INTRODUCTION

par Olivier Ninot, Yao Télésphore Brou, Élisabeth Habert

Dans l'analyse géographique des phénomènes physiques ou sociaux, les données et les méthodes disponibles conduisent souvent à la production d'états des lieux à un instant t, permettant difficilement de saisir les processus, leurs déterminants, leurs séquences. Mais au-delà des diagnostics instantanés déjà complexes, l'intégration de la dimension temporelle dans l'information géographique, d'une part, et la mesure, l'analyse et la représentation des mouvements dans l'espace, d'autre part, posent des défis méthodologiques spécifiques : celui de l'intégration de ces dimensions dans la production d'informations géographiques et de la construction de bases de données, et celui des traitements et restitutions cartographiques et graphiques ou via des images dynamiques. C'est à ces défis méthodologiques spécifiques qu'a été consacrée une journée d'étude organisée en septembre 2009 par le secteur cartographique de l'IRD Bondy, (http://www.cartographie.ird.fr), l'UR029 de l'IRD et PRODIG (http://www.prodig.cnrs.fr). Cette journée avait pour objectif de placer les méthodes au cœur des réflexions et des discussions. Celles-ci furent alimentées par des partages d'expériences et des regards croisés entre membres des trois équipes dont les recherches portent sur les liens entre développement et environnement et pour lesquels les outils de la géomatique sont fortement mobilisés. Étienne Cossart (Université Paris 1, UMR PRODIG) aborde la question de la cartographie des conséquences du changement climatique en montagne par le suivi diachronique de l'englacement. Julien Andrieu (Université Paris 7, UMR PRODIG) dresse, en combinant des données satellitales et des relevés de terrain, la carte des changements de l'occupation du sol dans la région des Rivières-du-Sud. Frédéric Giraut (Université de Genève, UMR PACTE), Céline Vacchiani-Marcuzzo (Université de Reims, EA HABITER) et Stéphanie Guislain (IRD, Secteur Cartographique) ont compilé pendant un siècle l'histoire de la distribution du peuplement, de l'urbanisation et des ingénieries territoriales sud-africaines à partir des données censitaires. Marie Piron (IRD, UR 029 - UMR PRODIG) propose une méthode d'analyse statistique des matrices de flux pour étudier les déplacements domicile – travail dans l'agglomération de Mexico. Des questions pertinentes inhérentes à la production et à l'utilisation de l'information géographique furent soulevées. La question du travail préparatoire à effectuer pour obtenir des données de qualité est apparue à l'évidence comme l'un des points les plus importants à évoquer dès lors qu'on parle de montage de SIG. Il s'ensuit la question de la préservation de la qualité des données en prenant en compte les innovations technologiques, les évolutions méthodologiques, etc. La problématique des données se pose aussi en termes d'échanges, de propriété et de mise à disposition. En ce qui concerne les outils, les auteurs ont soulevé le problème de leurs accessibilités et le développement des formats d'échange. Mais, de l'analyse du changement, les auteurs ont surtout fait émerger plusieurs voies de recherche qui restent à approfondir. Il s'agit notamment de questions sur la cartographie dynamique (animation), le mouvement par le mouvement, la modélisation du temps ou sa reproduction, les situations statiques, les différents modes de représentation et l'évolution des normes et standards.

La question du mode de saisie et de restitution quand il s'agit du changement et de l'évolution dans le temps comme dans l'espace n'est pas neuve et s'avère finalement assez banale en géographie comme dans d'autres sciences sociales. Pour autant, des défis méthodologiques importants restent encore aujourd'hui à relever, tant dans la production de données que dans le domaine du traitement et de la représentation de l'information. À ces défis d'ordre général, s'ajoutent quelques autres spécifiques aux recherches menées sur les sud et au sud. La faible disponibilité et la faible qualité de l'information géographique, les difficultés voire l'impossibilité d'obtenir des séries statistiques répétitives et homogènes, poussent souvent à adopter des approches originales et à développer des méthodes spécifiques pour contourner ces difficultés.

Le premier défi à relever est donc celui de l'information géographique : quelle information géographique collecter ou produire pour représenter le changement, à quel pas de temps et à quelle échelle ? Toutes les contributions à ce dossier en abordent de front les différentes dimensions et tout d'abord, le choix de la variable dont le suivi de l'évolution résume ou renseigne les changements d'un phénomène complexe ne s'y réduisant pas. Ainsi E. Cossart propose-t-il une cartographie des variations glaciaires affectant les zones de

montagne comme un témoin du changement climatique ; J. Andrieu a, de son côté, sélectionné, avant de les croiser, un certain nombre de critères pertinents permettant de mesurer et de qualifier le changement des différentes formations végétales (superficie, distribution dans l'espace, forme, etc.). Avant même les traitements et les représentations graphiques, le choix des variables à traiter et à cartographier implique donc déjà des positionnements scientifiques par rapport aux travaux existants, aux théories explicatives de références sur un sujet, aux méthodes éprouvées. Ce choix correspond à la première étape de constructions méthodologiques intégrant autant les objectifs scientifiques initiaux que les contraintes liées à la disponibilité et à la qualité de l'information géographique.

Adopter ou construire la « bonne » information géographique pour saisir le changement c'est aussi choisir la « bonne » échelle et le « bon » pas de temps. À quelle échelle et sur quelle durée est-il possible de mesurer des changements significatifs ? La question de l'échelle touche en fait celle des dimensions du territoire observé et celle de l'échelon ou du maillage au sein duquel est retranscrite l'information après avoir été plus ou moins agrégée. La contribution de J. Andrieu montre bien que, selon la focale adoptée et l'agrégation opérée, les résultats des observations varient et les conclusions qui peuvent en être tirées également. Ainsi, à petite échelle, est-il possible de mesurer une dynamique de reboisement en moyenne sur l'ensemble de la région étudiée, mais l'observation à plus grande échelle indique que ce reboisement s'accompagne d'une fragmentation des espaces boisés. De même, E. Cossart souligne la difficulté du changement d'échelle lorsque l'on passe de l'observation locale à l'échelle d'un bassin-versant, à la nécessaire synthèse régionale. D'une part, la construction d'un indicateur synthétique (l'altitude de la ligne d'équilibre glaciaire ou LEG) impose un travail de modélisation. D'autre part, la cartographie à l'échelle d'une région impose une représentation ponctuelle des glaciers nécessitant de passer d'une représentation discrète des lignes d'équilibre glaciaire à une représentation continue (sous la forme d'une image raster). Les mailles administratives au sein desquelles sont mesurées et retranscrites les informations concernant les déplacements domicile – travail de la population de Mexico posent des problèmes d'une autre nature à M. Piron : *quid* des déplacements à l'intérieur d'une même maille ? L'information utilisée ne concerne donc pas tous les déplacements, elle ne renvoie pas à la mesure d'un éloignement par une distance euclidienne, mais à un changement de position dans une matrice administrative dont les mailles n'ont pas toutes la même taille. On voit ici que la qualité et la pertinence de l'information tiennent pour beaucoup à la finesse du découpage du territoire administratif. Le découpage administratif utilisé pour les analyses statistiques est aussi en question quand il s'agit de retracer cent ans d'évolution démographique de croissance urbaine en Afrique du Sud. Les sources d'information peuvent être différentes, mais surtout les mailles ont évolué, les limites ont changé, des objets géographiques (entités territoriales et subdivisions) se sont multipliés, les catégories statistiques ont évolué. Comment dès lors cartographier sans erreur des évolutions démographiques, des évolutions de densités, des processus d'urbanisation ? Il a fallu que F. Giraut, C. Vacchiani-Marcuzzo et S. Guislain réalisent un traitement diachronique précis et exhaustif pour établir les correspondances entre entités spatiales de différentes époques et pour recomposer les agglomérations à différentes périodes. Pour E. Cossart et J. Andrieu qui se trouvent face à des objets mouvants ou dont la durée de vie peut être inférieure à la période envisagée, il a fallu recourir à des changements d'échelle d'analyse, de mode de représentation, ou encore recourir à la modélisation pour lisser les données.

Les changements sont mesurés sur cent ans pour les populations et l'urbanisation en Afrique du Sud. C'est la même durée qui est embrassée par E. Cossart dans son étude sur l'évolution de la LEG. L'étude de J. Andrieu porte sur trente ans. Les phénomènes étudiés par M. Piron se déroulent sur une journée. Mais tout autant que la durée sur laquelle l'évolution est observée, le pas de temps choisi entre deux mesures s'avère déterminant dans la saisie des changements et dans l'interprétation des observations. Parfois contraint, comme dans le cas sud-africain où les dates de recensement de la population fixent les pas de temps de l'analyse, ce choix a un impact sur la qualité des mesures du changement (E. Cossart) et permet de passer d'une simple analyse d'une évolution à celle d'un processus complexe, avec des rythmes, éventuellement des cycles, suivant une tendance (J. Andrieu). La recherche de tendances nécessite de gommer ou d'atténuer les accidents locaux ou temporels dans des séries statistiques complètes. La modélisation (sous différentes formes) intervient alors comme un moyen de lisser les données dans le temps et l'espace, mais aussi de s'affranchir des effets de mailles ou de ceux liés à la dispersion des points de mesure, voire de compléter par interpolation ou extrapolation des mesures qui seraient incomplètes.

La distanciation progressive à l'information géographique initiale que la modélisation conduit à pratiquer pose la question de ce que l'on représente quand on souhaite cartographier le changement, et des modes de

représentation à adopter. Plusieurs possibilités se présentent. La cartographie de plusieurs états d'un même phénomène sur un même territoire à différentes dates permet par une comparaison visuelle, de saisir ce qui change. Elle nécessite de découper un phénomène continu en une succession d'états ou d'étapes de l'évolution. Elle nécessite aussi de pouvoir réunir et confronter plusieurs cartes pour visualiser ce qui change (ce qui est le cas pour Giraut et al.). Si cette méthode est facile à appliquer et offre une lecture intuitive, elle place le lecteur dans une position d'interprète, voire d'analyste, sans pour autant lui en donner tous les moyens. Par ailleurs, les modes de traitement adoptés, les discrétisations notamment, ne se prêtent pas tous à une comparaison aisée et rigoureuse de séries de cartes. La représentation cartographique de différentiels entre des situations initiales et des situations d'arrivée est une autre possibilité adoptée par exemple par Cossart et Andrieu. La difficulté tient ici à mesurer ces différences entre situations de départ et situations d'arrivées et à les qualifier dans des légendes intelligibles. Andrieu se heurte à une difficulté supplémentaire liée à la nécessité de distinguer sur une même carte des évolutions récentes, anciennes ou temporaires pour trois types de milieux différents. La construction de figurés cartographiques permettant d'exprimer, en les classant, l'ensemble des informations, s'avère particulièrement délicate. La cartographie des résultats de l'analyse des mouvements dans l'espace pose d'autres questions : soit l'on cartographie le mouvement lui-même, c'est-à-dire un lien entre des lieux, soit l'on représente le résultat de ce mouvement, c'est-à-dire le produit d'un déplacement, d'un changement de position. Ainsi, plutôt qu'une cartographie des flux eux-mêmes dont elle rappelle les limites graphiques, M. Piron cartographie-t-elle les résultats d'une classification qui présente les surreprésentations ou sous-représentations par rapport à un modèle de déplacements domicile – travail sur l'ensemble de l'agglomération. Ainsi pour chaque lieu de travail, l'analyse des déplacements fait-elle apparaître des sur ou sous-représentations des lieux de résidence. Peu faciles à interpréter de prime abord, les cartes ne sont plus seulement descriptives mais analytiques et permettent d'aller au-delà de la simple représentation des déplacements dans l'espace et d'isoler les principaux mouvements, d'identifier quelques éléments des structures fonctionnelles de la ville, de ses polarités, de ses interactions internes.

Ces exemples introduisent deux dernières remarques. Tout d'abord, la carte est pour chaque auteur, moins un résultat qu'une étape intermédiaire de la construction d'un savoir et d'une réflexion géographique. Pour Cossart, la cartographie est un instrument de mesure du changement, pour Piron, elle permet de formuler ou d'affiner des hypothèses, pour Andrieu elle est la première étape la construction d'une connaissance objective et d'une analyse du changement environnemental, et pour Giraut et al., la cartographie précise est l'occasion de faire le point sur les constructions urbaines et les évolutions démographiques, et se présente comme un instrument indispensable pour une « géopolitique historique du gouvernement des territoires, des populations et des villes sud-africaines ». À ce titre, les cartes produites sont appelées à faire référence et à servir d'autres personnes que leurs auteurs, d'où l'importance accordée à la rigueur des procédés mis en œuvre pour leur construction. Ensuite, la carte reste statique, le phénomène (que se soit la mobilité domicile – travail ou l'évolution de glaciers) est dynamique. La cartographie animée offre des perspectives encore peu explorées[1] et conduit à revisiter et compléter le langage cartographique en changeant de média, l'écran devenant, plus que le papier, le support de lecture privilégié et, dans ce cas précis, le seul possible. Les principales innovations à venir dans le domaine de la cartographie du mouvement dans l'espace et du changement dans le temps sont sans doute à attendre du côté de la carte animée.

Finalement, au fil de ces quatre contributions écrites, mais aussi des communications orales (outre les auteurs des articles qui composent ce numéro, A. Ribardière[2], J.C. Bergès[3], A. F. Bahgat[4], et R. Zaïss[5] ont présenté des communications), et des discussions qui ont animé la journée d'étude, un grand nombre de défis méthodologiques, théoriques ou techniques qui se posent dès lors que l'on s'intéresse au changement dans le temps ou dans l'espace, à son analyse pour des problématiques géographiques et à sa représentation cartographique, ont été abordés. Les expériences présentées, toutes issues de recherches récentes qui ne furent pas centrées spécifiquement sur la mesure et la représentation cartographique du changement, présentent ainsi l'intérêt de ne pas s'adresser à des spécialistes de la géomatique mais bien à tous les chercheurs en géographie voire en sciences sociales qui, dans des situations analogues, manipulant des données

1 L'UR029 a rejoint l'UMR 8586 PRODIG au 1er janvier 2010.
2 Il faut toutefois signaler que le groupe de recherche « cartomouv » animé par l'UMR Géographie-cités s'intéresse spécifiquement à la cartographie animée.
3 Université de Paris 1 – PRODIG.
4 Université de Paris 1 – PRODIG.
5 IRD, Centre du Caire.

de même type, sont confrontés aux mêmes défis. Ce numéro de la revue se veut ainsi comme une modeste mais, espérons-le, utile contribution au partage de connaissances et de savoir-faire dont tout un chacun peut s'enrichir.

En tant qu'organisateurs de la journée d'étude et coordinateurs de ce numéro du *Monde des Cartes*, nous tenons à remercier chaleureusement tous les intervenants de cette journée d'étude, l'ensemble des participants, ainsi que l'IRD[6] Bondy pour l'accueil qui nous a été réservé. Le succès de cette journée et l'intérêt que chacun a pu y trouver doivent évidemment beaucoup à la qualité et à la cordialité des échanges qui ont eu lieu.

6 IRD – Secteur cartographique.

Ninot O., Brou Y.T., Habert Elisabeth (2010)

Introduction

Le Monde des Cartes, (203), 5-8

Journée d'Etude du Secteur Cartographique de l'IRD, Bondy (FRA), 09/2009

ISSN 1634-3522