

DOSSIER :

L'ORDINATEUR A-T-IL CHANGÉ LES SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ ?



GROUPE DES DEPUTES DE LA SEINE. (Election du 21 Aout 1881).

Camille Casse, Louis Blanc, Clemenceau, Naue, K. Marek, Lockroy, Agues de Ribot, Charry, Weissou, Spuller, Brelay, Cantavel, Kéroux, G. Méline, Calandret, De Comman, Millevoye, Long, Maillon, Gambella, Belgac, Gieppo, Lebank, André Laige, Allain-Targé, Stead, Moquet, Eschassériaux, Ribot, Cassagnac, de Mun, Ribot, Massonella.

Géographie : un renouveau assisté par ordinateur

Le renouveau que connaît aujourd'hui la géographie n'est dû qu'en partie à l'ordinateur mais son utilisation l'a facilité en permettant l'expérimentation de modèles et de théories.

Denise PUMAIN

On surévalue généralement le rôle de l'informatique dans la modernisation de la géographie.

En géographie, les ordinateurs ont été utilisés plus tôt et plus systématiquement que dans d'autres sciences humaines.

Mais le renouveau épistémologique de la géographie est bien plus large et plus ancien.

La construction théorique et l'élaboration de modèles ont relayé les monographies régionales et la géographie descriptive traditionnelle.

Si quelqu'un vous dit que, grâce à l'ordinateur, tout a changé et que l'on ne saurait désormais plus faire de géographie sans lui, ne le croyez pas tout à fait: il s'agit sans doute d'un technocrate mystificateur. Mais ne croyez pas non plus le traditionaliste entêté qui, tout en l'accusant de toutes les perversions, réduirait à cette seule innovation technique le foisonnement nouveau de la pensée géographique, qu'il récuse. Attribuer un rôle décisif à l'ordinateur dans la modernisation et le renouvellement scientifique de la géographie au cours des vingt ou trente dernières années, n'est peut-être qu'une interprétation trop facile de bouleversements plus profonds.

Diffusion des ordinateurs...

Dans l'apparence des choses, le technocrate a raison. Parmi les sciences humaines, la géographie est certainement celle qui a entamé le plus tôt et le plus complètement sa « révolution informatique ». Les géographes sont devenus, dès le début des années soixante-dix, des clients assidus et actifs des centres de calcul des universités et du CNRS. Aujourd'hui, les matériels informatiques sont présents dans la quasi-totalité des laboratoires de géographie, et ils tournent ! L'aventure a commencé avec les programmes d'analyse des données, elle s'est poursuivie par la réalisation de logiciels de cartographie automatique, le traitement des données de télédétection, la constitution de bases de données, la modélisation et la simulation, le contrôle d'appareils de mesure sur le terrain, etc.

Désormais, dans la plupart des laboratoires, l'informatique assure l'enchaînement des opérations de recherche les plus courantes – stockage des données, traitement statistique et mathématique, expression cartographique. L'amélioration des procédures et l'innovation technique sont assurées par des équipes spécialisées – dans la représentation cartographique, ou la télédétection, ou la modélisation. Ces équipes sont, depuis deux ans, réunies en un réseau (le Groupement d'intérêt public RECLUS*), rare exemple de mise en commun des savoir-faire, probablement favorisé et soutenu par la diffusion préalable de l'outil informatique dans cet ensemble de chercheurs.

...et réaffirmation de la méthode scientifique

Ce ne sont pas seulement les outils et les méthodes de travail qui ont changé. Dans le même temps, une véritable « révolution scientifique »

■ Denise Pumain, professeur à Paris XIII, conseiller technique à l'Institut national d'études démographiques (INED), membre de l'équipe « Pour l'avancement des recherches sur l'interaction spatiale » (PARIS). INED, 27, rue du Commandeur, 75675 Paris Cedex 14.

a eu lieu. En schématisant à outrance, on pourrait dire que la géographie française d'entre les deux guerres s'était un peu trop repliée sur le succès de ses descriptions régionales, appuyées sur une problématique des relations entre l'homme et le milieu ainsi que sur un type d'explication d'ordre « génétique », faisant une large place à l'enchaînement historique des causes. La contestation d'une approche jugée trop « naturaliste », morphologique et paysagère, et la volonté d'élargir le champ de la discipline aux questions des théories économiques et sociales, la prise en compte réfléchie de l'intervention des idéologies et de la subjectivité dans l'organisation des phénomènes territoriaux et dans les travaux des géographes, ont fait éclater le champ thématique de la discipline. Les contacts renouvelés avec d'autres disciplines, ainsi qu'avec les écoles de géographie étrangères, ont aussi contribué à son enrichissement.

De l'idiographique au nomothétique

Mais le moteur de la révolution est ailleurs. Il réside dans un changement d'optique, dans l'adoption d'une autre attitude scientifique. Au lieu de trouver l'explication de la physionomie et de l'organisation d'une certaine région dans son sol et dans son histoire, on s'est mis à la recherche de lois, de modèles généraux qui soient susceptibles d'en rendre compte. Avec l'approche nomothétique, le champ d'étude s'est déplacé de *ce qui fait la beauté de ce qu'on ne verra jamais deux fois* vers des éléments plus banaux des paysages et des relations « verticales » entre milieu physique et événements accumulés en un même lieu, vers des relations « horizontales », régularités de l'espace et de la disposition relative des objets géographiques. Des modèles, parfois anciens, ont été éprouvés et améliorés, qu'il s'agisse de l'organisation des villes en une trame de « lieux centraux », de l'utilisation agricole du sol en anneaux d'intensité décroissante, des flux de toute nature selon des schémas de gravitation, ou encore des règles strictes de la diffusion des innovations sur un territoire... Par rapport à ces modèles, les particularités locales étaient interprétées comme des « résidus ».

L'ordinateur : un frein...

Il est clair que la plupart de ces nouveaux épistémologiques ne doivent guère, dans leur origine, et peu dans leur déroulement, à l'ordinateur. On pourrait même prétendre que les premières applications de l'informatique au traitement des données géographiques ont autant freiné que favorisé la diffusion des idées nouvelles: le choix des données était d'abord restreint aux indicateurs les plus accessibles, les relations mathématiques cherchées étaient mal

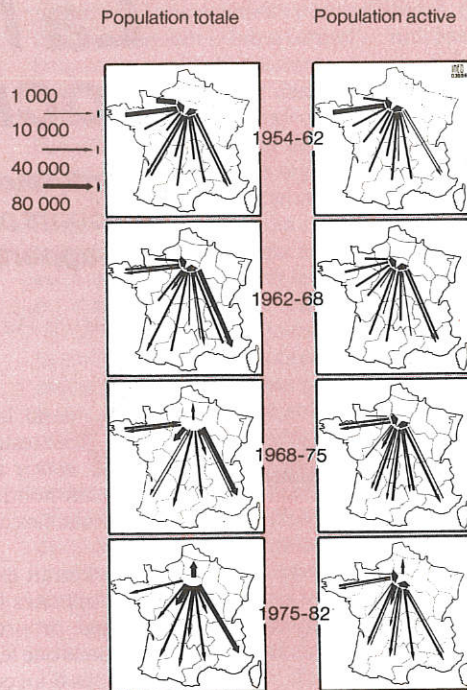
* Réseau d'étude des changements dans les localisations et les unités spatiales (Montpellier).

Les migrations interrégionales

Les flux de migrants échangés par les régions sont très fortement liés à l'importance des populations en présence et aux distances qui les séparent. Dès 1885, Ravenstein avait fait le rapprochement entre la gravitation universelle et les « lois de la migration ». On a donc fait l'hypothèse qu'un modèle gravitaire simple pouvait rendre compte du nombre de migrants entre deux régions à partir de leur population et de la distance entre elles. Les données pour plusieurs périodes intercensitaires ont été ajustées à ce modèle, selon un programme mis au point par un chercheur belge, M. Poulain. Plusieurs expressions de la fonction de la distance ont été testées et les « résidus » ici cartographiés représentent les écarts positifs entre flux observés et flux calculés pour les échanges entre l'Ile-de-France et la province. Ils montrent des nombres de migrants réels en excès par rapport aux hypothèses d'homogénéité et de symétrie faites sur la mobilité par le modèle, donc des courants préférentiels. On voit ainsi progressivement s'établir un renversement de l'attraction parisienne vers les régions du sud et de l'ouest et dans certaines régions du Bassin parisien (Centre puis Picardie). Cette inversion a été plus précoce et massive pour la population dans son ensemble

que pour les seuls courants migratoires de population active. Cependant, l'accroissement relatif des migrations à longue distance et les tendances à la déconcentration réduisent la pertinence du modèle — par ailleurs statique et descriptif. Pour affiner l'analyse et la prévision des échanges interrégionaux, on peut utiliser d'autres hypothèses, qui ne feraient pas intervenir *a priori* la distance ou la population de la région d'accueil. En utilisant les acquis de la synergie, on peut construire un modèle dynamique qui relie les probabilités individuelles de migrer à des équations de mouvement décrivant les flux migratoires agrégés. Les tests de ce nouveau modèle sont en cours, en collaboration avec des chercheurs du Laboratoire de physique théorique de l'université de Stuttgart.

Poulain (M.), « Contribution à l'analyse spatiale d'une matrice de migration interne », Louvain-La-Neuve, Cabay, *Recherches démographiques*, 1981, Cahier n° 3, 225 p.
Pumain (D.), « Les migrations interrégionales de 1954 à 1982: directions préférentielles et effets de barrière », *Population*, 1986, n° 2, pp. 378-388.



Courants préférentiels entre l'Ile-de-France et les autres régions. Document extrait de *Population*, 1986, n° 2. © INED.

adaptées aux problèmes posés par la contiguïté et la dépendance géographiques, les programmes de traitement trop frustes et les interprétations parfois incertaines ou trop ambitieuses. Les résultats pouvaient apparaître soit bien décevants, soit obtenus au prix d'un énorme détour d'explicitation et de formalisation qui n'apportait guère de progrès immédiat par rapport à l'état antérieur des connaissances.

...puis un formidable outil d'expérience

Pourtant, déjà, la valeur ajoutée par l'ordinateur était irremplaçable — non seulement sur le plan technique de la facilité et de la rapidité des calculs, et des possibilités de traitement simultané de grandes masses de données — mais aussi sur un plan épistémologique: en autorisant enfin la mise à l'épreuve de modèles parfois élaborés plusieurs décennies auparavant, le test systématique d'hypothèses dans des conditions contrôlées, l'ordinateur a contribué à développer en géographie la méthode expérimentale. Dès cette première phase, une conclusion énoncée s'appuyait désormais sur une procédure répétable par un autre expérimentateur. Surtout, la voie était ouverte à la modélisation qui, seule, permet de raisonner en géographie *toutes choses égales par ailleurs*, de choisir entre plusieurs conjectures et, par la simulation, de faire des expériences irréalisables sur le terrain et, donc, d'étayer des prévisions.

Actuellement, le dialogue ouvert avec les statisticiens, les mathématiciens, les informaticiens, permet aux géographes d'aborder scientifiquement des domaines où l'approche littéraire semblait il y a peu, encore, la seule possible: description des paysages, traitement de données qualitatives, reconnaissance du contour flou des régions... Ils ont aussi renoué avec la « géographie mathématique » du siècle dernier, qui traitait des représentations planes de la surface de la terre, pour dessiner, cette fois, à l'aide de l'ordinateur, non seulement des projections classiques, mais aussi des images plus ou moins

« déformées ». La forme même de la carte est transformée selon les perceptions individuelles, ou en fonction de l'accessibilité des lieux dans les réseaux de transport, de la façon dont les habitants perçoivent leur territoire ou selon des critères aussi variés que le nombre d'enfants par famille ou l'intensité de la pratique du rugby... L'image obtenue par télédétection, après différents lissages et filtrages, se substitue parfois avantageusement à la carte pour l'analyse et la communication.

S'il fallait résumer cette histoire, déjà trop brièvement évoquée, nous dirions que l'ordinateur, par ses exigences techniques, a heureusement obligé les géographes à reconsidérer avec beaucoup d'attention la nature, le contenu et les limites de l'information qu'ils utilisent; par son efficacité, il leur a permis d'élargir leur champ d'investigation et d'accélérer les procédures banales; par sa souplesse actuelle, il devrait à la fois soutenir la diffusion, dans le grand public, des acquis de la recherche (on pense à la multiplication des « systèmes d'information géographiques », bases de données localisées, avec transcription cartographique) et autoriser des développements nouveaux d'une géographie française réenracinée dans son passé mais appuyée sur des bases scientifiques plus solides.

L'enthousiasme des pionniers doit être relayé par la formation de personnels compétents en informatique. Enfin, le savoir-faire technique, et notamment la production des cartes et des images, ne saurait se substituer à l'effort de construction théorique. Telles sont les conditions de succès. ■

BIBLIOGRAPHIE

Racine (J.-B.), Reymond (H.), *L'analyse quantitative en géographie humaine*, Paris, PUF, 1973, 316 p.
L'Espace géographique, 1984, n° 2 « Modélisation et simulation » et n° 3 « Télédétection spatiale ».
Les Annales de géographie, 1983, n° 511, par thèmes.
Mathématiques et sciences humaines, 1981, n° 50, « Géographie urbaine » et n° 51 « Géographie rurale ».

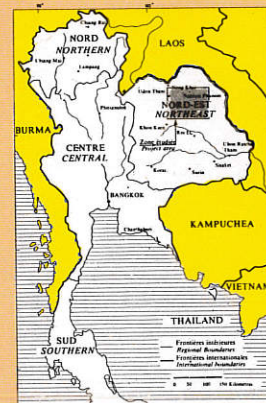
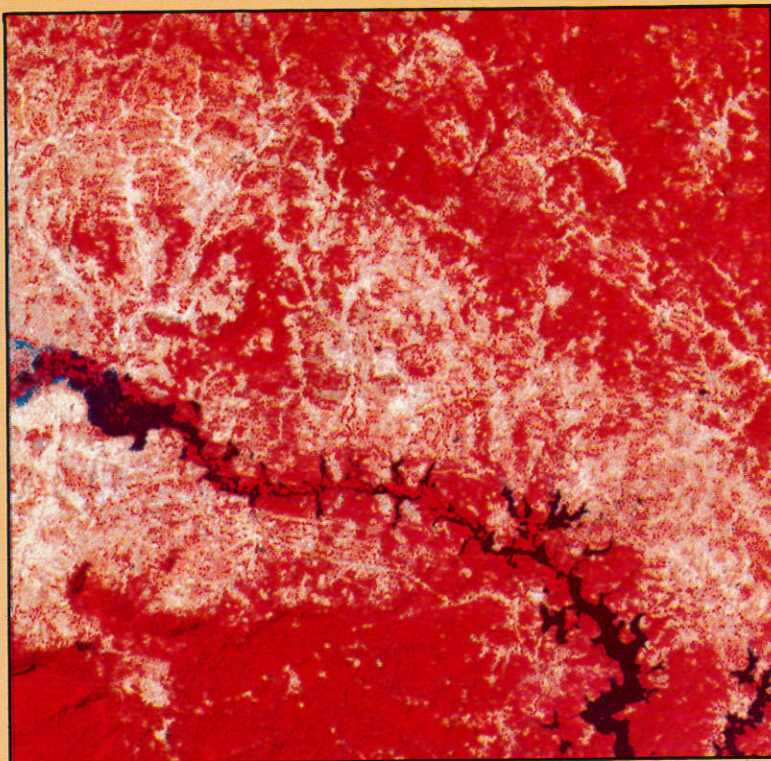
D'abord rudimentaire et réducteur, l'emploi de l'ordinateur ouvre aujourd'hui, par la souplesse et la diversité de ses applications, de vastes possibilités au progrès et à la diffusion de la discipline.

CONNAISSANCE DES MILIEUX AGRICOLES

Région de Sakon-Nakhon, Udon-Thani, Nord-Est de la Thaïlande















Les données satellitaires LANDSAT ont permis de :

1 / Produire une visualisation qui fournit l'image d'une réalité qu'il faut comprendre



2 / Etablir la carte des états de surface après missions de terrain et classification radiométrique



-  Eau libre claire.
Clear deep water.
-  Eau turbide.
Turbid water.
-  Bas-fonds marécageux et végétation aquatique.
Lower swampy areas and aquatic vegetation.
-  Fourrés denses ripicoles inondables.
Dense riparian easily flooded thickets.
-  Forêt dense à tendance sempervirente.
Dense mostly evergreen forest.
-  Forêt semi-dense à tendance caducifoliée.
Semi-dense semi-deciduous forest.
-  Forêt claire rabougrie de versant.
Low woodland on slopes.
-  Forêt claire en perchis.
Clearforest brushwood.
-  Forêt claire en perchis, dégradée (cultures, jachères, parcours).
Degraded clearforest (crops, fallows, pastures).
-  Cultures pluviales à couvert arboré.
Wooded rainfed crops.
-  Cultures pluviales à faible couvert arboré.
Slightly wooded rainfed crops.
-  Rizières à couvert arboré moyen et traces d'humidité en saison sèche.
Fairly wooded paddy-fields and wet areas in dry season.
-  Rizières à faible couvert arboré et sols nus.
Paddy-fields with few trees and bare soils.
-  Sols nus, constructions, carrières.
Bare soils, constructions, quarries..