

la carrière de la notion de *cluster*, qui fut d'abord un concept de la géographie industrielle puis un outil cognitif de conception de programmes de réforme des structures de recherche et d'enseignement. Les auteurs insistent sur l'ambiguïté de ce concept et sur les multiples manières dont il est opérationnalisé dans des projets de politique de l'innovation, et relèvent que la malléabilité du terme en fait un outil essentiel de légitimation pour les gestionnaires de la recherche et de l'innovation (c'est le cas du pôle [scientifique et technologique] Paris-Saclay où cette flexibilité a permis d'inclure des institutions d'enseignement supérieur dans le périmètre du projet). Le chapitre 4 documente la prédominance d'une représentation processuelle et linéaire de l'innovation parmi les étudiants d'une école de gestion, tandis que le chapitre 8 se concentre sur une autre prescription, l'interdisciplinarité, elle aussi typique de la gestion de l'innovation, en prenant pour exemple les interactions avec les patients, nouvelle norme des projets de recherche en santé mentale.

La notion d'idéologie peine à fournir le cadre d'ensemble à l'ouvrage, et notamment aux chapitres de la première partie. Certes, les contributions partagent avec l'introduction un profond scepticisme ainsi que beaucoup d'ironie à l'égard de ce discours dominant qui semble incapable d'enregistrer ses limites, ses échecs et les problèmes que les politiques d'innovation génèrent. La notion d'idéologie n'est toutefois pas définie. Il naît donc un doute dans l'esprit du lecteur : faut-il comprendre que la théorie de l'acteur-réseau, la notion de *cluster*, l'interdisciplinarité, la participation des patients à la recherche participent d'une seule et même idéologie ? La limite de la notion est qu'elle ne s'articule pas à ces dispositifs et concepts concrets. Ces objets auraient d'ailleurs pu être discutés en prenant en compte le fait que l'innovation existe largement à travers des « modèles » (linéaire, distribué, par le bas, social...) dont le caractère très complexe – ils sont à la fois descriptifs et prescriptifs, représentationnels et performatifs – constitue une question récurrente dans les *innovation studies*. On a l'impression que l'ouvrage surjoue quelque peu la dénonciation des effets de pures idées, sans renseigner sur leurs effets pratiques et leurs limites, c'est-à-dire sur le degré de croyance dans les modèles de l'innovation dans différents contextes. Par exemple, l'analyse sarcastique des « Doctoriales », cette formation destinée à l'insertion professionnelle des doctorants, aurait été plus convaincante si elle avait examiné qui participe et qui croit aux Doctoriales, et ce que ce genre d'événement produit sur les carrières des participants. L'étude du discours sur le « vide juridique » (chapitre 6) – selon lequel le droit établit avec retard les règles concernant de nouveaux produits ou de nouvelles activités et freine l'innovation – aurait gagné, elle aussi, à être replacée dans le contexte des processus effectifs de

construction des cadres réglementaires pour les nouvelles technologies. Cela aurait notamment permis de décrire la variété des stratégies industrielles à l'égard de la réglementation, de l'usage des instruments non normatifs (comme le montre le chapitre 11), à l'extension ou au raccordement de cadres réglementaires existants (nanotechnologies, biotechnologies, médicaments innovants). Les chapitres sur le concept de *cluster* ou sur les théories des *science and technology studies* reprises dans le discours sur l'innovation semblent, eux, surestimer la performativité des sciences sociales et l'influence des concepts incriminés sur les politiques en question.

Il reste donc une assez grande distance entre les deux parties de l'ouvrage qui, en dépit de sa richesse, ne tient pas vraiment son « pari » de « recadrer l'innovation » (p. 20). Le paradoxe est qu'il laisse entendre que l'idéologie de l'innovation a un pouvoir directionnel, alors même que la capacité à piloter et à diriger l'innovation est elle-même mise en question dans les *innovation studies*. On pourra approcher l'ouvrage avec profit pour la variété des différents chapitres portant sur différents aspects de l'innovation, souvent discutés dans des littératures qui ne se parlent pas, ici rassemblés. Il a le mérite de mettre à l'agenda de la recherche ce que les *innovation studies* appellent depuis longtemps le « *pro-innovation bias* », objet d'un ouvrage²⁰ tout récent, sans toutefois armer la sociologie critique qu'il appelle de ses vœux.

David Demortain

(Inra, UMR9003 Lisis, Marne-la-Vallée, France)

demortain@inra-ifris.org

Théories et modèles en sciences humaines. Le cas de la géographie

Franck Varenne

Éditions matériologiques, 2017, 644 p.

Après avoir traité des modèles et des simulations des plantes en biologie, botanique et agronomie, Franck Varenne s'attaque maintenant au cas de la géographie « qui décontenance et décourage souvent les philosophes des sciences par l'aspect disparate de ses méthodes » (p. 17). C'est cette diversité des méthodes dans un domaine scientifique unifié dans ses problématiques qui motive le livre. Il s'y ajoute la dimension spatiale des phénomènes étudiés, qui conduit à donner plus d'importance aux simulations qu'aux modèles mathématiques. Bien qu'il soit difficile, dans les sciences sociales, d'affirmer l'existence de lois, conçues comme une connexion régulière entre deux ordres de faits, on

²⁰ Godin B., Vinck D. (Eds), 2017. *Critical studies of innovation: alternative approaches to the pro-innovation bias*, Cheltenham, Edward Elgar.

peut citer en géographie les travaux de Walter Christaller sur la relation entre la taille des villes et le nombre de fonctions urbaines qui s'y trouvent, ceux de William Reilly sur la concurrence entre les zones de marché en fonction des temps d'accès, ou encore les lois de probabilité appliquées par Torsten Hägerstrand à la diffusion spatiale des innovations. Un énoncé universel ne peut toutefois être qualifié de loi s'il n'est pas porté par une théorie qui explicite des facteurs causaux. Le problème vient de ce que les « *patterns* » géographiques correspondent à la juxtaposition dans l'espace de phénomènes répondant à des logiques différentes. De ce fait, la recherche de théories tend à être remplacée par la recherche de mécanismes, moins ambitieux que des théories, et dont la validité peut n'être que locale. Des expérimentations peuvent conduire à représenter iconiquement des règles d'interaction sans qu'il y ait nécessairement un passage par une représentation analytique préalable. L'auteur rappelle que le géographe Pierre George affirmait ainsi, en 1964 « qu'il ne peut y avoir à proprement parler de loi géographique, car le géographe doit travailler simultanément à toutes les échelles puisque cette superposition circonstancielle de mécanismes en une situation singulière nécessite cette approche multi-échelles. Cette considération simultanée interdit au géographe de contribuer à la constitution d'une authentique loi, c'est-à-dire d'une loi qui serait à la fois constante, nécessaire, universelle et causale²¹ ».

Historiquement, la révolution quantitative a été intense dans les années 1960. Richard Chorley écrit en 1962 que la théorie générale des systèmes « fournit des méthodes de résolution des problèmes dont on peut dire qu'elles ont été créées pour la géographie ». Si les techniques d'analyse multivariée étaient disponibles dès les années 1920, il a fallu attendre la diffusion informatique pour qu'elles soient appropriées par les sciences sociales, par la démographie d'abord puis par l'économie. Le fil directeur de l'analyse de F. Varenne est que l'hétérogénéité des objets de la géographie ainsi que le rôle de l'espace ont pu finalement être pris en compte par le « *computer*²² » mieux qu'ils ne

pouvaient l'être par l'utilisation initiale de l'ordinateur dans une approche purement mathématique et la recherche de lois.

Le passage de la loi aux modèles est parfaitement analysé à propos du questionnement sur les fondements théoriques de la « loi gravitaire » appliquée à la hiérarchie des villes. La formule $P_1 P_2 / d^2$ sert à exprimer les interactions entre deux villes, mais la masse peut être mesurée de manière très différente en fonction de la question posée : le taux d'emploi, le revenu moyen, le niveau d'éducation ou de santé peuvent être plus significatifs que la seule population. C'est la question de la signification de la « force » expliquant l'interaction, donc celle de la nature de la « cause », qui se trouve posée. De nombreuses études empiriques montrent, après ajustement, que l'exposant de la distance peut varier de 0,689 à 2,6. Dans un article de 1962, David Huff propose de considérer le concept de gravité comme un modèle, dont la forme générale peut être symbolisée ainsi : $F_{ij} = a A_j / D_{ij}^b$, où F_{ij} est la fréquence attendue d'interaction en un point i , créée par l'attraction de la destination j , A_j étant l'attraction de la destination j , D_{ij} la distance du point d'origine i au point de destination j , et a et b des constantes. Le modèle de gravité est conçu pour rendre compte de grands groupes de personnes. S'il est partitionné en différents sous-groupes, il faut l'ajuster par des pondérations différentes et il faut aussi ajuster l'exposant de la distance en fonction de la nature des trajets. Ces trajets peuvent être différents selon les choix individuels, ce qui amène Huff à concevoir un modèle probabiliste, où $P(C_{ij})$ est la probabilité qu'un consommateur habitant sur une zone i aille au centre commercial situé dans la zone j , S_j étant la surface de vente de la zone j et T le temps de trajet. S_j / T_{ij}^a est évalué en probabilité de la totalité des trajets des habitants de toutes les zones, soit : $P(C_{ij}) = (S_j / T_{ij}^a) / [\sum_{j=1}^n (S_j / T_{ij}^a)]$. Dans un tel modèle il faut considérer chaque zone séparément et faire la somme, pour chacune, de toutes les probabilités $P(C_{ij})$ chaque fois pondérées par les surfaces de vente et les modes de transport.

F. Varenne donne une autre illustration de ce passage d'une théorie empirique à une démarche de modélisation, la fameuse loi « rang/taille » de Zipf (1949). La distribution des tailles des villes montre qu'il existe un petit nombre de grandes villes, davantage de villes moyennes et plus encore de petites villes. Cette distribution, qui suit des régularités mesurables, coexiste avec une autre théorie, celle des « lieux centraux » de W. Christaller. Cette dernière, note l'auteur un peu ironiquement, « a été à elle seule une bannière de ralliement » pour les premiers géographes théoriciens parce qu'elle représentait pour eux à la fois un symbole, une source d'espoir et d'inspiration. La loi rang/taille et la théorie des lieux centraux décrivent le même phénomène, mais la loi rang/taille suppose une

²¹ George P., Guglielmo R., Kayser B., Lacoste Y., 1964. *La géographie active*, Paris, Presses universitaires de France, p. 32.

²² « Au lieu du mot vieilli d'*ordinateur* », l'auteur indique en note (p. 18) qu'il « préfère désormais recourir, faute de mieux, au quasi-anglicisme *computer*. Le retour à ce terme peu usité, mais assurément plus générique, s'impose plus que jamais à l'heure des sciences computationnelles (et non « numériques » ni « ordinatoires ») et des différents tournants computationnels (et non « ordinatoires ») que connaît la science. Le terme ordinateur avait originellement été repris dans ce contexte pour désigner une machine à ordonner et à traiter de l'information. L'usage comme *ordinateur* d'un *computer* n'en est qu'un parmi d'autres aujourd'hui. ».

distribution continue des tailles de villes, tandis que la théorie des lieux centraux déduit une distribution en paliers où toutes les villes appartenant au même niveau hiérarchique ont la même taille. Les irrégularités de la loi rang/taille s'expliquent par le fait que la probabilité qu'un nouvel individu vienne rejoindre une ville est proportionnelle à la population de cette ville ou d'une ville de même taille. Denise Pumain propose donc un ajustement selon une loi log-normale, la « loi de l'effet proportionnel²³ ». Les lois statistiques sont certes des outils de mesure des dynamiques mais, si ce sont des lois internes aux théories mathématiques, on ne peut pas dire que ce sont des lois géographiques. La compréhension des causes profondes de l'évolution des systèmes urbains impose une infrastructure générale de modèle d'hypothèse, ce qui conduit à revenir à la théorie des lieux centraux, en couplant cette dernière avec des modèles dynamiques. Le modèle d'Allen et Sanglier, développé en 1976 à l'Université libre de Bruxelles, est un ensemble de modules ayant chacun la forme d'un système d'équations entre variables. Il prend en compte la théorie de la base économique en introduisant des aspects stochastiques, par exemple sur l'apparition des innovations, et des fluctuations pouvant engendrer des bifurcations, aboutissant ainsi à une situation d'auto-organisation.

Le caractère spécifique des données géographiques tient à leur lien avec la localisation spatiale. Ce lien peut être bien mis en valeur par l'analyse des « surfaces de tendance », c'est-à-dire par une régression multiple qui donne le rôle décisif de variable indépendante à chacune des deux coordonnées x et y , latitude et longitude, de l'espace physique. L'ajustement des valeurs observées z_i par un polynôme du premier degré : $z_i = ax_i + by_i$ définit une surface plane où a et b représentent l'inclinaison du plan selon les directions de chacune des coordonnées géographiques. On peut compliquer l'équation de régression en ajoutant des termes de degré plus élevé au polynôme. Ainsi, $z_i = ax_i + by_i + cx_iy_i + dx_i^2 + ey_i^2$ définit une surface quadratique qui permet de représenter les variations selon des structures paraboliques qui font apparaître des tendances vers la

croissance ou la décroissance selon le déplacement dans le plan x, y .

Cette dépendance spatiale des données géographiques est un problème pour l'emploi des méthodes statistiques traditionnelles, qui supposent que les variables soient indépendantes. Si l'on veut appliquer les tests statistiques traditionnels, il faut retirer l'auto-corrélation spatiale des données en remplaçant la valeur de x_i par une pondération avec les valeurs proches $\sum_j d_{ij}^{-a} x_j$, avec d_{ij} la distance entre les zones géographiques, et a le paramètre de friction de la distance du modèle gravitaire. L'analyse des coefficients d'auto-corrélation spatiale permet d'établir dans quelle mesure les unités spatiales d'une région ont tendance ou non à se ressembler à cause de leur proximité.

L'ouvrage se termine par l'approche de Hägerstrand, qui vise à expliquer par un modèle de simulation la diffusion de nouvelles techniques agricoles (mise en herbe, contrôle de la tuberculose bovine) en Suède, localisées à des dates différentes sur des cellules spatiales de 5 km de côté. Toute la population étant informée de l'existence de l'innovation, l'hypothèse, au départ, est que l'adoption de l'innovation par un individu se produit de manière aléatoire, indépendamment de l'adoption par les autres individus. La connaissance de l'information se diffuse ensuite via l'information privée, à intervalles de temps constants. Cette diffusion se fait dans le cadre d'un « champ d'information » (25 cellules centrées sur chaque adoptant de l'information) qui correspond au « champ de migration » observé localement autour de la ville principale. Dans ce champ d'information, qui définit les probabilités de contact en fonction de la distance au centre, un individu sera contacté à chaque itération du modèle, de façon aléatoire selon la méthode Monte-Carlo. L'adoption de l'innovation peut avoir lieu pour certains (les « innovateurs ») après un seul contact, pour d'autres seulement au bout de plusieurs, selon une courbe gaussienne de la répartition des aptitudes à innover. L'intérêt d'une telle modélisation est de faire apparaître des « *patterns* » géographiques à la suite d'une temporalité simulée, et surtout de montrer que modéliser en partant de l'échelle de l'individu ne condamne pas à la microgéographie, mais permet d'avoir des résultats valables à une autre échelle, ce qui annonce les modèles à base d'agents développés à partir des années 1990.

On peut regretter que la réflexion n'ait porté que sur les modèles de géographie humaine, d'orientation surtout économique, élaborés dans les années 1950-1980 essentiellement par les chercheurs anglophones, dans la foulée de l'apparition et de l'essor de l'informatique. Elle a laissé de côté la géographie sociale ainsi que la géographie physique, notamment les applications des automates cellulaires, les simulations du ruissellement sur des modèles numériques de terrain, ou celles de la

²³ À la différence d'un modèle de croissance de population des villes qui serait fondé sur une hypothèse de l'effet constant, menant à une distribution gaussienne des populations, on suppose ici que les accroissements de quantité de population des villes, dx , ne sont pas identiques, mais que le taux de croissance dx/x évolue selon le logarithme de x , et que x (la distribution du nombre de villes en fonction de la taille) suit une loi log-normale, la loi de Gibrat, ou « loi de l'effet proportionnel ». Les accroissements de population les plus forts interviennent ainsi préférentiellement dans certaines villes.

diffusion des polluants. Cela ne réduit pas l'intérêt de cet ouvrage d'une très grande clarté, témoignant d'une connaissance approfondie des mouvements scientifiques qui ont traversé la recherche géographique dans la seconde moitié du xx^e siècle. La parfaite maîtrise des apports des techniques computationnelles mise en évidence a conduit à l'éclosion d'une épistémologie

combinatoire, qui est un atout pour l'ensemble des sciences humaines et sociales.

Yves Guermond

*(UMR6266 Idées, Université de Rouen Normandie,
Mont-Saint-Aignan, France)*

yves.guermond@orange.fr