

Tables des matières

REMERCIEMENTS	5
PRÉFACE DE DENISE PUMAIN	7
INTRODUCTION	15
Une épistémologie analytique, comparative et appliquée	
1] Le cas des plantes : historicité, spatialité et pluriformalisation des modèles	18
2] Qu'en est-il de la géographie?	20
3] Déterminisme ou possibilisme	27
4] Science idiographique ou science nomothétique	29
5] Science spécifique ou science de synthèse	32
6] Méthode et choix du corpus	37
7] Organisation de l'ouvrage	39
PARTIE I	45
Théories, lois, modèles et simulations : caractérisations	
1] Le concept de théorie	45
1.1] Une structure formelle	46
1.2] Les types de théories en géographie	48
1.3] La question des postulats fondamentaux	50
1.4] Le spectre de la réduction	52
2] Le concept de loi	53
2.1] Loi et généralisation accidentelle	55
2.2] Les types de lois en géographie	55
2.3] Le problème des termes singuliers dans les lois géographiques	62
2.4] Lois au sens strict <i>versus</i> lois <i>ceteris paribus</i>	63
2.5] Loi, force et cause	66
2.6] La relation loi/théorie selon le positivisme logique	76

2.7] Des lois aux mécanismes	78
2.8] Mécanismes et faits stylisés en science sociale	84
3] La notion de modèle et ses déclinaisons	90
3.1] Fonction générale, grandes fonctions et fonctions spécifiques des modèles	91
▪ Grande fonction I: Faciliter l'expérience et l'observation contrôlée	
▪ Grande fonction II: Faciliter la formulation intelligible	
▪ Grande fonction III: Faciliter la théorisation	
▪ Grande fonction IV: Faciliter la coconstruction des savoirs	
▪ Grande fonction V: Faciliter la décision et l'action	
3.2] Les natures des modèles	111
▪ Leurs substances	
▪ Leurs aspects	
▪ Leurs usages	
3.3] Les principes des modèles	120
3.4] Sur les rapports entre modèle et théorie	122
3.5] Théorie et modèle: lequel vient en premier?	125
4] La notion de simulation	128
4.1] La simulation: une stratégie de traitement de symboles en deux phases	130
4.2] La simulation dirigée par un modèle ou simulation numérique	132
4.3] La simulation dirigée par des règles ou simulation algorithmique	133
4.4] La simulation dirigée par des objets ou simulation informatique	134
5] Simulation de système, simulation de modèle et modèle de simulation	136
5.1] Simulation de système	136
5.2] Simulation de modèle	137
5.3] Modèle de simulation-1	137
5.4] Modèle de simulation-2	138

PARTIE II	143
-----------------	-----

Les facteurs à l'origine de la géographie quantitative et théorique

1] Épistémologie théorique et épistémologie appliquée face à la guerre	144
2] Trois articles fondateurs	146

2.1] Schaefer (1953)	151
2.2] Burton (1963)	157
2.3] Ackerman (1963)	160
3] Changements et innovations	165
3.1] Les changements dans le terrain d'enquête	166
▪ Un changement d'objets: situations, villes et interactions spatiales	
▪ Des objets aux propriétés abstraites	
▪ Des propriétés abstraites aux objets mathématico-géographiques	
▪ Un appel ambigu à la géométrie, à la topologie et à la visualisation théorique	
3.2] Les premières possibilités des modèles: l'analyse de données	185
▪ Masse des données et diversification de leurs types	
▪ De nouvelles méthodes pour l'analyse de données	
3.3] Les ambitions théoriques	197
▪ Un apparent renouvellement de la géomorphologie: théorique et mathématique	
<i>De Davis à Horton et Strahler</i>	
<i>Chorley et la théorie des systèmes</i>	
▪ De nouveaux formalismes en mathématiques	
<i>La théorie des graphes</i>	
<i>La topologie différentielle</i>	
<i>Les processus stochastiques</i>	
<i>Logicisme et conception linguistique des mathématiques</i>	
<i>La matrice de Berry rompt de fait avec l'épistémologie logiciste</i>	
▪ De nouveaux transferts de concepts physiques	
<i>Alfred Lotka et la «mécanique générale des êtres vivants»</i>	
<i>George K. Zipf et le «principe du moindre effort»</i>	
<i>John Q. Stewart et la «physique sociale»</i>	
▪ Rationalisations épistémologiques en faveur de la théorie et problème de l'unicité des faits	
PARTIE III	257
Économie spatiale et géographie urbaine: des théories aux modèles	
1] Le modèle gravitaire: interpréter la loi de Reilly	259
1.1] Un modèle en manque de théorie: les critiques d'Isard et Bramhall (1960)	260
▪ La «science régionale» de Walter Isard	

- L'approche probabiliste de la gravité menace l'interprétation physicaliste
 - L'inconsistance théorique des concepts de potentiel et de masse en géographie
 - Le problème du sens de l'exposant
 - Un argument épistémologique illusoire: le modèle simple ne capte pas toujours l'essentiel
- 1.2] Modèle de Huff et tournant comportementaliste des modèles gravitaires 269
- Le passage du terme de «loi» à celui de «modèle»
 - Le modèle comme outil et ses limitations
 - Un modèle probabiliste de comportement
- 1.3] Les déplacements épistémologiques sur le terrain: modèle théorique et explication 275
- Le modèle probabiliste comme modèle théorique à probabilité objective
 - Un modèle à fonction théorique mais qui ne déduit pas de lois
 - Un modèle théorique à substrat computationnel
 - Le ordinateur permet aussi une modélisation graphique du modèle théorique
 - La leçon qu'en tire Brian Berry: une première «théorie logique des choix»
- 2] Formaliser, comprendre et expliquer la distribution des villes ... 286
- 2.1] Première épistémologie: déduire la théorie de concepts fondamentaux 289
- L'épistémologie de Walter Christaller: déduire les concepts avant tout
 - La «déduction» de Christaller
 - L'épistémologie de August Lösch: l'agent rationnel naturel dans l'espace
 - La conception de la théorie chez Christaller et Lösch
 - La leçon épistémologique des «théories des lieux centraux» selon Paul Claval
 - Le statut épistémique des théories des lieux centraux révèle une épistémologie instable
- 2.2] Deuxième épistémologie: induire la théorie qui explique les lois empiriques 317
- Les explications théoriques alternatives pour la loi rang-taille
 - Que faire face à la sous-détermination théories/lois?
 - De la sous-détermination des théories à la théorie des systèmes
- 2.3] Troisième épistémologie: modèle théorico-explicatif et loi empirique garde-fou 327
- Indétermination de la meilleure forme théorique pour la loi rang-taille

▪ Les modèles « statiques » : des modèles théoriques et de compréhension	
<i>Modèles d'optimum économique</i>	
<i>Modèles de l'état le plus probable</i>	
▪ Les modèles « génétiques » : des modèles théoriques et d'explication	
<i>Modèle de croissance allométrique</i>	
<i>Modèle stochastique d'Herbert Simon</i>	
<i>Modèle de Robert Gibrat</i>	
<i>Modèle non stochastique de Steindl et modèles dynamiques</i>	
▪ La modélisation « globale » et la nouvelle épistémologie associée	
<i>Compréhension sans explication versus explication sans compréhension</i>	
<i>Une modélisation intégrative</i>	
<i>L'épistémologie de synthèse de Denise Pumain</i>	
2.4] Une première critique des modèles :	
les arguments de Pierre Georges	359
▪ Le mythe du nombre	
▪ Les écueils de l'analyse de données	
▪ Mécanismes, images, lois et modèles	
▪ Le modèle comme test d'hypothèse et comme instrument d'analyse	
▪ Force, vie et créativité échappent à tout modèle de simulation	
PARTIE IV	375
Les révolutions computationnelles :	
de l'analyse à la synthèse	
1] La matrice d'informations géographiques	383
1.1] La matrice selon Berliner	384
▪ Un modèle générateur de méthodes pour les sciences humaines	
▪ Un paradigme pour une économie sensible aux traits culturels et spatiaux des sociétés	
▪ Analyse statique et analyse dynamique par matrice	
1.2] La « matrice géographique » de Berry	391
▪ Qu'est-ce que la géographie ?	
▪ La matrice comme système simple et général	
▪ La déduction matricielle des diverses approches en « analyse régionale »	
▪ Introduction et usages de la dimension temporelle	
▪ L'ordre matriciel suggère des schémas théoriques généraux	
▪ La matrice comme heuristique des méthodes	
1.3] Réception de la matrice de Berry	399
▪ Les limitations de la matrice selon Haggett et Chorley	

▪ La matrice comme variable numérique généralisée selon King	
▪ Fonction partiellement théorique de la matrice selon Racine et Reymond	
▪ Induction et déduction dans l'analyse de données	
2] Modèles de données, modèles d'hypothèses et analyses de données	408
2.1] Formats des données et opérations de calcul statistique	408
▪ Analyse pour les modèles de données	
▪ Choix et ajustement (<i>fitting</i>) des modèles de données	
▪ L'épistémologie des modèles probabilistes est sous-déterminée par leur méthodologie	
2.2] Analyses d'association et modèles d'hypothèse causale	423
▪ Association, corrélation et régression	
▪ Régression et hypothèse causale	
▪ Modèles de régression simple et modèles de régression multiple	
▪ Régression multiple pas à pas (<i>stepwise regression</i>)	
▪ Analyse multivariée et analyse géométrique des données	
▪ Analyse causale: le cas voisin de la sociologie mathématique	
▪ L'analyse par surfaces de tendance (<i>trend surfaces</i>)	
▪ L'inférence bayésienne en géographie	
▪ Bilan sur les pratiques d'analyse de données	
3] Problèmes spécifiques des données géographiques	454
3.1] <i>Locational Analysis in Human Geography</i> : de l'édition de 1965 à celle de 1977	455
3.2] La dépendance spatiale ou autocorrélation spatiale	462
▪ La première «loi» de la géographie ou «loi de Tobler»	
▪ Stratégies d'évitement de l'autocorrélation	
▪ Différentes réactions des géographes à l'autocorrélation	
3.3] Non-stationnarité spatiale	471
3.4] Non-normalité et analyses non paramétriques	474
3.5] Non-régularité des zones de collecte et analyse multiniveaux	479
3.6] Approches multiniveaux et fractalité	483
4] Modèles pour la prévision	486
4.1] Faut-il expliquer pour prédire?	487
4.2] Expliquer, théoriser, prédire par modèles	492
4.3] Modèles prédictifs à ontologie minimale: planification urbaine et analyse d'activités	495
4.4] La simulation comme modèle à iconicité temporelle: Forrester et Batty	501

4.5] La simulation comme « médium pour la modélisation dynamique » ...	508
4.6] Modèles prédictifs à ontologie nulle : modèles autorégressifs, filtrage numérique et analyse spectrale	514
5] Modèles de simulation pour la synthèse explicative	525
5.1] Une innovation décisive : la simulation géographique	527
▪ Un troisième bouleversement favorisé par le ordinateur	
▪ Hägerstrand : une tardive mais large reconnaissance	
5.2] La simulation : une analyse par synthèse	544
▪ L'analyse par modèles : identification de modèle <i>versus</i> synthèse de données	
▪ Simulation, simulat et simulation informatique	
5.3] La diffusion comme processus spatio-temporel porté par les individus	552
▪ Des « phénomènes de distribution » (De Geer) au concept géographique de diffusion	
▪ L'approche par les individus permet la combinaison de propriétés hétérogènes	
5.4] Les modèles de simulation Monte-Carlo de Hägerstrand	564
▪ Le rejet des courbes de distribution et des analogies	
▪ Une recherche indirecte du général par la reproduction du singulier	
▪ Premier modèle de Hägerstrand : à adoption complètement aléatoire	
▪ Le concept de champ d'information : construction inductive et mise en modèle	
▪ Le deuxième modèle introduit le facteur du contact social	
▪ Le troisième modèle introduit la résistance à l'innovation	
▪ La nécessité de déplacements épistémologiques sur le terrain	
▪ Un modèle intégratif à fonctions épistémiques multiples	
▪ Un cas d'innovation en épistémologie : l'exaptation épistémologique	
CONCLUSION	605
Un pluralisme finitiste, ouvert et recombinaut	
BIBLIOGRAPHIE THÉMATIQUE	619

Préface de Denise Pumain¹

UNIVERSITÉ PARIS 1 PANTHÉON-SORBONNE

Pourquoi choisir la géographie comme étude de cas dans un ouvrage sur la modélisation en sciences sociales ? Franck Varenne nous donne ses raisons pour avoir choisi ce cobaye dans son exploration épistémologique des pratiques de modélisation. Au risque de choquer le libre arbitre de l'auteur, je pense pour ma part que ce choix était pratiquement inévitable. La géographie est depuis quelques décennies en pointe de toutes les «révolutions», qu'elles aient été théoriques, quantitatives, ou computationnelles. La discipline s'est souvent trouvée prise à témoin de ces mouvements, par les institutions du financement de la recherche et de ses incitations. Et les «tournants» qui périodiquement réorientent les paradigmes de la recherche ne l'ont pas durablement détournée d'une pratique récurrente de la modélisation, sous une pluralité de formes. De jeunes géographes viennent même de publier un *Dictionnaire passionnel de la modélisation urbaine*², dont l'un des grands mérites est aussi de sensibiliser aux multiples sources de doutes et de soucis qui accaparent l'esprit des modélisateurs, si souvent (trop) accusés de manquer de réflexion ! Alors, pourquoi une telle obstination ?

Sans dévoiler d'emblée la très fine typologie des fonctions du modèle inventoriée avec brio par Franck Varenne, la motivation et la passion des géographes pour la modélisation peuvent sembler de prime abord

[1] Professeur à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, ancien recteur de l'académie de Grenoble, cofondatrice du laboratoire Géographie-cités du CNRS, créatrice de la revue *Cybergeo, European Journal of Geography*, coordinatrice des ouvrages : *Hierarchy in natural and social sciences* (Springer, 2006), *Complexity perspectives on innovation and social change* (ISCOM, Springer, 2009), avec David Lane, Sander van der Leeuw et Geoffrey West et *Urban Dynamics and Simulation Models* (Springer, 2017), avec Romain Reuillon.

[2] Céline Bonhomme, Hadrien Commenges, José-Frédéric Deroubaix (dir.), éd. L'Œil d'or, 2017.

paradoxaux, puisqu'elle ne se satisfait pas de *l'a priori* d'une schématisation comportementale – *l'homo geographicus* n'existe pas au même titre que *l'homo economicus* – et conduit à des pratiques très éclectiques, pas toujours bien abritées par des parapluies théoriques très solides. Et pourtant en la matière, si nécessité fait loi, il faut comprendre pourquoi les géographes éprouvent ce besoin de résumer et de formaliser leurs connaissances dans des modèles, pour les résumer, pour en produire d'autres, et les accumuler.

Une première explication possible pourrait être recherchée dans l'objet spécifique dont s'occupe la géographie. Une particularité de la géographie, parmi les sciences sociales, est d'être « science des lieux et non des hommes », pour reprendre la célèbre formule séminale de Paul Vidal de la Blache, fondant ainsi sa distinction d'avec la sociologie durkheimienne émergente. Plus que les autres sciences sociales, elle s'intéresse donc, non seulement au « fait social total », mais aussi à son insertion dans la totalité de l'interface terrestre accessible. Dans la mesure où elle garde de cette tradition d'intégration de la géographie physique et de la géographie humaine un intérêt pour les interactions des sociétés et de l'environnement, elle associe dans ses interprétations tout aussi bien la matérialité que l'idéalité des paysages, ou la spatialité et les conflictualités des configurations sociales et territoriales. En un mot, on pourrait prétendre que, de la même façon que les sciences sociales « ajoutent » un degré de complexité à celui des sciences biologiques et de la matière, en s'intéressant à des agents capables non seulement d'auto-organisation, mais aussi d'innovation, de conscience et de réflexivité dans leur historicité, l'objet de la géographie serait celui qui, parmi l'ensemble des sciences sociales, atteindrait un maximum de complexité !

À grand défi, énergie plus importante mise en œuvre pour le relever ? Je ne crois guère à la fiction de la géographie comme science de carrefour ou de synthèse, entre sciences naturelles et sciences humaines, bien d'autres disciplines pouvant se définir de cette façon, lorsque les frontières qui ont permis de fortes constructions conceptuelles ont fait leur temps et font émerger de nouvelles disciplines à leurs interfaces. Il est vrai que les temporalités d'évolution des faits de « nature » et des faits sociaux, très disparates et souvent sans commune mesure, compliquent singulièrement la tâche des modélisateurs en géographie³. Mais il y a là peut-être plus de complication que de

[3] François Durand-Dastès, « Le temps, la géographie et ses modèles », *Bulletin de la Société*

complexité. Ce qui identifie bien davantage la complexité du projet de la géographie, c'est la multiplicité de ses *niveaux d'observation*, improprement résumée sous la question de l'échelle, car les «lieux» dont elle s'occupe parcourent toutes les dimensions possibles, de l'individu à la Terre entière, pas seulement en nombre, mais aussi en superficie, en diversité de taille et de puissance et de processus d'organisation. Sans théorie unificatrice guidée par un comportement individuel typique, mais identifiant des régularités à divers niveaux de l'organisation des faits sociaux et spatiaux, tout au long de l'échelle des variations de milieux, de paysages et de territoires, la géographie invente nécessairement une grande variété de modèles pour traiter de ces multiples objets.

Très révélatrice est ainsi la formule choisie par Waldo Tobler pour énoncer «la première loi de la géographie»: «Tout interagit avec tout, mais deux choses [*thing*] proches ont plus de chances d'interagir que deux choses éloignées.» En employant le mot «*thing*», Tobler sait préserver le caractère intrinsèquement *multiscale* des objets de la géographie dont les échanges, les interactions, relèvent d'une modélisation gravitaire. Le modèle ne traduit pas qu'un postulat psychologique de «loi du moindre effort», qui en serait le fondement individuel, il subsume aussi des quantités d'observations faites sur la configuration spatiale des échanges de personnes, de produits ou d'information, des flux qui passent entre des «lieux», ces «choses» d'étendue variable, quartiers ou villes, régions ou états du monde. Il attire ainsi l'attention sur la très forte probabilité des dynamiques centre-périphérie, à tous les niveaux d'observation de l'organisation spatiale des sociétés, du fait de leurs relations d'échange et d'interaction, en termes de proximité mais aussi de connexité.

C'est en raison de leur conception de la complexité conduisant à la formation d'identités locales ou territoriales singulières, aux trajectoires irréversibles marquées *d'enchaînement historique* (ou «dépendance à la trajectoire») que la plupart des géographes préfèrent considérer, non pas tant l'universalité de ce modèle gravitaire, mais sa trivialité, en faisant leur miel des résidus plutôt que du modèle lui-même, qui est alors employé comme filtre de ce qui reste à découvrir dans l'organisation des échanges, et qui est révélateur de ces idiosyncrasies locales, ou qui parfois fait apparaître de nouvelles régularités

géographique de Liège 40(1), 2001, p. 5-13. Hélène Mathian et Lena Sanders, *Objets géographiques et processus de changement. Approches spatio-temporelles*, ISTE Éditions, 2014.

encore inconnues. Par exemple, c'est encore cette fonction de filtre dévolue à un autre modèle, cette fois dit des «lois d'échelle» (*scaling laws*), qui est retenue par Olivier Finance pour analyser les localisations des emplois créés par les firmes étrangères investissant en France, au niveau des établissements⁴. La modélisation lui permet d'identifier et de spécifier des facteurs d'attraction des territoires inattendus et de montrer que les effets de la mondialisation ne se limitent pas aux métropoles mais influencent de façon différenciée les trajectoires urbaines, selon la taille des villes, leur région d'appartenance et la nature de leurs activités. L'usage du modèle évite d'être hypnotisé par une prétendue «universalité» de ces «lois» qui permettraient de «résoudre la ville⁵» comme certains modélisateurs américains se sont plu à le laisser entendre à des journalistes...

Il faut invoquer en effet aussi une autre incitation à modéliser en géographie: la «demande sociale», abondante, pour les cartes, s'est vue renforcée et amplifiée dans les années 1990 par l'invention des systèmes d'information géographique, qui permettent de gérer et de croiser des informations de sources très différentes dans un même territoire. Peu à peu généralisés dans les collectivités territoriales et les entreprises, ces outils de gestion des informations localisées, d'abord utilisés surtout pour produire des cartes, sont devenus des instruments de modélisation, couplés à des automates cellulaires ou à des modèles de simulation⁶. L'accroissement de la puissance des matériels informatiques, la programmation d'algorithmes évolutionnaires et la distribution des calculs sur grille ont démultiplié la capacité des modèles à valider la représentation de scénarios et à mesurer leur probabilité. La plateforme OpenMOLE⁷ a ainsi permis de valider des hypothèses de la théorie évolutive des villes, et a donné l'occasion à des géographes de proposer une nouvelle méthode de construction progressive d'une série de modèles traitant du même problème, des

[4] Olivier Finance, *Les Lois d'échelle comme filtre: intégration différenciée des villes dans les réseaux des firmes étrangères après filtrage du facteur taille*, thèse de doctorat, Université Paris 1, 2016.

[5] Johann Lehrer, "A physicist solves the city", *The New York Times Magazine*, December 17th, 2010.

[6] Michael F. Goodchild, "GIS in the Era of Big Data", *Cybergeo: European Journal of Geography*, 25 avril 2016, <http://cybergeo.revues.org/27647>.

[7] Romain Reuillon, Mathieu Leclaire, Sébastien Rey-Coyrehourcq, "OpenMOLE, a workflow engine specifically tailored for the distributed exploration of simulation models", *Future Generation Computer Systems* 29(8), 2013, p. 1981-1990.

plus simples aux plus riches en termes de mécanismes intégrés et de représentation de l'environnement⁸. Fort justement, Franck Varenne souligne l'intérêt des géographes à fouiller le *simulat*, terme qu'il propose d'adopter pour le résultat des calculs effectués, afin de hiérarchiser les mécanismes du modèle en fonction de l'évaluation de la qualité du calibrage.

Si cet ouvrage passionnera les géographes c'est que son auteur ne s'est pas contenté d'instrumentaliser la géographie pour simplement tester ses propres modèles de classification de modèles, ou de processus d'histoire des sciences. Il témoigne d'un intérêt certain, voire d'une profonde empathie pour la discipline, qui l'a conduit entre autres à mener une enquête originale, particulièrement détaillée et instructive, sur la démarche empruntée par le géographe suédois Torsten Hägerstrand et sa réflexion épistémologique accompagnant sa création théorique autour de la diffusion spatiale des innovations. Franck Varenne réussit là un morceau d'anthologie dans la finesse de restitution d'un processus intellectuel d'observation et de modélisation conduisant à une théorisation.

Certes, parler des théories et des modèles d'une discipline ne relève pas de la même intention, s'il s'agit de traiter de la curiosité pour l'objet, de l'intérieur, comme le ferait un géographe qui met en pratique des modèles et des théories pour répondre à cette forme de questions qui au fil du temps s'est appelée géographie, ou s'il s'agit de rendre compte de ce que font les géographes, de l'extérieur, comme peut le faire un philosophe ou un épistémologue. Les étiquettes d'ailleurs importent ici assez peu, puisqu'un géographe aussi peut être amené à interroger des pratiques de théorie et de modélisation, ou les siennes propres⁹.

Franck Varenne tend aux géographes un miroir aux multiples facettes dans lequel ils ne se reconnaîtront peut-être pas toujours, tant est spécifique le langage de l'épistémologie contemporaine : ainsi me laisse un peu perplexe une catégorisation de mes premiers travaux sur la hiérarchie urbaine comme étant « la synthèse du positivisme et d'une épistémologie conceptualiste réformée sous la forme applicative

[8] Clémentine Cottineau, Paul Chapron, Romain Reuillon, "Growing models from the bottom up. An evaluation-based incremental modelling method (EBIMM) applied to the simulation of systems of cities", *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)* 18(4), 2015.

[9] Voir Sébastien Rey-Coyrehourcq, *Une plateforme intégrée pour la construction et l'évaluation de modèles de simulation en géographie*, thèse de doctorat, Université Paris 1, 2015.

d'une modélisation intégrative à analogie thermodynamique»! Mais, en épistémologie comme dans la vie, l'histoire donne souvent raison au proverbe paradoxal «Le pire témoin est celui qui était là». Pourtant, il est normal de faire quelquefois mentir le proverbe et ce n'est pas une critique que de relever une petite inexactitude dans la restitution de l'histoire proposée par cet ouvrage quant à la reconnaissance «tardive» de l'importance des travaux de Hägerstrand, dont les modèles furent pourtant enseignés aux étudiants de 2^e année de l'Institut de géographie dans l'Université Paris 1 dans un cours construit par Denise Pumain dès... 1972! La connaissance de ces travaux m'avait été transmise, après quelques aperçus bibliographiques à l'Université de Montréal dès 1970, par les enseignements d'une géographe américaine, Wanda Herzog, invitée par Philippe Pinchemel à l'Université Paris 1 pendant l'année universitaire 1971-1972, dans un séminaire passionnant mais hélas peu fréquenté, auquel assistait également Marie-Claire Robic. Mon cours-TD de l'année suivante, dont il subsiste quelques traces, comportait déjà un exercice en forme de jeu de simulation d'une diffusion en tache d'huile, avec construction d'un champ moyen d'information et tirage aléatoire de nombres sur une grille de localisations. Par la suite, Thérèse Saint-Julien fut associée à ce cours, et elle apporta une application très originale de la théorie de Hägerstrand pour résumer la politique de décentralisation industrielle française comme processus de diffusion spatiale, dans l'ouest de la France notamment, différencié selon la nature des activités et la réceptivité des lieux. Il ne s'agit pas ici de chicaner Franck Varenne, dont il faut au contraire saluer la vigilance à l'égard des sources historiques, qui ne se laisse guère prendre en défaut dans l'ensemble de l'ouvrage, mais de profiter avec lui d'une occasion d'attirer l'attention sur un auteur que, par exemple, Antony Giddens (dans son ouvrage sur la structuration de la société) n'a pas hésité à intégrer à sa construction théorique en sociologie, autour du concept de «régionalisation».

Cette anecdote (dont on me pardonnera, je l'espère, le risque de donner dans la suffisance et l'autosatisfaction) nous parle aussi d'un temps où le souci de laisser des traces n'était pas aussi aigu qu'aujourd'hui, où l'importance d'être novateur n'était pas nécessairement chevillée au déclaratif des réponses aux programmes de recherche, dans cette course éperdue à l'innovation du *publish or perish*, devenue avec Internet le *be visible or vanish*, où les États-Unis avaient déjà bien des longueurs d'avance sur la vieille Europe. Cette manière de

construire la science, parfois par trop destructive de ses mémoires, sera peut-être modifiée par l'innovation technologique, dont la modélisation numérique ne nous a pas encore livré toutes les conséquences épistémologiques. Les idées de science ouverte, d'expérience reproductible, de science partagée font peu à peu leur chemin devant le gaspillage d'énergie que représentent tellement de portes ouvertes enfoncées, de fausses nouveautés et d'oublis ravageurs – sans parler des déserts de bibliothèques emplis des ossements de modèles abandonnés, souvent jamais expérimentés ! Dans cette ouverture, les géographes se retrouvent encore en première ligne, car les nouvelles données des *big data* ont pratiquement toutes la propriété d'être « géolocalisées », et impliquent donc dans leur traitement l'emploi de modèles géographiques. Les simulations passent désormais par des « applications ». L'importance pratique et sociale de la « première loi de la géographie » n'est plus à démontrer, quand on la retrouve dans les « applis » de tous les « smartphones », dans les poches de milliards de personnes sur la planète qui se trouvent donc disposer en temps réel, au sens de Hägerstrand, d'un champ moyen d'information ainsi individualisé...

Lisez l'ouvrage de Franck Varenne, qui nous aide à montrer comment la réflexion de cette science de la modélisation géographique s'est construite et à en tracer une mémoire organisée.

Paris, le 19 octobre 2017.