

La diffusion spatiale,  
condition ou dimension intrinsèque  
de l'innovation ?

---

Le concept d'innovation sera envisagé ici dans un sens très large, celui de changement, de passage d'un état à un autre et de mouvement. C'est en effet surtout sur ces aspects que l'analyse géographique peut utilement contribuer au débat. Considérée sous cet angle, l'innovation est d'abord affaire de regard et de point de vue porté sur le réel. Celui que porte l'observateur sur le phénomène en question. Observer, désigner et nommer l'innovation font de celle-ci un objet totalement dépendant du sujet qui l'observe.

Cela dit, la question qui consiste à se demander si l'innovation constitue bien un objet géographique ne devrait pas prêter à discussion. Si nommer et désigner l'innovation expriment un certain regard porté sur le monde, on peut déjà y voir une raison suffisante pour que la géographie humaine s'y intéresse. Mais si l'on ajoute que toute innovation se trouve nécessairement localisée dans l'espace et dans le temps, il est alors essentiel de dresser un état des lieux de la réflexion sur ce sujet en géographie. C'est l'objet de cette contribution, avec une préoccupation centrale pour les problèmes spécifiques de représentation en géographie.

Curieusement, la géographie française est longtemps restée en marge des réflexions théoriques, et plus encore méthodologiques, permettant d'expliquer pourquoi et comment un événement au caractère innovant est apparu ici et pas ailleurs, à telle époque plutôt qu'à telle autre. Cependant, si les écoles suédoises et anglo-saxonnes avaient quelques décennies d'avance sur leurs collègues hexagonaux, il est à noter que ces pionniers ne s'y sont intéressés que lorsque l'innovation a été notablement diffusée dans l'espace ; comme si, au fond, le changement ne pouvait acquérir le statut d'innovation que lorsque l'aire de diffusion du phénomène en question débordait les limites étroites du lieu où il était apparu.

Autrement dit, poser le problème de la diffusion de l'innovation, c'est, d'une certaine manière, poser celui de l'espace et du temps. De deux choses l'une : soit un événement se produit dans un lieu et se diffuse dans l'espace pendant une certaine durée, et nous sommes bien dans le contexte requis pour parler d'innovation ; soit l'événement se produit effectivement mais, faute de diffusion, reste sans suite. La notion de spatialité est alors réduite à un lieu – un point sur une carte – et celle de temporalité à une date – un point dans le temps.

Ces quelques propos introductifs expliquent pourquoi il sera beaucoup moins question d'innovation (ou même de diffusion spatiale de l'innovation), que de diffusion spatiale pure et simple. En effet, dès lors que l'on considère que tout phénomène de diffusion dans l'espace est potentiellement porteur de changement (puisqu'il crée une situation nouvelle par rapport à la période antérieure), il devient possible de « circonscrire » le débat à la seule analyse des formes de diffusion spatiale et ce, quel qu'en soit l'objet.

L'analyse de la diffusion spatiale d'un phénomène pose donc des problèmes spécifiques de perception, de représentation et de modélisation de l'objet. Or, on observe que s'il est relativement aisé de faire le constat d'un changement de localisation d'un objet d'un point vers un autre, il est en revanche beaucoup plus difficile de mesurer précisément les modalités spatio-temporelles de ce mouvement. Autrement dit, les points de départ et les points d'arrivée sont en général facilement identifiés, tandis que l'intervalle de temps qui sépare ces deux lieux reste beaucoup plus mal connu. On peut facilement faire le constat qu'un objet est présent à tel endroit, mais on sait beaucoup moins décrire comment cet objet est arrivé jusque-là. Or, du fait de la nature variable des phénomènes qui se prêtent au processus de diffusion, il est d'autant plus essentiel d'en analyser les vecteurs que ceux-ci conditionnent les techniques de représentation cartographique qu'il sera possible d'employer.

## APPRÉHENDER LA DIFFUSION SPATIALE

---

Les exemples de phénomènes en expansion à la surface du globe sont infinis. Sans doute, tous ne relèvent pas de l'idée que l'on peut se faire de l'innovation, mais on leur trouve cependant un point commun : celui de la répétition dans l'espace et de la succession dans le temps du phénomène observé dans des lieux différents. Dans le cas de la diffusion spatiale, cet objet est diffusé par « reproduction » de l'objet initial. Autrement dit, si l'objet est bien de même nature et de même type, ce n'est pas pour autant le même objet mais seulement son « double », sa copie.

Pour illustrer ce propos, prenons l'exemple de la croissance de la consommation du coca-cola dans les pays du Tiers Monde. Au gré des circonstances politiques et économiques qui prévalent dans chacun des pays que la firme nord-américaine souhaite conquérir, chaque année, de nouvelles usines de fabrication et de mise en bouteille

gagnent de nouveaux territoires. Partout, sous le contrôle vigilant de la maison-mère, on s'applique à reproduire la « recette » avec des ingrédients de même type (eau, sucre... extrait importé des États-Unis). C'est la première étape de la diffusion de la marque dans un pays, mais dans le même temps il reste à créer le marché. Pour ce faire, rien de plus simple : campagne publicitaire massive mais, surtout, démarchage systématique des chauffeurs dans tous les villages accessibles par camion. Ainsi, l'offre précède la demande mais atteint progressivement tous les points du territoire, étape qui marque le succès d'une diffusion rondement menée.

Cet exemple montre que les modalités de diffusion d'un objet dans l'espace sont constitutives de l'objet lui-même ; en termes économiques, on connaît l'importance de cette observation puisque la valeur relative d'un objet incorpore le coût de sa diffusion. Autrement dit, quel que soit l'objet, on peut établir comme règle que la manière dont il a été diffusé dans l'espace renseigne sur ce que l'on peut appeler l'environnement indissociable de l'objet, voire sur l'objet lui-même. Pour prendre un autre exemple, il n'est pas de maladie qui ne soit correctement décrite si les voies de transmission de cette maladie ne sont pas elles-mêmes décrites ; par conséquent, s'il est vrai que l'étude des modalités de la diffusion spatiale ne permet pas de percevoir et de décrire tout l'objet, son étude demeure néanmoins essentielle et ne peut être écartée.

D'autre part, la nature très différente des objets exige également d'envisager les moyens empruntés pour leur diffusion dans l'espace. Dans le cas des objets immatériels (mouvements d'idées, flux d'information...), certains instruments modernes de transmission – principalement les émetteurs de radio ou de télévision – permettent une diffusion aréolaire, immédiate et simultanée en tous points de l'espace couvert. Au même instant et en tous lieux, tous les habitants proches de l'un ou l'autre de ces moyens de diffusion recevront la même information. Celle-ci, transmise par la voie d'ondes concentriques, ne suit aucun itinéraire particulier. D'ailleurs, la notion de temps étant mise à mal par la simultanéité de l'émission et de la réception, celle d'espace n'existe que grâce à la portée limitée des émetteurs. À noter cependant que si la modalité de la diffusion est bien de type aréolaire, la réception de l'objet n'est possible que si l'on dispose du capteur approprié : un poste de radio ou de télévision ; objets matériels par excellence qui, comme on va le voir, impliquent une toute autre forme de diffusion.

Mais tous les objets immatériels n'empruntent pas ces seuls vecteurs puisqu'ils demeurent encore largement tributaires des seuls sens dont l'homme dispose. La vision, la parole et l'écrit restent les moyens privilégiés de ce flux d'information et, même s'il est vrai que certai-

nes techniques de diffusion de l'information (téléphone, télécopie, messagerie électronique...) n'impliquent pas forcément de contact direct entre la source d'information et son destinataire, la diffusion dans l'espace emprunte des circuits linéaires. À la différence des moyens précédemment envisagés, le chemin choisi (donc le destinataire) est fonction de la source d'information; je décide d'annoncer la nouvelle à telle personne plutôt qu'à telle autre et je retiens le « chemin » qui correspond à cet objectif (je regarde la personne à laquelle je m'adresse ou bien encore je compose son numéro de téléphone). Dans tous les cas, la diffusion de cet objet immatériel (la nouvelle) part d'un lieu précis et emprunte un itinéraire particulier pour atteindre son but.

Cette dernière modalité nous amène sans transition à la diffusion des objets matériels, qui elle, invariablement, renvoie comme dans le cas précédent à un espace vectoriel fait de nœuds et d'arcs. Pour diffuser le coca-cola, il faut certes des usines, des hangars de stockage et des points de vente (les nœuds); mais il faut aussi des réseaux de distribution en gros, demi-gros et détail (les camions circulant sur les routes) pour approvisionner les nœuds. Autrement dit, la diffusion spatiale d'un objet matériel emprunte toujours des moyens linéaires (les arcs) qui, lorsqu'un certain niveau d'organisation est atteint, se hiérarchisent en réseau.

Une fois réalisée l'étude des moyens de diffusion, aréolaires ou linéaires, le souci de représenter au mieux le phénomène de diffusion devrait impliquer que la cartographie de cette diffusion spatiale tienne compte de cette distinction. Dans la pratique, du fait de la nature et de la qualité des données utilisées, la représentation cartographique de ce type d'information est souvent source de nombreuses ambiguïtés. En effet, dans la mesure où la diffusion des phénomènes analysés emprunte le plus souvent des itinéraires parfaitement définis, la logique devrait être de porter une attention soutenue au squelette du réseau (les arcs et les nœuds); or, nous allons voir que les choses ne sont pas si simples.

## REPRÉSENTER LA DIFFUSION SPATIALE

---

En toute rigueur, représenter la diffusion spatiale, c'est simplement raconter un processus, une histoire. C'est d'abord parler d'émergence d'un phénomène et c'est dire, en nommant des lieux et en fixant des dates, comment ce phénomène a progressivement colonisé une autre portion d'espace. Pour que cette « histoire » soit comprise,

autrement dit pour que la diffusion ait bien lieu, il va de soi que cette émergence doit être identifiée comme telle puis admise par une part significative du corps social. Autre consensus obligé, les référents spatio-temporels doivent être collectivement partagés, ce qui signifie que les lieux cités doivent être connus de tous – c'est-à-dire au minimum situés – et que la référence au temps évoque un sentiment identique de durée. Ce rappel est sans doute banal... mais au regard de la diversité culturelle des sociétés du Tiers Monde, on aurait tort d'oublier ces évidences.

Du côté des géographes, tenter de représenter la diffusion spatiale d'un objet par une carte, c'est raconter cette histoire autrement ; non plus par la parole ou l'écrit, mais en dessinant une image, sans se cacher que cette forme de représentation est à bien des égards fortement réductrice. La carte présente toutefois l'avantage d'apporter une information difficilement représentable par d'autres techniques : celle de la position relative des lieux (et des itinéraires). Cartographier la diffusion, c'est donc représenter des lieux et des dates. Je ne m'étendrai pas sur les techniques graphiques employées (succession de cartes en fonction d'un pas de temps déterminé, choix de trames et de couleurs adaptées) pour insister davantage sur la question de l'échelle de représentation et de son corollaire, la précision des données.

À ce propos, l'exigence de rigueur, le souci d'exhaustivité conduisent à penser qu'une représentation satisfaisante de la diffusion spatiale passe forcément par le recensement de l'information permettant de décrire le phénomène. La première condition de toute analyse des phénomènes de diffusion sera donc de disposer de séries historiques localisées suffisamment étoffées pour, d'une part, repérer l'émergence du phénomène et, d'autre part, pour décider qu'il est utile et possible d'en représenter l'extension dans l'espace.

Dans la pratique, il est rarissime de pouvoir disposer d'une information exhaustive, et c'est tant mieux. Car, en fait, prétendre à l'exhaustivité, c'est s'attaquer à l'impossible. C'est prétendre mesurer intégralement le réel en pensant qu'il s'agit de la condition *sine qua non* pour décrire celui-ci. Pour prendre un exemple concernant les transferts d'échelle, évoquons les mouvements migratoires. Si l'on analyse correctement la nature de ce phénomène, il apparaît que la migration de population est une question gigogne qui renvoie à la fois à un groupe (la population), mais aussi à un groupe constitué d'individus (les migrants). Dès lors, toute la question est de savoir ce que l'on souhaite analyser : le déplacement du groupe ou celui des migrants. Dans ce dernier cas, l'exigence d'exhaustivité conduirait à suivre pas à pas, jour et nuit, chacun de ces migrants, depuis son lieu de départ jusqu'à sa destination finale. Mais, ensuite, que faire de cette information ? En supposant que le suivi du mouvement de chacun

des migrants soit techniquement possible, une représentation cartographique de la migration ne présenterait d'intérêt que dans le cas d'un nombre limité d'individus se déplaçant sur un espace relativement réduit (par rapport au moyen de transport employé). De toute façon, se poserait la question du pas de temps choisi (l'heure, le jour, la semaine, le mois...) et de la mise en correspondance des rythmes et des distances parcourues spécifiques à chaque migrant, ce que BARBARY (1994) nomme très justement son « horloge ». En fait, dans la pratique, l'abondance de l'information (lieux et durées de séjour de chacun des migrants) contraint le chercheur à discrétiser ces mouvements continus mais irréguliers en un certain nombre de classes ; des classes établies en fonction de critères variés (lieux de départ ou lieux d'arrivée, période et durée de la migration, etc.).

La diffusion spatiale pose donc les problèmes de la précision des données et de l'échelle de la représentation cartographique. À petite échelle, sur un vaste territoire, la diffusion spatiale peut être envisagée en termes encore très généraux. C'est moins la précision des chemins de la diffusion qui est recherchée qu'une représentation en agrégats spatiaux et temporels susceptibles de mettre en évidence les tendances. La lecture d'une telle carte aboutit à une interprétation préliminaire : dans telle région la diffusion s'est produite, dans telle autre elle n'a pas eu lieu. Dans ce type de carte, même lorsqu'il s'agit de la diffusion d'objets matériels – dont nous avons vu qu'ils empruntaient des itinéraires précis –, il n'est pas rare que le géographe fasse malgré tout le choix d'une représentation aréolaire. Si tel est le cas, la première conclusion qui s'impose est que l'objectif n'était pas tant d'étudier les modalités précises, les processus de cette diffusion, que, plus simplement, d'en visualiser le résultat en fonction d'une partition de l'espace et d'un pas de temps sans rapport direct avec l'objet étudié. Or, force est de constater que c'est à cette échelle que les travaux de modélisation ont surtout abondé. Un exemple classique d'une telle approche est celui de l'introduction puis de la diffusion d'une nouvelle production agricole. Prenons celle de l'arachide au Sénégal.

Une représentation à petite échelle de l'avancée de cette culture consiste à agréger, dans un espace déterminé, l'ensemble des agriculteurs qui ont adopté cette culture durant la période considérée ; l'unité spatiale retenue est en général une division administrative. On admettra que ce découpage de l'espace n'a qu'un rapport très lointain avec la culture de l'arachide qui, elle, renvoie à des agriculteurs et des parcelles. Par ailleurs, à petite échelle, rien n'interdit d'agréger l'ensemble des agriculteurs (ou des surfaces mises en culture) au niveau d'une unité spatiale correspondant à un certain niveau de collecte de l'information (région, terroir, communauté

rurale, etc.). Or, il va de soi que les agriculteurs n'adhèrent pas tous et au même instant à cette innovation. L'agent ultime de l'expansion étant l'agriculteur, la diffusion spatiale de cette culture relève bien d'une structure en réseau, en l'occurrence celui de ses proches. Elle sera pourtant représentée comme s'il s'agissait d'une diffusion en tache d'huile qui ignore tout des processus réels de diffusion. En effet, celle-ci étant le fait d'agriculteurs et éventuellement d'organismes de vulgarisation, rien n'indique *a priori* que la diffusion de la culture de l'arachide se soit produite à la manière d'un « front » continu balayant tout sur son passage. Dans la réalité, il est probable, au contraire, que l'expansion de cette culture ait connu des phases de stagnation, voire de régression, et des sauts brutaux dans l'espace. Pourtant, la plupart des cartes visualisant l'expansion de nouvelles cultures, parce qu'elles sont établies à petite échelle et sur de grands agrégats, donnent l'image d'un processus continu (SAINT JULIEN, 1992 ; GOULD et TÖRNQVIST, 1971).

Autrement dit, bien que le processus soit essentiellement linéaire, on comprend que la représentation zonale reste acceptable dans la mesure où l'objectif d'une telle carte est de montrer le résultat de cette diffusion sur l'ensemble du territoire national, et non pas le processus. L'interprétation de cette carte permettra sans doute quelques conclusions utiles sur les modalités de cette diffusion, mais celles-ci demeureront très générales. Il sera par exemple facile de deviner (avec quelques risques d'erreurs d'interprétation) si cette diffusion s'est réalisée en fonction du seul critère de la distance et de la contiguïté, par simple effet de contagion, ou au contraire par sauts brutaux dans l'espace. Mais cette carte ne dit rien des modalités sociales de cette diffusion, dont l'espace et le temps ne sont que les « supports » contextuels.

À plus grande échelle cette fois, disons au niveau de quelques communautés rurales, il va de soi que ce type de représentation zonale n'est plus acceptable. Dès lors, pour que la diffusion de l'arachide soit correctement décrite, il convient de l'observer de manière plus précise ; soit au niveau des agriculteurs, considérés individuellement, soit, à la rigueur, au niveau d'un groupe social particulier, s'il est avéré qu'une relation étroite peut être établie entre l'adhésion à cette culture et l'appartenance à telle ou telle fraction de la société (des segments de lignage par exemple).

Pour résumer, le choix du type de représentation est, comme toujours, fonction du nombre d'unités spatiales (lieux ou zones) comme du nombre d'observations s'y rapportant (migrants ou groupes de migrants). Dans tous les cas, la discrétisation nécessaire de l'espace conduit à rechercher le meilleur compromis entre ni trop ni trop peu d'informations. La représentation cartographique choisie



dépend donc essentiellement de l'objectif poursuivi ; entre le résultat et les modalités de la diffusion, il faudra de toute façon choisir ce que l'on prétend représenter par la carte. Mais il faudra aussi beaucoup de rigueur et d'honnêteté pour éviter de faire passer l'étude du résultat de la diffusion spatiale pour celle du processus.

Cet ensemble de considérations sur les problèmes de perception et représentation de la diffusion spatiale éclaire d'un jour particulier les recherches qui ont été conduites en géographie en matière de modélisation. Certes, les méthodes de cartographie que l'on vient d'évoquer visent bien à « modéliser » la diffusion spatiale, mais, à la différence des lignes qui suivent, il s'agissait essentiellement de bâtir une carte à partir des seules données existantes. Dans ce cas de figure, on restait encore au niveau du réel observé et non pas à celui de la modélisation d'un réel simulé qui, elle, ouvre des voies à la prospective en extrapolant l'information fournie par des séries historiques incomplètes. C'est dans ce domaine que les progrès de la géographie quantitative ont été les plus significatifs.

## MODÉLISER LA DIFFUSION SPATIALE

---

Entre la période d'émergence et celle d'achèvement du processus de diffusion spatiale, la principale difficulté pour en rendre compte est qu'il s'agit d'un phénomène à la fois continu et irrégulier. S'il en est ainsi, c'est, entre autres, à cause des recompositions sociales. Pour prendre l'exemple de la mécanisation de l'agriculture en France, on imagine aisément que cette innovation majeure ne s'est pas produite de façon linéaire et régulière aussi bien dans l'espace que dans le temps. Dans la pratique, la modernisation de l'agriculture dépendait d'une foule de considérations géographiques, sociologiques et économiques qui faisait de chaque région, chaque commune et chaque agriculteur un cas particulier. À l'inverse de cette diversité, parvenir à une modélisation acceptable de la diffusion spatiale c'est poser l'hypothèse qu'il existe des « règles » qui régissent cette diffusion, et cela, malgré les disparités régionales ou locales. La connaissance de ces règles peut éventuellement combler les lacunes de l'information défailante.

Même si les promoteurs de ces modèles n'affichent pas d'entrée une ambition aussi totalisante, l'enjeu reste bien de tout vouloir expliquer par l'espace ; c'est bien sûr la raison pour laquelle ils s'emploient à dégager des règles et des « lois spatiales » susceptibles d'intervenir dans les processus de diffusion. En fait, tous les efforts produits

pour modéliser la diffusion spatiale reposent sur l'hypothèse simple, mais forte, du rôle essentiel de la distance. Suivant cette idée, pour simplifier, il y aurait objectivement plus de chance pour que la diffusion d'un objet se propage à partir d'un point par contagion de proximité plutôt que dans des régions très éloignées du lieu d'émergence.

Pourtant, si la modélisation n'échappe pas au danger de démontrer qu'une chose est vraie parce qu'on la tient pour vraie, les nombreuses recherches visant à affiner et « calibrer » les modèles, ont profondément et durablement marqué la discipline : car, et ce n'est pas le moindre des intérêts de la modélisation, les méthodes quantitatives les plus stimulantes présentent ceci d'attrayant qu'elles constituent des outils précieux confirmant que la diffusion ne s'inscrit pas toujours dans un espace métrique (PAELINCK et SALLEZ, 1983) et que, tout au contraire, les lois de la distance et de la proximité sont parfois mises en défaut. Autrement dit, c'est souvent lorsque le modèle semble défaillant, notamment lorsque la diffusion ne se produit pas là où elle était attendue, que la recherche produit ses meilleurs résultats. Parlons donc de méthodes.

## *Les modèles gravitaires*

Les premiers modèles se sont inspirés des analogies que l'on peut observer entre les phénomènes de diffusion spatiale et la loi de la gravitation. Dès 1929, Reilly s'inspirait de la théorie de Newton en retenant l'idée que le mouvement entre deux lieux serait proportionnel au produit de leurs populations (les masses) et inversement proportionnel au carré de la distance qui les sépare ; expression que l'on peut formuler de la façon suivante :

$$M_{ij} = P_i P_j / d_{ij}^2$$

où :

$M_{ij}$  = l'interaction entre les centres  $i$  et  $j$ ,

$P_i$  et  $P_j$ , les masses des deux centres,

et  $d_{ij}$ , la distance qui les sépare.

Si les concepts associés à la gravitation ont été rapidement adoptés, de nombreuses tentatives pour améliorer ce modèle sont parties du constat qu'il fonctionnait plus ou moins bien selon les régions et le type d'objet étudié. Une autre méthode, inspirée de la loi de Pareto, a également souvent été employée :

$$M = a/D^b$$

où  $M$  est le nombre d'objets en déplacement ramené à sa population type,  $D$  la distance,  $a$  et  $b$  des constantes. De nombreux travaux ont discuté de la valeur de ces constantes, mais tous, selon HAGGETT (1973) témoignent que l'hypothèse du carré inverse de la distance reste une approximation très utile. Néanmoins, toutes les formules

inspirées du modèle de gravitation présentent un certain nombre de difficultés. On ne s'attardera guère ici sur la masse et la distance qui peuvent être envisagées de diverses manières<sup>1</sup> pour s'intéresser davantage aux modèles qui tiennent compte des effets de complémentarité régionale.

Reprenant le concept du *push-pull* inspiré de la théorie économique, l'hypothèse consiste à prendre en compte le différentiel d'attractivité et donc de complémentarité régionale. Tout le problème consiste alors à déterminer la force d'attraction, valeur éminemment variable selon les sujets et les lieux considérés. Dans le modèle de gravitation défini par l'inverse de la distance, ISARD *et al.* (1960) introduisent cette complémentarité régionale de la façon suivante :

$$M_{ij} = (P_j/d_{ij}) \times f(Z_i)$$

où :

$f(Z_i)$  est une fonction de  $Z_i$ ,  $Z_i$  mesurant la force d'attraction dirigée vers  $i$ .

## Les modèles de diffusion

C'est entre les deux guerres, aux États-Unis, que l'étude des phénomènes de diffusion en géographie a pris son véritable essor. Sous l'impulsion de Carl Sauer, l'école de Berkeley a fourni les premiers travaux significatifs. C'est ensuite un groupe de géographes suédois, s'appuyant sur de longues séries historiques, qui fera véritablement décoller les techniques de modélisation de la diffusion spatiale. Deux types de modèles ont été élaborés : l'un, « inductif », s'attache à traiter l'information disponible suivant l'hypothèse d'une diffusion par ondes concentriques ; l'autre, dit « stochastique », est de nature probabiliste dans la mesure où on tente de faire intervenir des formes particulières de diffusion spatiale qui échappent à la seule loi de la distance à partir d'un point.

Dans les deux cas, le géographe suédois Hägerstrand fait figure de pionnier. Ce dernier, qui avait déjà employé le modèle de gravitation, la loi de Pareto et réussi à combiner la vision économique et la vision psychologique de la distance (HÄGERSTRAND, 1957), s'est également distingué dans les modèles de diffusion. En 1952, il proposait un premier modèle destiné à identifier ce qu'il appelait les « ondes d'innovations ». L'analyse de la diffusion de diverses innovations (lignes d'autobus, techniques agricoles, acquisition d'équipement électroménager...) lui suggéra l'existence de schémas classiques de diffusion. En portant en ordonnée (sur une échelle logarithmique) le taux d'innovation et en abscisse la distance au centre d'innovation, il put ainsi distinguer quatre phases dans les processus de diffusion : un stade primaire (fort contraste entre le centre et la périphérie) ; un stade de diffusion fortement centrifuge (avec création accélérée de

1. Dans les études consacrées aux mouvements de population (la masse), il a été nécessaire d'introduire un système de pondération permettant la prise en compte des disparités régionales, suivant en cela l'hypothèse que deux masses identiques (par exemple, la population active) peuvent recouvrir des réalités bien différentes. Quant à la distance, on sait qu'elle peut être mesurée de plusieurs façons (à vol d'oiseau, distance métrique, distance/temps, etc.).

nouveaux centres de diffusion dans les régions éloignées); un stade de condensation (la diffusion s'équilibre sur l'ensemble du territoire); et un stade de saturation où la diffusion, tout en continuant de croître, se ralentit pour se rapprocher du maximum réalisable.

Cette approche est évidemment très révélatrice de l'échelle à laquelle Hägerstrand, en fonction des données disponibles, appréhendait la diffusion spatiale des innovations. Parler « d'ondes d'innovation » alors qu'il s'agit souvent de processus en réseaux montre bien qu'il ne pouvait se permettre cette imprécision de langage que parce qu'il s'agissait d'études macrogéographiques conduites sur de vastes territoires.

Par la suite, Hägerstrand continua d'étudier les ondes de diffusion en employant des méthodes probabilistes de simulation. La plus connue, appelée méthode de Monte Carlo, « consiste à introduire un élément aléatoire dans un ensemble de règles, en tirant des nombres au hasard » (BRUNET, 1992). Ce type de modèles, souvent décrits par l'école française de géographie quantitative (DURAND-DASTÈS, 1992; SAINT JULIEN, 1992; PINI, 1992), trouve des applications dans d'autres domaines que la géographie. Ainsi, Haggett rapporte que Bailey, dans sa théorie mathématique des épidémies (New York, 1957) employa la théorie des probabilités pour prévoir la diffusion des maladies. À l'inverse, on peut également supposer que les géographes tireraient le plus grand profit de recherches conduites dans d'autres disciplines. Rien n'interdit d'imaginer par exemple que les « modèles d'écoulement » mis au point par les hydrologues ne puissent être utilement adaptés aux phénomènes observés en géographie.

La modélisation des relations (réelles ou potentielles) entre unités géographiques débouche sur la question plus large de l'interaction spatiale. Les études concernant celle-ci « s'intéressent aux flux de biens, de personnes, de capitaux ou d'informations matérialisant les interrelations fonctionnelles entre les différentes parties du territoire. Les flux sont les indicateurs des relations : la problématique de l'interaction considère à la fois l'intensité et la genèse de ces relations ainsi que leur prévision et les modalités de leur réalisation » (PINI, 1992). Cependant, le principe d'interaction, que l'on a tenté de modéliser de diverses façons, se heurte toujours à un phénomène incontournable en géographie, celui de l'autocorrélation spatiale. En effet, la validité des modèles gravitaires classiques est souvent perturbée par les corrélations de proximité, la probabilité plus grande d'avoir des caractéristiques communes pour deux lieux proches s'ajoutant à l'effet de la distance.

À l'inverse, dans le cas de la diffusion, cette observation est souvent contredite par le fait que les phénomènes observés ne suivent pas

toujours, tant s'en faut, la simple loi de la proximité. Autrement dit, deux lieux proches peuvent avoir des caractéristiques très différentes. S'il en est ainsi, c'est bien sûr parce que la grande majorité des phénomènes de diffusion spatiale ne s'expriment pas dans un espace homogène. La diffusion spatiale d'objets matériels suivant systématiquement les axes du réseau, il faut se rendre à l'évidence : ou bien la modélisation n'autorise des simulations de la diffusion qu'au niveau macrogéographique dans lequel la transformation de phénomènes linéaires en surfaces ne prête pas à conséquence (WANIEZ, 1992) ; ou bien la recherche en modélisation est à même de prendre en compte les phénomènes d'interactions spatiales et temporelles, les effets de barrière, et les multiples causes (non spatiales) qui fondent l'attractivité (ou l'émissivité) différentielle de chaque lieu. On le voit, s'il n'existe pas d'opposition fondamentale entre les modèles de gravitation, les modèles de diffusion et l'auto-corrélation spatiale, bien des progrès restent à faire, mais, comme le note Haggett «[...] c'est moins sur la complexité des techniques ou la minutie de l'observation que sur la force du raisonnement logique que sera jugée la géographie de notre époque» (HAGGETT, 1973 : 344). Or, quoi qu'il adienne des développements attendus en géographie quantitative, même s'il est évident que l'espace et le temps sont des dimensions intrinsèques de la diffusion, l'analyse et la représentation de la diffusion spatiale de l'innovation passent forcément par celles de ses acteurs. Existe-t-il une rationalité spatiale de leur part ? Tout porte à le croire, même si cette logique n'est pas exclusive d'autres rationalités qui ne sont pas toutes inscrites dans l'espace.

## Références bibliographiques

BARBARY (O.), 1994 — Récits de vie... Méthodes, exemples et perspectives pour l'étude statistique des trajectoires migratoires. Orstom, *Chroniques du Sud*, 13 : 96-104.

BRUNET (R.), 1992 — *Les mots de la géographie*. Paris, Reclus/La Documentation Française, 518 p.

DURAND-DASTÈS (F.), 1992 — «Les modèles en géographie». *Encyclopédie de géographie*, Paris, Economica : 311-326.

GOULD (P.), TÖRNQVIST (G.), 1971 — «Information, innovation and acceptance». In Hägerstrand (T.), Kuklinski (A.), eds : *Information systems for regional development – a seminar* Royal University of Lund, Sweden, Department of geography.

- HÄGERSTRAND (T.), 1957 — Migration and area: survey of a sample of Swedish migration fields and hypothetical considerations on their genesis. *Lund studies in geography, Series B, Human geography*, 13: 27-158.
- HÄGERSTRAND (T.), KUKLINSKI (A.), eds., 1971 — *Information systems for regional development*. Lund, 266 p.
- HAGGETT (P.), 1973 — *L'analyse spatiale en géographie*. Paris, Colin, 390 p.
- ISARD (W.), DAVID (F), BRAMHALL *et al.*, 1960 — *Methods of regional analysis: an introduction to regional science*. Cambridge, MIT press, coll. Regional Science Studies, 4.
- GROUPE CHADULE, 1974 — *Initiation aux pratiques statistiques en géographie*. Paris, Masson, 189 p.
- PAELINCK (J.), SALLET (A.), 1983 — *Espace et localisation*. Paris, Economica, 340 p.
- PINI (G.), 1992 — «L'interaction spatiale». *In: Encyclopédie de géographie*, Paris, Economica : 557-576.
- PUMAIN (D.), 1992 - «Le peuplement». *In: Encyclopédie de géographie*, Paris, Economica : 439-462.
- SAINT JULIEN (T.), 1992 — «La diffusion spatiale». *In: Encyclopédie de géographie*, Paris, Economica : 577-598.
- SANDERS (L.), 1992 — «Géographie et statistique». *In: Encyclopédie de géographie*, Paris, Economica : 273-294.
- WANIEZ (P.), 1992 — *Les Cerrados, un «espace frontière» brésilien*. Montpellier, GIP Reclus/Orstom, 344 p.