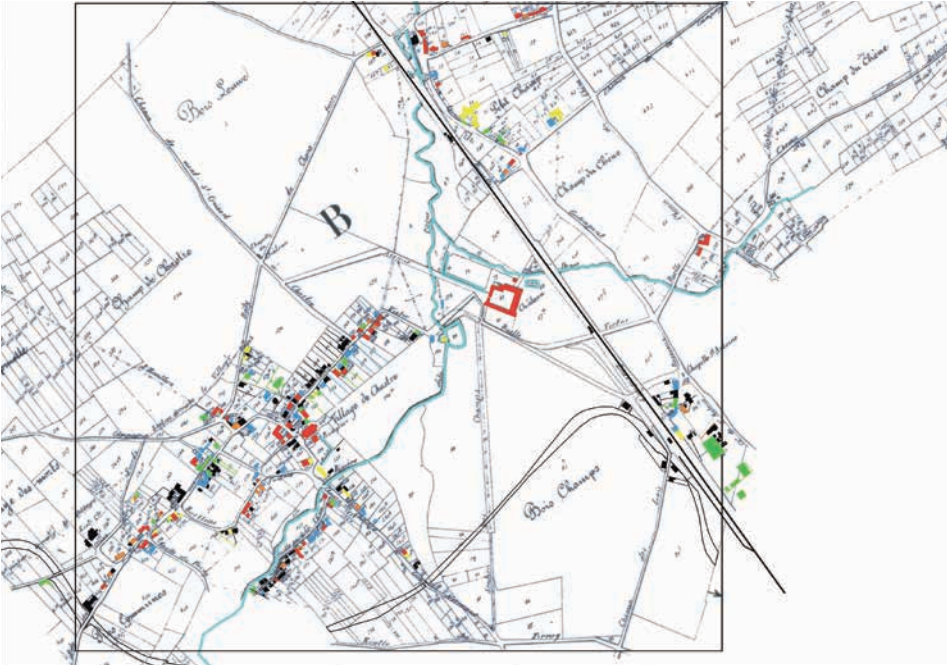


Fig. 11 - L'urbanisation du village, selon les dates de construction des bâtiments, par phases de 15 ans. (En rouge, l'existant avant 1834. En noir, la période 1900-1915).

Croquis de Bénédicte Grosjean, source Archives du Cadastre du Brabant.

de distance que de mesures, liées à des usages précis : le passage d'une personne (les écarts de moins d'un mètre sont courants) ; le passage d'une charrette vers l'arrière de la parcelle, qui était cultivée (aujourd'hui, on y met facilement un garage) ; ou le souci de conserver une réserve foncière, pour la revendre, y construire ou s'agrandir (éventualité que l'implantation centrée rend au contraire difficile ³⁰).

La question de l'urbanisation dispersée est donc très dépendante de l'échelle considérée. Il s'agissait bien en 1900 d'une importante vague d'urbanisation du territoire, proche de ce qu'on nomme aujourd'hui « ville diffuse » mais qui n'est pas liée à la voiture : un réseau de transport public, très finement maillé a engendré cette mobilité et a permis à des germes d'urbanisation dispersés de se développer. Cependant, cette dispersion ne concerne que l'échelle territoriale : la grande quantité d'habitat neuf s'est répartie dans une multitude de communes, elles-mêmes déjà caractérisées par une mixité d'activités. Et le travail sur la morphogenèse des villages permet de voir qu'à cette échelle, les formes produites ne sont pas celles de la dispersion urbaine que l'on combat aujourd'hui dans tous les agendas pour la « ville durable », mais des modes d'implantations qui créent une urbanité collective, sociale et spatiale, et qui laissent une évolutivité possible à l'ensemble.

Un projet de territoire post-« ville diffuse » ?

Cette approche par la morphogenèse permet enfin de visualiser qu'un territoire a pu s'urbaniser – et même se régler, se structurer de manière riche – sans avoir été planifié comme tel. Or, c'est bien ce type de processus que les urbanistes re-



Fig. 12 - Le plan de structure pour Anvers (RSA) : une approche critique du "plan-masse", mélangeant les "espaces stratégiques".

© Agence Studio, B. Secchi et P. Viganò (2003-2006).

cherchent aujourd'hui, quand ils se préoccupent de garder le projet urbain comme « œuvre ouverte »³¹, quand ils cherchent les règles à inventer pour susciter le projet sans le dessiner³², pour faire participer les habitants et globalement, pour construire le projet bottom-up, c'est-à-dire faire émerger une vision commune qui tisse entre elles les interventions ponctuelles et les énergies dispersées.

Ainsi, une agence d'urbanistes aujourd'hui très sollicitée pour sa capacité à générer du projet avec les dynamiques en cours, Studio, a justement été fondée par B. Secchi et P. Viganò, qui ont grandement contribué à théoriser la città diffusa, et à l'étendre à des questions de processus au-delà de la forme dispersée³³. De même, il faut constater que les territoires de ville diffuse ont été des terrains précoces pour le renouvellement des techniques de l'urbanisme : l'Italie teste depuis la fin des années 1980 une pratique de progetti-norma, qui cherche à articuler autrement plans, règles et projets. En Flandre, les plans de secteurs de la période fonctionnaliste ont très vite été jugés trop « statiques », et d'autres méthodes « orientés projet »³⁴ y sont expérimentées depuis les années 1980, à l'initiative de la société civile.

C'est d'ailleurs à Anvers que Secchi et Viganò ont mis en œuvre de la manière la plus aboutie à ce jour, quelques outils pour le projet urbain contemporain ³⁵ qui sont clairement issus de la culture de la « ville diffuse » : s'appuyer sur des « micro-histoires » en plus de l'officielle ; construire en premier lieu « le scénario zéro », celui des énergies déjà lancées ; distinguer les espaces stratégiques des projets stratégiques ; proposer une politique « générique » qui vise à susciter des actions fines à la parcelle, en parallèle à une politique spécifique de projets-le-viers ; et agir non seulement sur les formes mais aussi sur les processus de mise en œuvre, en réorganisant par exemple le service urbanisme d'Anvers non plus par secteurs mais selon les sept grandes visions qui constituent le projet urbain proposé à la ville, et à ses habitants.

NOTES :

(1) U. Beck, *La société du risque, sur la voie d'une autre modernité*, Paris, Champs, 2001 (1^e éd. allemande, 1987) ; B. Latour, *Nous n'avons jamais été modernes*. Essai d'anthropologie symétrique, Paris, La Découverte, 1991 ; M. Callon et al., *Agir dans un monde incertain, essai sur la démocratie technique*, Paris, Seuil, 2001.

(2) W. A. Ninacs, *Empowerment et intervention, Développement de la capacité d'agir et de la solidarité*, Presses de l'Université de Laval, 2008.

(3) B. Grosjean, « La “ Ville diffuse ” et le principe de subsidiarité : des modèles alternatifs ? » in : E. Renaud-Hellier, Marc Dumont (dirs.), *Vers une réinvention de la ville ? Espaces périurbains et nouvelles formes d'urbanité en France et en Europe*, Presses Universitaires de Rennes, 2010, pp. 167-182.

(4) D. Mangin D. et P. Panerai, *Projet urbain, Marseille*, Parenthèses, 1999 ; J.-P. Toussaint, M. Zimmerman (dir.), *Le projet urbain. Ménager les gens, aménager la ville*, Liège, Mardaga, 1998 ; A. Charre (dir.), *Les nouvelles conditions du projet urbain : critique et méthodes*, Liège, Mardaga, 2001 ; Y. Tsiomis (dir.), *Echelles et temporalités des projets urbains*, Paris, éd. J.-M. Place, 2007 ; A. Bourdin, R. Prost (dir.), *Projets et stratégies urbaines, Marseille*, Parenthèses, 2009.

(5) Zone d'Aménagement Concerté.

(6) Un processus de gentrification des centres urbains est en cours, mais il est encore loin de contrebalancer l'écrasante majorité des ménages et des actifs qui vivent, depuis des générations, en complet détachement de la grande ville. Pour approfondir ces spécificités, voir les articles pluri-disciplinaires regroupés sur le site www.brusselstudies.be.

(7) B. Grosjean, « Echelles et cadrages dans la définition de la "ville diffuse" », *Cahiers Thématiques* n°6, ENSAP de Lille, déc. 2006, pp.28-38.

(8) B. Grosjean, *Urbanisation sans urbanisme. Une histoire de la « ville diffuse »*, Bruxelles, éd. Mardaga, coll. « Architecture, Ville et Paysage », 2010, 352p.

(9) « La ricerca muove dall'ipotesi che l'area centrale del Veneto compresa tra le città di Venezia, Padova, Treviso, abbia modificato la natura dell'insediamento. Essa, cioè, è passata da un'urbanizzazione diffusa, a quella che, provvisoriamente, chiamiamo "città diffusa" ». F. Indovina (et al.), *La città diffusa*, Venezia, DAEST - IUAV, juillet 1990, 227p., 4e de couv.

(10) P. Viganò, *Les territoires de l'urbanisme. Le projet comme producteur de connaissance*, Genève, MetisPresses, 2012, p.165.

(11) Ibidem.

(12) Pour une recension critique de ceux-ci, voir le premier chapitre de : B. Grosjean, *Urbanisation sans urbanisme*, op. cit.

(13) A. Corboz, « la Suisse comme hyperville », *Le Visiteur* n°6, 2000, pp.112-129 ; T. Sieverts, *Entre-ville. Une lecture de la Zwischenstadt*, Marseille, éd. Parenthèses, 2004. ; G. Bauer, J.-M. Roux, *La rurbanisation ou la ville éparpillée*, Paris, Seuil, 1976.

(14) B. Secchi, C. Bianchetti, « Milano, ad esempio », *Casabella* n°596, décembre 1992, pp. 44. (trad. BG)

(15) Le parallèle entre cette histoire de la « ville diffuse » établie par l'équipe de l'IUAV et l'histoire de la formation de la ville de Venise elle-même est certainement à explorer.

(16) Comme l'avait déjà pressenti Melvin Webber : « The Urban Place and the NonPlace Urban Realm », in : (coll.), *Explorations into urban structure*, Philadelphia, Univ. of Pennsylvania Press, 1964. Traduit en français par F. Choay, *L'urbain sans lieu ni bornes*, La Tour d'Aigues, éd. de l'aube, 1996.

(17) R. Koolhaas, « Generic City », in : *S.M.L.XL*, Rotterdam, 010 Publishers, 1995, pp. 1238-1267.

- (18) J. Gleick, *La Théorie du chaos : vers une nouvelle science*, Paris, Flammarion, 1991.
- (19) B. Merenne-Schoumaker, H. Van Der Haegen et al., *Urbanisation (Monographie 11A)*, Bruxelles, Institut National de Statistiques, 1998, p.11.
- (20) C'est ce qu'ont montré des chercheurs du laboratoire de géomatique SURFACES, à l'université de Liège. M. Binard, P. Jamagne, F. Muller et J.-P. Donnay, « Utilisation des données satellitaires pour l'actualisation décennale du découpage en secteurs statistiques du territoire du Royaume », contrat de recherche S.S.T.C. T4/12/24, mars 2000, 89p.
- (21) Territoires regroupés sous le nom de « banane bleue » à la suite de ses travaux : R. Brunet, *Les villes « européennes »*, Paris, DATAR, 1989, 79p.
- (22) Charles Quint (Gand, 1500) était le dernier souverain né sur le territoire, parlant les trois langues. Il a ensuite échoué aux Habsbourg d'Espagne aux 16-17^e siècles, aux Habsbourg d'Autriche au 18^e siècle, il fut annexé par la France en 1792, et par la Hollande en 1815 - avant de recevoir un statut « d'état tampon » en 1830. Le roi (proposé par la Conférence de Londres, 1831) était un prince allemand, veuf de l'héritière du trône anglais, qui épousa la fille de Louis-Philippe (roi de France).
- (23) Bottom-up : expression qui s'utilise en urbanisme pour qualifier des démarches « inductives », construisant un projet global à partir de données, de dynamiques et d'acteurs locaux. Elle s'oppose à une démarche « déductive », où une vision générale s'applique à un terrain particulier (top-down).
- (24) En 1910, en moyenne 18,82 km de ligne nationale et 14,18 km de ligne vicinale pour 100 km² du territoire belge (soit le double de la densité du réseau ferré britannique, le triple de celui allemand et le quadruple de celui français).
- (25) La subsidiarité est un moyen pour mettre en œuvre des processus bottom-up. Le principe de subsidiarité est aujourd'hui l'un des fondamentaux du développement durable, mais aussi de la répartition des compétences en Europe. Cf. B. Grosjean, « la " Ville diffuse " et le principe de subsidiarité : des modèles alternatifs ? », op. cit.
- (26) En 1896, 80% des ouvriers belges travaillent dans leur commune de résidence (ou une commune limitrophe) mais dès 1910, ils ne sont plus que 60%. Ces 14 années sont précisément celles du développement majeur du réseau vicinal et des ouvriers propriétaires. Avec la diffusion des voitures individuelles, la proportion d'actifs avant un emploi, travaillant dans leur propre commune de résidence (ou une limitrophe) ne passera que de 50% à 43%, et sur 30 ans (1960-1991).
- (27) B. S. Rowntree, *Comment diminuer la misère. Etudes sur la Belgique*, Paris, Giard et Brière, 1910, p.540.

(28) D'importants travaux ont été menés à l'époque sous la direction de MAHAÏM Ernest, « Les abonnements ouvriers sur les lignes de chemin de fer belges et leurs effets sociaux », Bruxelles, Misch et Thron Editeurs, 1910, 259p.

(29) Pour les détails techniques du travail de production cartographique, se référer à la thèse ou à : B. Grosjean, *Urbanisation sans urbanisme*, op. cit., chap. 4.

(30) Des programmes nationaux financent aujourd'hui des recherches sur les moyens de densification du péri-urbain, non pensée au moment de son développement. Voir par exemple le programme www.bimby.fr (Build In My Backyard : « construit dans mon jardin »).

(31) L'évocation des travaux de Umberto Eco est fréquente cette dernière décennie dans la théorie de l'urbanisme mais aussi dans la mise en œuvre de certains projets urbains. Ainsi, l'Ile de Nantes revendique comme un de ses « fondamentaux » : « *L'île comme " œuvre ouverte " , le processus comme projet* » (dossier de presse SAMOA et Nantes-Métropole, Ile de Nantes phase 2, sept. 2012, p.14).

(32) Le collectif néerlandais Crimson par exemple a créé la notion de « org-ware » (entre le software et le hardware) pour désigner l'ensemble de règles qui organisent le développement urbain de Leidse Rijn, une extension de 30.000 logements à l'ouest de Utrecht (Masterplan de l'agence MaxWan, 1994). <http://www.crimsonweb.org/spip.php?article17>. En français, voir l'article de V. Didelon, « Crimson, Vers un urbanisme de la négociation », *AMC* n°118, septembre 2001.

(33) Paola Viganò (1961 –) a obtenu en France le Grand Prix de l'Urbanisme 2013. Bernardo Secchi (1934-2014) avait reçu le prix spécial du jury en 2004. Ils ont constitué une des “équipes phares” de l'atelier du Grand Paris (2008-2009).

(34) « Le structural planning se définit comme un processus démocratique continu, dans le cadre duquel s'élabore la vision d'une politique cohérente, basée sur des données socio-culturelles et économiques et prenant en compte les moyens financiers de sa réalisation » : extrait d'une brochure de l'association BROV (1978), cité par J. Van den Broek, « Epilogue : the structure plan : traditional cooking or nouvelle cuisine ? », in B. Secchi, P. Viganò, Antwerp. *Territory of a new modernity*, Amsterdam, SUN, 2009, p.233. (trad.BG).

(35) L'équipe Studio Secchi-Viganò a élaboré le Plan de Structure Spatiale (Ruimtelijk Structuurplan) pour Anvers, lancé en 2003 et approuvé en 2006.

Je tiens à remercier Nadra Maâloul pour la traduction de ce texte et pour le méticuleux travail philologique.

Luigi Coccia ¹

TOPOLOGIE VERSUS TOPOGRAPHIE :

ÉTUDES SUR LA VILLE CONTINUE

ADRIATIQUE

L'urbanisation contemporaine a pris, dans certaines zones géographiques, de larges proportions, annexant des territoires toujours plus vastes, jusqu'à engendrer d'innombrables configurations ; des agglomérations indistinctes qui se densifient et se dégarnissent le long des artères principales.

Les voies sont des éléments structurants, capables de fonder et de caractériser la forme des agglomérations urbaines, mais elles sont aussi des éléments de narration ; les lieux à partir desquels on peut observer et décrire ces villes continues, dont les caractères identitaires se dissolvent dans la fluidité spatiale de l'acte de traverser.

La ville continue est un phénomène récent, mais ses origines sont bien anciennes : déjà depuis l'époque romaine le désir d'urbanité, en tant qu'acte de civilisation du territoire, est exprimé dans la représentation de la ville et de la campagne, c'est l'expression d'un même principe d'ordre émanant de la « centuriatio ». Le réseau routier définit l'ossature de cette grande réalisation, qui trouve dans les « Itineraria picta », à savoir les cartes des itinéraires, sa représentation spécifique : la description d'un vaste empire observé le long des voies parcourues. Ceci recèle l'idée primordiale d'une urbanité continue, considérée comme qualité potentielle inhérente à tous les lieux que l'homme a traversés.

La ville adriatique est un exemple de ville continue, c'est une conurbation métropolitaine qui s'étend sur environ 300 km, le long de la côte orientale italienne. La conformation géographique du territoire, délimitée par une longue bande côtière, rythmiquement entrecoupée par les rivières se jetant dans l'Adriatique, ainsi que le dessin linéaire des infrastructures, disposé parallèlement à la côte et allant intercepter transversalement les voies du fond de la vallée, constituent le support d'une agglomération urbaine propre à une ville continue nouvellement



Fig. 1 – Continuité et discontinuité tout au long de la Ville Adriatica.
© Paolo De Stefano.

formée. Les premières études menées sur cette réalité ont tenté d'en appréhender la forme et d'orienter son irréfrenable expansion. Aujourd'hui, bien qu'on assiste à un évident ralentissement du phénomène de croissance, la question de la réorganisation des zones touchées par l'urbanisation reste impérative. De nouvelles recherches visent à mettre à jour les études menées, à constituer les instruments et les méthodes adaptés pour l'interprétation des phénomènes mis en jeu, à explorer de nouveaux points de vue, afin de délivrer ces territoires récents du risque d'anonymat auxquels ils seraient, autrement, voués.

D'autres investigations sont nécessaires pour explorer la notion de continuité en relation avec le système d'urbanisation adriatique. Ce dernier, en effet, présente des points de discontinuité qui ne sont détectables qu'à travers des enquêtes topologiques minutieuses et des reconstitutions topographiques appropriées.

Instruments et méthodes d'enquête

Les termes de topologie et de topographie apparaîtront de manière récurrente dans le texte. On leur attribuera un rôle instrumental dans l'étude sur la ville et sur le territoire. Ils seront, plus précisément, utilisés pour sonder les notions de continuité et de discontinuité, appliquées à la phénoménologie urbaine.

D'un point de vue étymologique, on reconnaît aux deux termes la même racine grecque de « topos » : « lieu », d'où leurs significations respectives d'« étude du lieu » et de « représentation du lieu ».

Dans la dimension terrestre, les lieux donnent à l'espace un caractère spécifique, ils contribuent à caractériser certains endroits et à les distinguer des autres. D'un point de vue architectural, on peut donc considérer l'espace urbain comme un champ de relations topologiques se manifestant à travers des figures spatiales.

En ce sens, une étude topologique permet, en premier lieu, de reconnaître les figures spatiales présentes au sein d'une réalité urbaine complexe, - parfois même compliquée, comme il est souvent le cas dans la ville contemporaine - et d'analyser leur raison constitutive, en repérant les liens, entre les éléments et les parties, qui déterminent la structure formelle sous-jacente à chaque figure spatiale. Du fait qu'elle met au centre la question de leur manifestation formelle, on peut considérer l'étude topologique comme un moment cognitif indispensable des phénomènes urbains. Toute figure spatiale, considérée comme l'effet d'une action plus ou moins consciente - qui résulte, dans certains cas, déterminée par l'outil du projet architectural - se présente comme un acte de transformation d'un lieu.

Le terme transformation renvoie à un changement dans la morphologie du lieu, au passage d'une forme initiale à une forme finale. Ainsi, chaque figure spatiale se présente comme le résultat d'un exercice de réécriture du lieu : partant d'un état originel, dominé par la forme naturelle, passant, ensuite, à travers de nombreux et variables états intermédiaires, lors desquels la forme enregistre les actions anthropiques, et arrivant, enfin, à l'état final - un état de fait, capable de décrire un espace avant une ultérieure transformation - le lieu reste le support de toute modification amenée par l'homme sur la terre. On assiste, ainsi, à une reconfiguration continue du lieu, sous l'effet d'opérations de conformation. Le terme « conformer » renvoie, ici, à sa signification spécifique de « former avec », au fait de donner une forme à un espace, en tenant particulièrement compte des éléments, nouveaux aussi bien que préexistants, mis en jeu, ainsi que des relations mutuelles qui s'établissent entre eux. Au-delà d'une valeur stylistique, généralement associée à la dimension objectale des formes, toute opération de conformation, par l'établissement d'un nouvel ordre spatial, donne à l'action humaine une valeur urbaine et offre un champ d'application pour de nouvelles études topologiques.

Toutefois, l'étude des lieux ne peut pas faire abstraction de leur représentation : par le titre « topologie versus topographie », on veut, justement, insister sur la direction à entreprendre, notamment dans le domaine de la recherche architectu-

rale et urbaine, à savoir de l'exploration topologique vers l'expérimentation topographique. Si la topologie, appliquée à la construction de la ville et du territoire, contribue à la reconnaissance des figures spatiales, en remontant aux principes de sa genèse, la topographie participe à leur mise en évidence et surtout à en expliciter, par le biais d'une représentation adaptée, les structures formelles. Aussi vieille que l'homme, la carte est le principal instrument topographique qu'on reconnaisse. En mettant l'accent sur les détails qui participent à la détermination de la forme spécifique d'un lieu, la carte ne cesse de confirmer sa validité en tant que description graphique du territoire.

Reporter un territoire observé sur une carte signifie, d'abord, reconnaître les singularités d'un contexte spatial, c'est-à-dire effectuer, par le biais du dessin, une transcription consciente d'un état de fait donné. La représentation, en tant que procédure de description, correspond, donc à un transfert d'informations d'un support vers un autre. Appliquée à l'espace physique de la ville et du territoire, la transcription agit en allant du support de la réalité, lieu de la manifestation des formes, au support de la carte, lieu de leur intelligibilité. La carte n'est pas, cependant, le résultat d'une transcription aseptique qui maintient invariables les phénomènes observés, mais plutôt une opération d'enregistrement ciblée, parfois tendancieuse, établissant une sélection au sein du champ examiné. Cette approche sélective, condition indispensable pour l'élaboration d'une carte, donne à l'exercice topographique une valeur opératoire : en attribuant à la représentation cartographique le rôle, non seulement, d'outil de reconnaissance, mais aussi de préfiguration, on peut implicitement affirmer que chaque carte sous-tend un projet. C'est précisément la carte, parmi tant d'autres voies envisageables pour l'interprétation de la réalité, à fournir la clé avec laquelle déchiffrer les formes complexes de la ville et du territoire contemporains. Pour cela, il est opportun, en dressant une carte, de recourir à l'abstraction. Cette dernière permet, en effet, de séparer les aspects accidentels ou contingents de ceux essentiels ou nécessaires ; une opération utile pour la reconnaissance des principales structures spatiales définissant la forme des lieux.

La technique de l'abstraction, du verbe latin « trahere » qui signifie « extraire », permet de dégager, certains éléments d'une totalité - totalité à laquelle ils sont, d'ailleurs, intrinsèquement liés - et de focaliser l'attention sur cet ensemble sélectionné.

Linéarité et transversalité

En ce sens, dans l'analyse des phénomènes, l'abstraction se présente comme un procédé de connaissance capable d'ouvrir le champ à d'ultérieurs approfondissements, aussi bien au niveau des études topologiques que des reconstitutions topographiques.

Avec l'intention d'éclaircir le sens des concepts jusqu'ici mentionnés et de rendre, concrètement, les notions de continuité et de discontinuité, associées à l'étude des phénomènes urbains, on fera référence à un cas d'étude, notamment, la Ville adriatique : expression singulière de ces processus dynamiques qui investissent la forme des agglomérations urbaines contemporaines.

Sans solution de continuité, la Ville Adriatique s'étend de Ravenne à Termoli, occupant principalement la longue bande côtière, délimitée par les reliefs des collines et par la mer. C'est une ville de formation récente, dont l'origine remonte au second après-guerre et, en particulier, à cette période de l'histoire italienne, entre les années 50 et 70 du XX^e siècle, coïncidant avec le « miracle économique italien ». Les caractéristiques de cette formation urbaine sont pertinemment traitées par Guido Piovene qui, traversant l'Italie, entre 1953 et 1956, en établit une description minutieuse. L'auteur s'intéresse, non seulement, aux anciennes villes d'art, formellement consolidées, mais surtout aux villes nouvelles telles que Pescara ; une claire exemplification de la ville adriatique : « Pescara est une ville américaine en Italie. Elle s'est développée le long des côtes et continue de croître : elle est dépourvue d'un vrai centre ; le centre autour duquel sont organisées les villes italiennes. Elle pourrait s'étendre indéfiniment, par additions successives, comme Los Angeles. La Métropole est en cours de formation »². En repérant, dans la ville de Pescara, tous les éléments qui participent à définir le code génétique d'une typique ville diffuse, Piovene saisit, à l'avance, la nature constitutive d'un système d'agrégation urbaine singulier, qui sera objet d'étude durant les cinquante années successives.

Ce qui, auparavant, était un territoire en prévalence agricole - avec une bordure côtière, d'abord, marécageuse et malsaine, puis, assainie et consacrée à la vil-légiature - représente, aujourd'hui, une conurbation métropolitaine qui occupe la côte, pour se prolonger jusqu'aux vallées orthogonales à la mer. En observant attentivement cette ville-territoire, il est possible de reconnaître quelques



Fig. 2 - Représentations topographiques du système d'implantation adriatique (réélaboration de Luigi Coccia, laboratoire Coccia).

a. La ville adriatique : milieu des vallées et diverses infrastructures routières.

b. Un segment de la côte adriatique dans une représentation cartographique du XVII^e siècle.

Document original : Golfo adriatico, Bibliothèque communale d'Ascoli Piceno.

singularités formelles, expression de phénomènes d'urbanisation spécifiques, manifestement associés aux pratiques d'un « habiter » dispersé.

La Ville Adriatique est CONTINUE ; elle annule toute distinction entre ville et campagne, centre et périphérie, espace de vie et espace de travail. Son développement irréfrenable tend à renforcer l'ensemble des formations urbaines qui se succèdent le long du versant moyen-oriental de la péninsule italienne, structurant, ainsi, une seule et unique entité urbaine.

La Ville Adriatique est RARÉFIÉE et engendre, inévitablement, une exploitation considérable du sol. Si la proximité des artefacts engendre la densification des formations urbaines, comme on peut l'observer dans le cas des anciens noyaux urbains, la raréfaction introduit des pauses entre les artefacts ; des espaces non édifiés où l'urbanité est latente.

La Ville Adriatique est INCLUSIVE ; elle accueille la diversité, mais seulement dans son expression matérielle et formelle. Confrontés à la configuration uniforme de la ville dans laquelle ils s'inscrivent, certains bâtiments ou, dans certaines exceptions, des groupes homogènes de bâtiments paraissent, inéluctablement, comme des épisodes exceptionnels ; des monades solitaires, dispersées dans la vastitude du territoire.

Dans son récit, intitulé « Il compleanno dell'iguana » et publié en 1991, Silvia Ballestra décrit ainsi le territoire adriatique qu'elle observe du train direct Pescara-Bologne : « À l'extérieur, défilait un paysage faisant penser aux constructions des enfants, où certaines pièces, à peine sorties de leur boîte, semblaient avoir été disposées au hasard : pompes à essence, concessionnaires périphériques, centres commerciaux aux hampes et aux drapeaux tremblant au vent, petites casernes de la sécurité publique, scandant des petits agglomérats de maisons basses, petits jardins, sur la bordure des rails, aux oléandres poussiéreux »³.

La Ville Adriatique est POLYCENTRIQUE ; ses centralités sont hétérogènes et dispersées : d'un côté, les anciens bourgs, stratégiquement juchés sur les cimes des collines, de l'autre, les nouveaux centres monofonctionnels ; des espaces de travail ou de loisirs, principalement situés en aval, le long de la côte ou en bas des collines. Ils sont tous partie intégrante d'un seul grand système urbain, innervé par le réseau des transports.

La Ville Adriatique est ANISOTROPE ; bien que pulvérisée, sa forme est conditionnée par deux directions distinctes, dictées par la géographie et consolidées par les infrastructures routières. L'espace compris entre les reliefs montagneux des Apennins et la côte adriatique - avec ses collines proches de la mer et ses vallées parallèles aux rivières - définit, en effet, le vaste cadre géographique de cette ville. Sur les 300 kilomètres touchés par la conurbation adriatique, la géographie constitue une donnée plutôt constante ; à part de rares exceptions telles que le relief du Conero qui, se poussant jusqu'à la mer, interrompt l'horizontalité de la ligne côtière. À cette conformation géographique, ci-dessus décrite, se superpose le tracé donné par les infrastructures : un ensemble de voies principales, disposé parallèlement à la côte, comportant l'autoroute, la route nationale adriatique, les chemins de fer et la route en front de mer. Orthogonalement à celui-ci, se greffent les infrastructures secondaires qui, en se poussant vers les zones vallonnées, arrivent à s'insinuer jusque dans l'arrière-pays.

Observé d'en haut, le territoire adriatique révèle la figure de deux grandes structures, en forme de peigne, et qui organisent le système de son urbanisation : la structure géographique, marquée par la longue bande côtière, qui renforce la transversalité des zones vallonnées, et celle de l'infrastructure, qui reproduit fondamentalement le même tracé. Géographie et infrastructure indiquent, en définitive, le champ topologique dans lequel opérer. Elles offrent, en même temps, des clés de lecture pour l'analyse du processus de territorialisation des phénomènes urbains : les formes qui, à première vue, paraissaient indéchiffrables, peuvent, enfin, trouver leur fondement constitutif.

La topologie comporte, aussi, une valeur indicielle. Elle permet de reconnaître les éléments précurseurs, qui sont à la base d'une certaine conformation du territoire. Grâce à cette démarche archéologique, il est possible de reconstituer le tracé originel d'un territoire et d'explicitier les raisons profondes de ses transformations les plus récentes.

On reconnaît encore sur les anciennes cartes du cadastre certains des découpages et des destinations d'usage des terrains actuels. Ces traces ont, souvent, constitué la base d'une édification encline à maintenir passivement les règles dictées par la coutume.

Ceci explique la présence de quelques signes géographiques, tels que les fossés, les canaux, les escarpements, ou encore la persistance de signes anthropiques, tels que les chemins vicinaux, les lignes de démarcation, les découpages agraires.

Tous ces signes participent, au même titre, à restituer le palimpseste territorial sur lequel la ville s'est conformée. Il est utile, à ce sujet, d'attirer l'attention sur certaines formes comme, par exemple, celles des champs agricoles. Malgré le changement de leur destination d'usage et la saturation, due à l'édification progressive, elles restent encore visibles au sein de la configuration urbaine actuelle. Ce sont des figures permanentes, des géométries référentielles dans la recherche des principes de genèse de la ville.

On peut expliquer les différentes phases de développement de la ville adriatique par la présence de deux phénomènes complémentaires : d'un côté, le prolongement de l'édification le long de la bande côtière, de l'autre, la « migration », vers les vallées, des centres collinaires. On reconnaît, pour les deux phénomènes, le rôle déterminant que joue le tracé routier dans l'organisation linéaire de l'espace urbain. C'est un élément capable de déclencher et, en même temps, d'orienter la diffusion urbaine.

À l'exception du tracé routier, peu d'artefacts ont pu jouer le rôle d'éléments primaires dans la construction de la ville : les espaces monumentaux de l'héritage historique, tout comme les espaces de formation récente, bien que s'affirmant en tant qu'attracteurs ponctuels, n'ont pas eu la capacité d'introduire des variations significatives au niveau de l'organisation générale du territoire urbanisé.

La ville adriatique est loin d'être nucléaire : les quelques centres historiques, juchés en prévalence sur les reliefs collinaires proches de la côte, n'ont pas le pouvoir de dicter un développement typiquement nucléaire, capable d'affirmer la centralité d'un lieu ; la linéarité prend le dessus et les noyaux historiques ne représentent que les éléments ponctuels d'un système de relations à distance, inscrit dans une réalité urbaine continue.

La proximité qui, en général, caractérise les formations urbaines, ne constitue pas une condition spécifique de la ville adriatique : on peut relever, indifféremment, des relations de proximité ou d'éloignement tout au long de sa période de développement. C'est, plutôt, le principe de succession qui a caractérisé la forme de cette ville continue. Il s'exprime par une séquence ininterrompue d'éléments hétérogènes, distancés et disposés en enfilade. Une aquarelle de Tullio Pericoli, datant de 1976 et intitulée *L'orizzonte*, restitue parfaitement le sens de cette condition spatiale.

Dans l'analyse de la ville adriatique, les notions de continuité et de discontinuité se traduisent par celles de linéarité et de transversalité. La continuité, marquant aussi bien la ligne côtière que la configuration du cordon collinaire, est renforcée par la continuité de l'urbanisation, qui procède selon les rythmes de l'édification.

De la même manière, la discontinuité déterminée par les axes vallonneux, perpendiculaires à la côte, réapparaît dans les formes de l'édification : les constructions sont disposées orthogonalement à la mer et traversent le territoire dans sa profondeur.

Le développement linéaire des formations urbaines procède par répétition d'éléments analogues, dont la forme et les dimensions sont quasi constantes. Les variations, qui sont finalement d'ordre négligeable, se produisent, souvent, selon une logique spontanée, généralement dictée par l'usage et la pratique de l'espace résidentiel

Le principe de linéarité, ici décrit, corrobore ultérieurement les précédentes observations concernant les propriétés de succession et de non solution de la continuité, typiques de la ville adriatique.

La prise en examen de la ville adriatique nous permet, ainsi, d'aboutir à deux implications fondamentales : d'abord, on peut affirmer que la linéarité de l'urbanisation constitue un véritable expédient de renforcement du contexte géographique ; ensuite, on peut considérer le contexte géographique comme l'image prégnante et récapitulative d'un lieu.

La transversalité, donnée par les séquences orthogonales qui ponctuent la ligne côtière, décèle les différences inhérentes à ce système d'urbanisation linéaire. Au-delà des aspects singuliers qu'elle fait apparaître, tels que les anciens noyaux résidentiels construits aux sommets des collines, la transversalité permet de sonder la relation entre deux composantes essentielles de la ville adriatique, à savoir les constructions centrales et les constructions dispersées.

Outre le méticuleux exercice d'observation des lieux, l'étude de la phénoménologie urbaine s'appuie sur des moyens descriptifs, devenus aujourd'hui encore plus sophistiqués, allant des photographies aériennes jusqu'aux images par satellite. Mais, malgré leur haut niveau de précision, il faut reconnaître que la représentation qu'ils nous donnent de la réalité, par excès d'informations ou par coprésence de données, souvent, ne fournit pas les moyens d'étudier les phénomènes d'urbanisation. Comme le rappelle Italo Calvino, pour voir une ville « ...il faut savoir exemplifier, réduire à l'essentiel le

nombre énorme d'éléments que, à chaque seconde, la ville met sous les yeux de celui qui la regarde, et relier les fragments épars d'un dessin analytique et à la fois unitaire, comme le diagramme d'une machine, pour comprendre son fonctionnement »⁴.

Aux moyens jusqu'ici envisagés et qui se sont révélés efficaces pour la compréhension de la structure constitutive des formations urbaines les plus récentes, mais qui restent particulièrement inclusifs, peuvent s'ajouter des moyens de type sélectif. Les anciennes cartes « *itineraria picta* » fournissent, par ailleurs, des indices très utiles pour la lecture de ces phénomènes récents : anciens et nouveaux cheminements offrent, ensemble, une vision dynamique de l'espace et décèlent les éléments naturels et artificiels présents sur ce vaste territoire. Bien que dispersés, ces derniers sont partie intégrante d'un seul grand projet urbain.

On retrouve cette démarche synthétique appliquée à l'observation des phénomènes géographiques et architecturaux dans certaines productions artistiques et, particulièrement, dans les œuvres picturales, où la représentation de la ville adriatique se réduit à quelques signes, à ses propres traits distinctifs, expression d'un habile exercice d'abstraction ; comme le rappelle Paul Klee « L'art ne reproduit pas le visible, il rend visible ».

À titre d'exemple, on peut citer les « *archipittura* » d'Oswaldo Licini, ou encore les « *materassi* » de Wladimiro Tulli. D'abord, exercices topographiques extraordinaires, ces deux œuvres offrent des éléments de réflexion exploitables dans l'étude des principes de formation de l'urbanisation diffuse.

Si les « *Pittura dello spazio* » de Licini réduisent la ville adriatique à une composition de signes linéaires et transversaux, faisant allusion à la géométrie en forme de peigne qui caractérise le support physique de la ville formée, les tissus de matelas, utilisés par Tulli, reproduisent la continuité d'un système d'urbanisation cadencé par les bouts. Comme pour vouloir rappeler les anciens bourgs collinaires, autrefois isolés et, aujourd'hui, engloutis par la dimension métropolitaine de ce grand système urbain.

Continuité et discontinuité ont déterminé, in fine, la phénoménologie urbaine contemporaine de la ville adriatique. Depuis un peu plus d'un demi-siècle, ces deux facteurs n'ont cessé de marquer ce territoire et ont comporté des effets visibles, à grande et à petite échelle, qui se sont traduits par l'émergence d'une conurbation combinant la continuité linéaire avec des discontinuités transversales.



Fig.3 - Des cartes picturales, superposées à des orthophotographies, fournissent des points de départ pour de nouvelles analyses topologiques (réélaboration d'Alessandro Gabbianelli, laboratoire Gabbianelli).

a. Wladimiro Tulli, *Materasso dall'oltremare all'arancio*, 2001.

b. Planimétrie de la ville de Pescara superposée à la toile de Wladimiro Tulli.

Source, Wladimiro Tulli, *Materasso dall'oltremare all'arancio*.



C'est dans le cadre de ce champ topologique que la recherche architecturale et urbaine aura à renouveler ses propres outils et ses propres méthodes d'enquête. À la lumière de l'évident ralentissement des dynamiques d'expansion, il devient nécessaire de reconfigurer les territoires concernés par de la diffusion urbaine. Il faut retrouver les liens entre les objets dispersés d'un territoire urbanisé, tenter de systématiser ce qui, à première vue, paraît désarticulé, expliciter les « relations à distance » possibles entre les monades solitaires, sortir les espaces interstitiels de leur condition résiduelle. Tant de thèmes sur lesquels il est possible de réfléchir, de mener de nouvelles études topologiques et d'expérimenter d'autres topographies.

NOTES :

(1) Je tiens à remercier Nadra Maâloul pour la traduction de ce texte et pour le méticuleux travail philologique qui l'a accompagné.

(2) G. Piovene, *Viaggio in Italia*, Mondadori, Milano 1957.

(3) S. Ballestra, *Il compleanno dell'iguana*, Mondadori, Milano 1991.

(4) I. Calvino, « Gli dei della città, in *Saggi I, Meridiani* », Mondadori, Milano 1995.

Maurizio Gribaudo

MORPHOGENÈSE URBAINE ET PRATIQUES SOCIALES - FORMES URBAINES ET MODÈLES DE DÉMOCRATIE SOCIALE DANS LE PARIS DE LA PREMIÈRE MOITIÉ DU XIX^E SIÈCLE

Dans son introduction à l'histoire urbaine de 1929, Marcel Poète rappelait que l'évolution d'une ville est marquée par les formes dont elle se charge ou se pare dès son origine ¹. D'abord les formes géologiques, notamment le fait d'être installée le long d'une rivière ou d'une colline, d'être située à une certaine hauteur et/ou latitude, etc. Mais aussi les premiers monuments que l'on a bâtis (campements ou châteaux-forts, palais ou fermes, etc.) et le tracé des principales voies qui la traversent et la connectent à l'extérieur. Cette observation, à la fois banale et profondément juste, a souvent été lue comme une invitation à penser l'évolution urbaine comme linéaire et largement déterminée par ces traits morphologiques. Or, d'autres historiens et urbanistes se sont appliqués à rappeler surtout la dimension de la discontinuité et de la rupture. Dans un texte désormais classique, Aldo Rossi l'exprimait très clairement quand il rappelait que si « à première vue il peut sembler que les permanences absorbent toute la continuité des faits urbains, [...] il n'en est rien car tout dans la ville ne perdure pas, ou perdure selon des modalités si différentes que souvent elles ne sont plus comparables ². »

Rupture ou continuité ne sont évidemment pas les seuls axes évoqués dans ces débats. Un axe différent mais non éloigné est celui développé sur la question spécifique des facteurs de détermination. On peut se demander, notamment, si les formes d'une ville sont fondamentalement déterminées par des décisions politiques globales capables d'imposer une vision normative sur l'ensemble de son espace, donc par un phénomène causale de type top-down, ou si, par une dynamique d'auto-organisation, elles sont davantage le produit d'une construction collective non programmée mais qui se structure localement et dans l'interaction entre multiples acteurs.

Or, je voudrais suggérer ici que si nous observons l'évolution d'une ville non seulement à vol d'oiseau mais à plusieurs niveaux d'échelle, nous pouvons nous apercevoir que ces quatre dimensions sont toujours présentes. Cependant leur poids relatif et donc leur impact change au cours du temps et en fonction de rapports de force qui sont souvent l'expression de visions et d'intérêts différents et parfois totalement opposés.

L'impact des caractères d'origine est donc certainement important car on pourra difficilement donner une structure radio-centrique à une ville située au bord de la mer et on pourra toujours trouver une trace des premières routes et même des premières constructions importantes : temples, places, arènes, châteaux, églises, etc. Mais ces caractères ne constituent que la trame d'une structure matricielle en mesure d'engendrer une très large variété de formes. A chaque moment, les visions qui portent sur une ville, ses habitants et l'impact de leurs différentes pratiques réinterprètent et réinventent ses formes. La continuité réelle qu'on peut observer globalement dans l'évolution d'une ville, doit être pensée moins comme l'expression du déploiement d'une structure unique fondamentalement déterminée que comme une des innombrables suites que les mêmes structures peuvent engendrer à chaque moment. Ses formes portent donc aussi inscrite l'histoire des nombreuses ruptures et discontinuités qui ont accompagné son développement.

Parmi les capitales du monde occidental, Paris est certainement un cas d'études exemplaire pour observer de telles dynamiques. Malgré les apparences, son visage est profondément marqué par les ruptures et les discontinuités provoquées par de très nombreux conflits et tensions égrenés tout au long de son histoire. De ce point de vue, une des périodes les plus intéressantes est sans doute celle qui va de 1789, année de la révolution, jusqu'à 1860, date qui marque l'incorporation de l'ancienne banlieue et son élargissement aux limites actuelles. Dans ce laps de temps relativement bref, éclatent trois révolutions, deux coups d'Etat et une vingtaine d'émeutes sanglantes tandis que se succèdent sept régimes politiques différents, parmi lesquels, au moins trois, ont cru devoir intervenir lourdement sur la structure de la ville ³.

Sans revenir sur l'ensemble de ces événements, je me limiterais à considérer ici les éléments plus importants de continuité et de rupture qui marquent la structure urbaine au cours de cette période. Pour mieux les saisir, j'évoquerais d'abord les

formes macroscopiques de cette évolution. Ensuite, je montrerais comment, depuis la période révolutionnaire et jusqu'aux années 1850, l'espace urbain se transforme sous l'action de trois formes d'intervention majeures qui correspondent à diverses manières de percevoir la ville, d'utiliser ses ressources, de penser son histoire et d'imaginer son évolution. Enfin, sans rentrer pleinement dans le contenu de ces pratiques, nous verrons qu'elles induisent aussi le développement des projets politiques antithétiques qui marquent par ricochet plusieurs choix de programmation urbaine. Dans ce cadre, les bouleversements haussmanniens qui clôturent la période en ouvrant sur l'urbanisme contemporain, s'expliquent comme le produit d'une continuité qui se greffe sur une partie du patrimoine morphologique de la ville et, en même temps, comme l'issue autoritaire du conflit ouvert au cours des décennies précédentes sur la nature de l'espace social et ses formes d'organisation spatiale.

L'évolution morphologique de Paris entre 1789 et 1888

Si nous observons l'évolution du réseau routier parisien entre 1789 et 1880, nous pouvons y apercevoir très aisément les traits caractéristiques de la continuité et de la rupture. Comme l'avait suggéré Poëte, les éléments de continuité se situent au niveau des formes les plus anciennes. Trois d'entre elles marquent sa structure au seuil de la révolution : les anciennes routes qui traversaient la ville, dès son origine, en la mettant en communication avec les centres de la banlieue et de la province ; les réseaux des rues, successivement ouvertes et qui favorisaient les connections latérales à l'intérieur de la ville ; les avenues et boulevards ouverts au XVIII^e siècle qui reliaient lieux et monuments de la monarchie et qui constituaient celle qu'on pourrait appeler la mise en scène royale : le Louvre avec les Champs Élysées et les châteaux de Neuilly et Saint-Cloud ; les Invalides à l'Ecole Militaire (Fig. 1a).

Formée sur plusieurs siècles, cette structure articule des formes et des fonctions très différentes. Elle est cependant extrêmement stable et reste pratiquement intacte jusqu'à nos jours. Il y a donc une continuité évidente qui fait d'ailleurs partie des traits qui contribuent à marquer et à caractériser le visage mondialement reconnu de la ville. En même temps, si nous observons l'évolution du réseau routier parisien de manière plus rapprochée et à partir de l'articulation plus fine de ses rues, places, passages et ruelles, nous pouvons voir qu'elle présente au moins trois phases marquées par des ruptures et des réorganisations importantes du tissu urbain.



1a - 1789 – principaux axes routiers anciens



1b – réseau routier en 1789



1c – réseau routier en 1849

1d - réseau routier en 1888 ⁴

Fig. 1 a-d – Transformations du réseau routier parisien entre 1789 et 1888.

© mgribaudi.

Une première phase, qui va de la Convention au Premier Empire, est marquée par les percements, les transformations et les lotissements impulsés par la soudaine mise à disposition d'immeubles et terrains mis aux enchères par la nation et pour la nation. Suit une deuxième phase caractérisée par les nombreuses activités de spéculation et lotissement entamées sous la Restauration et poursuivies sous la Monarchie de Juillet. Enfin, dans une troisième phase, on observe les percements et les réaménagements de la ville entamés sous le Second Empire et poursuivis par la Troisième République. Les figures 1b – 1d, montrent assez clairement l'importance et la spécificité des transformations qui marquent les trois phases (en rouge sont signalées toutes les nouvelles rues ouvertes au cours de chaque période).

La révolution et les biens nationaux

Évènement politique majeur, la Révolution constitue aussi un moment de rupture importante dans l'évolution de la ville. Pour renflouer les caisses de l'État, totalement vides, la Convention décide de confisquer plusieurs biens appartenant aux anciennes élites et de les vendre au profit de la nation. Entre mai 1790 et juillet 1793, sont progressivement nationalisés les biens de la couronne, des corporations, des émigrés, des fabriques religieuses, de l'Ordre de Malte, des collèges et des jésuites. On peut avoir une appréciation partielle de l'impact du phénomène sur la ville à partir de la carte n.2 dans laquelle sont indiquées les surfaces occupées par les principaux biens nationalisés au cours de cette période.

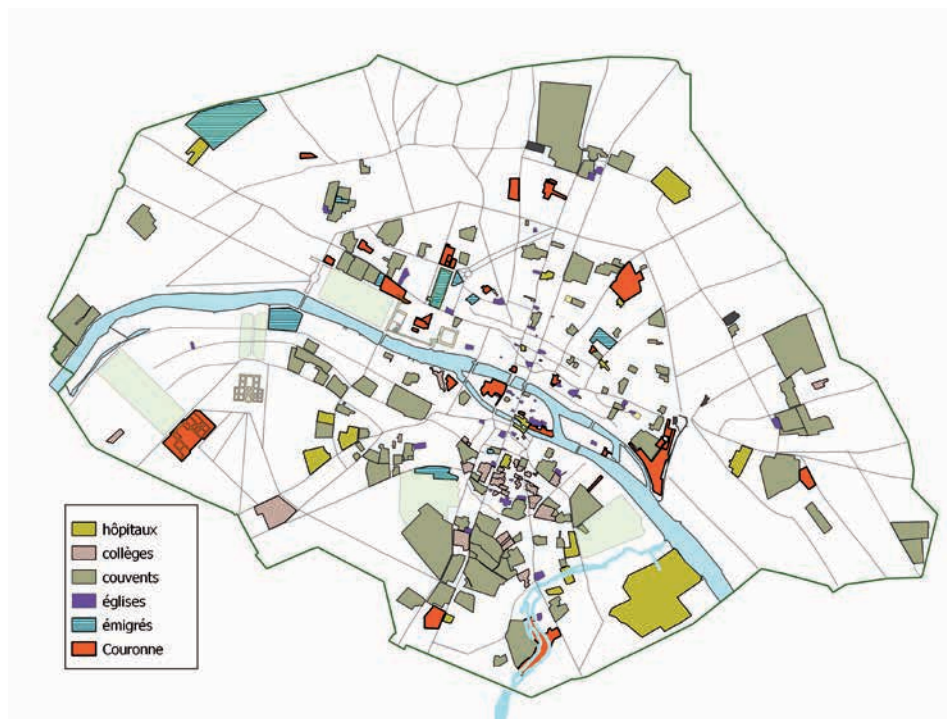


Fig. 2 – Surfaces occupées par les principaux biens nationaux parisiens.
© mgribaudi.

Comme on le voit, les biens nationalisés occupaient un espace plus qu'important. Mais il faudrait aussi pouvoir compléter la carte avec les très nombreux immeubles de rapport, propriétés de communautés religieuses, d'hôpitaux et collèges, qui suivirent le même sort mais dont on n'a jamais pu établir un recensement précis et exhaustif⁵.

Le premier impact de la nationalisation sur la structure du tissu urbain est donné par la conjoncture politique. Au moment même où commencent les ventes des immeubles, la République est menacée par les armées de la coalition européenne. La Convention Nationale lance un plan extraordinaire destiné à augmenter la production militaire afin d'approvisionner les armées révolutionnaires⁶. Une grande partie des biens nationalisés est affectée à l'hébergement des nombreuses fabriques destinées à produire tout ce qui sert à habiller, armer et approvisionner une armée en guerre. Dans plusieurs églises, couvents et hôtels particuliers, on installe des filatures, des fonderies, des tanneries afin de confectionner uniformes, harnais, chaussures, selles, mais aussi bombes à feu, canons, fusils, casques et baïonnettes. Ainsi, par exemple, on fabriquait des fusils dans l'ancien Hôpital des Quinze-Vingts, les hôtels de Brétonvilliers et Daine, l'église de Lorette, les couvents des Cordeliers, des Jacobins, des Ursulines, des Récollets, etc.⁷. Dans les jardins des Célestins et du Luxembourg, le couvent des Minimes, l'ancienne Halle aux Poissons (actuelle place du Caire), les Ecuries du duc de Broglie, on fabriquait des canons et des bombes à feu. Dans l'esplanade des Invalides et sur la place des Vosges, on avait installé 140 et 64 forges⁸.

L'effort de guerre introduit donc la manufacture dans la ville mais, surtout, il entraîne une première vague importante de démolitions afin d'alimenter la production de poudre à canon avec le salpêtre extrait des pierres des anciens bâtiments⁹. Difficile d'évaluer le nombre exact de constructions démolies à ces fins au cours de cette période. Si de nombreuses démolitions se font sous la pression conjointe des lotisseurs et des spéculateurs parisiens, il est certain qu'une première impulsion est venue de l'exigence d'alimenter les salpêtreries en matière première. Quelles qu'en soient les causes, on peut de toute manière retenir qu'à l'arrivée des troupes alliées, en 1814, 75 des 117 couvents nationalisés en 1790 avaient été totalement ou partiellement démolis¹⁰.

Deux modalités de transformation de l'espace

Mobilisation et industrialisation de guerre marquent le visage de la ville d'une mesure que les historiens n'ont jamais pu parfaitement définir mais qui était certainement non négligeable. La démolition de nombreux édifices avait impliqué le dépeçage et la réorganisation de l'espace occupé par l'ancien bâti, tandis que l'essor de la production industrielle avait attiré au centre-ville une nombreuse main d'œuvre en augmentant davantage la pression démographique. Mais les transformations plus importantes ont certainement eu lieu à partir du Directoire et du Premier Empire. Au cours de cette période, la vente des biens nationaux s'accélère en ouvrant la voie à la spéculation immobilière. D'une part, elle se manifeste par des opérations menées par des groupes d'investisseurs privés, souvent en conjonction avec l'Etat, qui lotissent des portions amples de terrain libérées par la démolition des biens nationaux situés à la lisière du centre-ville. D'autre part, on observe de nombreuses opérations menées par des groupes de petits ou moyens spéculateurs, qui acquièrent des biens nationaux nichés dans le cœur de l'ancien bâti des quartiers centraux pour les restructurer et les affecter à des nouvelles fonctions.

L'exemple le plus clair du premier type d'opération est celui de l'ouverture de la rue de Rivoli. Entamée sous le Consulat et terminée à la fin de la Restauration, cette opération reprend un projet envisagé par Colbert au 17^{ème} siècle mais impossible à réaliser à l'époque parce qu'il impliquait de pouvoir percer une route à travers les couvents de l'Assomption, des Capucins et des Feuillants, le Ma-



Fig.3a - 1789 – Les couvents de l'Assomption, des Capucins et des Feuillants, le Manège royal, et l'Hôtel de Noailles d'après le plan Verniquet. ¹¹

© mgribaudi.



Fig.3b - 1836 – Le lotissement des rues de Rivoli, Castiglione, Neuve Luxembourg avec l'empreinte des anciens bâtiments d'après le plan Jacoubet. ¹²

© mgribaudi.

nège royal, et l'Hôtel de Noailles. Avec la nationalisation de ces biens, le projet devient donc réalisable. Repris par la Commission des Artistes sous la première République, il est mis en œuvre à partir du Consulat. Sous l'impulsion directe de Bonaparte, on opte pour une intervention gérée centralement par l'Etat mais avec le concours d'entrepreneurs privés. Par l'arrêté du 9 octobre 1801, on prévoit la démolition totale des biens et la création d'un lotissement formé par l'ouverture des rues de Rivoli, de Castiglione, Neuve Luxembourg (actuelle Cambon) et Pyramides. Les lots ainsi créés sont « vendus sur adjudication par la régie du domaine, avec charge aux acquéreurs de bâtir sur les plans et façades donnés par l'architecte du gouvernement. » Le résultat de cette opération, prolongée sur trois décennies, est double. D'une part, on réaménage une partie importante de l'Ouest parisien par de larges percées qui connectent les châteaux royaux aux grands boulevards et au palais Brongniart, le nouveau temple de la finance alors en construction. D'autre part, on permet à de nombreux spéculateurs d'opérer des investissements qui se révéleront très avantageux sur la longue durée. Parmi les acquéreurs des lots inscrits dans les sommiers du cadastre, on retrouve ainsi des banquiers connus, comme les Rothschild, des fournisseurs de l'armée comme les Destors, de hauts officiers impériaux (Grivaux, Pontalba, Dumesnil, Farina...) et des aristocrates de l'ancienne ou de la nouvelle noblesse comme le Comte de Montesquiou.

Des opérations analogues seront aussi lancées sur plusieurs autres secteurs de la ville occupés par des biens nationaux. Sur la rive gauche, par exemple, la démolition des couvents de la Visitation de Marie, des Feuillantines et des Ursulines permet la création du large lotissement de la rue d'Ulm, tandis que, sur la rive droite, d'importantes sociétés privées interviennent sur de larges terrains nationalisés qui permettent la création d'importants lotissements comme ceux du quartier Poissonnière, de Saint-Georges ou de l'Europe. Le solde de l'ensemble de ces opérations est le réaménagement de zones importantes de l'ancienne périphérie urbaine, qui donne naissance à des nouveaux quartiers dédiés à la spéculation immobilière et caractérisés par une structuration de l'espace fondée sur un réseau routier à mailles larges et régulières.

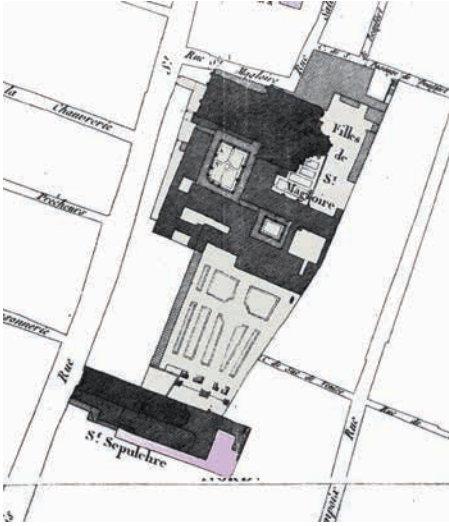


Fig.4a - 1789 – L'espace des couvents Saint-Sépulcre et des Filles de Saint-Magloire d'après le plan Verniquet.

© mgribaudi.



Fig.4b - Années 1830 – L'espace des couvents Saint-Sépulcre et des Filles de Saint-Magloire d'après le cadastre Vasserot. ¹⁴

© mgribaudi.

Le deuxième type d'opération se fonde sur la vente des très nombreux biens qui se trouvaient encastrés dans le bâti dense des quartiers plus anciens de la ville. Différemment de la précédente, elle n'implique pas le total réaménagement de plusieurs îlots, mais l'occupation et le réaménagement progressif du bâti investi par l'opération. Un exemple de ce type d'intervention peut être donné par le dépeçage et la transformation des couvents du Saint-Sépulcre et des Filles de Saint-Magloire. Ces deux biens, dont l'origine remonte au 14^{ème} siècle, avaient été nationalisés en 1790 et vendus respectivement en 1791 et en 1796. Sur l'emplacement du premier, les banquiers hollandais Vandnyvert font ériger une galerie commerciale, connue sous le nom de cour Batave. Délaissée par ces premiers occupants, la galerie sera progressivement occupée et réaménagée en fonction de l'activité de nombreux artisans, commerçants et petits fabricants. Entourée par des hautes rangées d'immeubles, elle sera évoquée par Balzac au cours des années 1830 comme « un monument malsain, enterré sur ses quatre lignes par de hautes maisons ». De même, sur l'emplacement des Filles de Saint-Magloire, après la démolition du couvent et de l'église, les bâtiments conventuels rescapés, le cloître et les jardins de l'église seront aussi totalement transformés pour en adapter les locaux aux activités d'une foule de nouveaux occupants. ¹³

La différence entre ces deux formes d'intervention, on le voit, est significative. D'une part, nous avons effectivement des opérations qui visent à réorganiser la ville par des opérations d'envergure nécessitant l'intervention active de groupes d'entrepreneurs et de spéculateurs. Ceci est notamment le cas dans les nombreuses opérations menées dans le nord-ouest de la ville ou dans les faubourgs de la rive gauche. ¹⁵ D'autre part, nous avons une spéculation qui s'inscrit dans le tissu architectural existant et qui le modifie en fonction des demandes et des pressions des acteurs locaux.



Fig. 5 – Rues ouvertes entre 1789 et 1849.

© mgribaudi.

Evolution des formes et pratiques urbaines

Les deux types d'interventions que je viens d'évoquer attirent des populations et des pratiques sociales très différentes. Dans les maisons de rapport bâties par la spéculation immobilière à la lisière de l'ancien centre-ville, s'installe une large partie de la moyenne et haute bourgeoisie parisienne. La présence et les pratiques de sociabilité de cette population favorisent la naissance et la multiplication d'un nombre impressionnant de théâtres, cafés, restaurants et magasins de mode qui forment le cadre et la référence unique d'un modèle de vie urbaine fondé sur le loisir et la consommation de biens de luxe. Très largement publicisé, ce modèle se pense et se représente comme étant l'expression la plus avancée d'une nouvelle modernité européenne. Dans les quartiers du centre-ville, par contre, la transformation et le réaménagement de couvents, hôtels et églises en ateliers, hôtels garnis et dépôts, a surtout favorisé le développement d'un système de production industrielle fondé sur l'intégration du travail d'un large réseau d'ateliers, usines et magasins installés dans un même îlot, une même rue ou groupe de rues. Il est nourri par un nombre croissant d'ouvriers hautement spécialisés qui s'installent progressivement dans ces espaces déjà densément habités et dans lesquels on recense, au seuil des années 1820, plus du 60% de la population parisienne ¹⁶. L'importante concentration ouvrière qui se crée à l'intérieur de ces quartiers, favorise tout naturellement le développement d'une sociabilité extrêmement vivace et porteuse d'un projet politique jusqu'alors inédit, fondé sur la demande des nouvelles formes d'organisation du travail et d'une réelle participation démocratique.

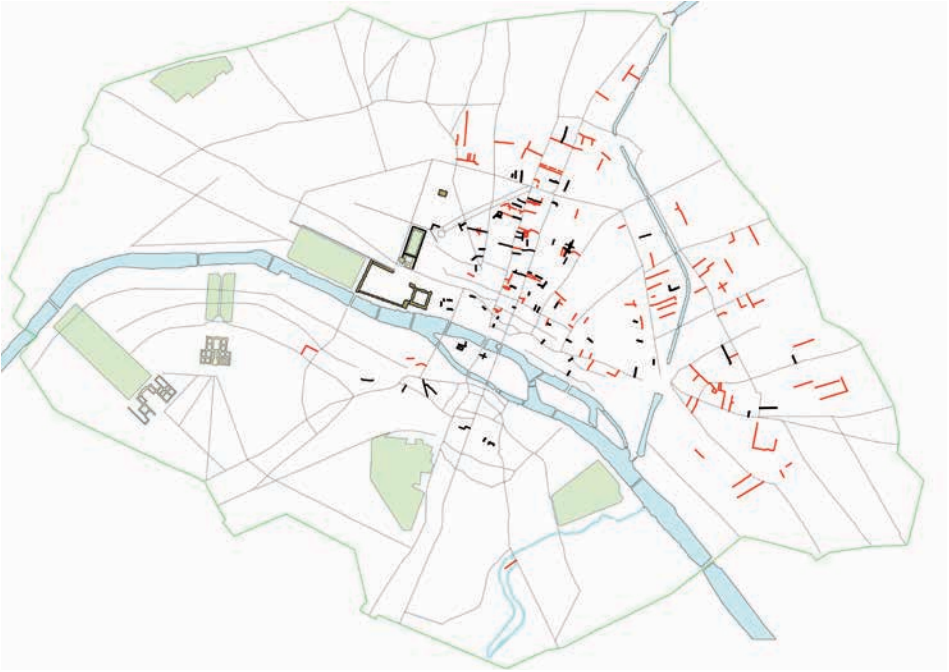


Fig. 5b – Cités, impasses et passages parisiens en 1849 (en noir sont signalés ceux qui étaient présents avant 1800).¹⁷

© mgribaudi.

Physiquement proches, les deux espaces s'opposent donc par la nature des formes sociales qu'ils hébergent ainsi que par les perceptions dont ils favorisent le développement sur la nature de la ville, de sa structure et de son futur possible. D'une part, le modèle est celui d'une ville éclairée par des larges percées bien alignées et structurée par des fonctions principales. Dans cette optique, l'ancien bâti du centre-ville est perçu comme une masse vétuste et dégradée qu'il faudrait pouvoir réaménager de fond en comble et dont il est uniquement utile de conserver les plus importants vestiges gothiques. D'autre part, on pense l'espace urbain à partir de son utilisation concrète qui est donc liée à la transformation de l'ancien bâti pour l'adapter aux formes du travail, du loisir et de la sociabilité des milliers d'ouvriers, fabricants et commerçants œuvrant et vivant dans ces quartiers.

Dans le cadre d'un questionnement sur la morphogenèse urbaine, il est donc intéressant de noter que ces deux perceptions induisent des pratiques qui activent et développent différents éléments du patrimoine morphologique de la ville. En s'inscrivant très clairement dans l'héritage de la mise en scène royale, les premières se traduisent par une large reprise des formes qui ont marqué l'articulation des monuments de la monarchie : une juxtaposition de structures orthogonales et triangulaires, très souvent organisées autour d'un axe central constitué par un rond-point, une place ou une église. Ces articulations sont très clairement visibles dans la figure 5, dans laquelle sont indiquées, en bleu, toutes les rues ouvertes à Paris entre 1789 et 1848. Comme on le voit, les nouvelles rues ouvertes par la spéculation immobilière sont situées, pour la plupart, sur la lisière du centre-ville et constituent une large structure dont la forme est le produit de diverses déclinaisons de ces mêmes éléments de base.

Les deuxièmes perceptions activent et développent, par contre, presque uniquement les éléments morphologiques propres au bâti préexistant en le modifiant en fonction des nouvelles utilisations auxquelles il est affecté. Anciens couvents, immeubles, cours et jardins sont transformés par de vastes actions collectives qui ne sont pas programmées mais qui engendrent pourtant un espace fortement cohérent et structuré autour de la production industrielle et la sociabilité ouvrière. Le résultat plus évident de ces pratiques est la progressive densification du bâti qui nécessite l'ouverture de nouveaux passages et impasses permettant l'accès aux cœurs des îlots tout en facilitant les communications transversales à travers les quartiers du centre-ville. La figure 6 illustre bien l'importance de ce phénomène et la particularité des formes qu'il engendre.

Clivages sociaux et ruptures morphologiques

Le Paris du XVIII^e siècle, connu par la mixité physique et sociale de ses quartiers, s'est donc progressivement mué en un espace clivé, très largement marqué par l'opposition entre centre ouvrier et périphérie bourgeoise, entre ville de loisir et ville de travail, entre visions libérales et visions sociales. Dans les nombreuses émeutes et révolutions qui s'égrènent au cours de la première moitié du XIX^e siècle, ces deux dimensions semblent se mélanger dans la commune opposition au régime monarchique. Cependant, elles restent fondamentalement opposées dans la manière de concevoir les formes d'organisation sociale, comme le témoignent amplement les quatre premiers mois de l'éphémère expérience de la Deuxième République. Dans l'atmosphère fiévreuse du printemps 1848, les projets de démocratie mûris dans les deux espaces s'affrontent et chacun tente de s'imposer. Incompris ou accusé d'irréalisme, et de toute manière récusé, le projet ouvrier de République Démocratique et Sociale sera brisé dans le sang sur les barricades de juin avant d'être effacé de la mémoire nationale.

Deux ans plus tard, et après avoir pris le pouvoir à la suite d'un sanglant coup d'Etat, Louis Napoléon s'emploiera à appliquer systématiquement, à l'aide du préfet Haussmann, les projets de nettoyage et regentrification du centre-ville imaginés par les hygiénistes et les édiles les plus radicaux dans les décennies précédentes. Au cours des vingt ans de travaux, la structure de la ville sera totalement bouleversée. La presque totalité du bâti de l'Ile de la Cité est complètement rasée



Fig. 6 – Principaux bâtiments construits à la suite des percées et démolitions opérées dans le centre-ville sous le Second Empire.

© mgribaudi.

pour faire la place aux monuments qui hébergent les institutions du nouveau pouvoir : la préfecture de Police, la Chambre de Commerce, l'Hôtel-Dieu et le Palais de Justice. Des très larges percées sont ouvertes à travers le tissu des anciens quartiers du centre-ville pour faire la place à de larges avenues bordées par des longues files d'immeubles bourgeois. Partout où cela est possible, on rectifie le tracé des rues et on nivèle le terrain.

Entamés sous le Second Empire et poursuivis au cours des premières décennies de la Troisième République, l'ensemble de ces travaux a été perçu par la plupart des observateurs comme une œuvre de modernisation tout aussi nécessaire qu'inévitable. Une lecture plus fine des formes d'évolution urbaine montre que ces interventions étaient avant tout l'expression d'un choix politique qui récupère, dans le complexe patrimoine morphologique de la ville, les traits correspondant à une lecture hiérarchique et bourgeoise de la capitale. En reproduisant les longues et larges perspectives royales, l'urbanisme haussmannien s'inscrit directement dans une vision centralisatrice du pouvoir. En déplaçant les points de fuite de ses boulevards depuis les monuments de l'Ancien Régime vers les théâtres, les chambres de commerces, les gares et les marchés, il assigne clairement ces formes aux pratiques et aux représentations des nouvelles élites. Par l'ampleur et la nature des démolitions et des percées effectuées, par la nature et la fonction des bâtiments élevés, il établit une rupture par rapport à l'évolution sociale et morphologique du centre-ville. Comme le montre une analyse rapprochée des in-

terventions haussmanniennes, les nouveaux boulevards, bâtiments et monuments publics s'élèvent précisément sur les espaces et les nœuds principaux qui avaient favorisé la naissance et le développement du mouvement ouvrier et le projet de république démocratique et sociale.

La réelle continuité propre aux formes de la ville apparaît donc moins comme le fruit du déploiement linéaire d'une seule forme d'origine, que le résultat imprévisible d'une suite d'interventions conflictuelles qui lisent, interprètent et déclinent les formes du bâti urbain selon des perceptions et des intentionnalités différentes. En désignant les formes rectilignes de la morphologie parisienne comme éléments principaux de l'identité de la ville, la lecture haussmannienne souhaite se poser en filiation directe des grands aménagements royaux. Elle bloque, ce faisant, le développement de toute lecture et intervention alternative sur le bâti urbain. De la complexité de formes et pratiques qui caractérisaient et labouraient l'espace de l'ancien centre-ville, restent uniquement quelques vestiges désarticulées et dont la logique est désormais illisible. Les liens qui dessinent et illustrent la continuité morphologique de la ville cachent les nombreuses ruptures qui en ont marqué l'histoire.

NOTES :

(1) M. Poëte, *Introduction à l'urbanisme l'évolution des villes, la leçon de l'antiquité*, Paris, Boivin & cie, 1929.

(2) A. Rossi, *L'architecture de la ville, L'Esquerre*, Paris, 1981, p.57

(3) Successivement, la Convention, Directoire, Consulat, Premier Empire, Restauration, Monarchie de Juillet et Second Empire.

(4) NB, afin de pouvoir comparer les ouvertures de rue, j'ai illustré, dans cette carte, uniquement les rues ouvertes à l'intérieur de l'espace délimité par les frontières de la ville telles qu'elles étaient jusqu'en 1859, avant son élargissement aux frontières actuelles.

(5) Pour une analyse plus approfondie de la vente des biens nationaux à Paris, cf. le chapitre 4 de M. Gribaudi, *Paris, ville ouvrière. Une histoire occultée (1789-1848)*, La Découverte, Paris, 2014.

(6) Carnot, « Rapport sur la manufacture extraordinaire d'armes établie à Paris. Séance du 13 brumaire An 2 de la République », in *Choix de rapports, opinions et discours prononcés à la Tribune Nationale depuis 1789 jusqu'à ce jour : Année 1793*, A. Eymery, 1820, p. 180-207.

(7) L'usine des « Sans-Culottes », sous le pont de la Tournelle, « La Raison », sous le pont de Notre-Dame, « Le Républicain », sous le Pont-au-Change, « L'Intrépide », sous le Pont-Neuf – Archives Nationales, F13 309-312.

(8) Ibidem, p. 183 et M. Gribaudi, *Paris, ville ouvrière*, op. cit., chapitre 5.

(9) Les cristaux de salpêtre extraits des anciens bâtiments étaient particulièrement prisés par leur qualité. Mélangés à un huitième de soufre et à un huitième de charbon de bois, ils permettaient de fabriquer une des meilleures poudres à canon disponibles à l'époque. Sur ces aspects cf. A. Guillerme, *La naissance de l'industrie à Paris : Entre sueurs et vapeurs : 1780-1930*, Editions Champ Vallon, 2007.

(10) M. Tourneaux, *Bibliographie de l'histoire de Paris...*, cit..

(11) VERNIQUET Edme, *Plan de la ville de Paris avec sa nouvelle enceinte levé géométriquement sur la méridienne de l'Observatoire de Paris.*, Paris, 1793.

(12) JACOBET Théodore, *Atlas de la ville de Paris*, Paris, 1836.

(13) Le couvent avait été loué par l'Assemblée Nationale « au citoyen Baudin », le couvent sera démoli par l'entrepreneur Garnier le 26 mai 1796, qui s'en était adjugé la démolition pour 180 100

Francs), tandis que l'église sera démolie le 15 juillet 1797 par Cabiran (qui s'était adjugé l'œuvre pour 99 0100 francs). Cf. Lucien LAZARD, *Sommier des biens nationaux de la ville de Paris : conservé aux archives de la Seine. De la cinquième à la neuvième municipalité* (articles 1741 à 4270), L. Cerf, Paris, 1920.

(14) Pour une description des opérations cadastrales parisiennes, cf. F. Bourillon, P. Clergeot, N. Vivier, *Comité pour l'Histoire Economique et Financière de la France, De l'estime au cadastre en Europe. Les systèmes cadastraux aux 19e-20e siècles*, Paris, 2008 ; sur les problèmes de datation des plans cadastraux cf. plus particulièrement C. Souchon, « Philibert Vasserot (1773-1840) auteur des atlas des quartiers de Paris », in *Ibidem*.

(15) Je pense notamment aux lotissements du faubourg Poissonnière, de Saint Georges, et d'Europe, longuement évoqués dans le deuxième chapitre. Mais il faut citer aussi les lotissements ouverts dans les quartiers périphériques de la rive gauche autour des percements des rues des Ursulines et d'Ulm (sur l'emplacement des couvents des Ursulines et des religieuses de la Visitation, ainsi que sur les terrains de l'Hôpital de Val de Grâce), des rues de l'Est et de l'Ouest (actuels boulevard Saint Michel et rue d'Assas) ainsi que le boulevard de l'Observatoire (sur les terrains du couvent des Chartreux et de l'Abbaye de Port-Royal), sans oublier, dans le Nord-est de la ville, les percements du croisement des rues Saint-Maur et de la Roquette (sur le terrain du couvent des Hospitalières de la Roquette). Toutes ces opérations ont lieu au cours des premières décennies du siècle et à partir des projets dessinés entre le Consulat et le premier Empire.

(16) Il est possible de calculer la population de l'ancien centre-ville uniquement pour les premières décennies du siècle, pour lesquelles nous avons les chiffres par quartier. Une estimation fondée sur des chiffres partiels, montre que, encore en 1851, ces quartiers hébergeaient 50 % de la population parisienne.

(17) J'ai exclu de la figure les galeries et passages couverts bâtis dans les quartiers bourgeois de l'ouest de la ville, fruit d'opérations immobilières de nature totalement différentes de celles observables dans les anciens quartiers du centre-ville. Cf. sur ces aspects Maurizio Gribaudi et Joëlle Lenoire « Les passages ouverts – la modernité oubliée de Paris capitale », in *Histoire Urbaine*, n.36, mars 2013.

Patrick Berger

ORIENTER LES MORPHOGENÈSES URBAINES. ESSAI DE MODÉLISATION

« De tout temps, l'homme s'est représenté son environnement pour l'expliquer, le maîtriser et le projeter » ¹.

Les représentations que nous nous faisons de la ville ne sont pas immuables. Historiquement, les formes de représentation ont toujours dépendu d'un point de vue, d'un outil et d'un modèle géométrique. Avec la vitesse des morphogenèses urbaines, il y a lieu aujourd'hui de rechercher d'autres types de représentation des villes, d'explorer d'autres médiums que la cartographie statique, d'autres points de vue que le « Paysage », d'autres formes de projet urbain que la planification.

L'« étalement », le stable et l'instable

La planification comme méthode de conception de formes urbaines n'est plus adaptée.

Les plans d'urbanisme étaient faits de tracés, de mesures, de zonages ou d'ensembles constitués par des secteurs ou des îlots. Ces plans organisaient ainsi, spatialement, les diverses formes d'activités humaines.

Ils harmonisaient également l'ensemble construit avec des règles architecturales codifiant la silhouette, les volumes, les styles ou les façades des édifices.

Les plans d'urbanisme ont été, particulièrement à partir du XIX^e siècle, conçus comme le tableau d'un paysage urbain représenté en perspective aérienne et figé définitivement dans le temps, comme un monument.

Les dessins de Le Corbusier ou de Ludwig Hieberseimer ne livraient comme seul mouvement que ceux des automobiles et des piétons. ²

Pour le reste la ville était une réalisation définitivement programmée et ordonnée dans tous ses aspects, sans marge d'évolution ou de transformation ; mais ce type de planification, en Europe du moins, ne fonctionne plus et ce n'est pas principalement en raison de convictions sur la ville ou de terrains disponibles à l'échelle de ces projets, c'est surtout par le fait que « le temps de l'urbanisme, le temps du politique, le temps des besoins et des citoyens, et le temps de l'architecture ne coïncident plus ». ³

Les politiques changent, leurs alternances modifient les programmes, les esthétiques architecturales accélèrent leur renouvellement par consumérisme et cette réalité n'est plus compatible avec une planification préconçue comme une unité de temps, d'architecture et d'action.

Par ailleurs, deux phénomènes remettent également en cause cette mise en pensée des villes : l'étendue des villes se superpose à celle de leur région, le phénomène ville-région constitue beaucoup de métropoles. Ce Grand Tout urbain atteint une échelle dont l'hétérogénéité et l'entremêlement de l'état construit et de l'état naturel ne peuvent plus donner lieu à des représentations ou à des projets faits de géométrie classique, de sous-ensembles cernés dont on interroge constamment le bien fondé des contours. Ces deniers sont devenus flous, mouvants et évoluent vers une imbrication de systèmes aux proportions multiples. ⁴ L'autre phénomène se situe, à l'inverse de cette grande dimension, dans les petites échelles constituées par ces bâtiments dispersés, apparus dans les franges ou les creux de l'étalement urbain, de façon « informelle », distendus, disposés au gré du hasard des opportunités foncières. Ces états construits ne permettent pas de reconnaître des ensembles identifiables, ils ne peuvent pas être appréhendés par des notions de secteur, de limites ou de typo-morphologies. Ces agglomérats se développent de façon additive, sans projet urbain, en dehors de notre volonté, en suivant un pur phénomène d'auto-organisation. Là aussi, nos cartes et nos plans conventionnels ne nous permettent plus de saisir l'aléatoire de ces processus urbains.

On assiste ainsi à deux aspects dynamiques : beaucoup de métropoles ralentissent aujourd'hui leur extension mais amorcent leur réorganisation interne et leur densification. On observe d'un côté, à la macro-échelle, des grands traits naturels et construits qui se stabilisent et d'un autre côté, à la micro-échelle, des dynamiques d'auto-organisation qui rendent des sites instables. Entre ces deux phénomènes

et ces deux échelles réside tout un puzzle de pièces urbaines hétérogènes et de toutes dimensions.

Macro, mezzo, micro (fig. 1). Par où commencer ?

Il résulte de ce constat sur l'état des choses trois questions qui nous apparaissent comme des préalables essentiels avant de s'engager sur la conception d'un projet urbain dans les métropoles.

Ces questions correspondent à la réévaluation de plusieurs notions :

- la notion d'échelle urbaine « intermédiaire »,
- la notion de modélisation,
- la notion de programme.

Quelles échelles ?

On peut en effet se demander s'il y a encore un lien entre l'architecture et la ville, alors que celle-ci a pris la dimension d'une métropole. Par le passé, ce lien se faisait par la morphologie, avec l'emboîtement d'échelles intermédiaires toutes cernées et dessinées avec les mêmes codes géométriques. Mais peut-on toujours diviser ainsi notre environnement construit, ne serait-ce qu'en sous-ensembles ?

Le concept d'échelle intermédiaire fait d'entités définies par des périmètres colle-t-il encore au réel et est-il efficace ?

Les architectes comme les acteurs de la Gouvernance se heurtent à cette difficulté, comme par exemple pour le « Grand Paris ». Dessiner des contours sur une carte pour architecturer le paysage des banlieues semble aussi fragile que s'appuyer sur les limites des communes pour gouverner une métropole.

Une hypothèse serait de s'écarter de la notion d'échelle intermédiaire comme type de connexion entre les « macros » et « micro-échelles » et de rechercher, en premier lieu, de nouvelles représentations en prise avec les caractéristiques des deux échelles extrêmes, celle de la ville-région étendue et celle, ponctuelle, des auto-organisations en cours de processus.

Qu'en naîtrait-il ? Nos notions de relations entre les parties de la ville seraient-elles encore justes ?

Représenter c'est déjà projeter.

La modélisation urbaine est un chantier de recherche prioritaire pour mettre en pensée les métropoles et pour pouvoir, ainsi, les projeter.

L'enjeu d'une modélisation est d'être opératoire ; elle doit produire des types de représentation des réalités urbaines permettant « d'en faire quelque chose d'autre ».

Nos représentations actuelles n'ont plus cette capacité, elles ne traduisent pas le développement de formes urbaines récentes qui nous échappent. « Ce que nous ne comprenons plus aujourd'hui c'est ce que nous n'avons pas maîtrisé hier »⁵, nous pensions et dessinions les choses sans l'effet du temps. Le temps est l'élément absent de nos modélisations et avec lui l'accélération de la dynamique engendrée par les fonctions, les usages, la vie de chaque construction ; de ce que l'on définit généralement comme étant le programme d'une architecture.

Leurs interactions et leur évolution s'accroissent. Les états urbains changent beaucoup plus vite et nos cartes ne suivent plus ce phénomène, elles ne l'embrassent pas.

Le programme est au cœur des morphogénèses.

En introduisant le temps, le programme devient une notion clef pour comprendre et simuler ces morphogénèses car il dépaysage la ville pour la considérer comme un milieu vivant, presque organique, fait d'interactions entre les activités abritées par les constructions.

Il y a deux domaines de modélisation, celui des « formes inanimées » de l'état construit et celui des « formes animées » de l'état de ses programmes⁶.

Les échelles : le très grand et le petit

C'est en suivant ces réflexions que le laboratoire Environnement Naturel, Architectural et Construit - ENAC de l'EPFL de Lausanne a ouvert, en 2005, une recherche sur la modélisation de la morphogénèse, notion empruntée aux sciences du vivant mais appliquée cette fois à la métropole, pour établir de nouvelles compétences sur la métropole avec l'objectif suivant : établir de nouveaux outils pour le projet à partir d'une nouvelle représentation de la ville dans ses phénomènes de morphogénèse.

Le laboratoire s'est concentré sur deux essais de représentation, en prenant pour terrain d'expérience la « Métropole lémanique » terme qui désigne le développement de l'état urbain sur toute la rive urbanisée du lac Léman avec les villes de Genève, de Lausanne et de Montreux ... (fig. 2)

Toutes ces villes se développent selon un dispositif de coopération tant par les équipements que par les pratiques sociales des habitants. Ces derniers résident à un endroit mais vivent leurs activités à l'échelle de l'arc lémanique. Ils ont conscience qu'ils sont aujourd'hui dans une forme de métropole.

Les deux essais de représentation furent pour l'un, à la très grande échelle celui « d'un portrait » de la métropole lémanique et, à la petite échelle, « un échantillon » d'auto-organisation saisi dans une partie péri-urbaine de l'Ouest lausannois.

Une des premières décisions fut de quitter la géométrie classique et de rechercher le modèle mathématique le plus approprié pour chacune de ces deux échelles :

- La topologie fut retenue pour la grande échelle en raison de sa complexité naturelle et construite ;
- Les probabilités furent adoptées pour le fragment à petite échelle en raison de son auto-organisation en constante construction, phénomène instable que nous voulions représenter.

A - Le « portrait » d'une métropole. Seuils critiques et grands programmes

Précédemment, une étude historique sur l'arc lémanique réalisée dans mon laboratoire UTA-INTER-ENAC EPFL ⁷ avait fait apparaître que les grands traits construits « structurant » cette région correspondaient essentiellement à la superposition diachronique des grands chantiers issus de ruptures politiques, sociales ou économiques. Ainsi, l'aménagement premier du réseau romain, des voies, du cadastre antique ; au Moyen-âge, les opérations de défrichement, la création de vignobles, les fondations de couvents et de monastères sont entreprises par l'église, comme pouvoir religieux et politique. Suivent la multitude de villes fondées jusqu'au XVe siècle avec l'augmentation de la population et les droits conquis par la bourgeoisie, puis, à partir du XVIe siècle l'implantation des

« cures »⁸ « quadrillant » la région avec la domination du pouvoir bernois, au XVII^e siècle la création de canaux et de correction de l'hydrographie. Le XIX^e voit la création du réseau de chemin de fer et avec lui, du tourisme de « stations » disséminées. Dans les années 80, le « strip » autoroutier aboutit, plus tard, aux équipements culturels, aux ponctuations des grands centres commerciaux et à la création des pôles de compétences, etc. (fig. 3)

Les moments d'apparition de ces « grands programmes » ne sont ni prévisibles ni réguliers dans le temps. On emprunte l'image de « l'échelle du diable »⁹ (escalier aux marches totalement irrégulières) car ces moments ont, par la dimension de leur impact, une analogie avec un seuil critique, qui transforme à chaque fois la structure d'un état naturel et construit.

Les fonctions des grands programmes et la diachronie de leur irruption, leurs nombres et leurs localisations sont différents pour chaque site. Elles ont chacune une histoire distincte qui produit des empreintes d'aménagement différentes. C'est ainsi que chaque ville ou chaque métropole est une superposition « d'empreintes » originales faites par l'histoire de ces grands programmes. Certains sont encore visibles, parfois même encore en fonction ou conservés comme patrimoine.

Tous les systèmes constitués par ces empreintes liées les unes aux autres recouvrent toute l'échelle d'une métropole. Leur imbrication avec les grands traits de l'état naturel, l'hydrographie, les aires boisées, les éléments naturels protégés donnent lieu à une forme naturelle et construite globale. Cette forme conduit la suite historique d'une métropole car tout futur projet est obligé matériellement de « faire avec ».

« La forme matérielle d'une métropole est ainsi le résultat d'un certain nombre d'événements volontaires constitués par des grands programmes et des grands chantiers implantés sur une grande échelle. Entre ces événements dont les formes sont perceptibles et interprétables, le milieu physique se transforme de façon auto-organisée, de façon insensible jusqu'à une crise visible, et presque toujours globalement interprétable. »¹⁰ C'est cette forme, cette empreinte complexe globale qui nous est apparue comme étant le « portrait » d'une métropole car elle n'autorise pas de construire de manière identique à celle d'une autre. Comment « trouver » cette forme ?

Comment la tracer géométriquement ?

Nous avons procédé avec la topologie. Le portrait de la métropole lémanique est constitué d'abord des grands traits des entités urbaines et paysagères que nous avons décrits. En retirant leurs données quantitatives et en ne retenant que leur position mutuelle, le résultat devient une représentation « graphique ». Celle-ci a la particularité d'être « élastique » car la situation des entités les unes par rapport aux autres se maintient quelles que soient les déformations qu'on lui applique. Cette forme peut alors être ramenée à une figure géométrique encore plus simple et compréhensible par tous.

En l'épurant on aboutit à un « schéma topologique »¹¹. Ce schéma est la structure de la forme d'une métropole, les « grands traits » de son organisation naturelle et construite, son espace géométrique. (fig. 4)

En s'inspirant des travaux de Ian L. McHarg¹² et en les extrapolant à la métropole comme ville-région nous avons été amenés à considérer cette structure schématique comme devant être la matrice des grandes programmations de l'avenir, à l'échelle d'une gouvernance métropolitaine qui ne pourra plus ignorer tous les enjeux du sol.

B - L'auto-organisation urbaine. Comportements des programmes

Le deuxième type de présentation qui fut recherché concerne le processus de l'auto-organisation urbaine. Le laboratoire s'est confronté dès le départ à plusieurs questions posées comme hypothèses de travail.

- L'aléatoire et l'instabilité de l'état bâti « informel » sont-ils liés dans une dynamique par des mécanismes identifiables ?
- Ceux-ci sont-ils l'interaction entre chaque activité humaine (chaque programme) d'un groupement de construction ?
- Quel est alors l'impact de l'implantation d'une nouvelle construction dans ces interactions ?
- L'effet de la localisation d'un programme génère-t-elle une « dynamique de développement » ?
- Pourquoi un programme architectural est-il attiré sur un terrain plutôt qu'un autre, dans l'absence des planifications ?

- Comment se comporte un programme dans la morphogenèse ?

Ainsi, contrairement au « portrait » qui se fonde, nous l'avons vu, sur les matérialités de l'urbain, cette autre expérience s'est, elle, appuyée sur les comportements des « programmes » des bâtiments entre eux.

Si Hervé Le Bras a déjà exploré cette question dans le contexte des villages, forme de groupement contenant un centre, ici, nous nous sommes intéressés à un tout autre type de lieu construit, péri-urbain, sans pôle, plus « étalé », fait de bâtiments banals, éparses et ne constituant pas encore l'esquisse d'une forme ou d'une silhouette. « Pas encore », car une étude historique sur ces dernières décennies nous fait apparaître que ce type de lieu était appelé bien souvent à se densifier avec le temps, « à se former » (voir ill. 1 cartes des séquences historiques de l'Ouest lausannois) (fig. 5)

Nous avons ainsi isolé, en premier lieu, comme sujet de modélisation un phénomène, celui de la cause mais aussi de l'effet de l'émergence d'un bâtiment.

Pour cet essai de modélisation, notre postulat de départ sur la notion de comportement fut les principes de satisfaction et de coopération entre les programmes et leur localisation. On peut illustrer brièvement ces influences :

1. « Satisfaction » pour la localisation d'un programme

Un type de programme recherche un terrain qui optimise la satisfaction de ses besoins fonctionnels. Deux types de programme ne rechercheront pas la même « satisfaction » et donc le même terrain. Un logement, par exemple, aura pour attraction des équipements et des commerces de proximité, une station de transport en commun, un environnement silencieux et non pollué, la vue..., toute caractéristique d'un endroit contraire à ces propriétés sera perçue comme une « insatisfaction » et constituera donc une répulsion pour sa localisation. Une usine, par contre, sera indifférente à ces qualités, elle en recherchera d'autres : la proximité des grands axes routiers, le moins possible de voisinage pour pouvoir s'étendre... Les satisfactions de l'un sont incompatibles avec celles de l'autre. Les contraintes de voisinage d'un quartier d'habitation feront disparaître le second. Les nuisances du développement d'une activité industrielle dévaloriseront le premier.

L'exercice peut être fait et nuancé pour tout type de programme.

2. « *Coopération* » entre les programmes

Les programmes actifs dans un groupement de construction ont tendance à « coopérer », ils mutualisent certains programmes, comme par exemple les commerces et les équipements. La forme de vie d'un groupement de programmes met en interaction une coopération. La morphogenèse de ces coopérations est faite d'effets dominos et de seuils :

à partir, par exemple, d'un certain seuil d'habitations, une crèche de proximité sera nécessairement construite, elle-même incitera des commerces d'alimentation à se localiser à proximité ; ceux-ci attireront de nouveaux logements dont la densité fera émerger la nécessité d'autres équipements, une montée en densité, en population et en complexité de programme. Dans cette suite d'effets, des bâtiments ou leurs activités disparaîtront : des bâtiments maraîchers ou industriels se déplaceront sur d'autres sites, une grande surface commerciale fera disparaître des petits commerces, etc.

De ces postulats vérifiables par la seule observation des changements urbains autour de nous, il résulte la description d'un phénomène qui est amplifié dans les morphogenèses urbaines auto-organisées :

« La localisation d'un programme entraîne dans le temps l'apparition ou la disparition d'autres programmes à proximité ».

Toute nouvelle construction, aussi petite soit-elle par son programme, a ainsi un effet sur la morphogenèse urbaine.

Les lois de l'auto-organisation. Influences entre programmes

L'une des premières étapes de la modélisation fut de rechercher ces « effets », un ordre caché constitué par des lois d'influence fonctionnelle. La méthode consista avec les statistiques à énoncer et paramétrer pour chaque type de programme ce qui les attire ou les éloigne dans le choix d'un site.

Ces lois de satisfaction/insatisfaction leur sont propres et établies au regard de plusieurs critères (voir à ce propos Morphogenèse de la métropole.¹³ Ces lois régissent les processus de transformation urbaine auto-organisée : la formation des bâtiments, l'apparition ou la disparition des programmes, le changement de

fonction, les désaffectations, la stabilité ou l'instabilité d'une forme urbaine, les continuités ou les discontinuités d'une géométrie sociale (fig. 6, 7). L'interaction entre des programmes à proximité et donc entre ces lois, et les effets qui en résultent, nous ont fait considérer chaque programme non plus seulement comme une activité humaine mais comme un agent, comme une entité vivante « qui agit » sur les autres entités situées autour d'elles en faisant « bouger les choses ».

Le prototype de modélisation multi-agent

La méthode choisie pour la modélisation fut celle des « multi-agents basés vecteurs »¹⁴. Elle est particulièrement adaptée pour la modélisation de systèmes complexes comparables à la métropole d'aujourd'hui. Les systèmes multi-agents sont des outils de modélisation performants qui permettent de comprendre des phénomènes complexes à partir de règles de comportement individuel au grand pouvoir explicatif.

Cette méthode permet de simuler les interactions existantes entre les différents agents autonomes et donc, dans le cas de la ville, entre tous les composants de l'environnement construit et de l'environnement naturel. Dans le prototype, les agents sont les usages ou les fonctions des bâtiments et leurs programmes. On définit l'agent comme un « objet intelligent » au sens de l'intelligence artificielle. Un système multi-agent est composé de plusieurs agents capables de s'organiser pour un réaliser un but commun. Les systèmes multi-agents sont utilisés pour modéliser des systèmes complexes afin de répondre à des questions du type :

« Comment un ensemble de comportements individuels engendre-t-il des règles de comportements globaux »?

La simulation multi-agent permet, en établissant des règles simples, de définir des structures d'organisation qui reflètent la réalité de l'observation. L'étude permet de prouver la pertinence des systèmes multi-agents pour modéliser la ville en partant de ce postulat : considérer la ville en analogie avec un organisme vivant qui s'auto-organise selon des règles et donc de manière « intelligente ». Puis simuler des interactions entre les agents autonomes afin de déterminer l'évolution d'un système, ici système urbain, pour prévoir le processus d'une organisation.

Dans notre prototype de modélisation, nous parlons « d'agents basés vecteurs ». Nos agents, c'est-à-dire les fonctions des bâtiments, des routes, des réseaux, des sols, sont des objets géographiques qui sont dotés chacun à la fois d'une géométrie vectorisée et de propriétés qui nous permettent d'énoncer des règles ou lois de morphogenèse.

La modélisation SIG (Système d'Information Géographique) en 3 dimensions, assure une représentation abstraite du monde réel qui permet une représentation nouvelle de la métropole et surtout des lois de morphogenèse qui permettront de prévoir son évolution. Les formes d'espaces obtenues grâce à cette mathématisation du réel, permettent de comprendre la genèse auto-organisée de n'importe quel site et permet d'y envisager des hypothèses de programmes ou de projets.

Le modèle permet donc d'obtenir un objet abstrait et un objet sensible qui permettront au concepteur de réfléchir à différentes programmations, différents type de projets ou spéculations.

Orienter les morphogenèses. « L'utilité de l'aléa »¹⁵

La modélisation multi-agent ne se limite pas à la compréhension d'un phénomène, elle peut le maîtriser ou du moins l'orienter.

Si l'implantation d'un programme a un effet par interaction sur le devenir d'une forme urbaine en cours d'auto-organisation, on en déduit que le même programme localisé sur un autre terrain du site aura un autre effet : une autre forme urbaine sera générée dans le temps. Décider d'implanter un programme ici ou là devient alors un acte stratégique pour l'urbain.

La localisation d'un programme perturbe le cours des choses dans une morphogenèse, elle l'oriente différemment. La perturbation créée par la localisation d'un programme conduit « à s'en servir », pour orienter une tendance de développement.

La modélisation multi-agents a fait appel aux statistiques pour représenter les mécanismes d'une auto-organisation. Symétriquement, celles-ci deviennent des probabilités d'effets dans des simulations de localisation du même programme. Le programme dans chaque point du site « agit » différemment.

A l'extrême, il peut y avoir deux endroits où, par la seule implantation du même

programme, la morphogenèse s'engage vers des formations urbaines très différentes en emprise, en densité, en mixité, en morphologie (fig. 8).

Partir du petit pour aller vers le grand et non l'inverse, devient une autre conception de projet urbain. Avec cette modélisation, tous les acteurs de la métropole peuvent décider la stratégie d'un effet pour orienter un développement urbain. Il s'agit alors d'infléchir des tendances d'auto-organisation avec des actions ponctuelles, et non plus de les cadrer en dessinant une forme finie.

Induire plutôt que contraindre : la somme des interactions crée, au final, une forme d'unité de vie.

La modélisation expérimentée n'est qu'un prototype. Il sera approfondi, entre autres quant à la certitude des lois, à la vérification dans le temps de la modélisation des effets, ou à l'extrême complexité que constitue une série d'implantations successives.

Ce prototype ouvre un point de vue pour le projet métropolitain. La notion de ville orientée se met en tension avec celle de ville planifiée.

Il peut en naître des stratégies urbaines mixtes optimisant la composition dynamique à grande échelle et de l'aléatoire à l'échelle de l'architecture.

L'« effet » côtoie le « dessin ».

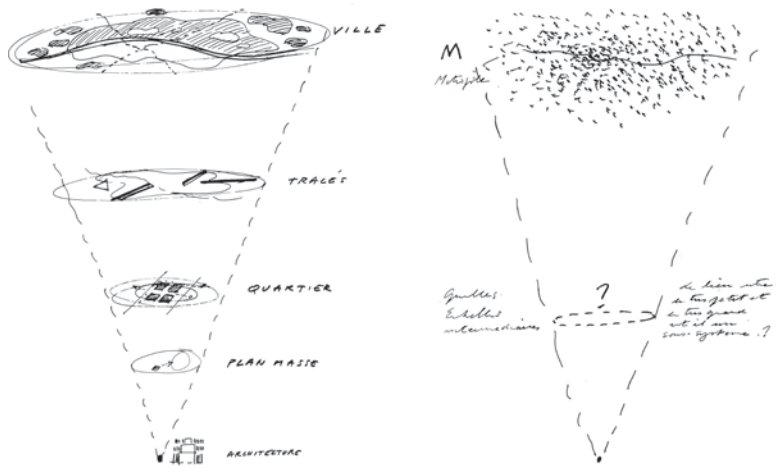


Fig. 1 - D'après Formes de vie, formes construites et morphogenèse.
Professeur Patrick Berger - EPFL, Faculté ENAC, laboratoire UTA - Dessin : Patrick Berger.

Y-a-t-il encore une échelle intermédiaire entre le MACRO et le MICRO ?

La géométrie euclidienne n'est plus opératoire pour représenter les échelles et les morphogenèses des métropoles.



Fig. 2 - Perspective de l'Arc Lémanique.
Professeur Patrick Berger - EPFL, Faculté ENAC, laboratoire UTA - Assistant Frédéric Bonnet -
Image : Julien Abinal.

La métropole Lémanique

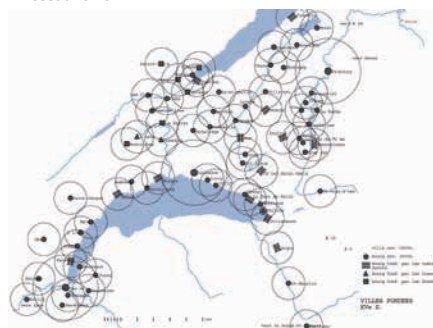
La côte urbanisée du lac Léman forme aujourd'hui une métropole de villes multiples : Genève, Lausanne, Montreux...



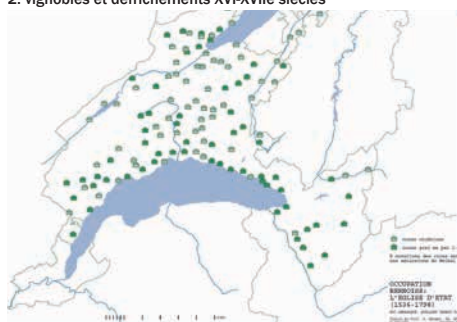
1. réseau romain



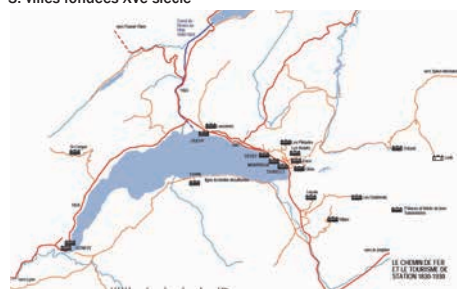
2. vignobles et défrichements XVI-XVIIe siècles



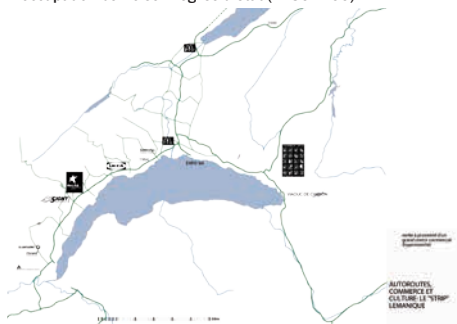
3. villes fondées XVe siècle



4. occupation bernoise : l'église d'état (1536-1799)



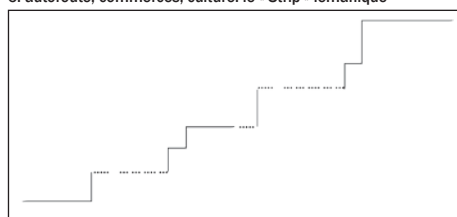
5. chemin de fer et tourisme de stations 1830-1930



6. autoroute, commerces, culture : le « Strip » lémanique



7. pôles de compétence



8. l'échelle du diable

Fig. 3 - D'après Arc lémanique - quelques grands traits.

Professeur Patrick Berger - EPFL, Faculté ENAC, laboratoire UTA - Assistant : Guy Nicollier.

La notion de programme est au cœur des morphogénèses

Les grands programmes de l'histoire de l'Arc lémanique constituent les empreintes de la métropole actuelle.

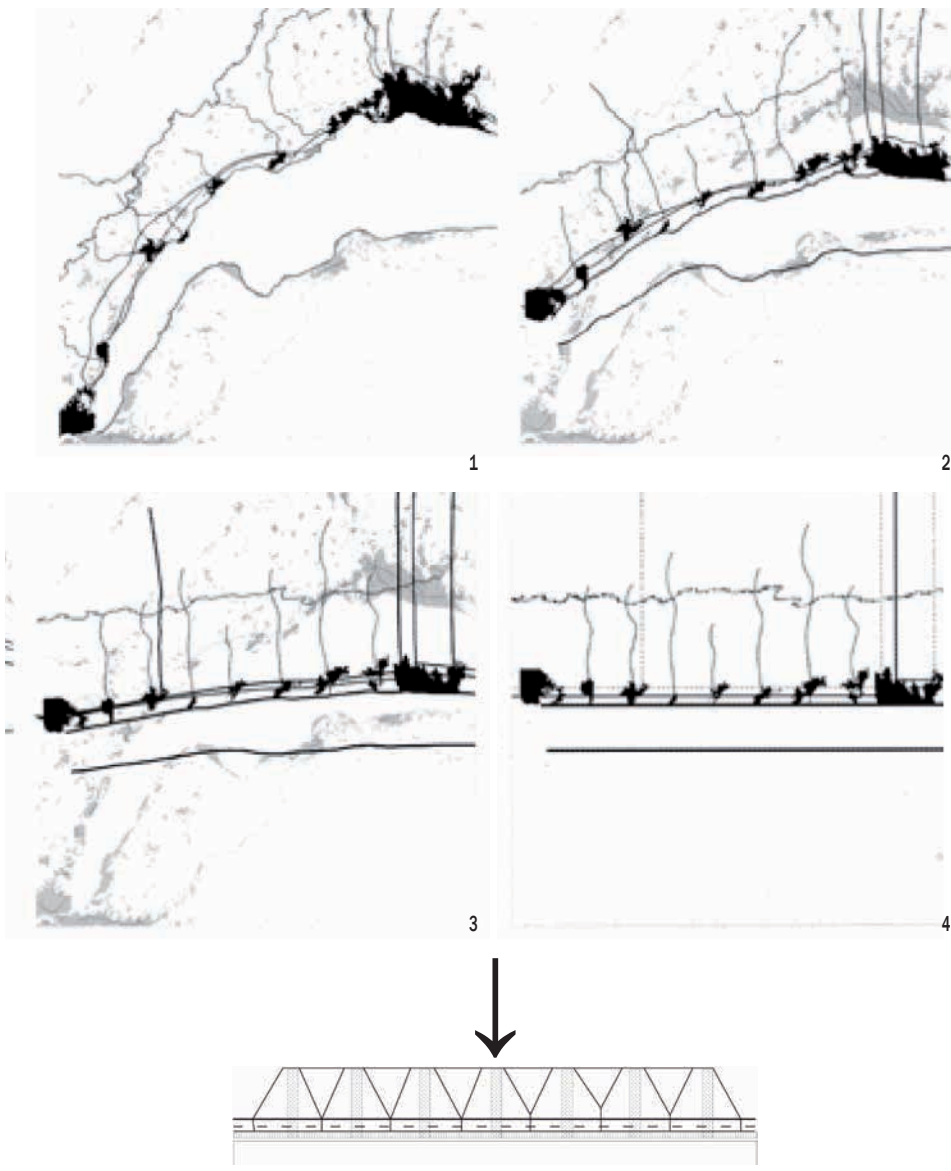


Fig. 4 - Portrait de l'Arc Lémanique.
Professeur Patrick Berger - EPFL, Faculté ENAC, laboratoire UTA - Assistant : Frédéric Bonnet.

Portrait topologique de la métropole Lémanique

A l'échelle MACRO les métropoles ne se ressemblent pas et se ressembleront de moins en moins.

Les grands traits stables de l'état naturel et construit constituent la forme géométrique de chaque métropole. La topologie permet de la schématiser. Ce « portrait » peut être la « structure » de grandes programmations.

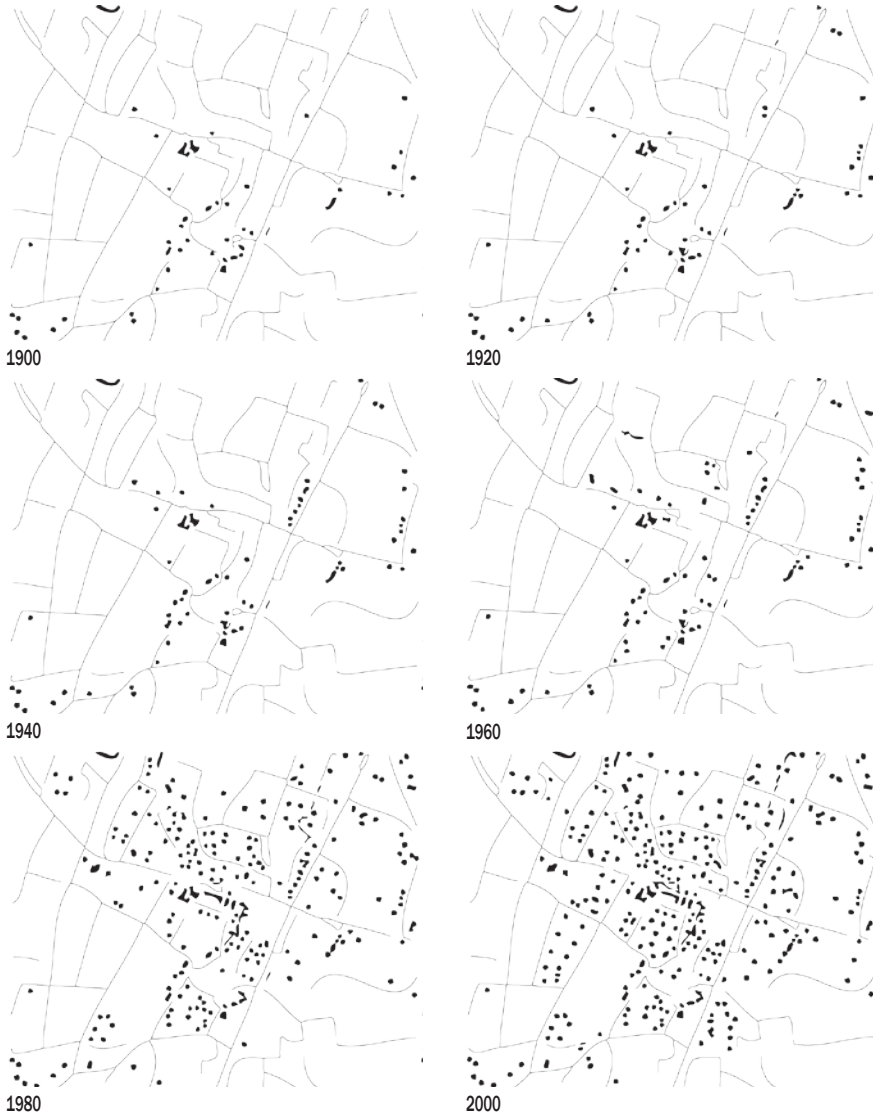


Fig. 5 - Illustration extraite du projet de recherche interdisciplinaire EPFL/VPAA. Morphogenèse de la métropole, Dr Corinne Plazannet Août 2008 - Professeur Patrick Berger - EPFL, Faculté ENAC, laboratoire UTA.

Dynamique (péri-) urbaine

A l'échelle MICRO des phénomènes d'auto-organisation apparaissent.

Développement urbain sur le site choisi, accélération symptomatique ces dernières décennies.

Avec le temps un état urbain se « forme » sans planification.

Y-a-t-il un « ordre caché » dans ce processus d'émergence ?

Comment modéliser ce type de morphogenèse ?

Extrait d'une table des programmes
comme données du système

• identifiant	• nom	• stabilité	• pouvoir symbolique	• population
111	habitation faible densité	30	0	4
112	habitation moyenne densité	30	0	0
113	habitation forte densité	20	0	30
121	école primaire	50	0	2000
122	école secondaire collège	100	0	0
123	université école supérieure	100	3	0
124	crèche école maternelle	0	0	0
131	commerce de proximité	30	0	500
132	supermarché	15	0	3000
133	centre commercial	15	0	0
141	dispensaire de quartier	20	0	2000
142	hôpital clinique	0	0	0
143	CHU	0	0	0
151	bâtiment administratif	50	0	2000
152	lieux de culte	10000	10	500
153	cimetière	10000	5	2000
154	musée	0	8	0
155	bureau de poste	0	0	0
156	banque	0	0	0
157	bibliothèque	0	3	0
158	salle polyvalente	0	0	0
159	bâtiments services publics	0	0	0
161	bâtiment de bureaux	20	0	3000
162	ateliers d'artisanat	50	0	600
163	bâtiment industriel	15	0	10000
164	ferme	0	0	0
181	restaurant cafétéria	0	0	0
182	hôtel	0	0	0
183	station service	0	0	0
191	dépandances	0	0	0
192	toilettes publiques	0	0	0
193	bâtiment d'entretien	0	0	0
212	route	0	0	0
213	sortie d'autoroute	0	0	0
214	parking	0	0	0
215	gare	1000	0	2000
216	aéroport	0	0	0
217	arrêt de bus ou de métro	0	0	0
221	canalisation d'eau	0	0	0
222	conduite de gaz	0	0	0
311	sommet	100000	8	0
321	lac	100000	10	0
322	rivière	100000	0	0
331	forêt	1000	7	0
1711	bâtiment sportif	0	0	0
1712	terrain de sport	0	0	0

Un bâtiment peut contenir un ou plusieurs programmes architecturaux ou faire partie lui-même d'un programme.

Un programme est par définition abrité dans un bâtiment (commerce au rez de chaussée d'un immeuble d'habitation par exemple) ou une composition de plusieurs bâtiments

Une donnée importante du système, elle comprend les attributs suivants:

- un identifiant, numéro unique
- un nom
- un degré de stabilité, c'est à dire le nombre d'années d'espérance de vie pour chaque élément du type (30 ans en moyenne pour une villa)
- un indicateur de population (nombre moyen de personnes résidant dans le logement ou requise pour l'existence du service)
- un pouvoir symbolique pour certains objets, facultatif. Sans valeur, l'agent a le pouvoir attribué à sa fonction

Extrait d'une table des lois d'influence satisfaction /
insatisfaction

• identifiant 1 : fonction qui influence	• identifiant 2 : fonction qui influence	• type d'influence nuisance ou service (négatif ou positif)	• coeff. d'influence	• rayon d'influence max.
163	111	nuisance	9	1000
163	112	nuisance	9	2000
163	113	nuisance	9	2000
151	112	service	2	5000
151	113	service	2	5000
152	111	service	4	3000
152	112	service	4	3000
152	113	service	4	3000
163	163	service	5	500
111	111	service	8	200
112	112	service	5	200
113	113	service	5	200
152	153	service	8	400
211	132	service	9	3000
211	163	service	7	2000
322	152	service	8	1000
322	111	service	9	500
322	112	service	7	1000
113	121	service	5	500
163	132	service	9	800
113	161	service	5	1000
211	161	service	7	2000
331	111	service	9	500
121	111	service	8	1000
132	111	service	5	7000
141	111	service	7	5000
212	111	service	1	400
121	113	service	8	1000
131	113	service	5	800
141	113	service	7	2000
212	113	service	2	300
113	111	nuisance	3	2000
211	111	nuisance	9	3000
161	111	nuisance	3	2000
132	132	service	4	500
161	132	service	3	1000
212	161	service	9	200
113	152	service	7	500
111	152	service	3	1000
113	131	service	9	500
322	113	service	3	500
331	113	service	3	500
215	161	service	9	500
215	132	service	9	400
132	161	service	5	1000
215	113	service	9	800

Influences entre fonctions

Les programmes (fonctions) voisins les uns des autres s'influencent mutuellement. Une fonction est influencée par 0 ou plusieurs fonctions et influence, à l'inverse entre 0 et plusieurs autres fonctions

La table des influences exprime les valeurs d'influences positives ou négatives entre fonctions.

Les colonnes de la table représentent les éléments suivants:

- identifiant 1: numéro identifiant de la fonction qui influence
- identifiant 2: numéro identifiant de la fonction qui subit l'influence
- type d'influence: nuisance ou service (négatif ou positif)
- coefficient d'influence, de 0 à 10 indiquant la force d'influence du moins au plus influant
- rayon d'influence maximale, en mètre, au delà duquel l'agent identifiant 1 n'a plus d'influence sur identifiant 2

Fig. 6 - Illustration extraite du projet de recherche interdisciplinaire EPFL/VPAA.
Morphogenèse de la métropole, Dr Corinne Plazannet Août 2008 - Professeur Patrick Berger
EPFL, Faculté ENAC, laboratoire UTA.

Extrait des « lois d'influence » paramétrées dans le prototype

Chaque type de programme a des « lois » qui influencent sa localisation. Pour satisfaire leurs besoins, la multitude des types de programme crée, avec ces lois de satisfaction / coopération, une complexité d'interactions.

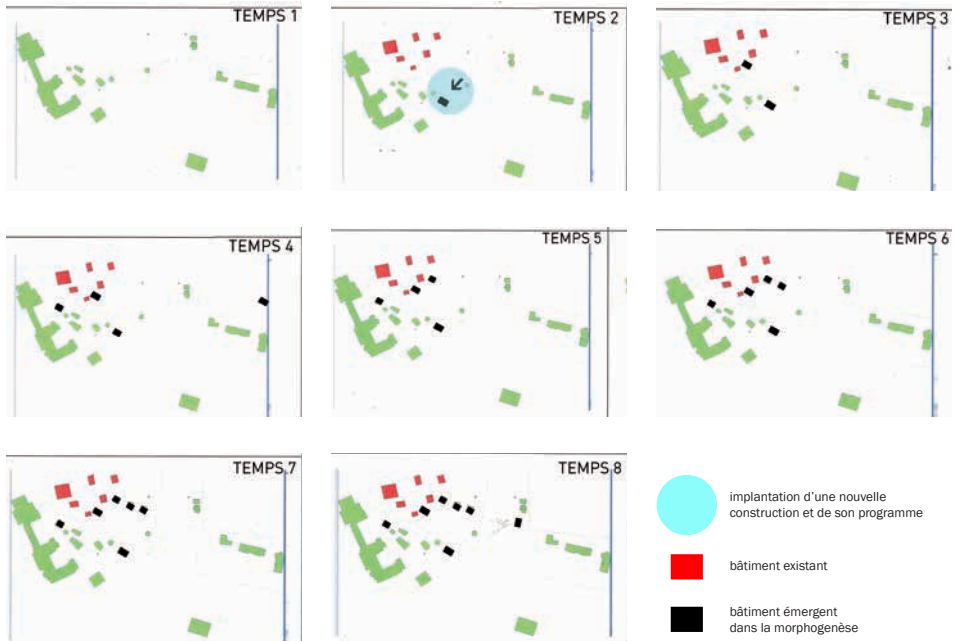


Fig. 7 - Illustration extraite du projet de recherche interdisciplinaire EPFL/VPAA. Morphogenèse de la métropole, Dr Corinne Plazannet Août 2008 - Professeur Patrick Berger - EPFL, Faculté ENAC, laboratoire UTA.

Modélisation multi-agents

La localisation d'un programme entraîne dans le temps une morphogenèse.

Echantillon d'étalement urbain choisi dans l'ouest lausannois pour expérimenter une modélisation de l'auto-organisation péri-urbaine.

En simulant l'implantation d'un programme, on observe une « perturbation », celle-ci entraîne par elle-même l'émergence de programmes successifs. La série de captures d'écran ci-dessus, saisie sur le prototype de modélisation multi-agent, fait apparaître cet impact sur la dynamique de la zone (ici le programme est un cinéma multiplexe avec des commerces et un restaurant).

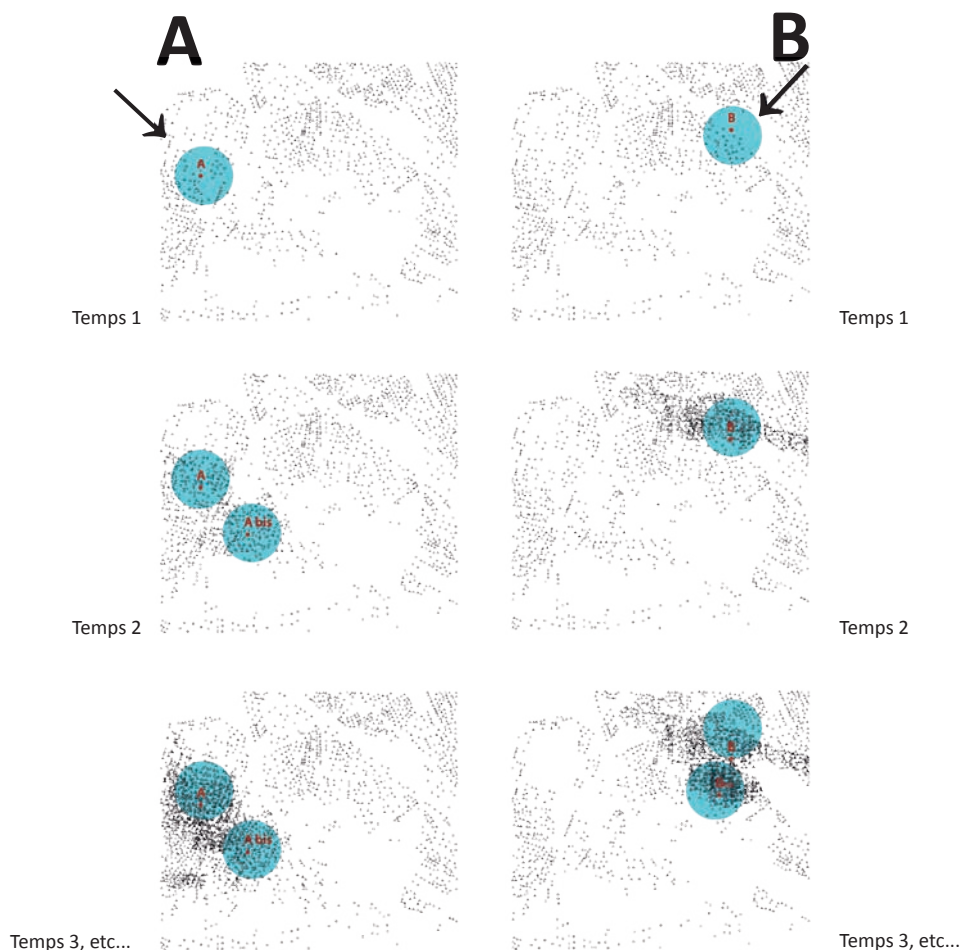


Fig. 8 - D'après *Formes de vie, formes construites et morphogenèse*.

Professeur Patrick Berger - EPFL, Faculté ENAC, laboratoire UTA - Assistant : Xavier Bêlorgey.

Orienter les sites désorientés / Stratégie urbaine

La localisation d'un même programme a des conséquences probables dans chaque point du site. Cette probabilité peut être un outil de conception des formes urbaines. Elle permet régulièrement d'orienter ou d'infléchir des morphogenèses auto-organisées.

En choisissant la localisation d'un programme, on peut orienter la morphogenèse urbaine d'un site. Le même programme situé à deux endroits différents a des effets différents : à l'extrême, ils peuvent donner lieu à des formations urbaines très différentes. (simulation fictive)

NOTES :

- (1) P. Berger et J.P. Nouhaud, *Formes cachées. La ville*, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne, 2004.
- (2) Le Corbusier, architecte et urbaniste 1887-1965, Ludwig Hilberseimer architecte et urbaniste 1885-1967.
- (3) P. Berger et J.P. Nouhaud, *Formes cachées. La ville*, cit.
- (208) Voir à ce propos la thèse de Jong-Jin Park (Ph.D.) sous la direction de Patrick Berger, *Morphogénèse de la ville contemporaine : essai sur la multi-échelle*, Thèse n° 4593 (2009) Faculté ENAC, Laboratoire UTA. Programme doctoral en environnement.
- (4) P. Berger et J.P. Nouhaud, *Formes cachées. La ville*, cit.
- (5) P. Bourguin et A. Lesne, *Morphogénèse, l'origine des formes*, Belin, Paris, 2006.
- (6) *Arc lémanique – quelques grands traits*, Professeur Patrick Berger et Guy Nicollier assistant.
- (7) Cure bernoises : correspondent à l'occupation bernoise avec l'église d'Etat (1516-1798).
- (8) P. Bak, *Quand la nature s'organise, avalanches, tremblements de terre et autres cataclysmes*, Flammarion, Paris, 1999.
- (9) P. Berger et J.P. Nouhaud, *Formes cachées. La ville*, cit.
- (10) D.G. Emmerich, « Schéma topologique », in ibidem, Cours de morphologie à l'ENSBA, Paris, 1967.
- (11) I.L. McHarg, *Design with nature*, 1920 – 2001, Natural History Press, Garden City, N.Y., 1969.
- (12) C. Plazanet (sous la direction du Pr. Patrick Berger), *Morphogénèse de la métropole*. Rapport final, Laboratoire UTA Institut INTER, Faculté ENAC Recherche interdisciplinaire EPFL/VPAA/fonds 590612 ; Août 2008.
- (13) C. Plazanet, *Morphogénèse de la métropole* cit.
- (14) Emile Borel, mathématicien 1871-1956.

MODÉLISER LES DYNAMIQUES DES FORMES

Stéphane Douady ¹

Thomas Courtat

Clément-Noël Douady

Philippe Bonnin

TENTATIVE DE MODÉLISATION DE LA MORPHOGENÈSE DU RÉSEAU DES RUES

La ville est d'évidence constituée d'un ensemble très complexe de structures et d'activités, d'espaces, de types de bâtiments, d'usages, de voiries, de moyens de transport, de structures sociales, de commerces, de processus de fixation de la valeur économique, de politiques administratives, de décisions innombrables etc. sans parler du libre arbitre de chaque habitant, du goût et des couleurs de chacun... Il n'est donc nullement question de modéliser tout cet ensemble de faits et ses lois de développement, si cela même était faisable, réaliste, souhaitable. Il nous semble au contraire que l'essence de la modélisation est de ne prendre qu'un aspect particulier d'un phénomène, de l'isoler, et de voir à partir d'une description simplifiée de son évolution, la proximité des résultats ainsi obtenus avec la réalité. La valeur d'un modèle est qu'avec très peu d'éléments on soit cependant capable de reproduire un grand nombre de phénomènes. In fine, la valeur du modèle n'est pas dans une reproduction de plus en plus exacte de la réalité, qui demanderait toujours plus de rajouts et de détails, mais dans la compréhension de l'importance de certains phénomènes et aspects. Dans ce sens c'est d'abord un outil de compréhension et de dialogue, entre la théorie et le monde, et entre les disciplines, les résultats concrets des modèles permettant une appréhension directe des enjeux entre les différents acteurs et intervenants.

On fait donc le pari ici de ne considérer dans la ville que sa trace spatiale la plus brute, le réseau viaire, lui-même réduit à son expression géométrique la plus simple de lignes, indifférenciées, mais inscrites dans l'espace. Si notre choix est correct, il doit rester dans ce squelette une information importante, à notre charge de la retrouver *à partir de cet élément seul*. Ensuite, ce qui nous intéresse est de savoir si, en analysant cette forme spatiale, on peut aussi avoir des informations sur la manière dont elle s'est formée, et du coup pouvoir reproduire cette morphogenèse.



Fig. 1a - Image brute d'un réseau viaire...
Source, Open Street Maps (Libre).

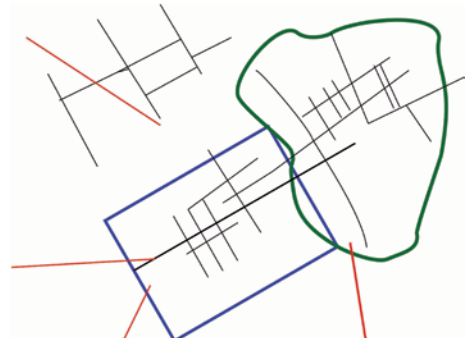


Fig. 1b - ... et lecture rapide par un « œil exercé »
© Clément-Noël Douady.

Si l'on voit (Fig. 1a) l'image d'un réseau viaire brut, débarrassée de la figuration de presque toutes les qualités de l'espace urbain vécues au quotidien, sans indication d'usage, de nom, ni de largeur des voies, on perçoit dans cette structure filaire une grande quantité d'informations. N'y sont présentes que des lignes décomposables en segments de même épaisseur, mais de longueurs et d'orientations différentes toutefois, qui se joignent ou non à leurs extrémités² : elles composent un dessin qui paraît purement géométrique et abstrait au premier abord. Pourtant, un œil exercé, et d'autant plus l'œil d'un professionnel de l'urbanisme, peut y reconnaître des structures particulières, y déceler des formes et des figures, et déjà même imaginer le développement historique de la ville dont il est issu. Dans l'anonymat du treillage inégal, il croit deviner : ville romaine (?) rectangulaire, *cardo* ou *décumanus* traversants (?), extension médiévale, double boulevard de part et d'autre d'un ancien rempart, maillage serré en ville, trame rurale plus lâche, voies radiales de liaison à d'autres villes...

On pourrait dire que notre but est, au départ, d'essayer de retrouver automatiquement cette information, à partir de cette information « géométrique » uniquement. C'est une approche qu'on peut qualifier de « radicale ». Mais nous l'avons construite conjointement, entre « modélisateurs » (physiciens, mathématiciens appliqués et informaticiens), et « urbanistes » (ou spécialistes de l'urbain dans différentes disciplines des SHS). Et nous nous donnons justement pour tâche de chercher à en tester la robustesse et la « validité », ou plus exactement les limites de la validité, après les succès que ces principes méthodologiques ont connus dans des recherches précédentes³.

Le fait que la rue est un élément aussi important de la ville vient non seulement de son usage constant (pour la circulation des personnes et le transport des biens, le repérage quotidien — par numérotation le long d'une rue donnée — contrairement au rare système de numérotation par îlot...), mais aussi du fait qu'il s'agit en fait d'une structure extrêmement pérenne de la ville. On peut détruire et reconstruire continuellement les bâtiments, changer la physionomie et l'usage d'une ville, la structure des rues est conservée, cependant, le plus souvent : « le vide est plus robuste que le plein » dirait un philosophe asiatique. Cela provient en particulier du fait qu'un bâtiment est essentiellement local, alors que la rue est globale, faisant lien entre des lieux distants, faisant intervenir dans sa définition toutes les habitations qui la bordent et tous les occupants qui vivent le long de celle-ci, de



Fig. 2 - réutilisation du réseau viaire après le tsunami du Tohoku (Japon, 2011).

© Philippe Bonnin.



Fig. 3 - La périphérie d'Oulan-Bator.

© Google Maps.

par la nécessité de la desserte de chaque lieu habité ⁴, et même potentiellement tous les habitants de la ville qui sont susceptibles de l'emprunter, de par un besoin permanent de passage.

Ce besoin de passage —commun à toutes les sociétés— est la première raison de la pérennité d'une rue. Fait remarquable : même alors que la ville peut avoir été totalement rasée par une catastrophe d'origine humaine ou naturelle, la sous-structure renforcée ou bétonnée des voies carrossables résiste à nombre de dégradations, plus fréquemment que les superstructures aériennes du bâti urbain, et permet le déblaiement des ruines, à Dresde comme à Sendai, puis une circulation très rapidement renouvelée. On a pu l'observer une fois encore au Japon, dans le Tohoku, après le tsunami de mars 2011. (Fig. 2)

Historiquement, on sait aussi que le maillage des voies a résisté à la grande déprise urbaine qui a suivi la fin de l'Empire gallo-romain —moyennant une phase très intéressante de réinterprétation du réseau et de redécoupage des îlots autour de l'an mil— ⁵.

On peut aussi concevoir que la rue est l'indicateur le plus sensible du développement urbain : lors d'un développement urbain grignotant la campagne environnante, l'apparition de hameaux se traduit directement par la création de petites routes permettant une desserte locale. Chaque nouvelle maison a en effet besoin d'être desservie. L'apparition et la multiplication de ces voies courtes, leurs positions et leur nombre, traduisent directement le fait de l'expansion urbaine sur un parcellaire rural déjà fortement structuré, et dont les chemins de desserte servent de précurseurs à une première partie des futures voies urbaines.

Dans des expansions « spontanées » de villes, comme par exemple lorsque les nomades se fixent à la périphérie d'Oulan-Bator (Fig. 3), la fixation s'opère d'abord par l'installation le long des chemins d'accès (en lignes de crête ou fond de vallée sèche). Ensuite, la volonté de rester le plus proche possible du centre urbain résultant fait préférer la densification de l'ensemble par l'implantation de l'habitation entre les voies d'accès (« comblement des dents creuses » disent traditionnellement les urbanistes). Dans un cas de figure relativement planifié, cela se fera par de petites opérations de lotissement, et dans un cas d'urbanisme « sauvage » ou parfaitement libre, cela définit des ruelles aux tracés complexes, qui ne sont en définitive que les espaces laissés libres entre les implantations des maisons —es-

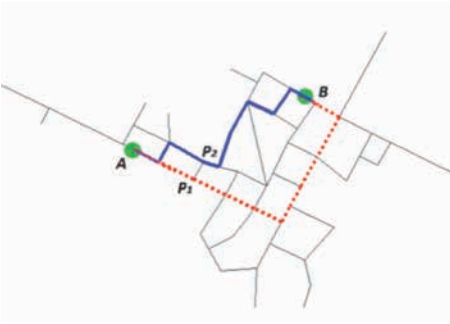


Fig. 4 - En pointillés rouge, un chemin *p1* très simple (2 tournants) pour aller de *A* à *B*, et en trait bleu le chemin *p2* le plus court, mais plus complexes (6 tournants).

© Thomas Courtat.

pace de circulation encore une fois indispensable pour l'accès à chaque maison. C'est un phénomène très clairement visible aussi dans le cas des cœurs de villes moyenâgeux, comme dans le cœur ancien d'Avignon, ou les îlots de Venise par exemple, voire au sein des *chô* pourtant quadrangulaires du vieux Kyôto.

Le réseau viaire se développe donc suivant deux contraintes contradictoires : la traversée (d'un bout à l'autre de la ville, le plus librement et facilement possible), et la *distribution* (de chacune des maisons, habitations, immeubles, pris individuellement).

Partant de ces observations, notre équipe —rassemblant donc « physiciens » (comprenant mathématiques informatiques et géomatique) et « urbanistes » (comprenant architectes, historien et anthropologue)— a formulé l'hypothèse qu'il devait exister des processus universels robustes, identifiables, et qui devraient permettre *in fine* de fonder une analyse automatique des réseaux de rue (appuyée sur leur histoire et usage) et de construire un modèle de leur développement.

Pour décrire et analyser cette structure des rues (sans autre information que la position dans l'espace des tronçons de voies), peu de méthodes ont paradoxalement utilisé la géométrie réelle des voies et du réseau ⁶. La plupart des méthodes développées en "physique" privilégient l'approche des "réseaux" ⁷ dans leur développement récent ou leur état actuel seul, d'une part, et n'utilisent que l'information à caractère "topologique" (le fait pour un segment de voie d'être « connecté à »), sans se soucier de la manière pourtant physique d'y être connecté, et en particulier sans s'intéresser à l'information géométrique présente à chaque carrefour.

Pourtant, l'appréhension et l'usage quotidien du réseau viaire par les acteurs urbains se base essentiellement, au-delà de la topologie, sur les qualités géométriques des connections ⁸.

Pour cela l'élément qui apparaît en définitive essentiel est le fait que la portion de rue initiale se prolonge "tout droit", ou au contraire "tourne (à gauche ou à droite)". Par effet perceptif, comme par effet d'inertie —même à pied il faut ralentir pour tourner, encore plus avec la vitesse et l'inertie d'un cheval ou d'une voiture—, le fait de *tourner* est tout sauf innocent. Dans la représentation du réseau ⁹, et aussi dans sa transmission orale, on cherche ainsi à minimiser le nombre de *tournants* qu'il faut ou faudra opérer. Par exemple, pour indiquer à un interlo-

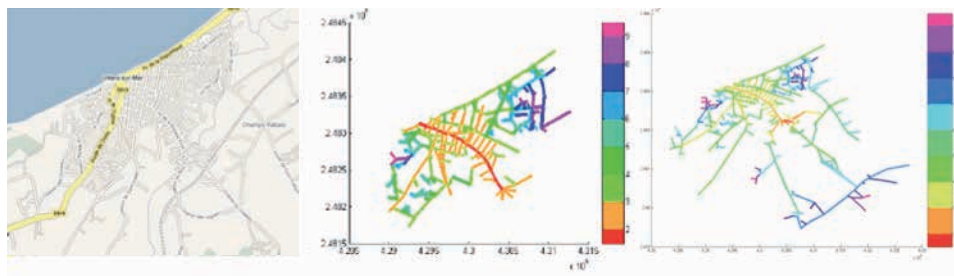


Fig.5 a, b, c - Plan, réseau viaire, et analyse du degré des rues. Une fois la rue la plus centrale identifiée (en rouge), les autres rues sont tracées de couleurs différentes en fonction du nombre de tournants à partir de la rue centrale. A gauche pour le « centre-ville », à droite en englobant aussi le reste du territoire de la commune de Villers-sur-Mer (Calvados).

Fig.5a © Google Maps. Fig. 5b-c © Thomas Courtat.

cuteur le chemin demandé, un habitant va essentiellement indiquer le chemin “le plus simple”, c’est-à-dire celui qui comporte le moins de tournants, même si ce n’est pas le chemin le plus court en distance euclidienne (Fig. 4)¹⁰.

Inversement ce n’est qu’avec une connaissance détaillée du réseau, soit par une longue expérience, soit par l’aide d’un support externe —navigation assistée par ordinateur—, qu’un chemin optimisé mais plus complexe peut être suivi.

Cette notion de *simplicité*, en évitant les *tournants*¹¹, permet de reconstruire et de redéfinir de manière objective le concept de “rue”, c’est-à-dire la cohérence des alignements effectifs de tronçon de voies, indépendamment de leurs identifications (rue, allée, avenue, boulevard, etc.), et de leurs dénominations administratives fluctuantes¹². Nous avons pu ainsi les reconstruire automatiquement, faisant alors émerger des propriétés enfouies au sein du réseau, parfois non sans surprise.

L’intérêt de cette structure familière de la « rue » (il vaudrait mieux dire plus généralement de la « voie »), par rapport au tronçon, est aussi de pouvoir saisir la ville à échelle intermédiaire, les petites rues étant locales alors que les plus grandes peuvent la traverser intégralement (cas fréquent des « pénétrantes » historiques, traces des voies de liaison régionale). De ce fait, on peut noter une grande congruence entre la longueur des voies ainsi reconstruites et leur ancienneté, voire leur « centralité » comme on le verra, sans que cette relation soit biunivoque.

Une fois les voies redéfinies, on peut mesurer alors leur importance dans le réseau, en comptant le nombre de virages qu’il faut effectuer à partir de cette rue pour accéder à n’importe quel autre tronçon de rue de la ville (le tronçon devenant momentanément l’unité élémentaire d’espace urbain). La rue la plus « centrale » est alors celle qui minimise cette distance en nombre de tournants. Pour différencier cette mesure avec celles déjà proposées¹³ on appelle cette centralité la « simplicité ».

De manière récurrente, nous avons retrouvé la pertinence de cette analyse dans l’histoire de la construction des villes. Par exemple dans le cas de Villers/s/mer (Calvados, Fig. 5), on retrouve que la rue principale joint le bourg et l’église à l’ancien petit port, en diagonale par rapport à la plage, et que le long de cette voie principale s’est développée une structure en arête de poisson de petites voies perpendiculaires à l’artère principale, puis que s’est étendu un réseau plus complexe



Fig.6a - Plan Chrétien 1926 d'Avignon, Archives de la Ville.
Photographie © Stéphane Douady.



Fig.6 et 6bis - Plan, réseau viaire, et analyse de la centralité de « simplicité » des voies de la ville d'Avignon, intra et extra-muros.

Fig. 6b Open Street Map (libre). Fig. 6c © Thomas Courtat.

et périphérique desservant des villas (XIX^e siècle), pour culminer avec un ensemble “moderne” extrêmement mal desservi. On trouve aussi que cette analyse est robuste par rapport au découpage de la carte à analyser.

Dans le cas d'Avignon (Fig.6), on retrouve également la structuration historique des voies d'accès aux premiers remparts, puis aux seconds, et l'apparition du périphérique récent, jouant un rôle central (et voulu), dans le réseau viaire actuel. On retrouve l'identification des zones peu (et mal) desservies en périphérie (sans préjuger du caractère volontaire ou subi de cette faible desserte, les deux cas étant apparus), ainsi que les zones en projet de restauration dans le centre ville, car mal connectées et favorisant l'apparition des îlots dégradés. La congruence avec l'expérience concrète des acteurs locaux semble concluante, et a été vérifiée, ce résultat (pourtant fruit d'un algorithme purement automatique) apparaissant si trivial et sans contradiction avec « l'évidence » (fruit d'une longue et savante expérience locale en réalité), que le commentaire du responsable de l'urbanisme s'exprimait en ces mots : “ vous n'avez pas réinventé la roue, mais vous avez réinventé la rue ”¹⁴.

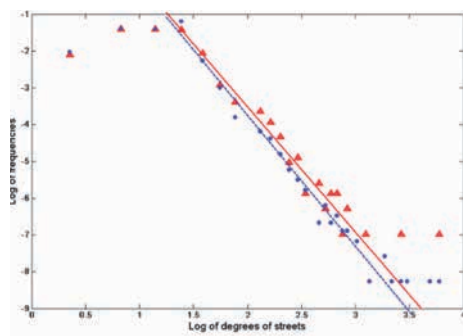


Fig.7 - Distribution exponentielle du « degré d'intersections des voies / leur longueur ».

© Thomas Courtat.

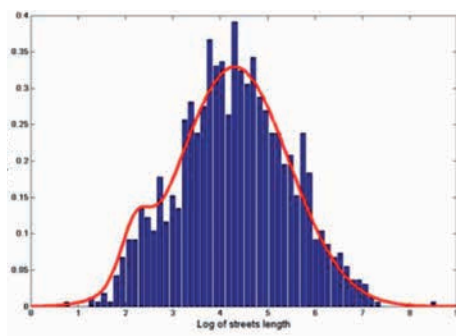


Fig.8 - Histogramme du log des longueurs des rues, Amiens.

© Thomas Courtat.

Cette méthode de « synthétisation » des voies permet des résultats “physiques” intéressants, comme la mise en évidence d’une distribution particulière du “degré” des rues, c’est-à-dire du nombre de rues qui « intersectent » une rue donnée. Cette distribution est “exponentielle”, ce qui veut dire que beaucoup de rues (petites) ont peu de connections, mais que leur longueur augmentant, de moins en moins en ont de plus en plus (i.e. plus les voies sont longues et rares et plus elles ont de connections) (Fig.7).

Cette belle variation montre qu’il s’agit d’un phénomène continu, quelque soit l’échelle de la ville, et que d’une certaine manière le petit nombre de longues rues qui coupent toutes les autres (ou plutôt sur lesquelles les autres se sont raccordées ou greffées), permet d’avoir une lecture simple de la ville, comme étant essentiellement desservie par ces quelques grandes rues, puis nécessitant de se plonger dans le détail plus fin et local pour accéder à une adresse donnée. C’est précisément cet “algorithmique” qui a été décrit et observé dans la stratégie des chauffeurs de taxi parisiens ou londoniens ¹⁵.

Cela montre aussi que le réseau viaire est structuré d’une manière hiérarchique. Le fait de retrouver ce type de structure dans toutes les villes à développement lent — mises à part les exceptions planifiées comme Manhattan — montre la prévalence d’un processus de croissance précis, qui remplit parfaitement les besoins d’un usage particulier, articulant les deux besoins contradictoires entre la traversée et la distribution, la richesse et l’étendue d’une ville et sa nécessaire simplicité pour permettre son appréhension.

Si l’on constitue l’histogramme brut de la longueur des rues, on lui trouve alors une « queue » très longue, difficile à comprendre en l’état. Il est plus intéressant de regarder l’histogramme du *log* (logarithme) des longueurs des rues, lequel se retrouve plus proche d’une distribution “normale”, c’est-à-dire d’une « cloche » « gaussienne ». (Fig.8).

Une interprétation possible du fait que l’on retrouve, en prenant le logarithme des longueurs, une courbe « normale » est que les rues sont formées par processus de redécoupage : sur les longs segments des premières grandes rues, viennent s’appuyer et redécouper l’espace des rues secondaires, et ainsi de suite, comme le feraient les craquelures dans un faïençage.



Fig. 9a - Plan 1920 de la Ville du Creusot, Musée Historique de la Ville.
Photographie © Stéphane Douady.

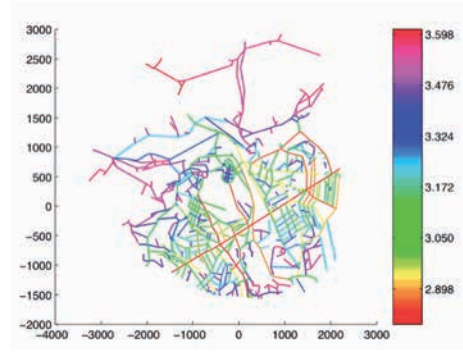


Fig. 9b © Thomas Courtat.

Si l'on observe plus en détail cette courbe, on y observe deux bosses : l'une correspond aux nombreux tronçons de la taille moyenne d'un îlot urbain, un « pâte » de maison ou d'immeubles ($\pm 100\text{m}$), l'autre est plus grande et correspond en fait à la taille des opérations de lotissements mordant dans la campagne sur des parcelles rurales. Le rapport entre ces deux modes donne donc une mesure de la dynamique d'envahissement de la ville sur la campagne, l'extension urbaine ou *sprawl*¹⁶.

Cette méthode d'analyse fait également émerger des informations que l'on n'avait pas imaginées a priori. Comme nous l'avons rapidement indiqué ci-dessus, les zones peu desservies (extrémité basse du gradient de centralité, en bleu-violet sur la figure 6), souvent décriées et associées à des quartiers défavorisés, peuvent être aussi explicitement recherchées pour un *entre-soi*, car elles correspondent à des zones à faible passage, et donc plus « tranquilles ». C'est un des résultats inattendus de cette analyse.

Cela montre également, encore une fois, que l'espace viaire est soumis à deux exigences en contradiction : celle de la circulation généralisée la plus facile (tout du moins dans le reste de la ville) —injonction qui tendrait à un réseau très connecté et à longues voies—, et au contraire celle d'une cessation de la circulation dans le dernier segment du réseau qui dessert notre propre habitation —injonction qui tend au contraire à un réseau très arborescent et à degré de connectivité faible—.

C'est là une autre justification possible de la structure hiérarchique « fractale » de la ville, en sus de la simplicité de représentabilité pour le chauffeur de taxi que nous avons évoquée. Il est intéressant de penser que cette structure « hiérarchique » provenant d'un processus possible de construction par dédoublement ou redécoupage, soit précisément une structure facilement appréhendable et facile pour l'usage quotidien. Cette concomitance, non obligatoire, entre le résultat d'une dynamique de construction et sa qualité d'usage finale, expliquerait que l'on retrouve cette propriété de manière spontanée et universelle.

On peut aisément apercevoir dans cette méthode d'analyse des possibilités d'applications pour les acteurs de l'urbanisme. Dans la ville du Creusot, par exemple, bâtie autour de l'usine Schneider, l'analyse fait apparaître la position stratégique centrale (extrémité haute du gradient de centralité) de la voie ancienne rectiligne N-E/S-O qui tangente la ville industrielle, et au contraire un « cœur mort » en

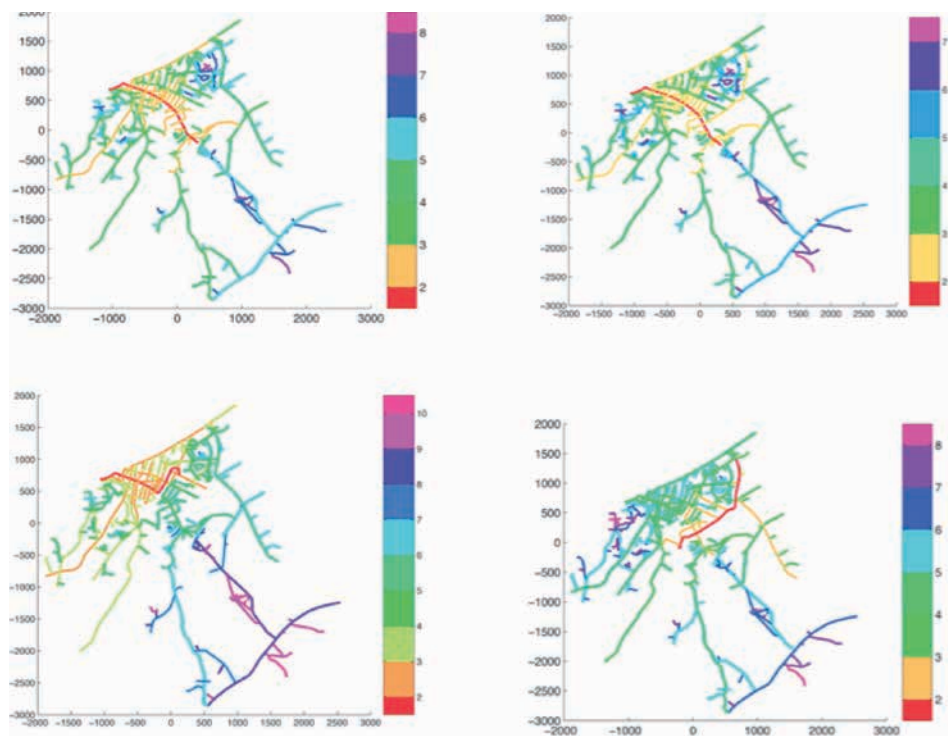


Fig.10 - Hypothèses modificatives du réseau viaire de Villers-sur-Mer.
© Thomas Courtat.

plein centre, au milieu de l'usine désormais fermée. Cette analyse devrait permettre de voir, avec la réouverture du périmètre de l'usine au passage public, comment les nouvelles voies prévues contribueront à drainer efficacement (ou non) le centre ville.

Dans le cas de Villers-sur-Mer par exemple (Fig.10, l'état normal se trouve en haut à gauche), on peut percevoir l'effet (très faible) de l'introduction d'une jonction "périphérique" en partie moyenne droite (S-O/N-E en orange, figure en haut à droite), permettant le contournement du centre, pourtant composé de commerces et d'habitations, mais peu connecté et mal circulant. On peut aussi voir l'effet de détournement de la rue "centrale" (en rouge en haut à gauche) quand on la coupe, déconnectant la partie ancienne (en bas à gauche). De manière intéressante, ce n'est que lorsqu'on combine les deux opérations (création d'un périphérique ET coupure —par exemple par mise en rue piétonne— de la rue centrale) que l'on voit alors le périphérique devenir maintenant la nouvelle voie drainante (en rouge en bas à droite).

On pourrait aussi rappeler le cas d'Amiens, où l'analyse montre que le boulevard du XIX^e siècle est devenu la voie "centrale", ou que plus récemment c'est la voie de contournement de l'autoroute qui a pris cette place. Un tel exemple montrant que ces super-structures routières globales permettent effectivement de réduire la complexité de la ville, et deviennent des lieux de passage quasi obligés.

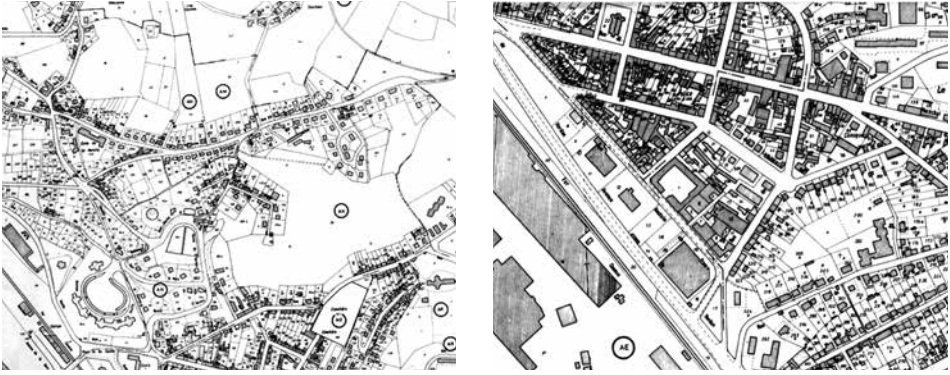


Fig. 11 a et b - Le Creusot : implantations périphériques et redécoupage des grandes parcelles agricoles en petites parcelles urbaines, pour générer des séries de maison-parcelles allongées et transversales à l'axe de la rue. Source, Cadastre 1990 de la Ville du Creusot, Musée Historique de la Ville, Photographie © Stéphane Douady.

Cette approche, manifestement pertinente, par les seules propriétés géométriques des rues semble —de manière surprenante— presque “trop” efficace, tant nous sommes accoutumés à penser l’espace urbain à travers de multiples autres objets. D’après et passionnées discussions se poursuivent, y compris au sein de notre équipe, sur l’importance d’autres phénomènes, et en particulier sur l’importance des parcelles, largement reconnue par l’analyse historique qui en a montré la robustesse et la pérennité ¹⁷. Après les voies, mais avant les bâtiments, ce sont en effet les éléments les plus pérennes.

Dans la représentation des extensions de la ville du Creusot sur la campagne environnante (Fig.11a), les larges parcelles agricoles apparaissent progressivement envahies par les constructions, lesquelles découpent de petites parcelles bâties le long et en front des voies d’accès (leur assurant une desserte directe), ou définissent de petits lotissements autour d’une impasse centrale (voire la typique rue en raquette en partie droite). De même les parcelles sont taillées autour des maisons ¹⁸, et en relation directe avec la rue, ce qui évoque une interaction entre la structure de voirie, le découpage parcellaire et les constructions.

De même, sur une autre portion de cadastre (Fig.11b), si l’on constate l’importance des parcelles rurales antérieures, précurseurs qui expliquent les angles des découpes étranges des parcelles bâties, on voit surtout le même phénomène de redécoupage des grandes parcelles agricoles en petites parcelles urbaines, en cohérence avec la rue (de préférence orthogonalement), pour générer des séries de maison-parcelles allongées et transversales à l’axe de la rue (optimisant la quantité d’espace habité desservi par rapport à la longueur d’infrastructure viaire). Quand l’espace libre initial entre deux rues est « trop grand » (par exemple au milieu en bas à droite du plan), il restera une grande parcelle agricole au centre (possiblement avec quelques terres de maraîchage de la ferme initiale ?). Dans ce cas, un accès à cette parcelle centrale doit être préservé, et il y a donc création d’une petite voie d’accès (c’est d’ailleurs une obligation juridique) ; ces parcelles en cœur d’îlot pourront à leur tour être divisées pour la construction. Un tel exemple (très fréquent), montre nettement que ce sont souvent les voies qui imposent l’occupation de l’espace, et qui induisent même la création d’une génération suivante de rues par redécoupage.

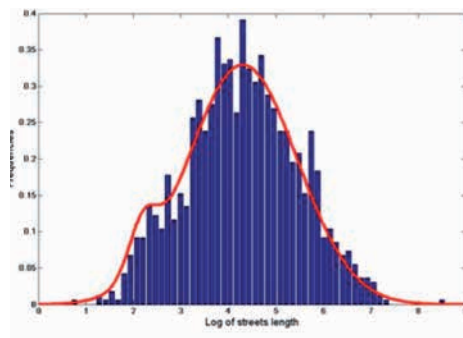
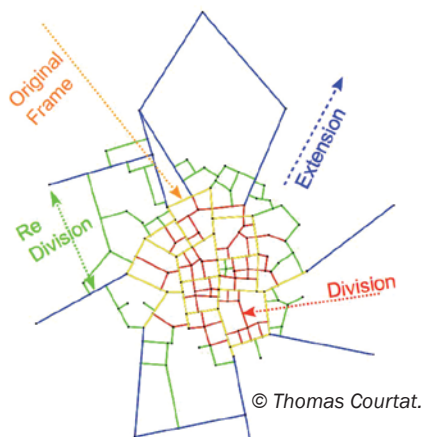


Fig.12 - Le double mécanisme d'extension/division.
© Thomas Courtat.



© Thomas Courtat.

D'une manière générale, on peut alors définir un mécanisme double de création des rues (Fig.12) : premièrement par redécoupage d'îlots préexistants (parcellaire rural précurseur), pour atteindre la densité urbaine typique, (la *division*) ; deuxièmement par extension du réseau viaire à sa périphérie, qui s'opère par la création de rues plus espacées (puisque l'on peut encore profiter de l'espace) – (l'*extension*). C'est ce double mécanisme d'*extension/division* qui explique la présence des deux pics sur l'histogramme des *logs* des longueurs de rues ¹⁹.

En suivant ces principes, et en exploitant le plus possible les compétences réunies dans l'ensemble de notre équipe —notamment les mécanismes d'extensions ainsi décrits par les urbanistes—, on parvient à créer un premier modèle physique de la croissance du réseau, qui ne fait intervenir que les rues (et leur usage intrinsèque) dans la création de nouvelles rues.

Le principe central est qu'autour de chaque rue, des maisons vont venir prendre place (avec un paramètre de taille typique de la parcelle). La présence de ces premières habitations interdit à d'autres maisons de s'installer trop près, créant une *zone d'inhibition* (en rouge sombre sur la Fig.13). Simultanément, le groupement d'habitations pré-existant attire d'autres habitants (recherche de l'échange matériel et symbolique plus direct), et donc engendre d'autres implantations à proximité, effet de voisinage dont la force va en s'estompant lentement dans l'espace (*zone d'intérêt* en bleu de la Fig.13).

On cherche également à conserver une structuration géométrique (avec des directions parallèles et perpendiculaires privilégiées par rapport au segment de voie existant, et donc l'implantation est *inhibée* (de manière probabiliste) selon les diagonales (diagonales rouges sur la Fig.12). On règle aussi ce "potentiel" pour qu'il existe un effet "de centre ville", c'est-à-dire que l'attraction du centre plus dense soit plus grande (effet à longue portée). Dans cet espace "potentiel", vont se créer de nouvelles implantations, qu'il va falloir relier au réseau de distribution existant, et donc créer de nouvelles rues, pas à pas, etc.

Bref, on crée ainsi un modèle cohérent d'extension, ne faisant intervenir que les rues elles-mêmes, s'auto-engendrant. Si la description du mécanisme est exacte, l'algorithme peut alors, assez simplement reproduire, au moins « pour partie » (mais laquelle ?), une image plausible de la morphogenèse du réseau.

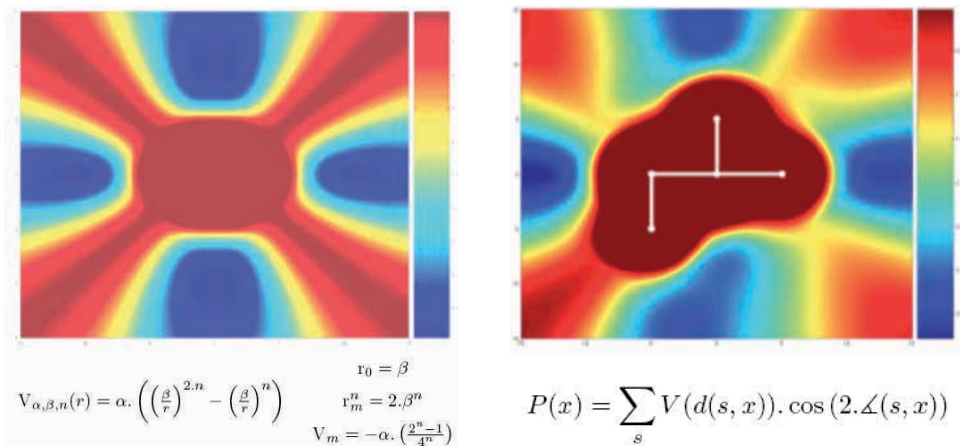


Fig.13 - Modèle physique de l'implantation : zone d'inhibition (en rouge sombre) et zone d'intérêt (en bleu).
© Thomas Courtat.

Un aspect intéressant de ce résultat est qu'en utilisant des paramètres "purement physiques", traduisant de manière concrète le processus d'installation implémenté dans le programme, celui-ci est capable de produire des types de réseaux urbains assez différents, et qui ressemblent (en partie) à des portions de réseaux existants.

Les deux paramètres essentiels de variations qui apparaissent sont :

- 1. la proximité des implantations : lorsqu'on cherche absolument à optimiser la position d'une nouvelle implantation, elle se retrouve à la distance limite la plus proche possible des voisins (zones bleues foncées, Fig.13). On obtient alors les réseaux plus compacts de la droite du tableau (Fig.14). Au contraire, si la position doit être seulement « bonne » sans être « la meilleure », on obtient les réseaux plus dilués et irréguliers de gauche
- 2. la redondance de re-connection au réseau viaire précédent : fixée au minimum, on ne crée alors qu'une rue —le minimum pour se reconnecter au réseau antérieur, créant ainsi une impasse— ; fixée au maximum, on reconnecte les nouvelles implantations au réseau précédent par 2, 3 voire 4 nouvelles rues, créant ainsi un réseau redondant de boucles, qui permet une bonne circulation généralisée.

Ce dernier paramètre semble en fait très lié aux rapports des pouvoirs public/privé. Si le pouvoir privé domine, il a tendance à créer des impasses, la satisfaction de son besoin de connexion au réseau étant satisfait avec la plus grande économie, et/ou la plus grande tranquillité. Si l'intérêt public domine, il prend en charge l'intérêt global du réseau, et il force à la re-connection maximum pour le bien collectif, la possibilité de traverser.

Le résultat surprenant de cette approche pourtant formelle, nous l'avons indiqué, est que la multiplication des voies en impasse se retrouve aux deux extrêmes du spectre social : à la fois pour les lotissements de villas cossues, où l'aisance des propriétaires leur permet de faire pièce aux pouvoirs publics, et de disposer d'une distribution tranquille, sans circulation traversante. Soit, à l'autre extrême, dans les bidonvilles ou installations d'« abusivos », qui échappent par nature aux pouvoirs publics, où c'est plus la nécessité qui fait produire les rues de longueurs

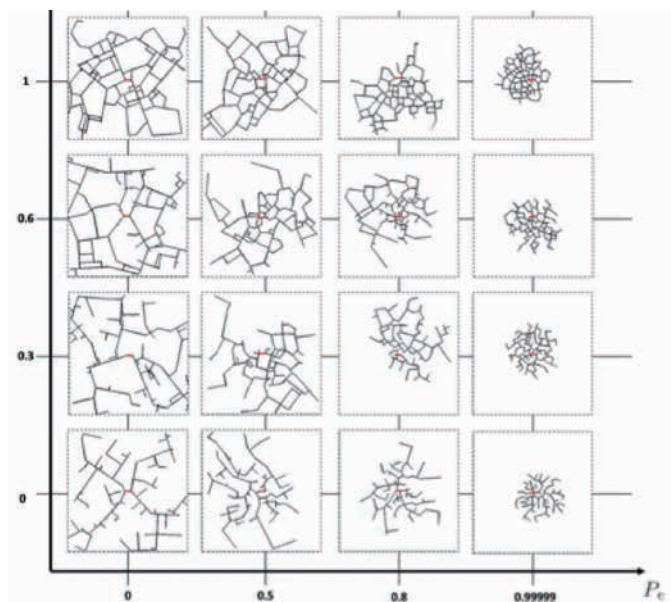


Fig.14 - Exemples de résultats de l'algorithme de croissance.

© Thomas Courtat.

minima quand bien même la connexion plus grande aux autres quartiers, comme ressources, est souhaitée et potentiellement facteur de développement.

Lors de nos investigations, cette volonté de création des reconnections par les services d'urbanisme de la ville se manifeste dans des plans d'urbanismes archivés, où les reconnections souhaitées, imaginées, projetées, sont tracées au crayon... mais restent souvent lettre morte. L'analyse de l'impact de leur réalisation —non seulement sur le quartier concerné mais également sur le reste de la ville— reste intuitive, alors que des outils plus performants montreraient leur effet à l'échelle générale de la ville.

Si les premiers résultats de cette recherche sont manifestement encourageants, nous avons néanmoins conscience qu'il nous reste à modéliser bien d'autres phénomènes qui ont été momentanément mis en attente dans un premier temps. Cette recherche, soutenue d'abord par le CNRS dans le cadre du PIRVE (Programme Interdisciplinaire de Recherches Ville-Environnement), soutien qui a permis de consolider l'équipe, de mieux cerner les hypothèses et méthodes adoptées, va se développer maintenant avec le soutien de l'ANR (projet MoNuMoVi 2012-2016 : « Modélisation numérique de la morphogenèse viaire »).

En particulier, un certain nombre de « figures » du développement urbanistique sont apparues récurrentes, et invitent à pousser plus loin l'analyse :

- les « effets d'étranglement » récurrents du tissu viaire aux portes de villes, de remparts, aux passages de ponts ; l'effet en général des dispositifs de sécurisation (fossés, remparts, douanes, octrois) ; la projection à distance de « faubourgs » physiquement détachés du réseau de rues mais qui pourtant font système avec lui ; le processus d'absorption progressive de ces faubourgs et villages avoisinants dans le tissu urbain ;



Fig.15 (et 15bis) - Villes carrées, villes rondes, ordonnées ou organiques, remparts, portes et fleuves, faubourgs projetés, etc. Plans anciens des villes de Xi'an (Chang'an) et Shanghai (vers 1840).

Source, Xi'an – an ancient city in a modern world, Fayolle Hoyem et Clément, ed. Recherches Paris 2007.

- les contraintes subies par le tissu urbain au voisinage d'obstacles ou de propriétés géographiques de l'espace urbain (déclivités, fleuves, rivages) ; l'impact d'une organisation sociale plus ou moins hiérarchique (de la ville régulière, régaliennne, à la ville organique, plus ou moins auto-organisée) ;
- le rôle précis des « précurseurs » ruraux et agricoles (orthogonaux souples) dans la morphogenèse du réseau viaire urbain, en concurrence avec les réseaux de voies de liaison régionale (réseaux triangulés) ;
- la re-conformation historique des tissus sur eux-mêmes avec la croissance de la ville et/ou l'évolution des moyens de production et de transport : percées haussmanniennes, naissances des rocade et périphériques ;
- la création de rue par grignotage « négatif » de l'espace disponible ; ou au contraire par création de lotissement, au réseau interne peu connecté à l'extérieur, ou connecté de manière invisible de l'extérieur (pour la tranquillité/surveillance) ;
- l'interaction du réseau viaire avec les réseaux de transports en commun, qui l'empruntent ou qui se connectent seulement en certains points, et l'interaction de ces différents réseaux entre eux (question capitale dans la perspective du développement durable) ; les propriétés particulières de certains « points chauds » du réseau viaire, liées aux propriétés géométriques et topologiques locales, mais qui se traduisent très directement en potentiel attractif commercial (ayant précisément engendré le nom de la marque « Carrefour ») ;
- l'extension de la question du réseau viaire dans un espace à 2D, à celle de la distribution en général de l'espace habité, définie dans un espace à 3D.
- la traduction des propriétés du réseau viaire en termes de pratique quotidienne individuelle : répartition de l'accès non seulement à une voie « centrale », mais à

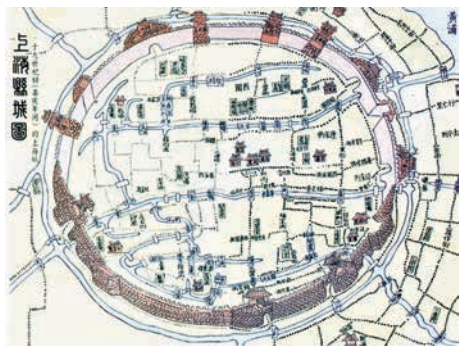


Fig.15bis.

Source, *Shanghai 1800, Virtual Shanghai* (en ligne) Institut d'Asie Orientale, CNRS Lyon.

ces points nodaux (centralités secondaires) et aux équipements publics de santé, d'enseignement, aux ressources.

La confrontation non seulement à des villes réelles, à leur histoire, tant en France, en Europe, qu'en Asie (Chine et Japon en particulier), mais également aux acteurs qui ont une connaissance fine et motivée de ces villes, qui s'interrogent sur les moyens les meilleurs d'assurer leur fonction et leur amélioration pour la population, est pour nous la condition impérative d'une élaboration concrète et efficace d'un modèle pertinent, et qui ne reste pas enfermé « en chambre », « dans les tiroirs ».

Il reste que ce travail collectif, en mêlant des cultures scientifiques très différentes, avec une volonté explicite de simplification de processus complexes, porte déjà ses fruits en apportant une vision et des questions nouvelles, qui ne demandent qu'à être développées.

Discussion

En réaction à cet exposé, les premières remarques portent sur les valeurs si différentes des labyrinthes opposés aux avenues bien droites. Leur valeurs respectives peuvent s'échanger d'un moment à l'autre, comme à Athènes, qui après avoir été vaincu par les Perses, se restructure pour faire disparaître ces voies droites, dangereuses car favorisant les percées ennemies, par rapport aux labyrinthes des rues intriqués illisibles pour une personne qui n'a pas vécu dedans. Inversement Descartes se plaint des rues « moyenâgeuses tordues » alors qu'une voie droite aurait été si « simple ». Peut-être par le même mouvement de protection, les personnes aisées recherchent aussi le labyrinthe, et si on abandonne les plus défavorisés à leur propre système de protection labyrinthique, les grands ensembles ne sont pas toujours appréciés car on force leur simplicité formelle sur leurs occupants.

On retrouve là la contradiction entre une ville qui doit être à la fois simple-traversante et distributive-protectrice. La solution est de séparer les fonctions sur deux échelles différentes, d'avoir une grande échelle simple et efficace, et une plus petite échelle, locale, complexe. Ce besoin, cohérent avec le résultat de la croissance spontanée historique des villes, expliquerait la stabilité de la forme globale des villes. Ainsi, alors que les moyens de transports ont permis un étalement extraordinaire des villes, on retrouve toujours la même structure globale, avec les mêmes échelles locales.

Ces différences de perceptions et d'usage entraîne la question sur la perception de la voie, qui n'est pas la même pour un chemin, rue, route, autoroute. Dans l'approche développée ici, on ne fait justement pas la distinction. Cela permet aussi de conserver la continuité géographique des objets, qui peuvent se transformer les uns en les autres au cours du temps, mais garder la même implantation et fonction géométrique. Dans ce sens regarder seulement le squelette des voies c'est d'abord regarder leur histoire et leur potentialité, plus que leur usage à un moment donné, beaucoup plus fluctuant. Cependant, on retrouve une certaine cohérence dans le traitement des voies : les grandes voies historiques, traversantes, sont celles qui ont toujours une grande centralité, et par leur usage important ont été constamment élargies. Bien sûr les contre-exemples existent, comme les « mails » du 19^{ème} siècle, très larges car faits pour jouer au « maillet » et se promener-montrer entre bourgeois, alors qu'ils peuvent n'avoir aucune valeur de traversées (comme à Toulouse), ou au contraire des voies importantes à un moment donné (Mouffetard, Francs-Bourgeois) qui n'ont jamais été agrandies, et remplacées par d'autres (Monge-Gay Lussac, St-Antoine).

Une première question porte alors sur la possibilité de modéliser la juxtaposition de ces politiques (paramètres) différentes au même temps. Une réponse possible est que, soit on peut faire varier les paramètres de croissance dans le temps, soit au même moment rajouter des nouveaux éléments avec chacun des paramètres différents. La question est alors de savoir s'il faut rajouter un phénomène de ségrégation, qui fait que des implantations de paramètres identiques vont avoir tendance à se mettre au même endroit, plutôt que de se mélanger avec d'autres (ce qui est l'addition d'un nouveau mécanisme).

Se pose ainsi la question de la superposition de différents modèles dans la même « simulation ». Pour le moment, il n'y a qu'un seul « niveau » de base. En rajoutant un effet de ségrégation on peut rajouter un « niveau ». Mais surtout, si on veut modéliser la formation des remparts qui englobent une ville, les grandes percées de type « Hausmannienne », la création de périphériques et autoroutes, cela demande probablement de créer un autre « niveau », qui regarde les besoins de manière plus globale, à une plus grande échelle, et en fonction de certains seuils déciderait de créer une nouvelle structure directement à grande échelle.

La force (ou faiblesse) de notre approche est de considérer que la géométrie des voies est un paramètre essentiel, qui gouverne potentiellement les autres. Le reste

des phénomènes, comme l'usage, la valeur locale, l'agrandissement et le traitement des voies, peuvent alors découler des caractéristiques géométriques de ce réseau, et de ce qu'elles permettent/interdisent. L'idée est aussi que les autres influences, historiques, sociales, ne sont que les visages particuliers, circonstanciels, d'une force sous-jacente beaucoup plus universelle. Si ce n'est pas le cas, alors on pourra voir que le modèle ne fonctionne pas, et avoir ainsi la preuve de mécanismes indépendants qu'il faut rajouter.

NOTES :

(1) La recherche qui est rapportée ici, soutenue par le CNRS dans le cadre du PIRVE (Programme Interdisciplinaire de Recherches Ville-Environnement), est issue des travaux d'une équipe pluridisciplinaire animée conjointement par Philippe Bonnin et Stéphane Douady, composée de Thomas Courtat (doctorant MSC), Clément-Noël Douady (AUS-LAVUE), Jean-Pierre Frey (CRH-LAVUE), Patricia Bordin (ENSG & Géospective), Pierre Vincent (Z-Studio), et qu'ont rejoint récemment deux doctorantes : Claire Lagesse et Wang Xi.

(2) Cf. A. Perna, P. Kuntz, S. Douady, « Characterization of spatial networklike patterns from junction geometry », *Phys Rev E* 83 (6): 066106 (2011).

(3) Cf. S. DOUADY, « La phyllotaxie, ou comment les plantes font des mathématiques en poussant », in A. Lesne et P. Bourguin (ed.), *Morphogenèse : l'origine des formes*, collection Échelles, édition Belin, 2006.

(4) Cf. nos développements sur l'accessibilité de tout lieu et la nécessité d'une desserte in Ph. Bonnin, 2000, « Dispositifs et rituels du seuil : une topologie sociale. Détour japonais ». Revue : *Communications* n°70, mai 2000, pp. 65-92.

(5) Cf. P. Pinon, « De l'insula antique à l'îlot médiéval », in *Les 100 villes qui ont fait l'occident*, Caesarodunum, ed. Spéciale, automne 1980, 256p., pp.14-30.

(6) Cf. Th. Courtat, C. Gloaguen C. et S. Douady, *Hypergraphs and City street networks*, 2011.

(7) La théorie mathématique des réseaux ayant connu de très importants développements, et offrant un outillage considérable. Par ailleurs le développement de l'informatique ayant rendu les nombreux calculs abordables dans des temps raisonnables.

(8) Cf. par exemple la révolution accomplie dans la modélisation du déplacement des foules lorsqu'on a tenu compte de la stratégie de chaque individu dans son champ visuel, visant à optimiser son chemin.

(9) Cf. K.Lynch, *L'image de la cité*, Dunod, 1971-1960, 222 p.

(10) Cf. M. de Certeau, *Arts de faire*, Paris : UGE-10/18, 1980 (cf. 3^e partie: pratiques d'espace, p.171) 377 et 317 p.

(11) Cf. A. Moles et E. Rohmer, *Labyrinthes du vécu. L'Espace: matières d'actions*. Librairie des Méridiens, Paris, 1982, 183 p.

(12) Telles qu'elles sont présentées dans les documents, pouvant changer de nom aux frontières administratives, et même dans les bases de données, souvent erronées et incomplètes sur ces questions.

(13) Les autres centralités sont basées sur les chemins les plus courts, comme la « proximité », la « rectitude » et l'« intermédiaire ». Cf. P. Crucitti, V. Latora, & S. Porta «Centrality measures in spatial networks of urban streets». *Physical Review E*, 73, 2006, 036125 qui ont défini la centralité ici proposée, basée sur le nom des voies, comme la « duale ».

(14) La rue est en réalité un phénomène bien plus complexe, comme l'a décrit Eric Charmes dans son ouvrage *La rue, village ou décor ?*, Paris, Créaphis, 2006, 157p.

(15) cf. K. Lynch, ou J. Pailhous, *La représentation de l'espace urbain. L'exemple du chauffeur de taxi*, Paris, PUF, 1970.

(16) Ph. Bonnin, A. Berque et C. Ghorra-Gobin (dirs.) *La ville insoutenable*, Colloque de Cerisy, Belin, 2006, 366 p.

(17) Les premiers de ces travaux furent ceux de l'équipe réunie autour d'André Chastel, en particulier les analyses opérées par Françoise Boudon : F. Boudon, A. Chastel, *Système de l'architecture urbaine, le quartier des Halles à Paris*, Paris, CNRS, 1977.

(18) Soit la parcelle assure le « tour d'échelle » et la circulation autour de la maison, plus aisée, soit la maison est mitoyenne et en front de rue direct, plus populaire et plus « urbaine ». Mais dans tous les cas, l'arrière de la parcelle assure la disposition d'un jardin potager, volonté explicite du patronat social et patriarcal de l'époque, selon le modèle dominant. Cf. Les considérables travaux de J.P. Frey sur la question : J.P. Frey, *La Ville industrielle et ses urbanités, La distinction ouvriers/employés, Le Creusot 1870-1930*, coll. Architecture + Recherche n° 25, Bruxelles, Pierre Mardaga Ed., 1986, 386 p., 136 ill.

(19) Cf. Th. Courtat, C. Gloaguen et S. Douady, « Mathematics and Morphogenesis of the City : A Geometrical Approach », in *Physical Review E*, 2011.

Vincent Fleury

TOPOLOGIE ET DYNAMIQUE : L'ÉVOLUTION SUIT-ELLE LES LIGNES DE COURANT D'UN ÉCOULEMENT QUADRUPOLAIRE DE MATIÈRE (EMBRYONNAIRE) ?

Je vais présenter ici brièvement quelques aspects du développement des organismes animaux, plus particulièrement des vertébrés. Le fossé est grand entre la formation des villes et celle d'un animal comme un poulet, en embryologie, qui sera l'exemple traité ici. Pour des raisons techniques biologiques, le poulet est l'animal de laboratoire le plus proche de l'homme, et l'un des modèles embryologiques les plus étudiés dans le contexte de la biologie du développement. Les progrès récents en embryologie semblent démontrer que la formation des embryons est un ensemble de mouvements visco-élastiques à basse vitesse, dans un groupe de cellules de très petite taille (environ 3mm de diamètre) présentant un nombre de cellules de l'ordre de quelques milliers. Il n'y a donc rien de commun entre un embryon à quelques jours de développement et la croissance, par exemple de Mexico. Enfin, il faut également remarquer que les mots n'ont pas le même sens dans le contexte des études urbaines et dans celui de la biologie : le développement, par exemple, désigne-t-il la même chose pour une ville et un organisme vivant ?

Cependant, il y a peut-être trois raisons qui justifient cette présentation. La première est la diffusion des connaissances : les urbanistes, architectes ou designers s'emparent volontiers des concepts développés dans d'autres disciplines pour en faire quelque chose « à eux ». Ainsi, le design de pièces uniques par des procédés physiques non-linéaires, ou la construction d'édifices obéissant à des principes biologiques de construction comme par exemple la tenségrité, sont inspirés de progrès extérieurs à l'urbanisme. En second lieu, certains concepts généraux comme l'alimentation d'un organisme en croissance, aboutissant à la formation de réseaux de transports organisés ou même « optimisés », sont peut-être transposables. Il pourrait y avoir des lois « supérieures », associées à des principes simples de conservation impliquant quelques mécanismes universaux,

agissant de la ville à l'embryon. Enfin, dans certains cas, les systèmes physiques ou biologiques ressemblent un peu, voire beaucoup, aux systèmes urbains. Il en va ainsi du trafic routier qui présente une sorte de « viscosité », ou de banlieues davantage « gazeuses » comparées à des villes-cristal présentant une transition de phase (frontière) quelque part entre les deux. Récemment, également, un chercheur japonais a réussi à simuler le réseau métropolitain de Tokyo, en laissant se développer un champignon (*Physarum polycephallum*) qui forme naturellement des réseaux membranaires. ² En plaçant les aliments aux points représentant les stations, le champignon reproduit par morphogenèse un plan de métro (d'où aussi l'idée d'utiliser a contrario un champignon, pour trouver de façon analogique, la solution à un problème de transport...)

Description de la formation d'un embryon de vertébré

La formation d'un embryon de vertébrés a longtemps été perçue comme un problème très compliqué, comprenant un très grand nombre d'étapes orchestrées par une multitude de gènes. Bien qu'une multitude de gènes soit effectivement à l'œuvre, il semble se dessiner que la morphogenèse soit plus simple qu'on ne croit, en raison des propriétés visco-élastiques des matériaux, qui, en moyenne, ont des comportements simples, et des lois physiques infrangibles : lois de conservation de la matière, lois d'équilibres dynamiques, principe de Curie (les symétries des causes, se retrouvent dans les effets).

Il existe en réalité une façon assez simple de comprendre la formation d'un animal (par exemple un petit têtard, ou un très jeune embryon de poulet ou d'homme) en analysant le phénomène du point de vue physique, comme un écoulement lent d'une pâte. Etant lent, cet écoulement aura un caractère déterministe, à partir d'une certaine condition initiale, comme on en a l'habitude en physique.

Pour comprendre la formation d'un vertébré, il faut donc connaître : la condition initiale, ce qu'on appelle la configuration de référence en mécanique des milieux continus, et la déformation. En réalité, il s'agit plutôt de déformations qui s'accumulent, donc on parlera plutôt de taux de déformation, la morphogenèse étant un phénomène dynamique et irréversible (ce qui est fait, est fait). Comme nous dit la mécanique, le taux de déformation est égal au gradient des vitesses du mouvement. Par exemple, un objet déplacé sans déformation a la même vitesse partout,

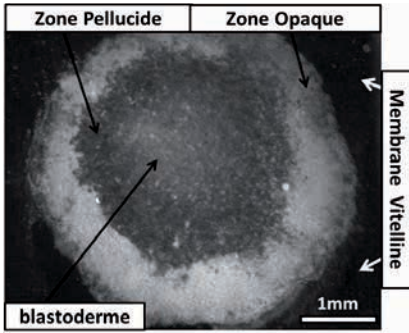


Fig. 1 - Blastula de poulet, avant le début de la morphogenèse. C'est une galette ronde de 4mm de diamètre, contenant des petites cellules au centre, et des grosses cellules au bord. Un anneau plus rigide existe tout autour, visible ici, qui borne les petites cellules (et une cavité interne appelée coelome).
© Vincent Fleury.

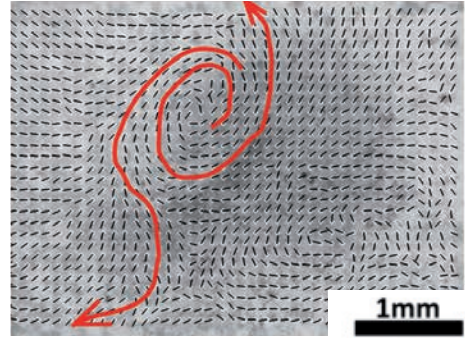


Fig. 2 - Ecoulements initiaux dans la galette : des tourbillons apparaissent distribués autour d'un point col (point de vitesse nulle). Dit aussi point de stagnation hyperbolique.
© Vincent Fleury.

un objet qui se déplace plus à un bout qu'à l'autre (l'autre étant dans le sens du mouvement) est étiré ; un objet qui se déplace moins à un bout qu'à l'autre bout devant (dans le sens du mouvement) est comprimé.

La physique fournit l'explication des déformations, par ce qu'on appelle la loi constitutive du matériau. Et la déformation, effectuée sur la configuration de référence, donne la nouvelle configuration. Pour des architectes qui connaissent habituellement la flexion des plaques et poutres, il est aisé de comprendre que l'embryogenèse est un ensemble de flexions d'une petite plaque molle, sous l'effet de forces de traction agissant de l'intérieur, sur une galette ronde. On peut aussi penser à la « tectonique des plaques ».

La condition initiale pour fabriquer un vertébré typique comme un poulet ou un humain est une galette ronde d'environ 20000 cellules (un peu moins pour un poisson ou une grenouille).

Voici où intervient d'abord la biologie : la division cellulaire crée de prime abord un objet qui est une galette ronde. Cependant, à la différence d'un matériau ordinaire, les matériaux vivants sont inhomogènes. Dans le cas particulier des vertébrés, cette inhomogénéité est clairement matérialisée par une structure en anneaux concentriques : il y a de petites cellules au centre, puis des cellules moyennes, puis des grosses cellules. Les grosses cellules sont au bord, les petites plus au centre. La cause pourrait en être simplement la contrainte : les cellules plus tassées tendraient à être plus petites, or dans une foule, « on » est plus serré au centre qu'au bord. Cependant, il existe également une « brisure de symétrie » antéro-postérieure : les cellules sont plus grosses à l'arrière qu'à l'avant.

Bien que des débats aient lieu pour comprendre clairement les mouvements que je vais maintenant décrire, une géométrie de cette sorte, associée à des forces de traction uniformes, suffit à expliquer le « départ » de la morphogenèse.

En effet, les cellules se tirant mutuellement les unes sur les autres engendrent un grand mouvement de rotation qui présente un « pattern » quadripolaire. Les cellules plus grosses situées à la périphérie, tirant sur les plus petites formant le rond central, créent un écoulement dirigé vers un point de stagnation (singularité

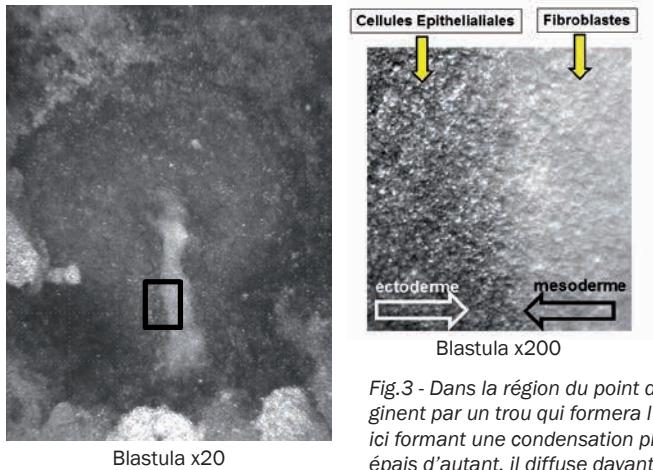


Fig.3 - Dans la région du point de vitesse nulle, les cellules invaginent par un trou qui formera l'anus. Ces cellules sont visibles ici formant une condensation plus claire (le tissu étant plus épais d'autant, il diffuse davantage la lumière).

© Vincent Fleury.

$V=0$ dans toutes les directions). Par le jeu des lois de conservation physiques, cet écoulement recircule vers l'avant et l'arrière, comme un café tourné à l'aide de 2 petites cuillères se faisant face. Dans le cas qui nous occupe, il n'y a pas de cuillères, mais un anneau de cellules qui tirent plus fort dans sa partie basse. Ainsi, la formation d'un embryon, est d'abord un écoulement convectif à 4 cadrans.

L'effet de cet écoulement est d'allonger la galette embryonnaire vers l'arrière, ce qui crée un embryon plat mais en forme de poire.

Un second phénomène se produit : les cellules qui convergent vers le point de stagnation de cet écoulement (point de vitesse nulle) sont dans un état de compression, et se différencient en cellules migrantes ou fibroblastes qui « partent en courant », par en dessous. Dit autrement : il y a deux façons pour un écoulement de collisionner en un point col (ou point hyperbolique, là où $V=0$) : il peut tourner en surface, ou il peut plonger vers l'intérieur. C'est ce qui se produit passé un certain temps : une proportion importante de cellules « invaginent » par le point col, qui formera en réalité l'anus.

Ces cellules invaginant par le point col tapissent la surface située « en dessous », par un phénomène de « mouillage » ou migration cellulaire sur la face interne, comme de l'huile qui se répandrait à la surface de l'eau. Arrivées au bord, sur l'anneau plus rigide qui fait le tour du rond central, les cellules tirent sur la surface, ce qui étire la galette (la « blastula ») et la fait plier comme un vulgaire T-shirt. Ce sont ces plis qui vont former l'embryon à proprement parler. Ainsi, pour dire les choses crûment, ce sont les cellules qui englobent notre anus, qui nous fabriquent de l'intérieur, en tirant sur l'extérieur.

Une fois ces premiers plis formés, ils vont avoir une dynamique propre. Ils déferlent comme des vagues, par un mécanisme de contraction le long de leur tranche ou bord extérieur du pli, quoiqu'il y ait d'autres mécanismes possibles. Dit autrement, avec des T-shirts je peux former des plis évoquant les premiers temps de la morphogenèse, mais cela n'ira pas plus loin. Avec de la matière vivante, les mouvements des plis continuent d'eux-mêmes, par l'exercice constant de forces de traction et de contraction. Cependant, ces forces n'apportent pas de changement à/et ne modifient pas la

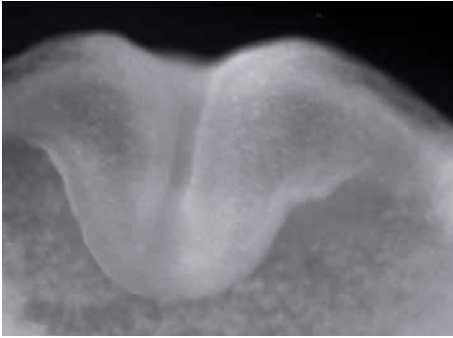


Fig. 4 - Début de la formation des plis du corps, en vue rasante. A ce stade les plis du corps font environ 2 millimètres. Dans cette image, la future tête vient vers le lecteur, et les plis droits sont les futurs tissus de la colonne vertébrale.

© Vincent Fleury.

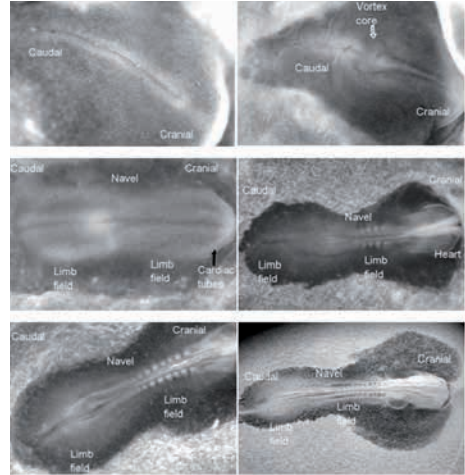


Fig. 5 - Différents stades du développement d'un vertébré, sur des temps assez courts (un jour). C'est un fait peu répandu dans le public, que le développement d'un embryon est en réalité extrêmement rapide, une larve de poisson pouvant se former en deux jours. Un vertébré a une structure reconnaissable comme telle au bout de 3 jours à peine. (Navel=nombril ; Limb field=territoire des futures pattes).

© Vincent Fleury.

brisure de symétrie initiale, qui se propage aux temps et aux formes ultérieures, en sorte qu'un mouvement commencé de façon quadripolaire, demeure quadripolaire. C'est pourquoi peu à peu se forme un animal allongé, ayant des bosses des épaules vers le haut et des bosses des hanches vers le bas, ce qui est « l'attracteur » de la dynamique quadripolaire. C'est parce qu'il s'agit d'un phénomène physique lent, que le développement embryonnaire est aussi bien reproductible (il y a tout de même peu de malformations, heureusement).

La tête, elle, se forme par la collision des plis gauche et droite qui passent en surplomb par-dessus le plan embryonnaire initial, « comme un doigt de gant ».

Et le sac amniotique des amniotes se forme par la poussée de la tête contre le bord extérieur de la blastula, qui, agissant comme un fer à repasser, fait plier la blastula le long d'une ligne frontière entre deux types de tissus (l'un fin et mou appelé zone pellucide, pliant en premier).

Le pli formé à l'avant, sur la tête, se referme comme un iris d'appareil photo sur le dos, en créant une sorte de grand sac appelé sac amniotique ou poche des eaux. Ce pli forme d'abord une sorte de capuche, mais la contraction du bord de la capuche suffit à fermer progressivement cette capuche en sac.

De façon analogue, mais cette analogie est conceptuellement extraordinaire, le pli formé sous la tête se referme sur le ventre en formant une autre capuche-poche qui est celle des viscères, et du cœur. En passant par-dessus le plan de la blastula (la galette embryonnaire, précédant toute forme de structure), comme un doigt de gant, la tête forme une capuche ventrale, qui, en se contractant le long du bord, finit par former le ventre.

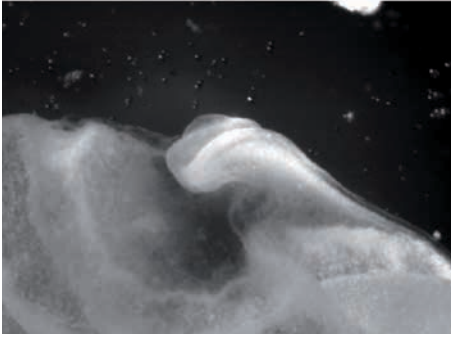


Fig. 6 - Photographie in vivo du passage des plis par-dessus le plan de la blastula. Les plis évasés situés à l'avant du corps formeront la tête.
© Vincent Fleury.

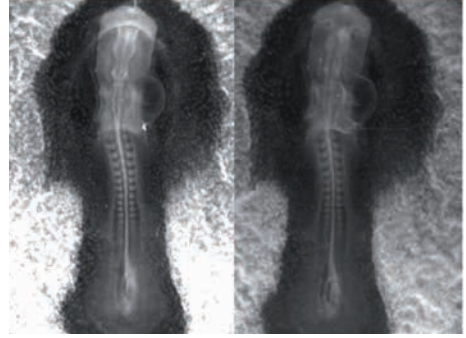


Fig. 7 - Double imagerie recto-verso du même embryon, montrant comment la tête est progressivement recouverte par un pli, qui deviendra le sac amiotique (dont le début est visible à gauche, sous la forme d'un grand ovale qui recouvre à peine la tête, et le début des yeux).
© Vincent Fleury.

La dynamique de ces phénomènes est à quelques pour-cent près la même. C'est-à-dire que, à force constante, on réalise un animal très compliqué en apparence, par le simple exercice de lois physiques qui possèdent naturellement des « variations fonctionnelles » complexes. Ceci signifie concrètement que les systèmes physiques, étendus comme les fluides, les solides ou les pâtes, présentent des comportements complexes dans tout le milieu, même s'ils sont soumis à des forces très simples, par la simple intégration spatiale des équilibres physiques. Chacun sait par exemple que des fissures peuvent avoir des trajets complexes, alors que les forces de retrait sont uniformes. Et ceux qui ont suivi des cours de physique, d'électrostatique ou de résistance des matériaux, savent que la moindre distribution de charges forme des champs spatiaux très compliqués (monopôles, dipôles, quadripôles harmoniques sphériques, etc.). De même, en matière embryologique, les grands mouvements de rotation et de pli qui forment les embryons ont des distributions de vitesses, point par point, remarquablement variables (ça avance ici, ça recule là, par là ça ne bouge pas, ici ça plie, etc.), avec nonobstant des distributions de forces extrêmement simples.

Si je devais dire le fond de ma pensée : en biologie on a tendance à attribuer des observations complexes à des causes complexes, car la vision des phénomènes est scalaire (chaque effet local doit avoir une cause locale mesurable localement) ; or on sait bien en physique que les milieux continus propagent les causes en des effets à longue portée, et des effets complexes peuvent avoir des causes très simples, en particulier, des effets complexes dans tout le volume, ont des causes simples, qui ne s'exercent même qu'au bord (exemple : je tire mon T-shirt par le bord avec deux doigts, par un coin, il plie partout).

Je viens de résumer la formation du corps d'un animal, son aspect extérieur. Un animal typique est à peu près complet lorsqu'il fait 6 millimètres. Ensuite a lieu une énorme dilatation, ou croissance, qui, notamment, fera « les finitions » (durcissement des os, apparition des ongles, dents, etc.). Je m'intéresse assez peu à ce qui se passe pendant cette énorme croissance. Notez bien que nous avons tous l'habitude de cela avec les courbes de croissance de nos enfants : chacun sait qu'entre un fœtus de quelques mois et un adulte il y a assez peu de morphogenèse.

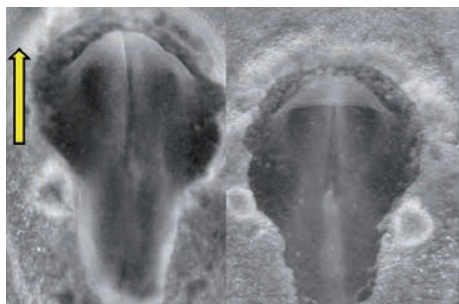


Fig. 8 - Double imagerie recto-verso du même embryon, montrant comment les plis, en passant par-dessus le plan de la tête, génèrent la poche-capuche, qui sera l'abdomen. (La cavité se remplira progressivement de tous les viscères).
© Vincent Fleury.

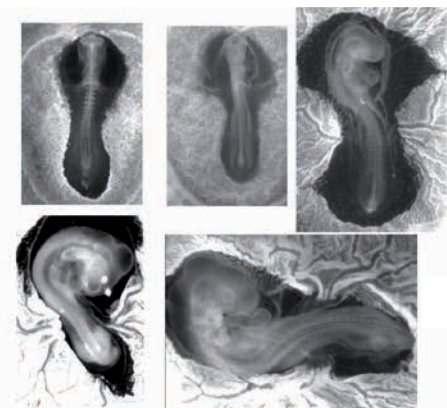


Fig. 9 - Quelques clichés de développement embryonnaire au cours du 3e jour de développement, montrant la transition entre un embryon sans cœur, et avec cœur. Le cœur est fonctionnel entre la 2e et la 3e de ces images (en commençant en haut à gauche).
© Vincent Fleury.

Certes, une main peut se dilater énormément, entre quelques semaines de développement et l'âge adulte, pourtant aucun doigt supplémentaire n'apparaît. Il y a un peu de morphogenèse au niveau des dents et des tuyaux, comme les bronches, dont le nombre augmente. Cependant, un animal ne peut pas grandir au-delà de quelques millimètres sans une circulation sanguine.

Cette circulation est acquise d'une part par la pompe (le cœur) et la tuyauterie vasculaire. Il existe donc un mécanisme permettant d'établir des tuyaux qui « vont partout ». De même il existe un mécanisme permettant de distribuer des nerfs à peu près partout. Je me permets de regrouper ces deux systèmes ici, car, grossièrement, leur morphogenèse est très semblable.

La formation de systèmes de distribution arborisés est également observée en urbanisme : pour faire croître un être vivant comme une ville, il faut développer ses circuits de distribution.

Dans le cas des vertébrés, la formation du circuit de distribution procède ainsi. Tout d'abord, la différenciation cellulaire crée des précurseurs de vaisseaux sanguins qui sont des cellules migrantes, alors que la forme de l'animal est le résultat de plis apparaissant sur des cellules statiques. Les cellules migrantes, par définition migrent, mais comme elles migrent sur les cellules non migrantes, le résultat en est une sorte d'effet boule de neige qui se comprend ainsi : les cellules migrantes utilisent le substrat pour migrer, or plus elles migrent plus elles tirent sur le substrat, plus elles ramènent de cellules du substrat vers le point de différenciation, et plus cela produit de cellules migrantes. Il y a donc un effet auto-catalytique, à la formation de cellules migrantes à partir de cellules non migrantes, par le simple effet de la différenciation cellulaire. Epistémologiquement, c'est une idée qui conduit à penser que la formation des animaux a un caractère explosif, soudain, ce qui pourrait contribuer à expliquer « l'origine » des animaux. La logique de l'enchaînement est que l'apparition de cellules qui tirent sur la surface a rendu possibles deux phénomènes concomitants, d'une part la migration de cellules allant partout, et formant

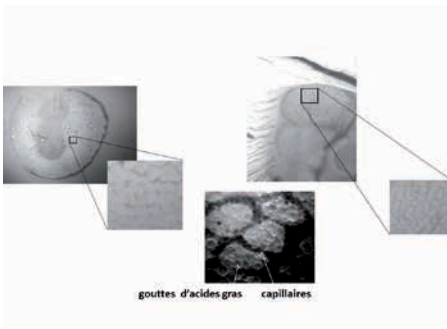


Fig. 10 - Deux exemples de réseaux de capillaires, précédant la formation de l'arborisation vasculaire : dans le sac vitellin, et dans le cerveau. En bas, gros plan sur quelques boucles du réseau capillaire. Il n'y a pas, à ce stade, de gros vaisseaux.
© Vincent Fleury.



Fig. 11 - Progression de la transformation des capillaires en gros vaisseaux, dans une patte de poulet.
© Vincent Fleury.

les réseaux, et d'autre part, les plis de la surface dus également à la traction de ces cellules. Ainsi, les cellules migrantes ont décoré l'embryon qu'elles ont fabriqué, et tout cela s'est produit « à toute vitesse », il y a 540 millions d'années. Depuis lors, les modifications sont assez modestes : il y a beaucoup plus de nouveauté entre une cellule et un coelacanthé, qu'entre un coelacanthé et un homme.

Une partie des cellules servant à constituer la « forme » de l'animal, est donc différenciée en cellules migrantes servant à faire les réseaux de l'animal. Ces cellules vont partout, colonisant les interstices entre cellules statiques. Dans ces interstices, elles forment un grand grillage, sorte de bas résille ayant des brins distribués dans tous les interstices, comme le serait une chantilly glissant entre les espaces interstitiels laissés entre des fraises. Cependant, les brins de réseau ne sont, à ce stade, que de petits brins très fins. Mais il y en a partout.

C'est la circulation elle-même qui va maintenant élargir les petits brins en gros, de proche en proche. Sous l'effet de la pression hydrodynamique (hémodynamique en fait) et du cisaillement (le « frottement » visqueux) les écoulements se frayent un chemin en élargissant les petits brins en gros. Mais lorsqu'on élargit des petits brins en gros, en poussant un liquide, l'auto-organisation sélectionne de gros brins, parmi les petits, formant une arborisation, sous l'effet d'une instabilité appelée « DLA » : les petits brins élargis voient circuler plus de courant, ce qui amplifie le phénomène d'élargissement. Ceci est à la base d'une instabilité qui sélectionne une arborisation.

Ce phénomène établit ce qu'on appelle la première circulation. Il s'agit d'une arborisation d'artères drainant le tissu, et se jetant dans une arborisation de veines situées en aval. Elle est fonctionnelle dans les 3 à 4 premiers jours de développement d'un embryon, qui, à ce stade, fait environ 6 à 8 millimètres. Cependant, quelques heures après ce phénomène, une nouvelle arborisation apparaît formée d'arbres non plus « en série » mais parallèles, avec de la circulation dans les deux sens, qui peut évoquer des autoroutes à double sens, ou mieux, la circulation de la sève dans les nervures des plantes (laquelle est à double sens dans des tuyaux voisins).



Fig. 12 - Image de formation spontanée d'arborisation sur une plage. Le ruissellement présente une instabilité : plus il y a de débit dans un brin creux, plus l'eau creuse, et donc plus elle élargit le brin. De proche en proche une arborisation fractale se construit par auto-organisation (Modèle de Witten et Sander).

© Vincent Fleury.

L'origine de cette métamorphose est la suivante : les vaisseaux sanguins arborisés artériels se détachent de leur environnement immédiat, ce qui laisse des cellules voisines des artères dans des sortes de brins morts. Ces brins morts sont recyclés en veines. Or comme ces brins morts sont voisins des artères, les brins forment des veines exactement parallèles aux artères existantes.

Ainsi, la construction des artères sert de « maquette » pour la formation à l'identique des veines. C'est ainsi que les « veines concomitantes » des artères, décrites en anatomie, se forment au voisinage des artères. Lorsqu'on regarde de gros vaisseaux sanguins, si l'on ne connaît pas le sens de la circulation, on ne voit pas en général, qu'il y a des vaisseaux accolés, ayant une circulation à double sens, le cas le plus emblématique étant celui du cordon ombilical.

Conclusion

La morphogenèse d'un animal est certes très éloignée de celle d'une ville. Je n'ai fait ici que survoler la question. Elle présente cependant quelques intérêts épistémologiques. L'observation des mouvements fait apparaître des concepts nouveaux qui sont en train de renverser les paradigmes dans le domaine. Même des idées bien établies peuvent être remises en cause. En second lieu, la morphogenèse du vivant présente contrairement à ce qu'on pensait, une certaine simplicité. Des idées très avancées, autour du chaos ou de l'auto-organisation commencent à être remises en question. Enfin, en grandissant, le système doit subvenir à ses besoins, ce qui se retrouve dans d'autres domaines. De nos jours, sous l'influence d'arguments proprement politiques, un nouveau regard est porté sur la nature.

Même les architectes s'inspirent du vivant, surtout des plantes. La formation des animaux pourrait donc apporter quelques idées nouvelles dans le domaine des études urbaines, ou simplement faire réfléchir. En grandissant, le système d'un organisme vivant doit subvenir à ses besoins, mécanisme de base que l'on observe dans le développement des systèmes urbains. Le brassage des disciplines suscite souvent de nouveaux concepts, par le mystère de la circulation des idées.

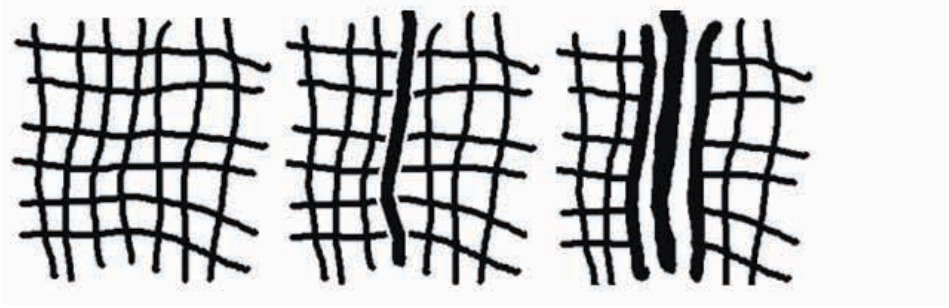


Fig. 13 - Schéma de la formation d'une circulation à double sens. D'abord les capillaires se transforment en gros vaisseaux (artères), puis les gros vaisseaux se déconnectent et les brins morts latéraux sont recyclés en veines.

© Vincent Fleury.

NOTES :

(1) A. Tero, S. Takagi, T. Saigusa, K. Ito, D. P. Bebber, M. D. Fricker, K. Yumiki, R. Kobayashi, T. Nakagaki. "Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design", *Science*, 2010, 327 (5964): 439 DOI: 10.1126/science.1177894.

Peter T. Saunders

Traduction : Sara Franceschelli et Marc Jaouen

LA MATHÉMATIQUE DU PAYSAGE ÉPIGÉNÉTIQUE

Le paysage épigénétique

Une propriété cruciale du développement embryonnaire est sa stabilité. L'embryon n'a pas besoin d'un environnement parfait pour se développer et il peut supporter beaucoup de petites - et parfois même de grosses - perturbations. Deux embryons n'ont pas à être clonés pour évoluer vers des adultes ressemblants.

Cette stabilité n'est pas de toute façon comparable à la stabilité d'une bille dans le fond d'une coupe. Un embryon qui serait perturbé ne retournera pas dans l'état où il était précédemment. S'il peut revenir, il continuera à se développer et dans la plupart des cas il atteindra plus ou moins le stade qu'il aurait atteint s'il avait été laissé tranquille. Ce qui est stable n'est pas l'état de l'embryon à chaque instant, mais son parcours de développement.

Le biologiste C.H. Waddington, le premier à reconnaître l'importance de cette stabilité, introduit le concept d'*homéorhesis* pour décrire la propriété de retour à la trajectoire après une perturbation, et de *chréode* (chemin nécessaire), pour la trajectoire elle-même. Il a aussi utilisé le terme de canalisation pour désigner la propriété par laquelle le développement d'habitude aboutit à un ou à un nombre restreint d'états finaux alternatifs au lieu d'aboutir à un large spectre d'états finaux.

Ayant identifié ces propriétés importantes, Waddington chercha une façon de les modéliser. Il avait noté que l'état de développement de l'organisme peut être représenté comme un point dans un espace multidimensionnel, dont chaque dimension représente la mesure de l'une des composantes. Et parce qu'il n'est pas « très facile pour un simple biologiste de se représenter et de réfléchir » à un espace de phase multidimensionnel, il conçut un paysage épigénétique comme une aide à ceux qui « comme moi, trouvent confortable d'avoir quelque figure mentale,

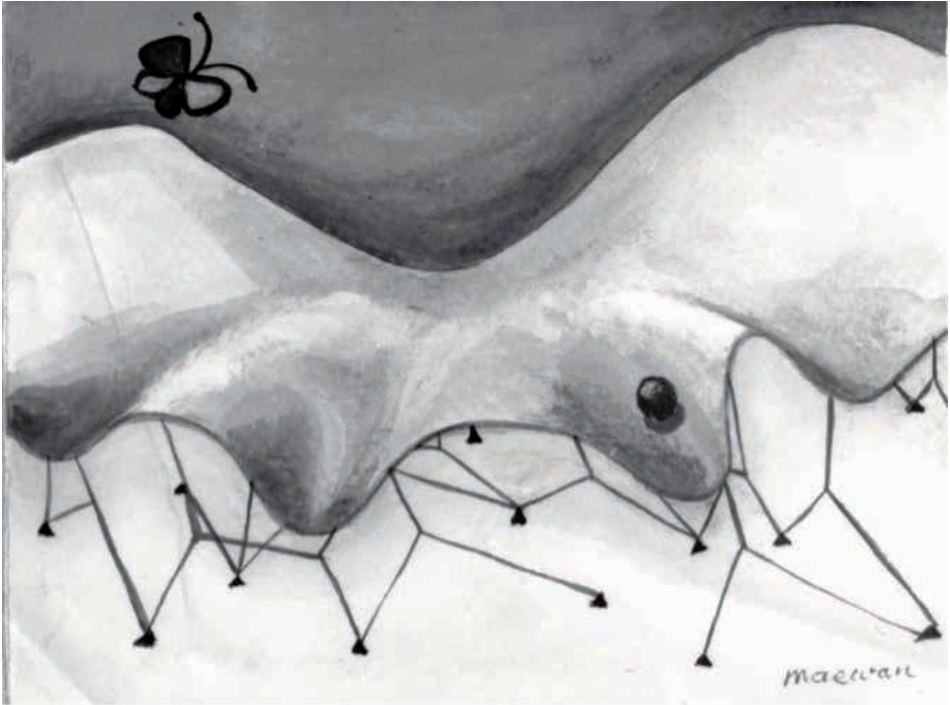


Fig. 1 – Le paysage épigénétique. Le papillon renvoie symboliquement au rôle de la théorie des catastrophes. © Mae-Wan Ho.

même vague, pour ce qu'ils sont en train d'essayer de penser » (noter que par « épigénétique », Waddington entendait « ayant à faire avec le développement » ; les biologistes actuels utilisent le terme pour parler des changements dans l'organisme causés par des modifications dans l'expression génétique).

Waddington représenta le processus de développement comme une surface dont la forme dépend d'un réseau de cordes sous-jacent. Les cordes tiennent lieu des effets de gènes, avec des points de fixation représentant les gènes eux-mêmes. La complexité du réseau sert à nous rappeler que, si les gènes influencent le développement, ils le font selon des chemins compliqués.

Une bille roule dans le paysage, et son chemin représente la trajectoire de développement de l'organisme. La bille naturellement suit les vallées, ce qui représente la propriété qu'il y a seulement quelques chemins de développement, les chrôdes, et par conséquent un nombre restreint d'états finaux, d'où la canalisation.

Une perturbation environnementale est représentée soit par la bille que l'on fait monter sur un côté de la vallée, soit par un petit changement temporaire dans la forme de la vallée elle-même, comme si le paysage était une tente que quelqu'un aurait heurté. Dans les deux cas, si la perturbation n'est pas trop importante, la bille retourne dans le fond de la vallée, pas au point où elle était au moment de la perturbation mais un peu plus loin vers le bas. Le système montre ainsi la propriété d'homéorhésis.

Chrôdes, canalisation et homéorhésis sont de façon évidente des propriétés importantes et il est naturel de se demander comment les organismes viennent à les posséder. Les évolutionnistes conventionnels, c'est-à-dire les néo-darwinistes, insistent sur le fait que les traits significatifs d'un organisme doivent avoir émergé

à travers une sélection naturelle, mais il y a une explication à la fois plus simple et plus fondamentale. Ils ont ces propriétés simplement parce que, quoi que ce soient comme organismes, ils sont des systèmes dynamiques (Saunders 1993) ¹.

Un système dynamique arbitraire peut être stable ou non. S'il ne l'est pas, il ne perdurera pas, et nous ne pourrions pas le considérer comme un système du tout. Donc, la propriété typique de ces entités que nous reconnaissons comme des systèmes est que, dans un sens, ils sont stables. Cela peut apparaître comme une tautologie mais cela n'en est pas une : par exemple, des écologistes l'ont utilisée pour expliquer certaines propriétés des structures des écosystèmes.

Un organisme cependant n'est pas un système quelconque. C'est un système hautement complexe, à la dynamique non-linéaire. Et un tel système, s'il a des états stables, a, en général, une stabilité d'une sorte beaucoup plus riche qu'un système linéaire. Il aura typiquement plus qu'un point d'équilibre, exactement comme une équation algébrique non-linéaire a souvent plusieurs solutions là où un système linéaire non dégénéré en a juste une. Et il y a plus : au lieu de juste quelques points d'équilibre, il peut avoir des trajectoires stables - les cycles limites sont les plus familiers, mais les trajectoires ne sont pas nécessairement des cycles.

Nous pouvons donc remplacer la faible affirmation « les systèmes que nous observons sont stables » par une plus forte « les systèmes complexes non-linéaires que nous observons, incluant les processus de développement des organismes, ont typiquement une sorte de stabilité qui leur confère un nombre important de propriétés incluant l'homéorhesis, la chréode et la canalisation ».

Cela pourrait bien nous étonner qu'il y ait des organismes, mais puisqu'il y en a, il n'est pas surprenant qu'ils aient les propriétés identifiées par Waddington.

Implications de la stabilité

Nous allons maintenant considérer comment le paysage épigénétique permet de comprendre quelques uns des traits bien connus des organismes. Nous utiliserons la métaphore du paysage épigénétique parce qu'elle permet de visualiser ce qui arrive, mais ce que nous voulons dire est que ces propriétés découlent du fait que ces organismes sont des systèmes dynamiques non-linéaires extrêmement complexes.

Si la bille est perturbée au point de quitter la vallée, elle atteindra probablement une impasse, mais il est possible qu'elle passe une ligne de partage des eaux et qu'elle parvienne dans une autre vallée aussi stable que la précédente. Cela rend compte d'une propriété réellement observée : quelquefois quand l'embryon est perturbé, il ne meurt ni ne retourne à l'état précédent mais tend vers une évolution différente qui mène à la production d'un organisme viable, même si significativement différent.

Une mutation est représentée par un changement dans la tension ou la position de la corde qui peut provoquer un changement dans la forme de la vallée. La plupart de ces changements auront un petit effet ou pas d'effet du tout sur le résultat. Après un petit détour, la bille retourne à son chemin. C'est ce qu'on observe : il y a souvent beaucoup de variations génétiques dans des populations qui ont des phénotypes presque identiques. D'un autre côté, une petite mutation peut provoquer un changement significatif du phénotype s'il arrive à affecter le paysage près d'une des bifurcations.

Le modèle suggère aussi que des perturbations environnementales et des mutations peuvent avoir des effets similaires : ce sont simplement des façons différentes de modifier le développement dans le même chemin alternatif. C'est ce qui est observé dans le phénomène commun de phénocopie. Si, par exemple, les embryons de la drosophile sont immergés pour un instant dans une vapeur d'éther, certains d'entre eux se développeront en mouches adultes qui ressemblent de près aux mutants bithorax. On peut aussi citer comme exemple les déformations chez l'embryon humain causées par la drogue thalidomide. Il existe une mutation rare qui produit à peu près les mêmes effets.

Le phénomène de phénocopie, qui est largement ignoré par les biologistes, fournit une évidence solide de l'existence de chemins alternatifs. Car, s'ils n'existaient pas, il serait très difficile d'expliquer comment, si souvent, une mutation et une perturbation de l'environnement peuvent avoir le même effet.

Les mutations uniques ont une plus grande chance d'avoir un effet si elles interviennent près de la fin du processus où la bille peut ne pas avoir assez de temps pour retourner à sa trajectoire initiale. De tels changements seront en général mineurs car tous les traits majeurs de l'organisme sont déjà en place. Ce sont cependant précisément ceux sur lesquels les évolutionnistes concentrent leur at-

tention : les becs de pinson, la couleur de la mite poivrée, des choses comme ça, alors qu'ils n'ont que peu à dire sur comment les pinsons et les mites se forment.

Quant aux grands changements, il est possible qu'ils puissent arriver par de longues successions de petits changements, mais c'est hautement improbable. En termes de l'image, nous voyons que si tirer sur une corde modifie le paysage dans une direction appropriée au début, après un moment la tension des autres cordes auxquelles il est relié fera cesser cet effet. D'un autre côté, comme le réseau est complexe, les autres parties du paysage peuvent être affectées de façon inattendue. Dans la nature, la pléiotropie (un gène affectant plus qu'un caractère) et la liaison génétique (le fait que des gènes physiquement enfermés dans un chromosome tendent à être transmis ensemble) s'opposeront à une sélection dans une direction continue.

Un petit changement dans le paysage peut cependant avoir un grand effet sur l'organisme, s'il arrive juste là où il peut dévier la bille vers un chemin différent. Aucune autre partie du paysage n'aurait à en être affectée significativement. Mais il y a plus : puisqu'il s'agit simplement d'une déviation dans un chemin existant, et non la création d'un nouveau chemin, nous nous attendrions à ce que n'importe laquelle parmi un certain nombre de différentes petites altérations dans le réseau des cordes puisse la produire. Ainsi, cette déviation pourrait être produite par une perturbation environnementale si elle arrive au bon moment dans le développement.

Le modèle ainsi suggère non seulement qu'une mutation unique peut provoquer un grand changement phénotypique, mais aussi que différentes mutations uniques peuvent avoir le même effet. Ainsi un changement évolutif peut avoir lieu sans que la même mutation ait à se produire plus ou moins simultanément dans un grand nombre d'organismes.

Equilibres ponctuels

Si les organismes actuels ont vu le jour au travers d'un long processus de descendance avec des modifications graduelles, cela devrait être reflété dans les fossiles.

Nous devrions voir une séquence plus ou moins continue de formes entre les premiers organismes et ceux qui existent aujourd'hui.

En fait nous ne la voyons pas. L'enregistrement est plein de trous, que les adversaires de la théorie de l'évolution, de Cuvier jusqu'à aujourd'hui, ont cité comme des évidences contre la théorie. Ce ne serait pas trop grave si ce que nous voyions était un progrès constant et graduel mais avec des bouts manquants. Après tout, tous les organismes ne laissent pas de fossiles, et tous les fossiles formés ne seront pas trouvés, donc la collection est vouée à être incomplète. Au lieu de cela, cependant, nous voyons une succession de longues périodes pendant lesquelles peu de choses semblent s'être passées et avec peu de connexion entre elles, voire aucune. Eldredge et Gould (1972) ² ont donné à cette phase le nom d'« équilibres ponctués ».

Les darwinistes ont toujours insisté sur le fait que l'évolution est graduelle et les intermédiaires manquants doivent avoir existé. Ils tiennent à cette vision non parce que c'est une évidence mais parce que la théorie l'exige ³. Si nous ne trouvons pas leurs restes, c'est peut-être parce que les changements majeurs sont intervenus au sein de petits groupes qui se sont isolés de la population principale. Dans ce cas, relativement peu d'intermédiaires auraient laissé des fossiles et tout ce qui aurait été laissé serait dans des lieux différents de ceux où les paléontologues les cherchent. Ou il pourrait y avoir d'autres explications.

Mais les trous dans la chronique des fossiles et les équilibres ponctués ne sont pas des faits incongrus qui demandent une explication spéciale et intrinsèquement invérifiable. Au contraire, ils sont précisément ce que nous pouvions nous attendre d'observer. La raison pour laquelle nous ne trouvons pas d'intermédiaires est simplement qu'il n'y en a jamais eu.

Mathématiques et paysage épigénétique

Il est bien connu qu'il existe des réactions chimiques caractérisées par le fait qu'un changement graduel dans la concentration de quelque réactif peut produire un changement important mais contrôlé. Il y a quelques années de cela, Lewis, Slack et Wolpert (1977) ⁴ ont imaginé une réaction décrite par l'équation suivante :

$$\frac{dg}{dt} = S + \frac{g^2}{1 + g^2} - 0.4g$$

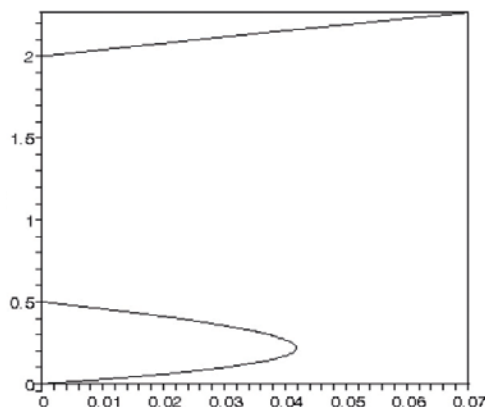


Fig. 2 - Concentration à l'équilibre du morphogène g en fonction de la concentration du signal de la substance S . © Peter Saunders.

Ici g est la substance à laquelle nous nous intéressons, que nous pouvons appeler morphogène parce qu'elle affecte directement la forme de l'organisme, et S est la substance signal dont la concentration peut être déterminée par un gène.

L'équation $dg/dt=0$ est cubique en g , donc elle a trois racines. Pour des valeurs de S , toutes les trois sont réelles ; pour d'autres, une seule l'est. (Fig. 2) Où il n'y a qu'un équilibre, il est stable ; ou il y en a trois, les deux extérieurs sont stables et celui intermédiaire est instable.

Sur cette base, nous pouvons construire beaucoup de scénarios, mais le plus simple est de supposer que S a une valeur fixe dans chaque organisme individuel et g est initialement zéro. Alors, pour $S < S_c = 0.0418$, g atteindra une valeur d'équilibre qui est quelque part entre 0 et 0.25. Si S augmente lentement dans le temps, probablement à la suite d'un certain nombre de mutations, ainsi fera g et, aussi longtemps que S reste inférieur à S_c , le changement en g sera aussi lent.

Si, toutefois, $S > S_c$, alors g atteindra l'équilibre à 2.0. Alors un petit changement évolutif dans S peut entraîner un grand changement évolutif en g et sur tout ce que g détermine. Il faut noter que la taille du changement de g ne dépend pas fortement de la taille du changement de S . Tout ce qui compte est que S a dépassé S_c . C'est exactement comme le paysage épigénétique, où ce qui compte est de savoir si la perturbation fait franchir ou non à la bille la ligne de partage des eaux.

Evidemment, ceci montre seulement qu'il est possible d'obtenir un saut soudain à travers une réaction chimique plausible, ce qui était déjà bien connu. Nous n'avons aucune raison de supposer que ce modèle puisse être impliqué dans une discontinuité particulière du développement ou de l'évolution et il n'est certainement pas présent dans toutes. Que se passe-t-il si des changements abrupts surviennent d'autres façons ?

La théorie des catastrophes ⁵ nous dit que si une variable X subit un changement soudain d'un état d'équilibre stable à un autre, aussi complexe que soit le système, il y aura toujours deux « variables de contrôle » impliquées dans le changement, pas juste une (i.e. S) comme c'est le cas dans le modèle ci-dessus, et pas plus comme on aurait pu l'attendre. Au lieu de la courbe d'équilibres de la figure 2, il y aura une surface d'équilibres.

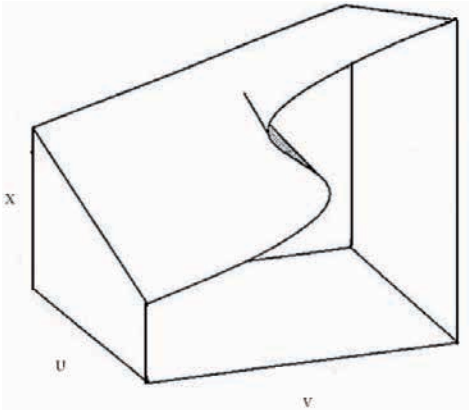


Fig. 3 - Surface d'équilibre de la catastrophe fronce. © Peter Saunders.

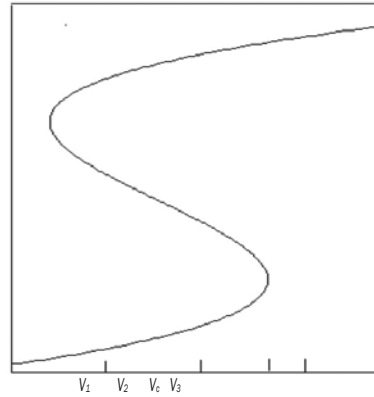


Fig. 4 - Le cas général pour une seule variable de contrôle. © Peter Saunders.

Si nous tenons une des variables de contrôle, U , constante, nous obtenons une courbe très ressemblante à celle de la figure 2 bien que celle-ci n'a pas la forme complète en S parce que la figure est coupée en $S=0$.

Il peut sembler surprenant qu'il n'y ait que deux variables de contrôle, mais en général, ce ne sont pas des variables physiques mais des combinaisons de variables physiques. Elles sont comme des composantes principales ou valeurs propres. Pensez à comment on peut accélérer ou ralentir une réaction en faisant varier la quantité d'un ou plusieurs agents réactifs, en ajoutant un catalyseur, en changeant la température, etc. Ce sont différentes variables physiques, mais elles ont toutes le même effet sur la réaction, donc elles se combinent pour former une seule variable de contrôle.

L'équation suggérée par Lewis *et al*, mais avec la caractéristique additionnelle que nous avons besoin d'une autre variable de contrôle, peut être utilisée pour nous aider à analyser les situations où il y a un saut soudain entre deux états même si nous ne connaissons pas le mécanisme et n'avons aucune raison de supposer qu'il correspond à celui décrit par l'équation.

Pour montrer ce qui peut être fait, nous considérons le cas le plus simple : U est gardé constant et seulement V est autorisé à varier. (Pour un exemple de ce qui peut arriver si on autorise les deux variables à varier, voir Saunders et Ho, 1985⁶). Parce que V est comme une valeur propre, nous attendons qu'un nombre de changements génétiques différents, influençant le même réactant de différentes façons ou par différentes quantités, ou influençant différents réactants ou des réactions précédentes, puissent tous amener V à dépasser V_c et provoquer le même changement du morphogène X et donc le même changement dans le phénotype.

Ceci rend compte aussi des phénocopies, parce que l'ensemble des variables physiques qui contribuent à la variable de contrôle V peuvent inclure les deux composantes, génétique et environnementale, à la fois. Pour citer juste un exemple, beaucoup de collectionneurs de papillons essaient de trouver un spécimen de chaque variété génétique d'une espèce. Les collectionneurs savent qu'on peut produire beaucoup de ces variétés en refroidissant les pupes pendant un instant, mais c'est considéré comme une tricherie.

Assimilation génétique

Les poissons plats comme la sole ont deux yeux du même côté de la tête. Il est évident que c'est pratique pour un poisson qui nage sur un côté au fond de la mer, mais comment l'autre œil est venu là ? Quel avantage sélectif possible pourrait-il y avoir eu dans le fait que l'œil du bas bouge un tout petit peu en avant comme première étape pour apparaître sur le dessus ?

L'explication de Darwin (1872)⁷, que la plupart de ses suiveurs préfèrent ignorer, était que l'œil a bougé graduellement à travers des générations de poissons tendant à avancer leurs yeux de façon à pouvoir voir quelque chose avec. Quelques 80 ans plus tard, Waddington (1957)⁸ suggéra une explication alternative, l'assimilation génétique, basée sur des processus conventionnels. Il la décrit en termes de paysage épigénétique ; nous pouvons maintenant avoir recours aux mathématiques pour nous aider à comprendre comment cela peut arriver.

Imaginez qu'un trait tel la position de l'œil de la sole est déterminé par le morphogène X (par amour de simplicité, nous utilisons la typique image néo-darwinienne « un gène/un caractère »). La plus basse valeur correspond au trait courant et la plus haute à celui conférant le plus grand avantage sélectif. Nous supposons que seulement une variable de contrôle, V , est impliquée dans le changement et que au début du processus, $V=V_1 < V_c$ (Figure4).

Supposons qu'aucune mutation unique n'est suffisante pour augmenter la substance signal V au dessus de V_c . Si une mutation unique se produit, augmentant V jusqu'à V_2 , cela ne confère pas d'avantage sélectif. En absence de sélection, il y a au mieux une chance infime que plus d'une mutation se réalise dans le même individu ou même dans la même lignée. Ainsi il est très improbable que le trait désiré évolue, même si cela serait très avantageux pour l'organisme.

D'un autre côté, supposons que V peut aussi être augmenté par des perturbations environnementales. Chaque mutation qui augmente V vers $V_2 < V_c$ serait avantageuse parce qu'elle rendrait plus probable qu'une augmentation de V à cause d'une perturbation l'amène au dessus de la valeur critique, V_c , disons à la valeur V_3 , produisant ainsi le trait désiré. Il y aurait par conséquent sélection pour toute mutation conduisant à une augmentation de V . A la fin, suffisamment de telles mutations se produiraient et seraient sélectionnées pour que le trait apparaisse sans perturbation.

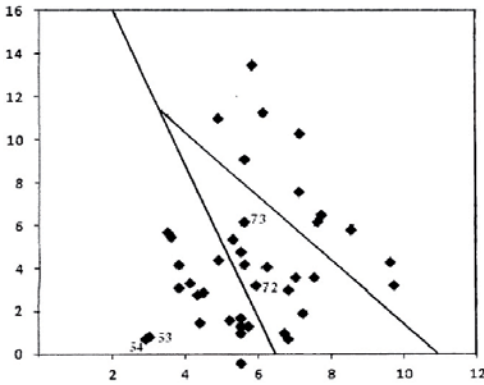


Fig. 5 – Le taux d'inflation des Etats-Unis par rapport au taux d'inflation de l'année précédente pour la période 1953-1992. Les points du groupe en bas gauche sont avant 1972, les points du groupe en haut à droite sont entre 1974 et 1984, et ceux dans le groupe du milieu sont après 1984. Les points aberrants, pour 1953, 1954, 1972 et 1973, sont indiqués. Données du Bureau des Statistiques du Travail des Etats-Unis (US Bureau of Labor Statistics).

© Peter Saunders.

De cette manière, le changement peut arriver même s'il demande un certain nombre de mutations, aucune ne produisant par elle-même un organisme qui est évidemment mieux adapté que le reste de la population.

La courbe de Phillips

Les idées illustrées par le paysage épigénétique peuvent s'appliquer à l'étude d'autres systèmes complexes non-linéaires. Par exemple, il y a un débat parmi les économistes au sujet de la courbe dite de Phillips. On estime qu'il y a une relation linéaire entre le taux de chômage d'une année et le taux d'inflation de l'année suivante. C'est très important si c'est vrai car cela impose une forte contrainte sur les possibilités de l'action gouvernementale. Toute action pour réduire le chômage, si efficace, fera augmenter l'inflation. Il ne s'agit pas d'une prédiction théorique mais d'observations empiriques sur une longue période, des explications ayant été proposées plus tard.

La relation tient plutôt bien pendant un certain nombre d'années après la Seconde guerre mondiale, mais après, cela semble devenir faux. Là où il devrait y avoir une ligne avec une pente négative, il y a une collection de points dispersés.

Cependant, si nous prenons en compte l'année que chaque point représente, nous trouvons qu'ils se regroupent en trois groupes 1953-71, 1974-1984, 1985-92 avec 1972 et 73 entre les deux premiers groupes. Il y a apparemment trois trajectoires, trois vallées dans le paysage épigénétique. (Une étude plus attentive montre qu'il y en a en réalité 5, voir Abel et Bernanke, 1995 ⁹). Même si ce qui peut arriver dans chaque vallée est contraint par la dynamique dans la façon décrite par la courbe de Phillips, la vallée dans laquelle le système se trouve, c'est-à-dire la relation précise entre le chômage et l'inflation, est déterminée par d'autres facteurs. Cela peut inclure l'histoire, d'autres mesures gouvernementales, ou des événements en dehors du système ou au moins en dehors de la part du système incluse dans le modèle.

Ainsi, le modèle suggère que le gouvernement pourrait avoir une plus grande marge de manœuvre que celle autorisée par la sagesse habituelle, mais aussi qu'en faire usage impliquerait d'autres mesures que celles traditionnelles et que les économistes, les banquiers et les organisations internationales comme le FMI ou la Banque Mondiale ont l'habitude de recommander.

Conclusion

Le paysage épigénétique est plus qu'une métaphore. C'est un modèle mathématique, mais pas du type de ceux auxquels nous ont habitués les sciences physiques, et nous devons l'utiliser différemment. Il mène rarement à des prédictions fermes au sujet de ce que fera un système particulier dans des conditions spécifiques. Au lieu de cela, il nous aide à découvrir et visualiser quelques propriétés que les systèmes non-linéaires possèdent typiquement et qui peuvent apparaître contre-intuitives parce que la plupart de nos intuitions ont été construites à partir de nos expériences de systèmes linéaires (Saunders, 2005; 2014 ¹⁰). Cela peut nous alerter sur des propriétés que nous ne chercherions pas autrement, par exemple la possibilité de changements abrupts d'une forme ou d'un comportement vers un autre. Il peut aussi montrer que certains phénomènes apparemment anormaux - les équilibres ponctués, par exemple, ou le décalage d'une courbe de Phillips - sont en fait bien dans le répertoire des systèmes à l'étude et il n'est donc pas nécessaire, par conséquent, de postuler des mécanismes ou de forces spéciales pour en rendre compte.

NOTES :

(1) P.T. Saunders, “The organism as a dynamical system”, in *Thinking about Biology: SFI Studies in the Sciences of Complexity*, Lecture Notes Vol. III. (F. Varela and W. Stein, eds). Addison Wesley, Reading MA, 1993.

(2) N. Eldredge & S.J. Gould, “Punctuated equilibria: An alternative to phyletic gradualism” in *Models in Paleobiology* (T.J.M. Schopf, ed.) Freeman-Cooper, San Francisco, 1972, pp. 82-115.

(3) C.R. Darwin, *The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, John Murray, London (1st edition, 1869; 6th edition, 1872), 217; R. Dawkins, “What was all the fuss about?” (Review of Time Frames by N Eldredge). *Nature* 316, 1985, 683-684. Voir aussi P.T. Saunders, “Dynamical Systems, the Epigenetic Landscape, and Punctuated Equilibria”, in P.C.M. Molenaar, R.M. Lerner and K.M. Newell (Eds.) *Handbook of Developmental Systems Theory & Methodology*. Guilford Press, New York, 2014, 154-167.

(4) J. Lewis, J.M. Slack & L. Wolpert, “Thresholds in development”, *J. Theor. Biol.* 65, 1977, 579-590.

(5) R. Thom, *Stabilité Structurelle et Morphogénèse*. InterEditions, Paris, 1972 (traduction anglaise D.H. Fowler, *Structural Stability and Morphogenesis*. Benjamin, Reading, MA, 1972). Pour une approche plus accessible le lecteur anglais peut se rapporter à P.T. Saunders, *An Introduction to Catastrophe Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, 1980.

(6) P.T. Saunders & M.W. Ho, “Primary and secondary waves in prepattern formation”, *J. Theor. Biol.*, 114, 1985, 491-504.

(7) C.R. Darwin, *op.cit.*

(8) C.H. Waddington, *The Strategy of the Genes*. George Allen and Unwin, London, 1957.

(9) A.B. Abel & B.S. Bernanke B.S., *Macroeconomics* (2nd edition). Addison-Wesley, Reading MA 1995.

(10) P.T. Saunders, “Beyond modelling: a challenge for applied mathematics”, in *Geometries of Nature, Living Systems and Human Cognition* (L Boi, ed.) World Scientific, Singapore, 2005; P.T. Saunders, “Dynamical Systems, the Epigenetic Landscape, and Punctuated Equilibria”, in P.C.M. Molenaar, R.M. Lerner and K.M. Newell (Eds.) *Handbook of Developmental Systems Theory & Methodology*. Guilford Press, New York, 2014.

Sara Franceschelli

MORPHOGENÈSE ET PAYSAGES DYNAMIQUES

Dans son acception commune, le terme « paysage » se réfère à la fois à une étendue spatiale (par exemple un paysage désert, un paysage urbain...) que l'on appréhende généralement d'un seul regard, et à la représentation (par un dessin, une peinture, une photographie...) d'une telle vision d'ensemble.

Il sera question, dans cette étude, d'une acception particulière du terme paysage, issue de la biologie théorique, introduite dans les années 1940 et reprise et reformulée pendant les années 1950 par l'embryologiste Conrad Hal Waddington. Il ne s'agit pas d'un paysage matériel, mais d'un paysage abstrait : le paysage épigénétique, une image mentale offrant un point de vue théorique sur la morphogenèse dans le développement embryonnaire. Une vision relationnelle et dynamique de la morphogenèse est synthétiquement véhiculée par cette image, et elle ne serait probablement pas exprimée avec autant d'efficacité par le langage ordinaire seul.

Comme d'autres approches de l'époque en biologie théorique (par exemple le travail de Turing sur la morphogenèse), le travail de Waddington renoue, du point de vue de la reconnaissance d'un apport propre de la mathématisation pour l'étude de la morphogenèse, avec la perspective développée par Wenworth D'Arcy Thompson, tout en la renouvelant. Si, concernant le travail de Turing, il est facile d'affirmer que ce renouveau vient de la proposition d'un mécanisme génératif défini mathématiquement - par les équations de réaction-diffusion, on défendra ici l'idée que l'image du paysage épigénétique de Waddington renvoie aussi à une perspective de mathématisation en termes de systèmes dynamiques ¹. Cependant cette perspective n'est pas traduite en termes mathématiques par l'auteur lui-même : elle est à voir, à mon sens, plus comme un appel à une mathématisation possible. Appel auquel, dans une certaine mesure, la théorie des catastrophes de René Thom s'est offerte en réponse. Thom indique d'ailleurs explicitement le

paysage épigénétique et les concepts qui y sont associés comme, à la fois, source et champ d'application de sa théorie des catastrophes, qui se veut une théorie mathématique très générale de la morphogenèse. Or, comme nous allons le voir dans les pages suivantes, sa lecture en termes mathématiques du paysage épigénétique a suscité une correspondance vivace avec Waddington, qui montre les différents points de vue, parfois irréconciliables, des deux savants, et les difficultés, voire les impasses, d'une telle entreprise de mathématisation.

L'image du paysage sera alors prise en considération, au-delà de ces difficultés à le penser en termes purement mathématiques, comme un dispositif dynamique (son éventuelle mathématisation nous restant inconnue) générateur de narrations morphogénétiques. J'illustrerai comment cette démarche m'a amenée à proposer des activités d'expérimentation morphologique sur des dispositifs tridimensionnels dynamiques dans le cadre d'enseignements de la morphostructure et d'un programme de recherche sur le design morphogénétique (ensadlab dynlan - dynamic landscapes) à l'EnsAD.

Morphogenèse entre sciences et arts

L'ouvrage de D'Arcy Thompson *On Growth and Form* n'a pas inspiré seulement les travaux de quelques pionniers en biologie théorique, comme Waddington et Turing, mais aussi des générations de créateurs : artistes, designers, et architectes, tous développant le design biomimétique d'inspiration morphogénétique, tout au long du vingtième siècle ², comme de nos jours ³. L'historien de l'art, Martin Kemp, met en exergue comment, plus que l'imitation des formes de la nature, c'est la tentative d'en saisir certaines propriétés structurelles ou certaines particularités de leurs processus morphogénétiques qui caractérise les approches biomimétiques inspirées par le thomponisme ⁴.

D'après D'Arcy Thompson, en effet, la genèse des formes est une question à part entière, qui ne peut pas être réduite à des explications de type purement téléologique ou adaptatif. Une de ses thèses fondamentales est que, pour comprendre la morphogenèse, il n'est pas suffisant de raisonner en termes de sélection naturelle et de mutations aléatoires, mais il faut prendre en compte les effets de la mécanique et de la physique sur la genèse des formes sur lesquelles la sélection peut agir ⁵.

Il s'agit alors, selon D'Arcy Thompson, d'entreprendre l'étude de transformations structurelles, déterminées par des forces, générant les formes naturelles, étude valable tant pour les formes non-animées que pour les formes animées.

C'est pourquoi, d'après lui, la science naturelle devrait prendre le chemin de la mathématisation, comme la physique l'a fait, pour devenir une science. Tout en étant conscient du fait que le zoologiste ou le morphologue sont rétifs à la mathématisation, du fait d'une réticence à rechercher des explications de nature géométrique ou mécanique pour le vivant ⁶, D'Arcy Thompson pense que l'étude de la forme organique (pour laquelle il tient à employer le nom "Morphologie" de Goethe) n'est qu'une partie d'une plus vaste Science des Formes ⁷.

Si l'on retrouve chez Waddington une même attention pour la mathématisation et plusieurs accents critiques vis-à-vis du néo-darwinisme, il n'a cependant jamais cessé de se considérer comme un darwinien et un évolutionniste et, au cœur de sa recherche de mathématisation, se trouve l'exigence de prendre en compte les propriétés du vivant. Ainsi, contrairement à D'Arcy Thompson, Waddington n'entend pas ignorer l'effet des gènes sur le développement embryonnaire (et donc sur la genèse des formes), mais à l'encontre de l'opinion dominante à son époque, il ne pense pas en termes linéaires l'action d'un gène pris individuellement ⁸, et il avance, en revanche, un point de vue holiste, prenant en compte l'effet de l'interaction entre les gènes et leurs produits sur le développement. Dans un article de 1942, il utilise le terme « épigénétique » pour désigner l'étude des processus à l'œuvre dans les « mécanismes causaux » par lesquels les gènes du génotype entraînent des effets phénotypiques ⁹, et il définit l'« épigénotype » comme le « complexe de processus développementaux » qui relie génotype et phénotype ¹⁰. Il est intéressant de remarquer que dans son livre *Organisers and Genes* de 1940, dans un chapitre sur le cours temporel des réactions géniques, il estime pertinent de représenter comme non-linéaires les réactions entre les gènes ¹¹. Cette attention pour les non-linéarités des réactions géniques et la recherche de leur expression en termes mathématiques sont développées dans des travaux ultérieurs, comme on le verra en commentant les images du paysage épigénétique de son *The Strategy of the Genes* de 1957.

Waddington s'est par ailleurs intéressé de son vivant à l'art, à la création, et aux relations entre arts et sciences. Il comptait, dans ses fréquentations, des artistes

Fig. 1 - D'après un dessin du peintre John Piper.
 Légende originale: "Looking down the main valley toward the sea. As the river flows away into the mountains it passes a hanging valley, and then the two branch valleys, on its left bank. In the distance the sides of the valleys are steeper and more canyon-like". C.H. Waddington, *Organisers and Genes*, Cambridge, The University Press, 1940 (1947), frontispice.
 © Cambridge University Press, utilisé avec son autorisation.



et des créateurs comme John et Mary Myfawny Piper, Henri Moore, Ben Nicholson, Alexander Calder, Laszlo Moholy-Nagy, Walter Gropius, György Kepes. En 1969, il a publié un livre sur les échanges entre les sciences et la peinture au vingtième siècle: *Behind Appearance: A Study of the relations between Painting and the Natural Sciences in this Century*¹². Curieusement il n'a rien écrit sur sa propre contribution, au moins potentielle, à ces échanges, ni sur l'image du paysage épigénétique. Pour autant, cette image, comme nous allons le montrer dans la deuxième partie de ce texte, se prête à un dialogue avec designers et architectes.

Le paysage épigénétique comme métaphore composite

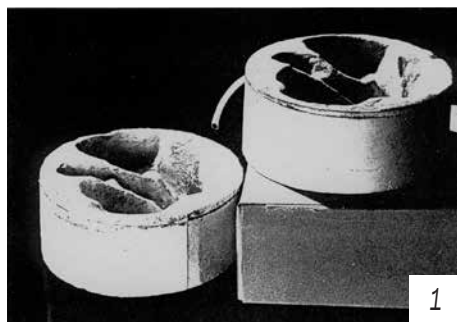
Pour la première image du paysage épigénétique, Waddington se sert d'un dessin de l'un de ses amis artistes, le peintre John Piper, représentant l'écoulement d'un fleuve et les différentes ramifications par lesquelles il se jette à la mer (Fig. 1). Dans la préface du livre, Waddington remercie Piper pour son interprétation du paysage épigénétique, qualifié comme « *somewhat romantic conceit*¹³ ». Dans le chapitre déjà cité sur le cours temporel des réactions géniques, Waddington définit le paysage épigénétique comme « une représentation symbolique » des processus de développement.

L'image du paysage sera reprise et précisée dans un livre ultérieur : *The strategy of the genes*¹⁴, paru en 1957. Ici aussi Waddington définit le paysage comme une image mentale, un support à la pensée pour penser au système de développement embryonnaire. Il prend la forme d'un paysage collinaire sur lequel se déroule le parcours d'une boule qui du sommet descend vers le bas. Le chemin suivi par la boule correspond à l'histoire du développement d'une région donnée de l'oeuf. Dans sa nouvelle version, la représentation du paysage épigénétique se simplifie et complexifie à la fois.

D'un côté une imagerie pittoresque, qui renvoie à un paysage naturel ; de l'autre une surface ondulée, proposée d'emblée comme une abstraction, qui renvoie à l'image de puits de potentiel en physique. D'un côté l'écoulement des eaux d'un fleuve vers la mer ; de l'autre, l'évolution d'une boule sur une surface ondulée. L'image du paysage de 1957 ne peut être considérée que comme une métaphore composite. La partie jusqu'ici décrite du paysage (la partie "émergée") n'as pas de sens si on ne prend pas en compte, en même temps, ce qu'on pourrait considérer sa partie "submergée", présentée et commentée quelques pages du livre plus loin, définie par un réseau de piquets interconnectés par des ficelles, quelques-unes d'entre elles allant s'accrocher à la surface épigénétique elle-même¹⁵. Waddington indique que le chemin suivi par la boule correspond à l'histoire du développement d'une partie donnée de l'œuf dans un organisme vivant. La partie cachée du paysage est censée représenter le système des interactions tissées entre les gènes, système définissant la forme du paysage même. Les différents piquets représentent les gènes et les ficelles, les tendances chimiques les reliant. Le paysage épigénétique est modelé par la tension des ficelles qui, à partir de ce réseau, se branchent au-dessous de la surface du paysage¹⁶. Grâce à cette métaphore composite on peut avoir une intuition immédiate de quelques propriétés structurelles et dynamiques du système du développement. Comme Waddington s'empresse de le spécifier, en effet, il n'est pas nécessaire de connaître tous les détails biochimiques des réactions entre les gènes pour avoir une idée théorique de la façon dont les systèmes génétiques produisent des patterns intégrés de changement développemental¹⁷.

On peut aisément imaginer que la modification dans le positionnement d'un piquet (que l'on peut penser comme représentant une mutation génétique) peut déterminer une modification de la surface épigénétique, c'est-à-dire du champ des possibles pour le développement. Mais il est aussi aisé de concevoir que des changements dans la partie cachée du paysage (positionnement des piquets, perturbations de nature variée venant de l'extérieur,...) pourraient être « absorbés » par les jeux de tensions des différentes ficelles, et donc n'iraient pas forcément modifier la forme de la surface épigénétique.

Le paysage, avec son image de la boule en équilibre instable prête à descendre le long des chemins du paysage, au bout desquels il faut imaginer les différents tissus ou organes (le processus est à imaginer à différentes échelles spatio-temporelles) offre une compréhension métaphorique du phénomène de différenciation cellulaire - véritable enjeu de toute théorisation en embryologie. Waddington estime que c'est grâce à la propriété de sensibilité aux conditions initiales, qu'il appelle « *exageration of initial differences* », qu'on peut appréhender la différenciation. On peut s'interroger sur la source, chez Waddington, de ce raisonnement qualitatif, relevant de la théorie des systèmes dynamiques. Une première piste, évidente, mène à la cybernétique : dans *Strategy of the genes*, le paysage est discuté dans un chapitre portant pour titre « The Cybernetics of development », et faisant largement référence au travail de Ross Ashby, *Design for a brain*, de 1952¹⁸. Mais une adoption, bien que surtout imagée, de raisonnements typiques de la théorie des systèmes dynamiques (par exemple l'étude des propriétés des équilibres de systèmes d'équations dans l'espace des phases) est certainement antérieure, dans le travail de Waddington, à l'essor de la cybernétique. On peut supposer que Waddington ait été sensibilisé à cette approche qualitative par sa connaissance de l'emploi de systèmes non-linéaires dans d'autres branches de la biologie, comme les références aux travaux de Lotka¹⁹ et Kostizin²⁰ le témoignent. Needham, qui a collaboré avec Waddington au début de sa carrière, indique dans son ouvrage de 1936²¹ que Waddington rechercha dès les années 30 une façon de représenter le cours de la détermination embryonnaire par une succession de choix entre des équilibres instables. L'analyse des différents types d'équilibre dans l'étude du vivant avait déjà été prise en considération par Lotka qui, pour des systèmes à deux variables, était en mesure de dessiner les courbes intégrales. Mais les travaux de Lotka, pionniers dans la modélisation mathématique et déjà amplement signalés par D'Arcy Thompson dans *On Growth and Form*, concernent le domaine des réactions auto-catalytiques, de l'épidémiologie ou de la dynamique des populations. Si Waddington connaissait ces études et s'en est peut-être inspiré, ce qui restait difficile à réaliser, et qu'il n'a pas, de fait, réalisé, était le transfert des techniques de mathématisation (et d'étude des équilibres) de ces domaines de la chimie ou de la biologie des populations au domaine du développement.



Il a toutefois introduit son paysage épigénétique par la tentative de représenter le développement dans un espace des phases ²². Dans ce diagramme, l'axe temporel est perpendiculaire au papier, le sens d'écoulement vers le lecteur, et les deux autres axes, sur la surface du papier, représentent la composition du système. Une région de l'œuf d'une certaine composition initiale se développe selon une succession de trajectoires qui convergent vers un certain tissu adulte. Un contact physique entre deux régions pendant le développement (représenté par une double flèche dans l'illustration), déterminera une induction, c'est-à-dire le développement d'un tissu particulier.

Une correspondance et des maquettes

L'image du paysage a suscité un échange épistolaire entre Thom et Waddington, au sujet de son expression en termes mathématiques dans le cadre de la théorie des catastrophes. Cet échange a été en partie publié ²³ par Thom lui-même dans *Modèles mathématiques de la morphogenèse*, en annexe de l'article *princeps* de la théorie des catastrophes, « Une théorie dynamique de la morphogenèse » ²⁴.

On sait que, pour Thom, la théorie des catastrophes, issue de ses recherches en topologie et en analyse différentielle, est une théorie générale de la morphogenèse, qui ne prend en compte ni la nature du substrat, ni la nature des forces en jeu. Il nous intéresse ici, cependant, de considérer cette théorie en deçà de ses développements formels, par exemple la classification des sept catastrophes élémentaires. Nous la considérerons simplement comme une occurrence de l'utilisation de la théorie des systèmes dynamiques pour étudier des phénomènes expérimentaux. L'échange entre les deux savants, qui a suivi la toute première élaboration de la théorie de Thom, porte en effet sur des pratiques de raisonnement qualitatif, en termes d'espace de phases, d'attracteurs, de caractérisation des équilibres, et de types de stabilité en jeu.

J'ai développé, ailleurs, une étude détaillée de ces échanges ²⁵. Je me limiterai ici à rappeler les divergences (ou les malentendus) entre les deux savants autour des notions de stabilité utilisables à propos du paysage et des dynamiques qui le caractérisent.

Waddington utilise le néologisme « homeorhesis » pour désigner la propriété de stabilité des processus du développement par rapport à des perturbations subies au cours de ce même processus. Il juge essentiel de ne pas confondre cette propriété d'équi-

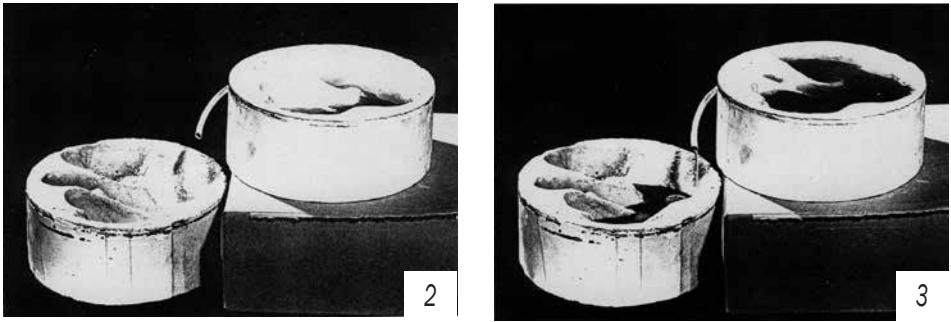


Fig. 2 - « I am happy to offer you some pictures of the wet form of the epigenetic landscape ; they have to be looked at in the order 1, 2 et 3 ». Lettre de Thom à Waddington, 19 Janvier 1968 (Archives Waddington, Université d'Edimburgh).

libre le long d'un chemin du développement (chemin qu'il appelle « chréode ») avec la propriété d'homéostasie, uniquement appropriée, à son avis, pour désigner l'équilibre autour d'un état final stationnaire. L'homeorhesis a, pour lui, une acception dynamique. Sur le paysage, elle est garantie par la pente des vallées, en mesure d'éviter que la boule s'échappe du canal, même si elle suit une trajectoire perturbée – à moins que la perturbation ne soit trop importante, auquel cas la boule sauterait dans une autre vallée (pour Waddington, le développement est canalisé).

La notion clé permettant à Thom de lier sa vision de la morphogenèse au paysage de Waddington est la stabilité structurelle. Qualitativement, on peut dire qu'une fonction est structurellement stable si, en la perturbant suffisamment peu, la fonction perturbée a les mêmes propriétés topologiques que la fonction initiale. En tant que propriété mathématique, la stabilité structurelle a été définie pendant les années 30 par Andronov et Pontryagin²⁶. Les auteurs se demandaient quelles sont les propriétés qu'un modèle (un système dynamique) doit posséder pour être un bon modèle, c'est-à-dire pour correspondre à un système physique. Thom a bâti sa théorie des catastrophes sur la propriété de stabilité structurelle, qui est pour lui une propriété de toute forme observable²⁷. Pour Thom, un chréode donné ne serait défini par rien d'autre que par une certaine région de l'espace des paramètres pour laquelle un processus donné est structurellement stable. De cette définition, de chréode, la propriété d'homeorhesis découlerait tout naturellement. Thom estime donc que les réticences de Waddington sont dues à une difficulté d'apprécier pleinement la théorie mathématique en question. Mais, malgré quelques difficultés de communication inhérentes aux différences culturelles entre les deux savants, l'impasse dans la recherche d'une expression mathématique accomplie de l'image du paysage semble tenir aussi à un véritable problème théorique. Il s'agit de la difficulté de modéliser un processus qui se joue sur deux échelles temporelles différentes : une lente, celle de l'évolution, agissant au niveau de l'interaction entre les gènes (la partie submergée du paysage), et une rapide, celle du développement, agissant au niveau des différents états cytoplasmiques dans différentes régions de l'œuf (la partie émergée du paysage).

La correspondance entre les deux savants s'est poursuivie et, dans une lettre du 19 Janvier 1968, consultable dans les archives Waddington de l'Université d'Edimburgh, Thom envoie à son correspondant britannique les photos d'une maquette en plâtre du paysage épigénétique (Fig. 2) qu'il a fait réaliser par un collègue physicien.

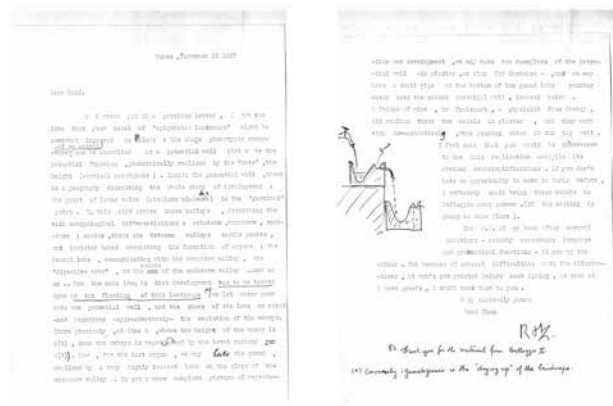


Fig. 3 - Lettre de Thom à Waddington du 11 décembre 1967 (Archives Waddington, Université d'Edimburgh).

On trouve une description détaillée de ce que ces images sont censées représenter dans une lettre précédente rédigée par Thom le 11 Décembre 1967²⁸ (Fig. 3). Dans les maquettes, des puits de potentiel décrivent la structure phénotypique d'un organisme. Malgré ses échanges précédents avec Waddington, Thom confirme implicitement une vision assez statique du paysage où la dimension temporelle ne fait que paramétrer les étapes d'un développement déjà prédéfini par la forme du paysage. La façon dont les gènes définissent la structure phénotypique n'est pas prise en compte par ces maquettes, dont le seul aspect dynamique est représenté par le déversement d'un fluide dans un paysage déjà défini.

Dans sa réponse du 19 décembre 1967, Waddington remercie en exprimant son intérêt et sa curiosité de voir le « modèle d'un paysage épigénétique sur la forme d'un puits de potentiel qui peut être inondé ». Il affirme, en outre, avoir lui-même, dans le passé, « réalisé un ou deux modèles physiques du paysage épigénétique dans lesquels des boules roulaient le long de vallées, etc. avec des switches pour contrôler leurs chemins »²⁹.

Je n'ai pas trouvé dans les archives Waddington d'autres documents relatifs à de telles maquettes. Ce qui reste de ces échanges m'a toutefois donnée envie d'entreprendre une expérimentation spatiale inspirée par la figure du paysage, vu comme un dispositif dynamique, expérimentation qui a pu être réalisée dans le cadre d'enseignements de morphostructure et d'un programme de recherche *ensadlab dynlan – dynamic landscapes à l'EnsAD*.

Des dispositifs dynamiques spatiaux comme producteurs de forme

L'image du paysage épigénétique s'inscrit dans une approche proprement morphologique de la connaissance, puisqu'il fait coalescer un point de vue théorique sur un objet, fut-t-il une image de l'esprit. Thom et Waddington ont essayé de penser par images, et de spatialiser, par la construction de maquettes, partiellement dynamiques, leurs images mentales. Le fait que les expérimentations des deux savants portent sur des maquettes tridimensionnelles, supports de dynamiques, nous a incités à réaliser des dispositifs dynamiques tri-dimensionnels qui puissent être des instances des propriétés du paysage. Si la première occurrence de l'image du paysage est de type figuratif, un dessin, il nous a semblé que c'est dans une spatialisation dynamique que les questionnements ouverts par la correspondance Thom-Waddington sur la morphogenèse peuvent trouver une expression générique. L'image du

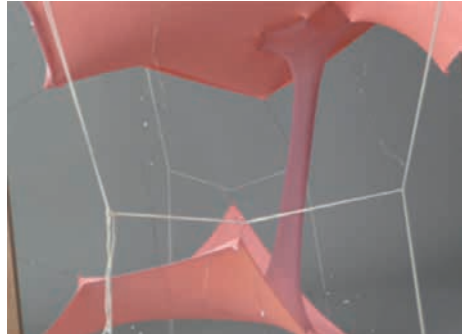


Fig. 4 - Canal. Sara Franceschelli.
© ensadlab dynlan, EnsAD.

paysage est vue, dans cette perspective, comme un dispositif dynamique. Il s'agit, dans ce sens, d'abandonner le plan de la représentation, pour passer à un plan performatif : ce qui compte, ce n'est pas ce que le paysage représente, les variables et les processus spécifiques auxquels il renvoie, mais ce qu'il « fait » : du point de vue de ses équilibres, déstabilisations, dynamiques. C'est en ce sens que nous avons utilisé le terme « performatif » dans notre programme de recherche.

Les expérimentations morphologiques présentées ci-dessus ne se veulent pas une illustration du point de vue de l'un ou de l'autre des deux savants, mais des instantiations du paysage, cette image sous-jacente à leur dialogue qui en dit plus que toute tentative de formalisation ou description verbale. De telles instantiations ont été réalisées comme des spatialisations dynamiques, certes limitées et partielles, de quelques narrations de dynamiques impliquant le paysage.

Il s'est agi de chercher à produire et observer concrètement des principes morphogénétiques en mesure de générer, sous la variation de certains paramètres, des mécanismes de bifurcation. L'idée a été celle de concevoir des structures paramétriques sous-tendant différents états morphologiques ; en d'autres termes, il s'est agi de concevoir non pas un objet, mais une famille d'objets pouvant varier paramétriquement.

Il est évident que nos expérimentations n'ont aucune prétention à reproduire la complexité et les propriétés spécifiques du développement organique dont Waddington fait état. Le travail a consisté en une exploration des propriétés morphologiques du paysage lui-même.

Les toutes premières expérimentations ont consisté à concevoir des surfaces définies par des minima et des maxima réalisées en membrane tendue, surfaces sur lesquelles des dynamiques de boules de différentes tailles et matières pouvaient être réalisées, éventuellement évoluant d'une membrane à l'autre à travers des canaux (Fig. 4). Il s'est par la suite agi de rendre plus dynamique la surface elle-même.

Le dispositif « Paysages sensibles et dynamiques » (Fig. 5), réalisé dans le cadre d'un workshop à l'EnsAD, co-dirigé avec l'architecte Yves Mahieu ³⁰, a été inspiré par la notion de déploiement, à partir de l'analyse de la correspondance Thom-Waddington. Nous avons travaillé sur la dynamique d'équilibres, des *minima* et des *maxima* locaux, sous-tendant la modification d'une surface complexe définie par plusieurs membranes tendues. Nous avons travaillé à la calibration des paramètres de la dynamique de façon à obtenir un déploiement périodique de la surface même.



Fig. 5 - « Paysages sensibles et dynamiques ».
© EnsAD.

Dans le cadre du workshop “Dynamics of Landscape”, co-dirigé, comme le précédent, par Yves Mahieu, et qui a aussi démarré par une introduction à l’image du paysage épigénétique, un binôme d’étudiantes (Eva Clouard et Pauline Sarrus) a choisi de travailler sur les réponses d’une structure paramétrique à différentes sortes d’interventions extérieures. Le binôme a conçu une surface en tissu, à l’intérieur de laquelle des morceaux de fer ont été cousus, en la rendant sensible aux effets d’un aimant suspendu au dessus de la surface même, pour en étudier les propriétés de robustesse et de modification de la forme globale par rapport à des perturbations dues à l’action de l’aimant suspendu, ou par rapport à des perturbations mécaniques (de type pression à différents endroits de la structure)³¹ (Fig. 6).

Le dispositif “*Paysage magnétique*” (Fig. 7) a été conçu dans le cadre du même workshop autour des propriétés du paysage épigénétique.

L’idée proposée par le binôme d’étudiants (Maia D’Abboville & Ferdinand Dervieux) qui a réalisé ce dispositif, a été de rendre dynamique chaque élément de l’image du paysage épigénétique, boule incluse. Le dispositif a été construit autour des propriétés dynamiques d’un ferrofluide, contrôlées paramétriquement à la fois par des actions mécaniques et magnétiques³². Le comportement du dispositif conçu, en réponse aux stimulations de l’utilisateur, a soulevé pour nous les questions suivantes : Comment le système se comporte-t-il spontanément dans le temps ? Et comment se comporte-t-il sous la variation de ses paramètres de contrôle ? Est-ce qu’il y a des morphologies récurrentes en fonction d’une contrainte externe ? Pouvons-nous reconnaître des enchainements récurrents dans le comportement du fluide ? Pouvons-nous essayer de les reproduire de façon contrôlée ? En d’autres termes, nous avons essayé d’observer des « scénarios » spatio-temporels sous la variation de l’action des paramètres de contrôle. Le terme « scénario » ici employé s’inspire de celui que, lors des recherches sur l’étude de la transition vers le chaos dans des systèmes déterministes menées par différents groupes de physiciens à la charnière des 1970’s et 1980’s, était défini par la séquence de bifurcations qu’un système subit sous la variation d’un paramètre de contrôle.

Grâce à nos expérimentations, cet ensemble de questions, qui sont associées à l’adoption d’un point de vue des systèmes dynamiques, ont été réactualisées et explorées par l’observation des comportements dynamiques du « Paysage magnétique » en réponse aux actions des utilisateurs.

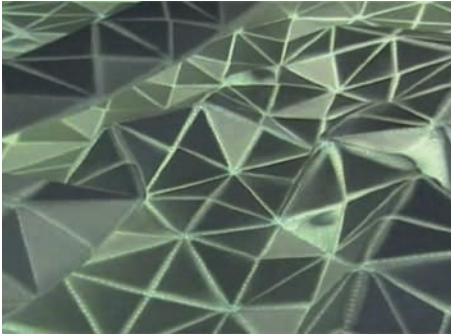


Fig. 6 - « Géomorphose » – Eva Clouard & Pauline Sarrus. Dans le cadre du workshop « Dynamics of a landscape ».

© ensadlab – dynlan, EnsAD.

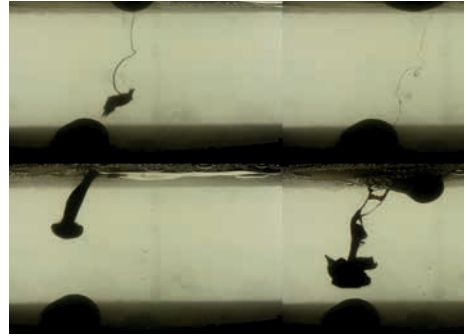


Fig. 7 - « Paysage magnétique » – Maia D'Abboville & Ferdinand Dervieux. Dans le cadre du workshop « Dynamics of a landscape ».

© ensadlab – dynlan, EnsAD.

Discussion et perspectives

Nous avons travaillé sur le design de processus dynamiques, définissant une famille d'objets, sur la base de la généricité des narrations morphogénétiques considérées. De telles narrations peuvent être sous-tendues à la fois par les images du paysage (pensé comme un ensemble de processus) et par les dispositifs matériels que nous avons réalisés. Dans notre acception de design performatif, nous avons travaillé ainsi sur une pragmatique des paysages, sans nous occuper de leur sémantique. C'est à travers la matérialité des paysages, les contraintes définies par leur structure et leurs symétries (sans passer à travers leur expression en termes mathématiques), que nous avons joué avec leurs propriétés morphogénétiques. Dans le contexte de ces ateliers sur la morphogenèse et les dynamiques urbaines, je propose de regarder ces expérimentations analogiques du point de vue de l'établissement d'un dialogue avec des pratiques récentes dans la recherche en architecture et en design. Il s'agit de pratiques concernant le design morphogénétique et performatif basées, pour la plupart, sur l'utilisation de l'ordinateur.

Qu'est-ce que les expressions "architecture performative" ou "design performatif" indiquent, dans la littérature spécialisée contemporaine³³ ? Si considérées du point de vue des produits du design – à des échelles différentes : de l'objet, au bâtiment, au plan urbain – les adjectifs "performatif" ou "*performance-based*" indiquent les performances de ces produits par rapport à l'environnement ou à ses utilisateurs. Dans cette perspective, l'une des tâches du designer ou de l'architecte est de concevoir des objets offrant des réponses appropriées à l'environnement et à l'utilisation de ces mêmes objets. De la littérature, il émerge aussi que les processus de design doivent être guidés par la performance désirée, et que la performance du bâtiment, ou de l'objet en général, doit être engagée dans le processus de génération de forme à un stade assez précoce du processus de conception.

Comment les intentions des designers par rapport à ces aspects de caractère écologique, ergonomique, culturel, social, peuvent-elles être réalisées ? En d'autres termes, qu'est-ce qui est performatif dans le *design performatif* ? Une piste nous est offerte par le fait que la notion de performativité est souvent associée, dans ces travaux, à une perspective morphogénétique, qui revendique explicitement la biologie comme modèle.

L'architecte Achim Menges, par exemple, évoque, comme il suit, la métaphore du passage génotype-phénotype pour qualifier la morphogenèse computationnelle :

« In computational morphogenesis the genotypic definition unfolds a performative phenotypic material system ³⁴ »

L'analogie entre l'image du passage génotype-phénotype mise en avant par Menges et les images du paysage épigénétique est frappante. Ces recherches dans le design et l'architecture contemporaine sont réalisées pour l'essentiel grâce à l'outil computationnel, et leur matérialisation passe souvent à travers des méthodes de type impression 3D. Mais on peut se demander si les dispositifs analogiques inspirés par l'image du paysage nous permettent, au moins qualitativement, d'expérimenter des questionnements partagés par les approches computationnelles.

Remerciements

Ces recherches ont été financées par : Cluster14, IXXI (Rhône-Alpes), Ensadlab, EnsAD. Je souhaite remercier les collègues Yves Mahieu, Sophie Larger, Dominique Faintrenie, Denis Pegaz-Blanc, Xavier Miclet, Xavier Tiret, Michel Davidoff, Eric Gallais, René Lesnais, Marc Thebault (EnsAD); Guillaume Beslon, Karole Knibbe, Mathilde Noual (IXXI).

NOTES :

(1) Ce point de vue est développé par ailleurs dans le chapitre de Peter Saunders dans le présent ouvrage.

(2) On pourra voir, par exemple, M. Kemp, « Doing What Comes Naturally. Morphogenesis and the limits of the genetic code », *Art Journal* 55, 1996, 1: 27-32; M. Emmer, *Bolle di sapone*. Bollati Boringhieri, 2009.

(3) Pour un exemple récent en architecture, voir P. Beesley, S. Bonnemaïson, *On Growth and Form. Organic Architecture and Beyond*, Tuns, 2008.

- (4) M. Kemp, « Doing What Comes Naturally. Morphogenesis and the limits of the genetic code », *Art Journal* 55, 1996, 1: 27-32.
- (5) D'Arcy Thompson, *On Growth and Form*, Cambridge University Press, 1917, 1945, pp. 7-8.
- (6) D'Arcy Thompson, *op. cit.*, p.3 et suivantes.
- (7) D'Arcy Thompson, *op. cit.*, p. 1026.
- (8) On pourra voir à propos des débats de l'époque sur l'action génique les travaux d'E. Fox Keller, notamment E. Fox Keller, *Refiguring Life – Metaphors of Twentieth-Century Biology*, Columbia University Press, 1995 (ch. I. « Language and Science: Genetics, Embryology, and the Discourse of Gene Action») et E. Fox Keller, *Making Sense of Life*, Harvard University Press, 2002 (ch. IV. « Genes, Gene Action, and Genetic Programs »). Pour un recueil récent sur le travail de Waddington on pourra se reporter aussi à B.K.Hall, M. Laubichler (eds.). *Biological theory*, Volume 3, Issue 3 - Summer 2008 - Conrad Hal Waddington, Theoretical Biology, and EvoDevo Thematic Issue.
- (9) C.H. Waddington, « *The Epygenotype* », *Endeavour* 1942 ; 18-20, p. 18.
- (10) Ibidem, p. 18.
- (11) C.H. Waddington, *Organisers and Genes*, Cambridge, The University Press, 1940 (1947), p.69.
- (12) C.H. Waddington, *Behind Appearance: A Study of the relations between Painting and the Natural Sciences in this Century*, Edinburgh University Press, 1969 (MIT University Press, 1970).
- (13) C.H. Waddington, *Organisers and Genes*, Cambridge, The University Press, 1940 (1947), p.viii.
- (14) C.H. Waddington, *The Strategy of the Genes*, London, Allen & Unwin, 1957, p.29.
- (15) C.H. Waddington, *The Strategy of the Genes*, London, Allen & Unwin, 1957, p.36.
- (16) Pour une mise en perspective des images du paysage épigénétique par rapport aux images des paysages adaptatifs de la génétique des populations, on pourra se rapporter à J. Gayon, Darwin et l'après-Darwin : *Une histoire de l'hypothèse de sélection naturelle*. Editions Kimé, Paris, 1992, 352-62 et à J. Gayon, « La marginalisation de la forme dans la biologie de l'évolution », *Bull. Hist. Épistém. Sci. Vie*, 1998, 5 (2), 133-66.
- (17) C.H. Waddington, *The Strategy of the Genes*, London, Allen & Unwin, 1957, p.9. On trouve chez Waddington cette vision structurelle - mais dynamique – s'opposant à une vision de type réductionniste visant à une description purement biochimique, dès la première introduction de l'idée de paysage, mais avant son illustration explicite, dans son livre *An introduction to modern genetics* de 1939.

Waddington établit une comparaison entre l'effet des gènes sur le développement de l'organisme et la structure géologique modelant une surface vallonnée : C.H. Waddington, *An introduction to modern genetics*, Macmillan Company, NY, 1939, 180-4.

(18) R. Ashby, *Design for a brain*, Chapman and Hall, London, 1952.

(19) A. Lotka, *Théorie analytique des associations biologiques*, Hermann, Paris, 1934.

(20) V. A. Kostizin, *Biologie mathématique*, Colin, Paris, 1937.

(21) J. Needham, *Order and Life*, Yale University Press, 1936, p. 58 et ss.

(22) C.H. Waddington, *The Strategy of the Genes*, London, Allen & Unwin, 1957, p.28.

(23) Cinq lettres, du 25 Janvier au 27 Février 1967.

(24) R. Thom, «Une théorie dynamique de la morphogenèse», in R. Thom, *Modèles mathématiques de la*, Christian Bourgeois Editeur, Paris, 1980. Le papier, écrit par Thom en 1966, est paru originairement dans *Towards a Theoretical Biology I*, publié sous la direction de Waddington C.H. Waddington, *Towards a Theoretical Biology I*, 1968, 152-166.

(25) S. Franceschelli, « Morphogenèse, stabilité structurelle, et paysage épigénétique », in A. Lesne, P. Bourguine (éds.), *L'origine des formes*, Belin, Echelles, Paris, 2006, 298-308.

(26) A.A. Andronov, L.S. Pontryagin, « *Coarse Systems* », Dokl. Acad. Nau. SSSR, 14: 247.

(27) Thom était évidemment à connaissance des limitations mises en évidence par un résultat de Stephen Smale sur la généralité de la propriété de stabilité structurelle pour des systèmes différentiels en dimension supérieure à deux (Smale donne un contre-exemple en dimension quatre). Il estime toutefois que la propriété de stabilité structurelle est essentielle pour établir un rapport avec l'expérience. Sur cette question on pourra se rapporter à R. Thom, "Sur les travaux de Stephen Smale", proc. *Int. Congr. Math. Moscow*, 1966, 25-28. Izdat. Mir, Moscow.

(28) "As I wrote you in a previous letter, I got the idea that your model of "epigenetic landscape" might be somewhat improved as follows: the whole phenotypic structure of an animal can be described as a potential well; let Z be the potential function, geometrically realised by the "cote", the height (vertical coordinate). Inside the potential well, there is a geography describing the whole story of development: the point of lower value (absolute minimum Z) is the "germinal" point. To this point arrive three valleys, describing the main embryological differentiations: ectoderm, mesoderm, endoderm; above, there are between valleys saddle points, and isolated lakes describing the formation of organs: the neural lake, communicating with the ectoderm valley, the "digestive tube", at the source of the endoderm

valle... and so on... Now the main idea is that development has to be looked upon as the flooding of this landscape, conversely, gametogenesis is the "drying up" of the landscape; we let water pour into the potential well, and the shore of the lake so obtained describes –approximately– the evolution of the embryo. (More precisely, at time T , where the height of the water is $z(t)$, then the embryo is represented by the level variety $z = z(t)$. Now, for the last organ, we may take the gonad, realised by a very highly located lake on the slope for the mesoderm valley. To get a more complete picture of reproduction and development, we may have two exemplars of the potential well – in plaster, or clay for instance –, and we may have a small pit at the bottom of the gonad links pouring water into the second potential well, located below. A friend of mine, Mr Froissart, a physicist from Saclay, did realize these two models in plaster, and they work very demonstratively, when pouring water in the top well. I feel sure that you would be interested to see this realization –despite its obvious oversimplifications.[...]

Lettre de René Thom à Conrad Hal Waddington 11 Décembre 1967 (Archives Waddington, University of Edinburgh).

(29) Réponse de C.H. Waddington, 19 Décembre 1967, (Archives Waddington, University of Edinburgh), la traduction des extraits cités est la mienne.

(30) Une vidéo de la dynamique du dispositif est consultable ici : <https://www.youtube.com/watch?v=E6Nuik4WPtQ>

(31) Ce dispositif a été réalisé par un groupe d'étudiants de première année en 2008, dans le cadre d'un workshop (dit plateau) de 4 semaines (co-dirigé par l'architecte Yves Mahieu, spécialisé dans les membranes tendues et à l'époque collègue à l'EnsAD). Une vidéo de la dynamique du dispositif est consultable ici : <https://www.youtube.com/watch?v=E6Nuik4WPtQ>

(32) On pourra voir, par exemple : M. Hensel, "Performance-oriented Architecture and the Spatial and Material Organisation Complex". *FORMakademisk*, 2011, Vol. 4, 1: 3-23; R. Oxman, "Performance based Design: Current Practices and Research Issues", *IJAC International Journal of Architectural Computing*, 2008, Vol. 6, 1: 1-17; B. Kolarevic, A.M. Malkavi, *Performative Architecture: Beyond Instrumentality*. New York, Spon Press, 2005.

(33) Une vidéo de la dynamique du dispositif est consultable ici : <https://www.youtube.com/watch?v=w09iCUQ390A>

(34) A. Menges, "Material systems, computational morphogenesis and performative capacity", in M.Hensel, A.Menges, M.Weinstock (éds.), *Emergent technologies and design*, Routledge, 2010, pp. 55-6.

Bruno Giorgini

Traduction de Sara Franceschelli

MORPHOLOGIES DE LA MOBILITÉ URBAINE

Diogène invente le théorème fondamental de la connaissance, entendez par théorème ce qui permet de voir ; et celui-ci dit : les choses à voir, à connaître, celles qui font comprendre toutes les autres : eau, feu... sont inintéressantes. (Michel Serres)

Géométries

En discutant la transition du chaos universel primitif vers l'actuel cosmos (au sens du Grec ancien d'harmonie), Platon écrivait (dans le *Timée*) que l'agent de ce changement est le démiurge, qui est mathématicien, c'est-à-dire maître de l'essence de la raison et, dans le *Simposium*, l'agent ordonnant le monde est Eros, c'est-à-dire le maître de l'essence des Passions. Donc, nous avons deux agents différents pour le passage du chaos primitif à l'ordre naturel actuel, qui ont permis au monde d'être habitable par des êtres vivants, spécialement les humains, c'est-à-dire de construire des cités. Et il est significatif que pour Aristote, la *Physis* (nature) du *Cosmos* est la même que celle de la *Polis*. *Cosmos* et *Polis* ont la même géométrie : le cercle. Donc il y a une unité entre le ciel et la terre, entre les étoiles et les êtres humains.

Pour comprendre le lien entre la géométrie, les formes géométriques et la *Polis*, c'est-à-dire les formes politiques, relisons Michel Serres dans *Mythe et Pensée chez les Grecs* :

« Jean-Pierre Vernant cherche et trouve des rapports entre ces premiers modèles rigoureux du monde et telle révolution bouleversant l'organisation politique et l'histoire sociale : la célèbre isonomie ou égalité démocratique des droits. Les discussions sur l'agora jaillissent d'une assemblée circulaire : on a vu que celui qui déclame se place au milieu : sur la circonférence, voilà les récepteurs en position

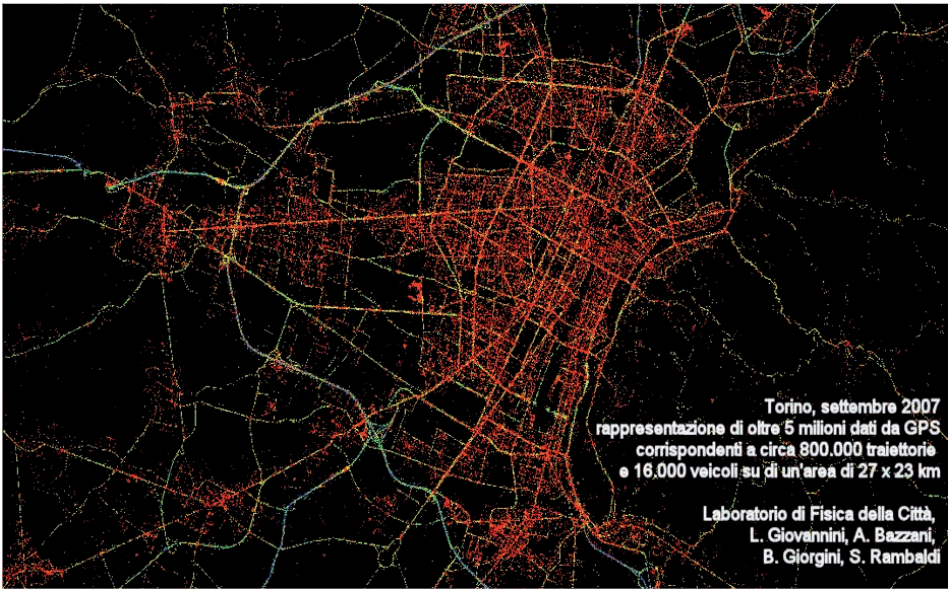


Fig. 1 – Torino, Septembre 2007, représentation à partir de plus de 5 millions de données GPS, correspondantes à 800000 trajectoires et 16000 véhicules sur une aire de 27 x 23 km.

d'égalité. A la fin du discours, le parleur du centre se déplace vers le bord, et qui veut parler passe du bord au centre : la liberté de mouvement et d'expression, dit-on. [], » i.e. le cercle, est la parfaite figure symétrique où les points sont équidistants d'un seul point, le centre. « Placez-vous en cercle pour mieux admirer son centre, vous tournez exactement le dos à ceux qui, exclus, restent à l'extérieur ».

Le cercle est une figure définie dans un espace homogène et isotrope, mesurable dans une géométrie euclidienne, qui est pour les grecs anciens aussi la meilleure géométrie d'un point de vue éthique (Aristote) où *ethos* signifie, en grec ancien, habitable. Donc l'espace urbain peut être décrit par la géométrie euclidienne, d'un isomorphisme assumé avec la géométrie des habitants et, suivant Kepler - *ubi materia ibi geometria* -, nous pouvons donner une définition géométrico-dynamique représentant l'espace urbain comme l'espace de tous les mouvements possibles des citoyens. Depuis les anciens philosophes grecs jusqu'à l'âge moderne, la vision euclidienne est reprise comme fondamentale par l'un des plus importants architectes et urbanistes, Le Corbusier, qui dans *Urbanisme*, énonce une sorte d'« axiome de la ligne droite » associé au « paradoxe de l'âne ».

« L'homme marche droit parce qu'il a un but ; il sait où il va. Il a décidé d'aller quelque part et il y marche droit. L'âne zigzague, muse un peu, cervelle brûlée et distrait, zigzague pour éviter les gros cailloux, pour esquiver la pente, pour rechercher l'ombre [...]. L'homme régit son sentiment par la raison. [...] L'âne a tracé toutes les villes du continent [...] Or une ville moderne vit de droite, pratiquement : construction des immeubles, des égouts, des canalisations, des chaussées, des trottoirs, etc. La circulation exige la droite. La droite est saine aussi à l'âme des villes. La courbe est ruineuse, difficile et dangereuse ; elle paralyse. [...] La géométrie est la base. Elle est aussi le support matériel des symboles signifiant la perfection, le divin. » ¹

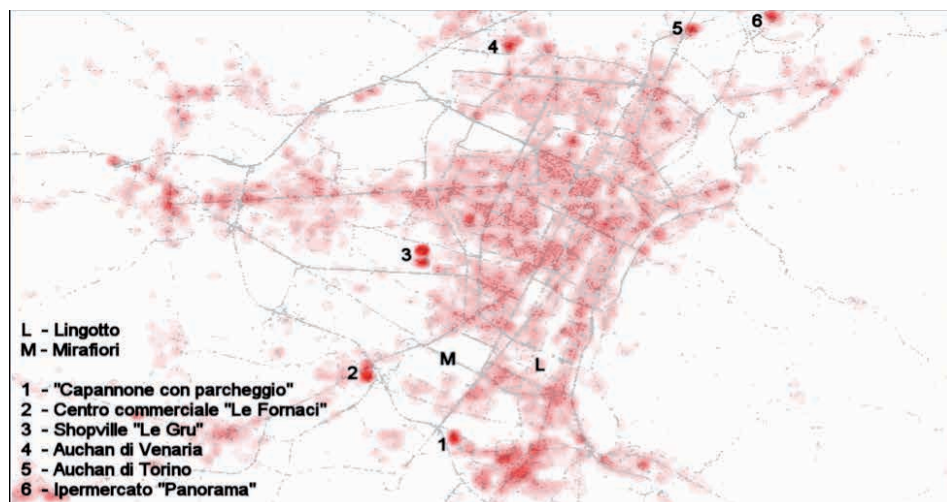


Fig. 2 – Localisation des chronotopoi dans Torino.

Source, Laboratorio di Fisica della Città de l'université de Bologne.

D'abord la géométrie euclidienne, et spécialement la ligne droite comprise comme le chemin le plus naturel pour les humains, deviennent le fondement de la conception des villes et de leur construction, qui dans leur conception doivent être isomorphes à la propension des humains pour la ligne droite. De surcroît, la géométrie euclidienne est considérée dans la pensée de Le Corbusier comme le symbole de la « perfection et du divin ». Et ce qu'il décrit comme « la marche vers l'ordre » impose la discipline de la ligne droite. Mais il y a un « petit » problème avec les villes continentales qui semblent avoir été conçues et construites par un âne zigzaguant. Un véritable paradoxe. Maintenant, il est intéressant de remarquer que l'axiome de Le Corbusier, intégrant les pratiques des piétons marchant naturellement en ligne droite dans une géométrie euclidienne linéaire, sont aussi aujourd'hui la base, implicite ou explicite, des études de déplacements des piétons.

Mais si le chemin de Platon à Le Corbusier court après les lignes droites de la géométrie euclidienne, nous pouvons trouver aussi une autre manière de penser, décrite dans le *Rerum Natura*, le poème de Lucrèce. Synthétiquement, les atomes tombent selon des lignes gravitationnelles droites, verticales et parallèles, mais pour constituer la matière, c'est-à-dire des agrégats d'atomes, les particules doivent entrer en collision ayant une déviation par rapport à la ligne droite, le clinamen, et ils décrivent ainsi une trajectoire zigzagante. De plus, le passage du désordre à l'ordre intervient à travers un phénomène de turbulence, c'est-à-dire par la formation de tornades et/ou de tourbillons.

Mobilité

Mobilité et transport sont des besoins dans de nombreux systèmes naturels, où les individus interagissent en coopérant ou en compétant pour le même but. Dans les systèmes sociaux (non seulement humains), les caractéristiques de la mobilité sont en relation étroite avec la structure de la communauté, son organisation et son évolution selon différents points de vue, par exemple celui de la liberté individuelle, de la

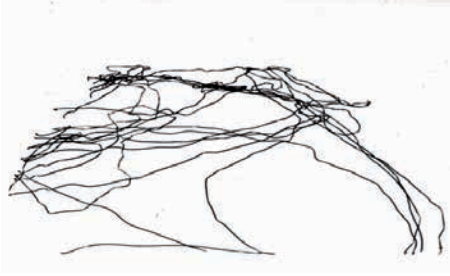


Fig. 3 - Petite fille 1.
© Mariateresa Sartori.



Fig. 4 - Petite fille 2.
© Mariateresa Sartori.

consommation d'énergie, de la pollution. La mobilité humaine aujourd'hui est aussi importante pour la planification et la conception des systèmes de transport, pour la compréhension des dynamiques d'inclusion exclusion, pour la prédiction de la diffusion des maladies infectieuses, pour les conflits armés et les stratégies militaires. Finalement, la mobilité est fondamentale pour la liberté des humains, la sociabilité et la qualité de vie, et ce n'est pas un hasard si dans le contexte européen un débat est ouvert sur la possibilité de définir la mobilité comme un droit humain. Dans les dernières années, les études sur ce champ ont fortement augmenté et les politiques de mobilité sont actuellement considérées comme des outils fondamentaux pour la gouvernance sociale. Pour préciser la mobilité humaine dans les systèmes urbains, on doit considérer le réseau des rues et les différents transports impliqués. Nous considérons la mobilité comme la propension du composant élémentaire à se déplacer dans une topologie de l'espace-temps. Il s'agit d'une propriété individuelle. Notre principale idée est qu'en observant et modélisant la mobilité des citoyens, nous éclairons et éventuellement comprenons et décrivons le substrat social des dynamiques microscopiques en principe invisibles, c'est-à-dire non directement observables. De surcroît, nous introduisons le temps comme une variable essentielle à travers les chronotopoi². La ville est remplie d'activités collectives, dépendantes du temps, spatialement situées et définies (un hôpital, un marché, une université...). Dans le langage du projet, un chronotopos est la représentation spatio-temporelle des activités urbaines dépendantes du temps. Pour nous, les chronotopoi sont les agents primitifs de la dynamique urbaine temporelle, introduisant des corrélations qui en seraient autrement absentes. Notre définition permet de construire des modèles quantitatifs qui peuvent être implémentés sur un ordinateur et testés en simulation³. A ce sujet, nous pouvons montrer ici l'image du trafic (figure 1), c'est-à-dire la mobilité automobile, à Turin, où la structure du réseau est clairement visible. Le rouge indique des vitesses < 30 Km/h, le jaune < 60 km/h, le vert < 90 Km/h, le bleu > 90 Km/h.

A propos des chronotopoi, la figure 2 montre leur localisation, où l'intensité de la couleur rouge indique la densité de la population. Elle met en évidence la transformation d'une cité industrielle en ville du commerce. Il y a vingt ans, la plus forte densité aurait été présente dans le secteur du Mirafiori et du Lingotto (Usines Fiat), mais aujourd'hui ce n'est plus le cas. On peut voir que la plus forte densité est située autour des super et des hypermarchés, et des grandes zones commerciales.



Fig. 5 - Trajectoires des piétons, place Peri près du Vieux Port à Marseille, le 17 septembre 2011, de 17.40 à 17.57.22. © Mariateresa Sartori.

Dynamiques des piétons et foules

Le piéton est un des acteurs les plus importants de la vie urbaine, et la dynamique piétonne est l'un des principaux vecteurs de la socialité urbaine. La marche, la promenade peuvent être considérées comme le commencement de la condition citoyenne, quand les individus ne restent pas à la maison, dans l'espace privé, mais ils deviennent des explorateurs et des habitants des espaces publics urbains⁴. En marchant et se rencontrant dans des espaces publics ouverts, les piétons construisent un réseau de micro-interactions constituant l'une des matières fondamentales de la texture connective de la société urbaine. Il y a une action réciproque entre la dynamique du piéton et les espaces publics, la dynamique piétonne dessinant les espaces publics et vice versa, mais pas au sens du principe d'action-réaction de Newton, s'agissant d'une interaction non-linéaire. Les piétons peuvent être étudiés comme des particules sujettes à des forces et des interactions physiques, comme un fluide granulaire⁵, comme des agents marchant et dirigés par des buts, comme des êtres vivants réactifs, comme des individus socialement interactifs, comme des entités psychologiques mobiles, comme des « atomes » cognitifs, et ainsi de suite. Nous sommes donc en présence d'acteurs hautement complexes, les piétons qui, de surcroît, se déplacent dans un espace temps hautement complexe, la topologie urbaine. Un phénomène spécifique de la dynamique piétonne s'exprime avec la foule, particulièrement pertinente depuis le début de l'époque moderne jusqu'à l'actuelle société postmoderne de différents points de vue : politique, social, économique, culturel, spectaculaire, sportif, religieux etc. Beaucoup d'études aujourd'hui portent sur la foule, sa gestion, son contrôle, pour prévenir la panique et garantir la sécurité des individus, spécialement dans les grands rassemblements comme les concerts publics, les matchs de football, les carnivals réputés, les festivals, les rassemblements politiques, les conventions commerciales, les rassemblements religieux, dont les dynamiques peuvent rarement être prédites, surtout quand la foule développe une dimension non-linéaire, avec des possibles transi-

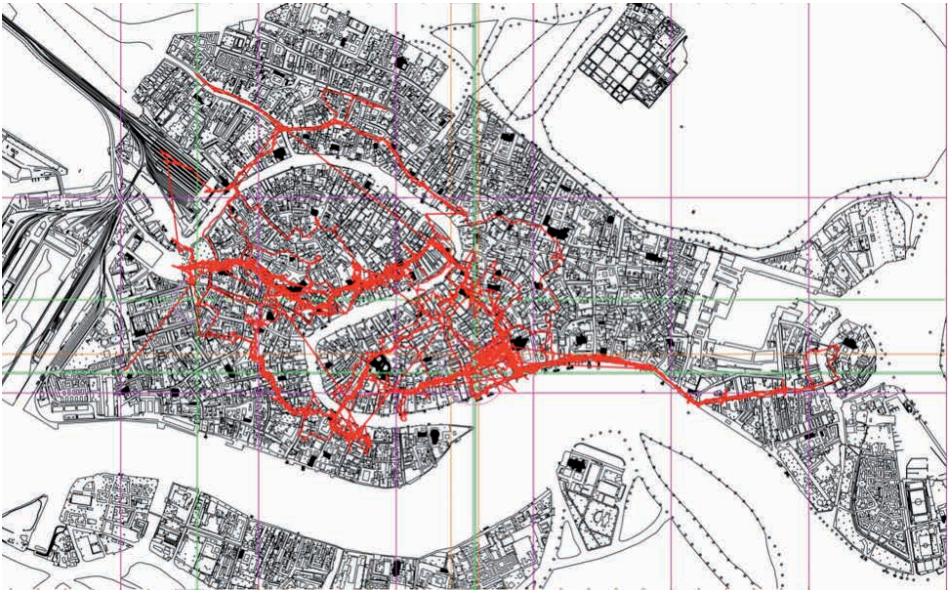


Fig. 6 - Flux piétons (en rouge) obtenus par des signaux GPS pendant le Carnaval de Venezia (2007).
Source, Laboratorio di Fisica della Città de l'université de Bologne.

tions de phase, en particulier de l'ordre au chaos et à la panique⁶. Mais ces études fleurissantes, théoriques et appliquées, n'ont pas produit une théorie cohérente et partagée par la communauté scientifique. A cause du haut degré de complexité et du besoin d'approches pluridisciplinaires, les dynamiques de foule restent ainsi largement imprédictibles. De surcroît, on peut trouver, dans la littérature scientifique, différents définitions et types de foule. En particulier, nous définissons un état de foule quand la densité est telle que les espaces des individus peuvent être envahis par d'autres personnes.

Pour conclure ce très synthétique exposé sur les dynamiques piétonnes, nous soulignons que le paradigme de base reste l'axiome corbuséen de la ligne droite, que nous pouvons aussi exprimer en termes dynamiques en disant que la marche suit naturellement le principe de moindre action (énergie). Maintenant, nous montrerons un petit *échantillon*, réalisé à partir de beaucoup de trajectoires piétonnes, dessinées par Maria Teresa Sartori à partir des vidéos, et montrant que le comportement piéton est plus complexe que le simple respect de l'axiome euclidien de la ligne droite.

Les figures 3 et 4 montrent les trajectoires de deux petites filles marchant et courant place Villeneuve Bargemon à Marseille pendant 15 minutes et 17 secondes de 5.08:00 à 5:23:17 pm le mercredi 14 septembre 2011. La similitude morphologique entre ces deux cheminements, qui ne sont pas linéaires, est évidente.

Figure 5, on voit les trajectoires de tous les piétons qui passent dans la place Peri près du Vieux Port à Marseille le 17 septembre 2011, de 17.40 à 17.57.22.

Ici (fig. 6) pendant la période d'affluence, il est possible d'observer les flux piétons par le GPS pendant le Carnaval de Venise. On peut observer que la plus grande partie de la ville est quasi vide (avec une faible densité de piétons), même dans un aussi gros événement que le festival. « La nature, par la foule, exerce son droit sur la ville » (W. Benjamin).



Fig. 7 - Dessins des trajectoires piétonnes in Piazza S. Marco pendant le Carnaval.
Photographie de Francesco Allegretto. © Mariateresa Sartori.

Sur la figure 7, nous montrons le dessin obtenu par *tracking* des trajectoires piétonnes sur la place St-Marc pendant le Carnaval. Quelques lignes sont presque droites, et grossièrement peuvent être interprétées comme les chemins tracés par les vénitiens, les autres zigzagant et courbes, comme ceux tracés par les touristes.

Conclusion

Nous avons montré quelques formes relatives à la mobilité humaine, à la circulation et aux dynamiques piétonnes, obtenues par différentes techniques, enregistrement vidéo, signaux GPS, dessins et simulation. En particulier, les phénomènes des dynamiques piétonnes, observés par enregistrements vidéo à Marseille, falsifient la conception habituelle selon laquelle la marche naturelle se fait en ligne droite et à vitesse constante. Les « particules piétonnes » bougent d'une manière plus complexe, parce que les humains sont doués d'intentions et d'émotions. Comme l'écrivain Naipaul le disait : « il fut immédiatement fasciné, voyant comment des personnes, inconsciemment, étaient en mouvement, comment étaient uniques les mouvements de chaque homme, et combien de leur personne était ainsi révélé ». Dans un autre langage, nous pouvons conclure que les chemins complexes des piétons décrivent des formes qui nous éclairent sur les dynamiques microsociales sous-jacentes, en principe invisibles.

Remerciements

BG remercie l'IMERA de Marseille pour l'accueil et les discussions intéressantes, en particulier Victoria Vesna, Robert Ilbert, Roger Malina et Samuel Bordreuil. Un remerciement spécial pour Mariateresa Sartori, l'artiste vénitienne qui a dessiné les chemins des piétons présentés dans le présent chapitre.

NOTES :

(1) Le Corbusier, *Urbanisme*, Flammarion, Paris, 1994 (1ère éd. Editions G. Grès et Cie, Paris, 1925), extraits de la Première Partie, pages 5, 6 et 10 et de l'Avertissement, page I.

(2) B. Giorgini, « The Time of Chaos », in *Il tempo e la città tra natura e storia. Atlante dei progetti sui tempi della città*, S. Bonfiglioli and M. Mareggi Editors, Urbanistica Quaderni INU, Roma, 1997; S. Bonfiglioli, *Che cosa è un cronotopo*, Urbanistica Quaderni INU, Roma, 1997, ibidem; A. Bazzani et al. A Chronotopic Model of Mobility in Urban Spaces, *Physica A*, 325, 2003; B. Giorgini, Philosophie naturelle de la causalité et du hasard dans un model de mobilité urbaine, in *Chaos et systèmes dynamiques*, S. Franceschelli, M. Paty, T. Roque Eds., Editions Hermann, Paris, 2007, 259-279.

(3) E. Omodei, A. Bazzani, S. Rambaldi, P. Michieletto and B. Giorgini, The Physics of the City : Pedestrian Dynamics and Crowding Panic Equation in Venezia, *Quality & Quantity- International Journal of Methodology*, Springer- Electronic version ISSN 1573-78452012, DOI:10.1007/s11135-012-9773-5, 2012, 1- 41; M. Mamoli, P. Michieletto, A. Bazzani and B. Giorgini, *Venice as pedestrian city and tourist magnet, Proceedings of the Venice Transport International*, 2010; A. Bazzani, B. Giorgini, S. Rambaldi, G. Turchetti, *The Physics of the City: Modeling Complex Mobility*, in *Urban civilization from yesterday to the next day*; D. Diamantini, G. Martinotti Eds., ScriptaWeb, Napoli, 2009, 215-249; A. Bazzani, B. Giorgini and S. Rambaldi (eds.), *Physics and the City, Advances in Complex Systems*, 10, Issue 2, 2007.

(4) G. Nuvolati, « Le Flâneur Dans l'Espace Urbain », *Géographie et Culture Dans L'Espace Urbain*, 70, 2009.

(5) D. Helbing, « A fluid-dynamic model for the movement of pedestrians », *Complex Sys.* Vol. 6, p. 391-415, 1992.

(6) D. Helbing, L. Buzna, A. Johansson, T. Werner, *Self-organized pedestrian crowd dynamics: Experiments, simulations, and design solutions*, *Transp Sci* 39-1:1, 2005 ; D. Helbing, A. Johansson, HZ., Al-Abideen Dynamics of crowd disasters: An empirical study, *Physical review E*, 2007 ; A. Bazzani, B. Giorgini and S. Rambaldi, Traffic and Crowd Dynamics: the Physics of the City, in R.A. Meyres (ed.), *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, Springer, Berlin, 2009.

Hervé Le Bras ¹

MORPHOLOGIE

DES NAISSANCES ET DES DÉCÈS

Dans les sciences sociales, la morphologie prend un sens précis et limité. C'est la configuration apparente des phénomènes. Morphologie pour le géographe désigne l'étude des reliefs par opposition à la géologie qui est l'étude de l'ancienneté des sols et de leur formation, leur morphogenèse. En sociologie, depuis l'ouvrage de Maurice Halbwachs, la morphologie s'identifie au découpage en classes sociales. En anthropologie ou en économie, le terme n'est pas utilisé couramment. En démographie et en statistiques non plus. Nous allons constater ici que l'approche morphologique serait utile dans ces derniers domaines. Nous le montrerons sur deux exemples simples mais cependant importants, la répartition des naissances et celle des décès selon l'âge.

Régularité et déformation de la fécondité

Sur les figures 1 et 2, nous avons représenté l'évolution des taux de fécondité par âge en France entre 1920 et 2005. Les âges progressent sur la base de la face rouge et les années s'éloignent le long de la frontière bleue. La face rouge elle-même représente donc les taux de fécondité par âge de la dernière année considérée, 2005. La courbe la plus haute, quand elle n'est pas masquée par les suivantes correspond aux taux de fécondité par âge en 1920. La hauteur est proportionnelle aux taux par âge avec un dégradé de couleurs, de plus en plus pâles plus le taux est élevé.

Sous cette forme, ce qui n'est habituellement qu'un tableau statistique à double entrée selon l'âge et l'année, prend du relief. Deux faits saillants émergent dès le premier regard : l'extraordinaire régularité de la courbe des taux de fécondité par âge en 2005 et, par contraste, le modelé en déformations progressives de l'ensemble des courbes au cours du temps.

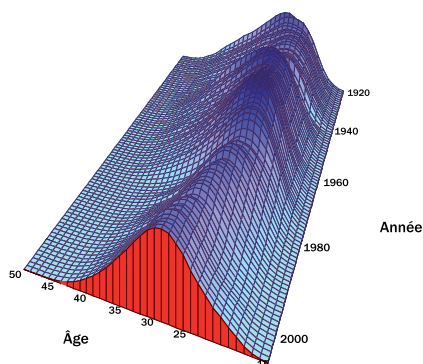


Fig. 1 – Taux de fécondité par âge et par année de 1920 à 2005.

© Hervé Le Bras.

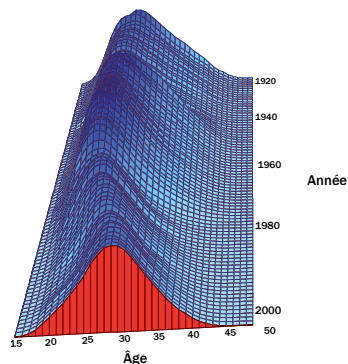


Fig. 2 – Taux de fécondité par âge et par année de 1920 à 2005.

© Hervé Le Bras.

La régularité de la courbe des taux de fécondité par âge n'est pas un caractère particulier à l'année 2005. On la retrouve chaque année et on la devine en suivant les lignes qui sont parallèles à la courbe de 2005. A priori, il n'y a aucune raison pour que la courbe de fécondité par âge soit irrégulière. Mais cela n'indique pas la forme qu'elle doit prendre ni ne l'explique. A titre de contre-exemple, la loi de répartition des erreurs de mesure est aussi très régulière. C'est la distribution « normale » ou loi de Gauss qui s'explique mathématiquement (somme d'un grand nombre de causes aléatoires indépendantes les unes des autres et de même amplitude) à l'aide des fonctions dites caractéristiques. En revanche, la loi de fécondité qui n'a pas une forme gaussienne n'a pas d'explication évidente. Nous allons proposer deux schémas explicatifs donc morphogénétiques.

Les déformations de la courbe de fécondité au cours du temps rappellent l'image d'un linge mouillé posé sur une structure plus rigide. Elles se produisent sans rupture, exceptée celle de la guerre de 1939-45, elle-même assez atténuée. Elles peuvent être rapprochées de l'évolution continue des squelettes de vertébrés si bien montrée par D'Arcy Thomson. Il peut aussi exister des ruptures dans le squelette sous-jacent. Au fond, la situation est très proche de la biologie. On peut associer les courbes de fécondité à des espèces évoluant lentement au cours du temps par déformation continue, mais avec des ruptures dans l'organisation sous-jacente, comme celles qui séparent les espèces les unes des autres au cours de l'évolution. Par exemple le passage de 46 à 44 chromosomes entre les primates et homo sapiens. Dans un premier temps, essayons d'expliquer la régularité des courbes, puis, dans un second temps, de détecter des ruptures dans le squelette sous-jacent.

Lois gamma et béta de la fécondité

Le démographe Nathan Keyfitz avait ajusté les courbes de fécondité par un ensemble assez divers de lois, de manière purement empirique sans proposer d'explication. A l'opposé, nous partons de la structure du phénomène de la fécondité : une naissance se produit à la suite de plusieurs délais : premières rencontres, mariage ou cohabitation, décision d'abandonner la contraception, délai de conception. Or, une loi décrit la répartition d'un événement au cours du temps lorsqu'il demande plusieurs délais successifs pour se produire. C'est la loi gamma dans le cas où chaque délai élémentaire suit une loi exponentielle (c'est-à-dire que la probabilité de la fin du délai est indépen-

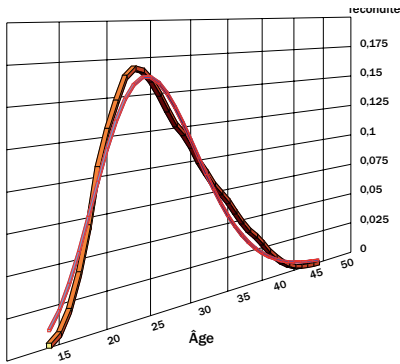


Fig. 3a – Taux de fécondité par âge en 1935 observés (bleu) et ajustés par une loi gamma (rouge).
© Hervé Le Bras.

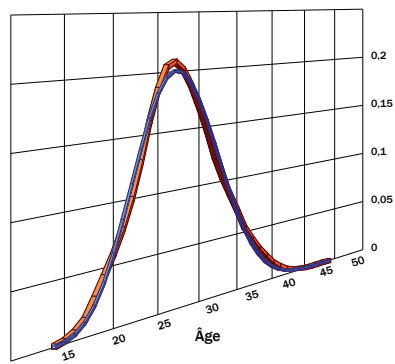


Fig. 3b – Taux de fécondité par âge en 1995 observés (bleu) et ajustés par une loi gamma (rouge).
© Hervé Le Bras.

dante de la durée déjà écoulée). Dans le cas précis, pour ajuster une loi gamma, il faut quatre paramètres, l'un qui est évident est de ramener la somme des taux de fécondité une année donnée (c'est l'indice conjoncturel) à la valeur 1 puisque la loi gamma est une loi de probabilité. Les trois autres paramètres sont l'âge moyen de la fécondité et les deux constantes de la loi gamma, la puissance à laquelle l'âge est porté et la constante négative de l'exponentielle de l'âge. Tout simplement, la loi gamma s'écrit :

$$f(x)= K(x+a)^pe^{-r(x+a)}$$

où $f(x)$ est la probabilité de l'évènement à l'âge x , a le retard au départ de la courbe, p et r deux paramètres, l'un exprimant le nombre de délais et l'autre la durée moyenne du délai. Nous avons estimé ces paramètres pour chaque année en minimisant la somme des carrés des écarts entre la loi gamma et chacune des 86 courbes de fécondité séparément.

L'ajustement est toujours très précis. La figure 3 en donne deux exemples pour des années assez éloignées. L'évolution des trois paramètres de la loi gamma, son retard initial, son exposant et son taux de croissance exponentielle offrent donc une analyse en profondeur de sa structure, une mise en évidence de son squelette pour reprendre une analogie utilisée plus haut. Sur la figure 4, on a représenté l'évolution de ces trois paramètres entre 1920 et 2005. Le résultat est absolument remarquable. Bien que le niveau de la fécondité ait considérablement varié entre 1920 et 1975, les paramètres demeurent au même niveau. Les deux seules pointes passagères en 1920 et en 1946 correspondent à la récupération des naissances à l'issue des deux guerres mondiales. Comme on peut s'y attendre, au cours de ces deux années, les âges de départ de la loi gamma sont plus tardifs (courbe verte), les nombres de délais (paramètre p) sont plus élevés et leurs durées moyennes plus faibles (paramètre r).

Après 1975, tout change. Les trois paramètres enregistrent une croissance rapide qui se termine simultanément vers 1992 et ils demeurent ensuite à peu près au niveau atteint. En termes de signification des paramètres, cela veut dire que la fécondité est de plus en plus tardive après 1975, ce que confirme l'évolution de l'âge moyen de la fécondité (voir fig. 7) pour lequel 1975 constitue un retournement durable de tendance. La hausse des deux paramètres p et r signifient que le nombre de délais précédant la naissance augmente et que leur durée moyenne est plus courte. On passe ainsi d'une époque où quelques décisions longuement mûries dictaient la conception donc la naissance à une époque où ce sont de très nombreuses petites décisions qui y conduisent.

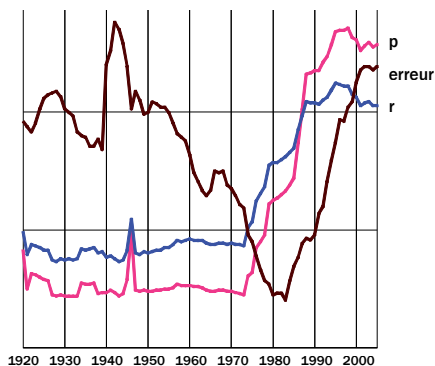


Fig. 4 - Paramètres des lois gamma d'ajustement de la courbe de fécondité de 1920 à 2006 (et écart quadratique).

© Hervé Le Bras.

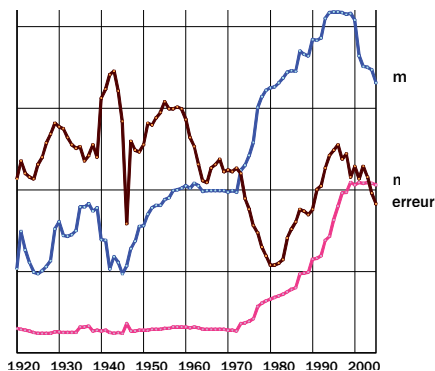


Fig. 5 - Paramètres des lois bêta d'ajustement de la courbe de fécondité de 1920 à 2006 (et écart quadratique).

© Hervé Le Bras.

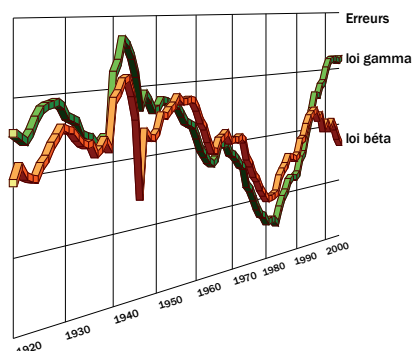


Fig. 6 - Ecart quadratique des lois gamma et bêta avec la courbe de fécondité de 1920 à 2006.

© Hervé Le Bras.

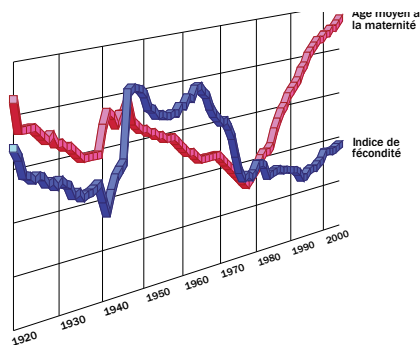


Fig. 7 - Indice conjoncturel de fécondité et âge moyen à la maternité de 1920 à 2006.

© Hervé Le Bras.

Après avoir été surpris par la régularité et la continuité de l'évolution de la fécondité, l'impression inverse d'une rupture profonde se dégage de l'évolution des paramètres de la loi gamma. Où est la morphologie en ce cas dira-t-on ? Partout. Elle était au début dans la déformation continue des courbes de fécondité par âge qui correspond aux caractères topologique et non géométrique de la morphologie. Elle est maintenant dans la mise en évidence d'une rupture qui s'apparente à une « catastrophe » ou à une transition de phase ou à une mutation. La morphologie est un jeu compliqué de faux semblants entre le même et l'autre. Sous la variété des courbes de fécondité entre 1920 et 1975, se dissimulait la même structure profonde que la constance des paramètres des lois gamma met en évidence. La variation brusque et simultanée de ces trois paramètres entre 1975 et 1993, alors que le déroulé des courbes de fécondité ne le laisse pas percevoir sur les figures 1 et 2, montre au contraire qu'une rupture était à l'oeuvre souterrainement.

Dans son grand ouvrage *The genetical theory of natural selection*, Ronald Fisher commence par des planches de papillons tous semblables. Dans le chapitre intitulé « mimicry » (mimétisme), il montre que des espèces très lointainement apparentées ressemblent à s'y méprendre à l'une d'entre elles. Au contraire dans certaines familles ou genres, des espèces morphologiquement très proches se dis-

tinguent radicalement dans leur apparence. On sait que ces mécanismes ont un rôle dans la reproduction et dans la protection contre les prédateurs (des espèces distinctes mimant une espèce particulière dont le goût rebute les prédateurs). Les recherches de classification botanique et zoologique qui ont joué un grand rôle dans la fondation de la morphologie expriment bien le repositionnement du même et de l'autre. L'herbier de Goethe et l'attention qu'il portait à l'os intermaxillaire témoignent de ce caractère particulier de la morphologie.

Une transition complexe vers la loi bêta

L'évolution des trois paramètres de la loi gamma a été décrite comme si les courbes de fécondité épousaient exactement la loi par changement des paramètres année après année. Malgré la qualité de l'ajustement, il subsiste cependant des écarts résiduels. L'évolution de la somme de leurs carrés est représentée par la courbe noire en trait fin de la figure 4. On constate que la précision de l'ajustement croît sans cesse de la Libération à 1985, puis décroît rapidement à partir de cette date. Le modèle théorique de la loi gamma qui était le plus adapté à la description de la construction de la fécondité selon l'âge perd de sa qualité. Depuis 1965, la liberté de procréation gagne sans cesse du terrain avec les lois Neuwirth puis Veil. La rationalité ou pour le moins la rationalisation des choix familiaux est sans doute l'explication de la multiplication des petits délais précédant la décision de conception comme on l'a vu, mais aussi, une idée plus nette de la dimension finale de la famille s'impose. On désire une famille de 2 ou 3 enfants, parfois plus, et d'âges assez proches. On enserme la construction de la famille dans un intervalle de temps limité. Une loi statistique correspond bien à ce schéma, la loi bêta. Elle décrit la probabilité de survenu du $p^{\text{ème}}$ événement parmi n sur une durée de temps limitée. C'est évidemment une caractérisation grossière du processus de construction de la famille, mais l'idée centrale est forte et maintient l'emprise de la loi bêta quand des hypothèses supplémentaires s'y ajoutent, telles qu'un début variable de la construction familiale. La loi bêta est étroitement apparentée à la loi gamma et s'exprime par une formule simple sur l'intervalle $[0,1]$:

$$f(x)=Kx^a(1-x)^b$$

Comme nous l'avons fait pour la loi gamma, nous avons ajusté des lois bêta aux courbes de fécondité par âge entre 1920 et 2005. On a étendu l'intervalle entre 0 et

l à deux bornes variables et recherché les valeurs optimales au sens des « moindres carré » des deux bornes et des deux paramètres a et b . Le résultat est aussi excellent, sinon plus que celui qu'on avait obtenu avec la loi gamma et ne nécessite pas d'être illustré par des comparaisons entre des courbes de fécondité et leur ajustement par une loi béta : les figures seraient analogues à celles données pour la loi gamma avec des courbes théoriques et observées pratiquement confondues.

L'évolution des paramètres a et b de la loi béta est plus curieuse (fig. 5). Le paramètre « a » qui mesure la précocité de la fécondité évolue exactement comme les trois paramètres de la loi gamma, mais le paramètre « b » qui représente le nombre de délais croît pendant plus de 70 ans pour plafonner vers 1993 et diminuer ensuite. Simultanément la qualité de l'ajustement s'améliore alors qu'elle se détériorait avec la loi gamma. Quand on compare la précision des deux types d'ajustement (avec la somme des carrés des écarts) on remarque mieux ce changement récent. Sur la figure 6, on a reporté l'évolution des écarts de la courbe observée de fécondité à ses estimations par la loi gamma (rouge) et par la loi béta (bleu) de 1920 à 1985. La similitude des évolutions est remarquable jusqu'au milieu des années 1990. Avant-guerre, la loi béta est légèrement plus précise, après-guerre, c'est la loi gamma qui l'emporte légèrement. Mais vers 1995, cela change. La précision de la loi béta augmente tandis que celle de la loi gamma diminue et l'écart se creuse vite.

La différence entre les lois béta et gamma du point de vue des processus dont elles sont l'expression est celle entre des événements aléatoires survenant après une succession de délais indépendants, sans limitation de durée pour la loi gamma, à l'intérieur d'une certaine durée totale pour la loi béta. On peut donc soutenir qu'au milieu des années 1995, une nouvelle rupture de comportement est à l'œuvre, les couples planifiant désormais la composition de leur famille sur une durée limitée.

Les observateurs de la fécondité ne s'embarrassent pas de ce genre de subtilités. Pour eux, seul compte le niveau de la fécondité, donc la somme des taux de fécondité. Parfois ils calculent l'âge moyen à la maternité à partir des taux par âge, mais ne s'aventurent pas plus loin. Sur la figure 7, on a représenté l'évolution de la somme des taux de fécondité (l'indicateur conjoncturel, souvent désigné par un sommaire « la fécondité ») et l'âge moyen à la maternité de 1920 à 2005. L'évolution de l'indicateur conjoncturel a peu de rapport avec celle des paramètres des

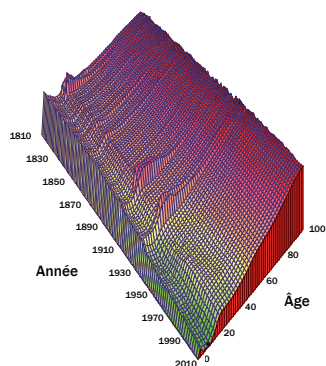


Fig. 8 – Quotients de mortalité masculine de 0 à 100 ans pour les années 1806 à 2006 (en logarithmes). © Hervé Le Bras.

lois gamma et béta. L'indice est plus faible avant-guerre que durant le baby-boom et commence à décroître dix ans avant que les paramètres p , r et b des lois béta et gamma commencent leur croissance. Seule la remontée à partir de 1995 peut être mise en rapport avec la différence entre lois béta et gamma commentée au paragraphe précédent. Se focaliser sur l'indicateur conjoncturel, c'est rater les structures plus profondes. Un peu comme si l'on étudiait des différences entre espèces animales en mesurant leur taille ou leur poids sans s'intéresser à la structure de leur organisme.

L'évolution de l'âge moyen à la maternité est plus intéressante. Sa baisse tendancielle de 1920 à 1975 n'a pas de contrepartie dans l'évolution des paramètres des lois béta et gamma, mais, la rupture de 1975 correspond bien au changement de régime observé sur les paramètres. On constate cette même rupture sur l'évolution de la variance et sur celle de la dissymétrie (le moment centré de troisième ordre). Commencer la construction de la famille à un âge tardif laisse en effet peu d'années pour y parvenir. La durée de cette construction devient alors un élément important, ce qui va dans le même sens que le passage de la loi gamma à la loi béta.

Régularité et déformation de la mortalité

L'évolution morphologique de la fécondité par âge est-elle un caractère isolé ou bien retrouve-t-on d'autres régularités entrecoupées de discontinuités pour d'autres distributions ? La succession des risques de décès par âge ou quotients de mortalité permet de le tester sur une profondeur temporelle encore plus longue. La mortalité évolue différemment dans les deux sexes. On se limitera ici à celle des hommes, sachant que le même travail et des résultats analogues peuvent être obtenus avec la mortalité féminine. Sur la figure 8, on a dessiné l'évolution des quotients de mortalité par âge simple de 1806 à 2006. Comme dans le cas de la fécondité, l'âge varie le long de la direction de la base de la face rouge qui représente les quotients de mortalité par âge en 2006. Les années en amont se lisent le long de la base bleue en biais. On a représenté, non pas les quotients de mortalité, mais leur logarithme car les quotients ont une immense gamme de variation, actuellement de quelques dix-millièmes vers 8 ans à 5000 dix millièmes après 100 ans. La figure 9 représente l'évolution des logarithmes des quotients de mortalité

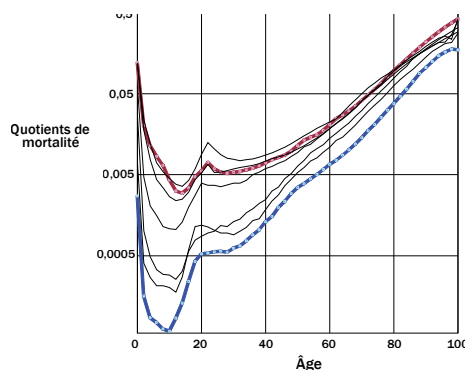


Fig. 9 – Quotients de mortalité masculine par âge de 0 à 100 ans pour quelques années choisies (en logarithmes). © Hervé Le Bras.

pour quelques années choisies pour illustrer la régularité de leur progression après 35 ou 40 ans.

Comme dans le cas de la fécondité, on est frappé par la régularité avec laquelle ces 201 courbes de mortalité (de 1806 à 2006) se succèdent, particulièrement depuis 1870. En partant de 2006, les seuls accidents saillants sont la Seconde guerre mondiale, plus fort encore, la Première guerre mondiale, puis celle de 1870. Aucun autre accident n'est visible durant ces 136 ans. Avant 1870, la surface est plus irrégulière car les épidémies, en particulier de choléra, frappèrent la France à plusieurs reprises. Le dernier pic visible est celui de la fin de l'Empire napoléonien. On remarque que les jeunes adultes sont les plus touchés, ce dont on pouvait se douter, mais aussi, en période de guerre les enfants y compris les plus jeunes car les conditions d'hygiène, l'alimentation et les soins sont moins bien assurés.

Comme dans le cas de la fécondité, aussi, la dernière courbe de mortalité, celle qui décrit les risques de mourir à chaque âge observés en 2006 est extrêmement régulière à partir de 30 ans et quasiment linéaire au-delà de 40 ans. Ce fait a été remarqué très tôt. Il a inspiré à l'actuaire Gompertz en 1827 l'énoncé d'une loi très simple : à partir de 35 ans, le risque de mortalité évolue selon une série géométrique ou une loi exponentielle, ce qui signifie qu'il augmente d'une proportion constante d'un âge au suivant, environ 6% de plus chaque année de plus. Aucun processus simple ne rend compte de cette loi. L'une des pistes est en rapport avec le phénomène de percolation. Pour effectuer une tâche vitale comme respirer ou faire battre son cœur, de nombreux dispositifs simples s'enchainent. Quand l'un d'entre eux est détérioré, un autre prend le relai. Il faut imaginer qu'entre l'impulsion qui déclenche la tâche se trouve un réseau complexe de sous-tâches reliées entre elles. Quand un lien entre sous-tâches ou une sous-tâche est hors de fonctionner, l'impulsion prend un autre chemin. Avec le vieillissement, de plus en plus de tâches et de liens sont hors d'usage. Le trajet de l'impulsion est de plus en plus long. Si le risque d'un accident au cours du parcours est fixe pour chaque lien, le risque total de défaillance augmente avec le vieillissement. La théorie de la percolation montre que lorsque presque tous les chemins sont devenus impossibles, la longueur du trajet s'accroît en proportion géométrique (on dit, selon une loi puissance) et le risque aussi puisqu'il est proportionnel à la longueur du chemin.

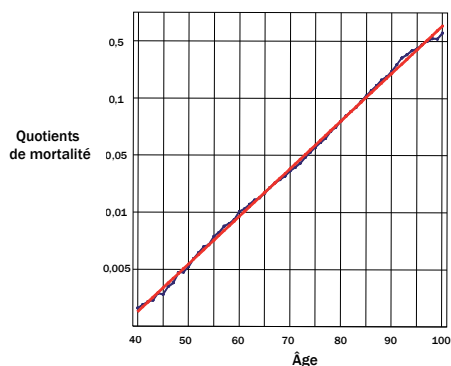


Fig. 10 – Ajustement des logarithmes des quotients de mortalité par une loi de Gompertz entre 40 et 90 ans (1935).

© Hervé Le Bras.

Quelle que soit l'explication, on retrouve pour l'évolution de la mortalité selon l'âge et l'année, la même configuration que pour la fécondité : grande régularité de la courbe chaque année et lente déformation des courbes au cours du temps. Pour chaque courbe annuelle, on peut alors effectuer un ajustement par une loi de Gompertz. En fait, on introduira un raffinement proposé par Makeham en 1884 : ajouter une constante au risque en croissance géométrique, donc postuler que :

$$q(x) = Ke^{rx} + B$$

où $q(x)$ est le risque à l'âge x , K une constante, r le taux de croissance annuel (ou ici, instantané) du risque et B , la constante de Makeham. B représente un risque supplémentaire constant, indépendant de l'âge, par exemple d'accident. Pour chacune des 201 années entre 1806 et 2006, on a effectué l'ajustement en recherchant quel était l'ensemble des valeurs K , r et B qui donnait le plus faible écart à la courbe observée, au sens des moindres carrés. La figure 10 présente un exemple de la qualité de l'ajustement (en 1954), mais un coup d'œil à la figure 8 permet d'imaginer que presque tous les ajustements (à l'exception des années de crise et d'épidémies) sont excellents.

Dans le cas de la fécondité, après avoir réalisé les ajustements au moyen d'une loi gamma ou béta, on s'était intéressé à l'évolution des paramètres de ces lois qui exprimaient une réalité plus profonde que la simple observation des taux de fécondité et des indices conjoncturels de fécondité. Ici aussi, on peut se demander comment se comportent les paramètres principaux, K et r entre 1806 et 2006. Plutôt que de montrer la courbe d'évolution de chacun au cours du temps comme dans le cas des paramètres des lois gamma et béta, on a dessiné une sorte de figure de phase (fig.11) dans laquelle on a représenté la mortalité de chaque année par un point dont l'abscisse a la valeur du logarithme de K et l'ordonnée, celle de r . On a relié entre elles les années successives, ce qui forme une immense chaîne de 200 maillons

Le résultat est surprenant. Pendant 170 ans, l'évolution des indices se confond avec une droite, ce qui signifie qu'il existe une relation linéaire entre eux. Dans ce cas, toutes les droites d'ajustement (sur le logarithme des quotients) doivent passer par un même point. Les quotients de mortalité se rapprochent avec l'âge et convergent ce point. Certains démographes ont cru que ce point se situait à 120 ans et définissait la limite de la vie humaine comme Yaveh le décrète dans

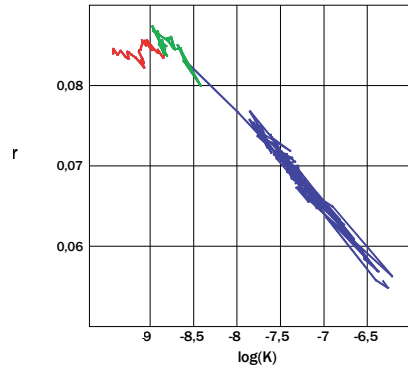


Fig. 11 – Evolution des paramètres K et r de la loi de Gompertz de 1806 à 2006 (en bleu jusqu'en 1945, en vert jusqu'en 1975, en rouge, après 1975).

© Hervé Le Bras.

la Genèse pour punir l'insubordination des prophètes multicentenaires tel Matusalem. En réalité, le point est plus proche de 80 ans et a inspiré en 1934 au statisticien suisse Gumbel un paradoxe qui porte son nom selon lequel dans les pays où l'espérance de vie était faible, le risque de mortalité aux âges très élevés était plus faible que dans les pays d'espérance de vie élevée. On constate que la relation linéaire entre le logarithme de K et r n'est pratiquement pas affectée par les guerres ni par les épidémies.

Mais le plus fascinant est ailleurs. Soudain, vers 1975, la relation change brutalement et les points annuels se dirigent vers une autre droite dont la pente est très différente de la première et presque horizontale, ce qui signifie que la plus grande part de l'évolution concerne la constante K et que le coefficient r de l'exponentielle demeure presque constant. Si r demeure constant, cela signifie que les courbes de mortalité après 35 ans deviennent parallèles au lieu de se croiser en un point fixe comme auparavant. A regarder la figure 8, rien ne laissait deviner cette nouvelle orientation et ce nouveau régime de mortalité aux grands âges. Sa conséquence est d'ailleurs visible quand on calcule l'évolution de l'espérance de vie masculine à 65 ans. Presque constante pendant 140 ans, jusqu'en 1945, elle augmente lentement à partir de 1946, puis s'accélère assez brutalement au milieu des années 1970. Pour la fécondité, la rupture de 1975 correspondait à la première crise pétrolière et la montée abrupte du chômage. Une explication était possible. Pour la mortalité, l'explication devient un paradoxe : c'est au moment de cette crise et de la montée du chômage que la mortalité des personnes âgées commence à diminuer rapidement.

On touche ici la limite de la morphologie dans ce domaine et peut-être dans les autres sciences sociales. Elle est capable de rendre compte de variations continues et de catastrophes, mais elle peine à les expliquer par une morphogenèse. Certes, les lois gamma et bêta proposent des processus simples. Certes, l'explication de la loi de Gompertz par la percolation est ingénieuse, mais aucune ne dépasse l'analogie. Aucun mécanisme, soit du vieillissement de l'organisme, soit de la constitution de la famille n'en rend compte individuellement.

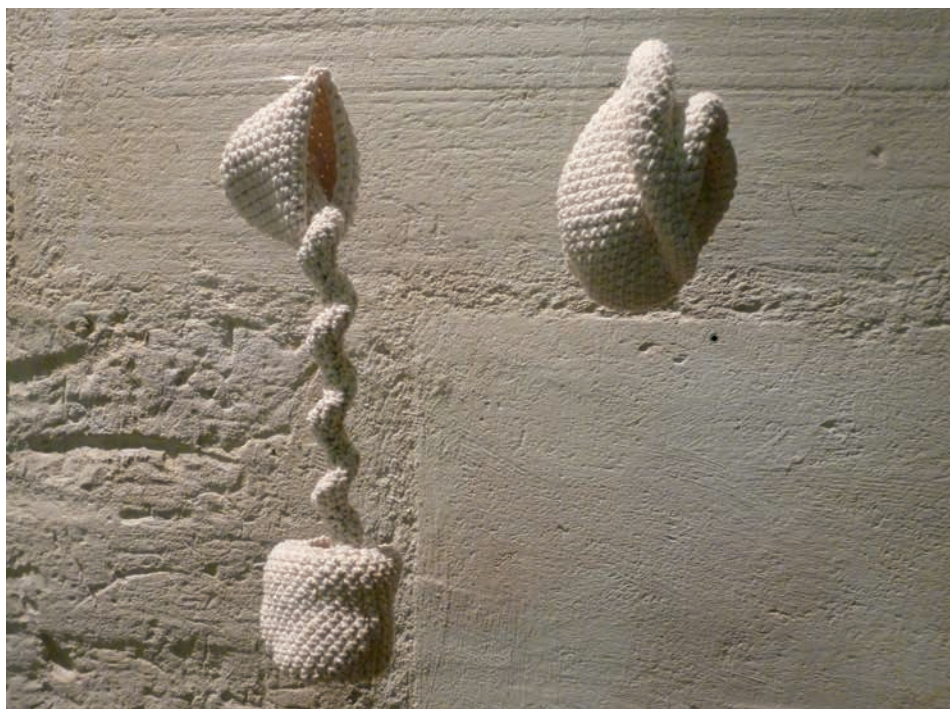
NOTE :

(1) EHESS-INED-Collège d'Etudes Mondiales

AGENCER LES FORMES

AGENCER LES FORMES – EXPOSITION D'OBJETS MORPHOLOGIQUES

Dans le cadre de la collaboration avec le programme de recherche *dynlan – dynamic landscapes* de l'EnsAD, la deuxième séance des ateliers, qui s'est déroulée à l'EnsAD les 2-3 avril 2012, a prévu deux après-midi de workshop autour de la conception de dispositifs morphogénétiques inspirés des interventions des chercheurs invités. Lors de la troisième rencontre, qui a eu lieu du 10 au 12 juin 2012 au Château de la Roche Guyon, les objets morphologiques conçus ont été exposés dans les écuries du château. L'architecte et artiste Pierre Bernard a présenté une collection d'objets tressés en cordelette dont les étonnantes métamorphoses avaient été obtenues de manière générative, en variant les gammes de composition des nœuds. Zbigniew Smoreda a montré les installations développées par *Orange Labs* pour illustrer, sur trois dimensions, les variations des formes des échanges téléphoniques en fonctions des événements et des gammes temporelles. Enfin, la partie plus importante de l'exposition a été dédiée à la présentation des prototypes *morphodynamiques* réalisés par les étudiants et les chercheurs de l'EnsAD dans le cadre du programme de recherche *ensadlab dynlan – dynamic landscapes*. D'autres chercheurs ont par ailleurs présenté les sources et les objets morphologiques qui ont marqué de manière significative leurs recherches.



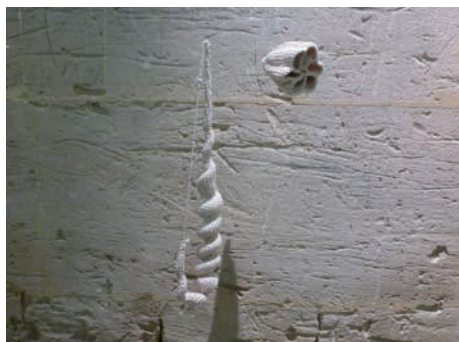
Formes

Pierre Bernard, «Ouvrage(s), un nouage espace /temps», 2009/2010, extraits.

Ce travail, depuis l'origine, veut être une approche analytique des formes : essayer de comprendre de l'intérieur une coquille d'escargot, une fleur, le passage d'une branche vers la feuille, une oreille... , essayer de générer une surface courbe qui leur corresponde.

Ce n'est pas de la sculpture au sens traditionnel du terme, où l'on travaille en trois dimensions, en retirant de la matière, quand on taille le bois, la pierre ou en ajoutant de la matière, avec le métal soudé ou la terre mais plutôt une forme de développement topologique : fabriquer dans le même temps, un intérieur et un extérieur en agissant sur le bord, sur la courbure de ce bord.

Sculptures au crochet de la série blanche (2006/2013). Installation présentée au Château de la Roche-Guyon en juin 2012. © Pierre Bernard.



Bordure

Pierre Bernard, «Ouvrage(s), un nouage espace /temps», 2009/2010, extraits.

Il y a quelque chose de vertigineux à fabriquer une forme par le bord, car au delà du bord, il n'y a rien ou plutôt pas encore quelque chose. Ce vertige n'est pas l'effet d'un risque potentiel mais celui, plus tranquille qui serait celui d'un paysage que l'on découvre en marchant.

Travailler la bordure, c'est constituer dans le même temps un intérieur et un extérieur.

En fonction du taux de croissance ou de décroissance, la bordure va se déployer ou se rétracter et courber la forme.

Sculptures au crochet de la série blanche (2006/2013). Installation présentée au Château de la Roche-Guyon en juin 2012. © Pierre Bernard.



Green shots

« Green shots » est un dispositif gonflable présentant une morphologie variable. Il s'agit d'un projet collaboratif de Anne Ferrer (artiste, professeur en Design Vêtement) et Sara Franceschelli (*dynlan – dynamic landscapes*), avec la participation des étudiants de 2^{ème} année Design vêtement.

Collaboration dans le cadre du workshop de design performatif des *Ateliers de morphologie EHESS-EnsAD*, avril 2012, Présenté au Château de la Roche Guyon, juin 2012. © Anne Ferrer.



Dispositif dynamique gonflable

Yves Mahieu, Benjamin Gabrié

Projet réalisé à l'occasion du workshop de design performatif des *Ateliers de morphologie* EHESS-EnsAD, dans le cadre de Mordes/EnsadLab. Présenté au Château de la Roche Guyon, juin 2012. © Yves Mahieu.



Green shots – détail sur la variabilité de la morphologie

De la collaboration avec le programme de recherche *ensadlab dynlan dynamic landscapes*, l'idée est née de concevoir une famille de dispositifs gonflables, à morphologie paramétriquement variable, selon les actions d'un acteur sur un système de ficelles internes au dispositif.

Collaboration dans le cadre du workshop de design performatif des *Ateliers de morphologie EHESS-EnsAD*, avril 2012, Présenté au Château de la Roche Guyon, juin 2012. © ensadlab –dynlan dynamic landscapes.



Petit Paysage Série N.2

Gao Shihe

Dispositifs présentant une dynamique spatio-temporelle de maxima locaux : générés par une règle (yi king) et des perturbations de cette règle, Paysage série N.2 est une surface dynamique produite par un système mécanique et interactif.

Projet réalisé à l'occasion du workshop de design performatif des *Ateliers de morphologie* EHESS-EnsAD, dans le cadre de Mordes (ancien Dynlan)/EnsadLab. Présenté au Château de la Roche Guyon, juin 2012. © Gao Shihe.



Télémédicament

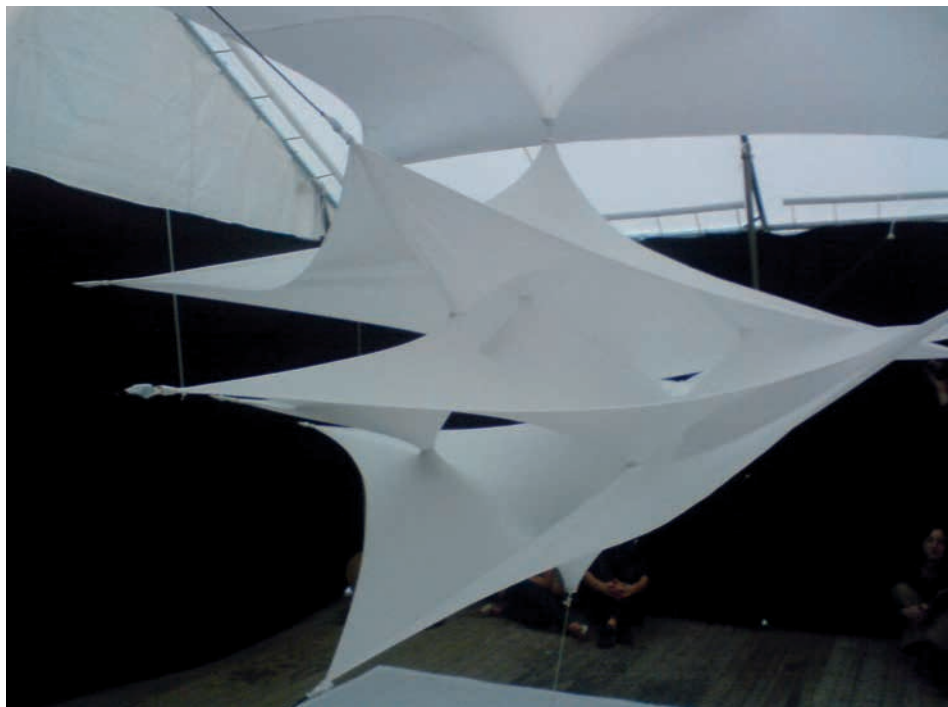
Wang Chengliang

Série oi-bio, Dispositifs d'hybridation objet-image, dans le cadre du projet *en-sadlab-dynlan*. La série oi-bio met en scène un processus d'hybridation/génération entre un objet et une image, inspiré par les possibilités génératives que la figure du paysage implique. © Wang Chengliang.



Dispositif dynamique

Ye Cheng (*ensadlab-dynlan*). © Ye Cheng.



« Paysages sensibles et dynamiques »

Workshop dirigé par Sara Franceschelli et Yves Mahieu, EnsAD, mai 2008, dans le cadre d'un « plateau » de première année. ©EnsAD.

Le workshop a été encadré par : Sophie Larger, Xavier Miclet, René Lesnais. Assistance technique : Xavier Tiret et Michel Davidov. 16 étudiants de l'ENSAD ont participé au projet : Sarah Escamilla, Julien Cédolin, Victor Alvar de Biaudos de Casteja, Camille Pajot, Marie Riegert, Juliette Mallet, Anaïs Mathieu, Jennifer Pineau, Kevin Garcia, Laura Martinez, Hélène-Mahi Fofana, Nils Lacroix, Marion De Villechabrolle, Sophie Dang Vu, Matthieu Rocolle, Sarah Théron.

LES AUTEURS

LES AUTEURS

Patrick Berger

Architecte, professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), concepteur de la Canopée des Halles, de nombreuses expositions, auteur de plusieurs livres, Patrick Berger est aussi chercheur. Dans la suite de son travail d'architecte, il s'intéresse aux liens entre l'architecture et la ville et propose une nouvelle approche d'un phénomène de morphogenèse des métropoles. En prenant le contre-pied des mauvais augures qui se contentent d'assister aux forfaits de la conception urbaine, il propose, dans une recherche menée dans son laboratoire à l'EPFL, de nouvelles représentations grâce à une modélisation multi-agents. Cette méthode permettrait, au lieu de la subir, de s'appuyer sur l'auto-organisation pour orienter les formes urbaines.

Augustin Berque

Augustin Berque, né en 1942 au Maroc, géographe, orientaliste et philosophe, est directeur d'études à l'EHESS, où il enseigne la mésologie (Umweltlehre, fudoron 風土論). Membre de l'Académie européenne, il a été le premier occidental à recevoir le Grand Prix de Fukuoka pour les cultures d'Asie. Parmi ses livres : « Poétique de la Terre. Histoire naturelle et histoire humaine, essai de mésologie », Paris, Belin, 2014.

Philippe Bonnin

Philippe Bonnin est architecte, directeur de recherches au CNRS, directeur du laboratoire A.U.S.-LAVUE (Architectures, urbanismes, sociétés, UMR 7218), et fondateur du réseau international JAPARCHI. Il développe une anthropologie de l'espace habité et travaille sur les thèmes de l'architecture des limites, des dispositifs et rituels des seuils, sur l'évolution de l'habitation populaire et de l'architecture rurale, sur l'esthétique ordinaire de la ville, sur l'usage de l'image dans l'observation et l'analyse des espaces habités. Depuis longtemps, son terrain de prédilection est le Japon. Il est l'auteur de nombreux ouvrages, et a dirigé dernièrement le « Vocabulaire de la spatialité japonaise », CNRS-éditions, Grand prix de l'Académie d'Architecture 2014. Il co-dirige actuellement l'équipe MORPHOCITY avec Stéphane Douady, sur la morphogenèse du réseau viaire des villes.

Luigi Coccia

Luigi Coccia est architecte et professeur associé de projet architectural et urbain à la Scuola di Architettura e Design di Ascoli Piceno, Università di Camerino. Ses recherches portent sur la territorialisation des phénomènes urbains, en particulier sur les relations entre infrastructures et forme du sol, et sur le rôle des friches industrielles et du tourisme dans les processus de régénération urbaine. Parmi ses publications : « L'architettura del suolo (Alinea 2005) », « Paesaggi Postindustriali » (Quodlibet 2008), « Oltre la spiaggia » (Quodlibet 2012), « Architettura e Turismo » (Franco Angeli 2012).

Thomas Courtat

Thomas Courtat est né en 1984. Après des études d'ingénierie, il s'intéresse à la modélisation dynamique de la trace géométrique des systèmes urbains. Il obtient son doctorat de physique en 2012 pour ces derniers travaux.

Clément-Noël Douady

Clément-Noël Douady, Architecte DPLG, Urbaniste qualifié OPQU 2000, depuis 2010 est chercheur associé A.U.S.-LAVUE. DU de langue et civilisation chinoise Paris VII, Professeur Invité à l'Université de Wuhan (Chine). Après une carrière sur le terrain (Cergy-Pontoise, urbaniste réglementaire et opérationnel, construction), il participe aux recherches de l'équipe MORPHOCITY sur la forme urbaine et son évolution, notamment sur les villes chinoises. Il a coordonné l'ouvrage « De la Trace à la Trame », 2014.

Stéphane Douady

Stéphane Douady, physicien, après une formation initiale aux instabilités et aux systèmes dynamiques, s'intéresse à la morphogenèse dans les systèmes naturels (dunes) ou végétaux (organisation des feuilles, forme des feuilles, de la veination des feuilles,...), en montrant que l'évolution d'une dynamique temporelle simple peut néanmoins donner naissance à des objets complexes en s'appuyant sur le résultat antérieur. Médaille d'argent du CNRS en 2000.

Vincent Fleury

Vincent Fleury est physicien, directeur de recherches au CNRS. Il travaille au laboratoire Matière et Systèmes Complexes, où il étudie les bases physiques de la morphogenèse embryonnaire. Son activité consiste essentiellement en des expériences mettant en évidence le comportement visco-élastique de la matière vivante, et ses conséquences en termes de contraintes développementales.

Sara Franceschelli

Sara Franceschelli, physicienne de formation, est Maître de Conférences en épistémologie et histoire des sciences à l'Ecole Normale Supérieure de Lyon. Entre 2007 et 2014, elle a été professeur de morphostructure à l'École nationale supérieure des Arts Décoratifs (Ensad) où elle a été la responsable du programme de recherche sur le design morphogénétique et performatif *dynaln-dynamic landscapes*.

Fabrizio Gay

Fabrizio Gay, architecte, auteur d'ouvrages sur la morphologie des artefacts modernes abordée d'un point de vue proche à l'anthropologie et sémiotique des images, il est professeur de communications visuelles et cofondateur du laboratoire de théorie des images à l'Université IUAV de Venise.

Bruno Giorgini

Bruno Giorgini, physicien, chercheur senior à l'INFN, section de Bologna, où il a co-fondé le Laboratorio di Fisica della Città – CIG (Centro Interdipartimentale per la Biocomplexità Galvani), Università di Bologna. Il collabore avec le laboratoire Gerphau (philosophie, architecture, urbain), ENSA La Villette & CNRS, autour du projet « Citizens World Lines ».

Maurizio Gribaudo

Historien et démographe, Maurizio Gribaudo est membre du Laboratoire de Démographie et d'Histoire Sociale de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales de Paris. Il a développé un nombre important d'études sur la formation des groupes sociaux en milieu urbain. Après avoir travaillé sur les mouvements démographiques et migratoires entre ville et campagne (dans le nord de l'Italie et en Région Parisienne), a récemment concentré ses recherches sur la formation des dynamiques physiques et sociales de la ville de Paris et de la France depuis la deuxième moitié du XVIIIe siècle à nos jours. Il est co-responsable, avec Marc Barthelemy et Julien Perret du projet GeoHistoricalData (<https://geohistoricaldata.org>).

Bénédicte Grosjean

Bénédicte Grosjean est ingénieur civil, architecte (Ecole Polytechnique de Louvain), docteur en urbanisme (Université de Paris 8 et UC Louvain). Elle a obtenu le Grand Prix de Thèse sur la Ville en 2008 (décerné par le PUCA et l'APEREAU Internationale) publiée sous le titre "Urbanisation sans urbanisme : une histoire de la ville diffuse". Aujourd'hui maître-assistant à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture et de Paysage de Lille, chercheur au laboratoire du LACTH, elle poursuit des travaux sur les modes de description des territoires, sur les liens entre formes urbaines et types de mobilité, sur les processus de projets "bottom-up".

Hervé Le Bras

Hervé Le Bras, est historien et démographe, directeur d'études EHESS, directeur de recherches INED, chaire « territoires et populations » du Collège d'études mondiales. Derniers ouvrages : « Le mystère français » (Le Seuil, 2013 avec E. Todd), « Mathematical Demography » (Springer, 2014 avec K. Wachter), « Atlas des inégalités » (2014, Autrement).

Albert Levy

Albert Levy est architecte-urbaniste, docteur en études urbaines de l'Université Paris 8. Après avoir enseigné à l'Université de Genève, il a poursuivi sa carrière au CNRS à Paris. Il est actuellement chercheur associé au Laboratoire LAVUE UMR/CNRS 7218. Il travaille sur la morphologie urbaine, les rapports urbanisme et santé, urbanisme et durabilité, et sur une approche sémiotique de l'architecture et de sa conception. Dernier ouvrage publié « Ville urbanisme et santé. Les trois révolutions », Ed Pascal/Mutualité Française, 2012.

Alberto Magnaghi

Alberto Magnaghi, architecte et urbaniste, est Professeur émérite à l'Université de Florence. Il est Président de l'association multidisciplinaire Società dei Territorialisti et fondateur de la Scuola Territorialista Italiana. Parmi ses publications : « Il progetto locale : verso la coscienza di luogo, Bollati Boringhieri », Torino 2000, 2010 (éd. française, « Le projet local », Sprimont 2003) ; « La biorégion urbaine. Petit traité sur le territoire bien commun », Eterotopia/France, Paris, 2014.

Maria Filomena Molder

Maria Filomena Molder, Professeur à l'Universidade Nova de Lisboa. Membre du Conseil Scientifique du CIPh 2003/2006 et 2006/2009. Ouvrages (sélection) : « La pensée morphologique de Goethe », (Lisbonne, 1995). « Semer sur la neige. Études sur Walter Benjamin », (Lisbonne, 1999. Prix Pen-Club 2000 pour l'essai). « L'imperfection de la philosophie », (Lisbonne, 2003). « Symbole, analogie et affinité », (Lisboa, 2009). « Le chimiste et l'alchimiste. Benjamin, lecteur de Baudelaire », (Lisbonne, 2011. Prix Pen-Club 2012 pour l'essai). « Les nuages et le vase sacré. Sur Kant et Goethe », (Lisbonne, 2014).

Peter Saunders

Peter Saunders, mathématicien et biologiste théoricien, il est professeur émérite au King's College à Londres. Ses recherches visent à expliquer les propriétés des organismes et d'autres systèmes complexes en termes des mathématiques, de la physique, et de la chimie.

Chris Younès

Docteur et HDR en philosophie, Chris Younès est professeure à l'Ecole Spéciale d'Architecture de Paris. Fondatrice du laboratoire GERPHAU, elle dirige aujourd'hui le Réseau International Thématique PhilAU. Elle est aussi membre du Conseil de l'Association Européenne de l'Enseignement de l'Architecture et membre fondatrice de l'ARENA, l'Architectural Research Network. Chris Younès est l'auteur d'innombrables articles et de plus d'une dizaine de directions d'ouvrages scientifiques internationaux sur la philosophie et la métamorphose des milieux habités.



MINISTÈRE
DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE
ET DE L'ÉNERGIE

MINISTÈRE
DU LOGEMENT,
DE L'ÉGALITÉ
DES TERRITOIRES
ET DE LA RURALITÉ

Morphogenèse et dynamiques urbaines

Cet ouvrage réunit des textes issus des *ateliers de morphologie EHESS-EnsAD* sur le thème *Morphogenèse et dynamiques urbaines*, tenus en 2012, et dont le programme avait été co-élaboré avec le Puca. Depuis plusieurs décennies, les travaux de la recherche urbaine s'intéressent à la question de la forme et sa fonction sociale aux échelles de la ville et de l'habitat. Les travaux présentés ici, issus de plusieurs disciplines, donnent un premier aperçu de la variété des questionnements qui traversent les sciences humaines et du vivant sur la forme et la morphologie. Certains auteurs s'interrogent sur la nature de la forme et sur sa logique comme réponse organisationnelle, alors que d'autres se fondent sur l'analyse dynamique des formes pour comprendre les mécanismes qui engendrent et pèsent sur la nature de leurs évolutions. Tous ces textes ont en commun d'examiner les logiques qui président à l'émergence des formes. Dans les dynamiques d'un phénomène observé tout au long de son évolution, il s'agit de comprendre si les formes de son déploiement sont inscrites, dès l'origine, dans sa structure ou si elles se déterminent à chaque moment par l'interaction dynamique de ses composantes.

Comprendre les formes qui marquent l'organisation physique et sociale de notre environnement ou partir de l'observation des formes pour comprendre les mécanismes essentiels qui le marquent dans sa nature et dans toutes ses spécificités, tel pourrait être l'enjeu du rapprochement de tous ces points de vue !



Le Plan Urbanisme Construction Architecture (Puca) est une agence interministérielle créée en 1998 afin de faire progresser les connaissances sur les territoires et les villes et éclairer l'action publique. Le Puca initie des programmes de recherche incitative, de recherche-action, d'expérimentation et apporte son soutien à l'innovation et à la valorisation dans les domaines de l'aménagement des territoires, de l'urbanisme, de l'habitat, de l'architecture et de la construction.

plan urbanisme construction architecture

► Le gouvernement des villes et la fabrique du bien commun

Planification sociale de l'urbain et services publics
Citoyenneté et décision urbaine
Intercommunalité et métropolisation
Normes et fabrique du bien commun

► Le renouveau urbain

Rénovation urbaine et mixité sociale
Renouvellement et recomposition des quartiers
Créativité et attractivité des villes

► L'avenir des périphéries urbaines

Territoires urbains et sûreté
Architecture de la grande échelle
Habitat pluriel : densité, urbanité, intimité
Systèmes périurbains et coûts d'urbanisation
Dynamiques et pratiques résidentielles

► Comportements résidentiels et défis démographiques

Vieillesse de la population et choix résidentiels
Habitat et services aux personnes âgées
Évolutions démographiques et inégalités territoriales

► Accès au logement

Trajectoires résidentielles
Recompositions institutionnelles de l'offre de logement
Modes et formes de l'hébergement
Économie foncière et immobilière

► L'innovation dans l'architecture et la construction

Projet négocié
Logements optimisés : coûts, qualité, fiabilité, délai
Concept qualité, habitat, énergie
Observatoire des bâtiments durables
Palmarès de l'innovation
Évaluation énergétique du patrimoine existant (PREBAT)
Bâtiments démonstrateurs (PREBAT)

► Territoires et acteurs économiques

Espaces urbain et dynamiques économiques
Lieux, flux, réseaux dans la ville des services
Développement économique local et mondialisation
Économie de l'aménagement
Attractivité des territoires

► Vers des villes viables et acceptables

Politiques territoriales et développement durable
Risques technologiques :
enjeux économiques et territoriaux
Villa urbaine durable
Quartiers durables
Aménagement et démarches HQE
Collectivités locales et politiques énergétiques (PREBAT)
Collectivités locales et défi climatique (PREBAT)
POPSU2

PUCA plan urbanisme construction architecture
Tour Pascal B
92055 La Défense Cedex
<http://www.urbanisme-puca.gouv.fr>
ISSN 0246-5612
ISBN 978-2-11-138150-6
15 €
2015