

MÉTHODE D'OBSERVATION MULTI-NIVEAUX POUR SUIVRE DES PHÉNOMÈNES GÉOGRAPHIQUES DANS UN SIG

par Patricia Bordin

École nationale des sciences géographiques

6 et 8 avenue B. Pascal – Cité Descartes Champs-sur-Marne - 77 455 Marne la Vallée

E-mail : patricia.bordin@ensg.eu

Le suivi de phénomènes géographiques avec un système d'information géographique (SIG) confronte l'utilisateur au problème de la gestion de la dimension temporelle. Des solutions existent ; la plupart sont techniques et spécifiques. Elles requièrent généralement des développements informatiques à façon, en fonction des phénomènes considérés. Mon travail développe une solution générique, formelle, fondée sur une méthode d'observation multi-niveaux et sur le concept de « portion de territoire ». Il s'attache, pour cela, à une étape particulière du processus de modélisation des phénomènes géographiques, fondé sur des données de même nature ; cette étape se situe entre la formalisation thématique et la formalisation technique. La méthode d'observation multi-niveaux propose de concevoir des indicateurs détaillés, simples à suivre dans un SIG et compatibles avec des informations existantes. Elle s'appuie sur une méthode d'agrégation qui lui permet d'intégrer des données de sources multiples pour créer des indicateurs relevant de niveaux différents et de domaines de caractérisation variés. L'objectif de la méthode d'observation multi-niveaux est de permettre aux utilisateurs de profiter des fonctionnalités d'analyse des SIG pour construire des informations utiles au suivi des phénomènes qu'ils étudient, à leur analyse, voire à une démarche plus prospective. La méthode propose des outils SIG de type tableau de bord et outils de veille, qui pourraient aider à prendre des décisions.

The follow-up report of geographical phenomena by use of a geographical information system (GIS) confronts the user with the problem of time management. There are ways to overcome this. Most of them are technical and specific. On the whole, these require custom-made computer science developments. My work develops a formal generic solution based on a multi-level observation method and on the concept of « piece of land ». To that end it focuses on a particular stage of the modelling process of geographical phenomena using geographical data; this stage occurs between the thematic formalization and technical formalization. The multi-level observation method suggests devising detailed indicators simple to follow in a GIS and compatible with existing information. It is based on an original aggregation method which allows to integrate data from many sources in order to create indicators relating to different levels and various characterization fields. The object of the multi-level observation method is to allow the user to benefit from GIS function analyses to build up useful information for a follow-up report of phenomena he/she is studying, for their analysis, and, indeed, to anticipate them in a more prospective approach thus supporting them with their decision-making.

1 L'observation de phénomènes géographiques

1.1 Dimensions spatiale et temporelle des phénomènes géographiques

Pour observer un phénomène, on s'intéresse souvent à ses effets. On tente de comprendre les processus sous-jacents en étudiant le mouvement et les

évolutions des objets sur lesquels il opère. **Mouvement, évolution, processus** attestent d'une relation des phénomènes à la fois au temps et à l'espace. Cette relation peut être envisagée de façon minimale, où le temps et l'espace n'interviennent que pour situer le phénomène comme un fait plus ou moins statique (Brunet, Ferras, Thiery 1992). Il existe une autre conception qui considère le phénomène comme doté de dynamisme, où temps et espace

procèdent du phénomène lui-même «things occur and exist in relation to space and time » (Peuquet 2002, p. 11). En posant l'observation de phénomènes géographiques, nous nous situons dans cette perspective où l'espace et le temps participent également aux phénomènes ; nos travaux visent à aider les thématiciens à identifier les phénomènes en jeu, à les comprendre et à les prévoir. Un même phénomène pouvant être considéré selon des approches thématiques variées (ex. : sociologique, économique, urbanistique, politique...), nous proposons une méthode d'observation générique.

1.2 Trois types d'études temporelles pour les phénomènes géographiques

En nous inspirant des sciences physiques et de leurs approches du mouvement, nous distinguons trois types d'études de phénomènes :

- Les **études statiques** qui reposent sur des instantanés. Elles décrivent des états et s'attachent à les comparer. Dans ces études, la dimension temporelle intervient uniquement comme jalon pour ordonner les états et les localiser dans le temps.
- Les **études cinématiques** qui s'intéressent au mouvement. Elles visent à décrire ses formes et leurs variations dans le temps. Dans ces études, le temps est un paramètre servant à caractériser la vitesse ou encore la croissance/décroissance du mouvement.
- Les **études dynamiques** qui cherchent à expliquer le mouvement. Elles tentent de saisir les forces en jeu. Dans ces études, le temps peut devenir une variable explicative. (Par exemple, la durée d'occupation d'un logement peut contribuer à sa mise en vacance. De même, le taux d'encombrement du réseau routier varie en fonction de l'heure de circulation).

La méthode d'observation développée dans nos travaux (Bordin 2006) vise à élaborer des études cinématiques à partir de descriptions statiques. Fondées sur la description d'états, elle met en place un suivi automatique des mutations pour décrire des phénomènes et contribuer à leurs analyses. Cette méthode apparaît dans un contexte où les limites des modèles temporels existant dans les SIG rendent difficile le suivi des mutations et où les modèles utilisés en standard par les logiciels de SIG rendent quasi-impossible la saisie des événements.

1.3 Observations temporelles avec un SIG

Aujourd'hui, pour recenser les changements intervenus entre deux dates à partir de données figurant dans un SIG, l'utilisateur est souvent réduit à effectuer une comparaison visuelle (fig. 1). L'extraction manuelle des modifications, telle un « jeu des 7 erreurs », pèse sur la systématisation et la qualité des analyses, et restreint de fait les zones étudiées. (Par exemple, entre 1994 et 1999, sur la zone de Marne-la Vallée présentée ici, il s'agirait de retrouver 1084 nouveaux bâtiments).

Des solutions existent pour un suivi temporel plus automatique dans les SIG :

Des solutions techniques, développées dans des recherches en géomatique. Elles portent :

- soit sur l'intégration des mises à jour et sur la modélisation en base de données géographiques (Ott, Swiaczny 2001 ; Badard 2000, p.23),
- soit sur la conception d'outils d'appariement et de calculs de différentiels permettant l'identification automatique des changements entre deux états d'une base (Badard 2000, p.49; Devogele 1997).

Cependant, pour la majorité des utilisateurs, ces solutions demeurent difficilement exploitables.

Des solutions statistiques, utilisant des agrégations sur des objets géographiques fondamentaux qui sont :

- soit des carrés-pixels issus d'une partition simple du plan par carroyage régulier,
- soit des objets géographiques servant classiquement de référence (tels les départements, les communes ou encore les iris).

Cependant, les pixels qui facilitent les traitements statistiques substituent au raisonnement sur des objets géographiques, un raisonnement mathématique. Et les données issues des partitions classiques, souvent administratives, ne sont pas forcément adaptées pour observer les phénomènes (Ribardièrè,2005). (Par exemple, le nombre de pavillons dans une commune ne permet pas de savoir combien il y en a dans une zone pavillonnaire particulière). Enfin, lorsqu'il existe des données pour décrire un phénomène, elles ne se rapportent pas toujours à un objet stable dans le temps ; il est alors difficile de suivre le phénomène dans un SIG (par exemple, pour suivre des phénomènes d'influence

commerciale, on peut être amené à travailler d'une année sur l'autre sur des zones très différentes, en fonction de la répartition des activités, des infrastructures, etc.).

2 Méthode d'observation multi-niveaux

La méthode d'observation multi-niveaux pour le suivi de phénomène géographique dans un SIG formalise et généralise les solutions statistiques existantes, en introduisant le concept de « portion de territoire ».

2.1 Concept de « portion de territoire » et construction d'indicateurs de suivi

L'objet géographique à observer étant déterminé par le thématique, nous proposons de considérer son emprise au sol comme une entité géographique à part entière. Cette entité géographique athématique, nous avons choisi de la nommer « portion de territoire ». Elle nous permet de généraliser le principe des analyses thématiques classiques. Ce principe consiste à s'appuyer sur la stabilité dans le temps d'une partition de référence et à lui associer les différentes valeurs temporelles d'une même caractéristique. Une illustration courante de ce principe est l'observation par commune des évolutions du recensement : la partition stable est le découpage communal auquel on attribue les indicateurs issus des recensements (ex.: population, nombre de chômeurs, etc.).

Dans la méthode d'observation multi-niveaux, nous considérons la représentation géométrique de la portion de territoire étudiée et nous l'utilisons pour agréger des informations à un niveau plus fin que le niveau d'observation principal. Nous caractérisons ensuite ces agrégations à l'aide d'indicateurs, qui sont alors considérés comme autant de caractéristiques de la portion de territoire étudiée. Ces indicateurs, par construction, sont simples à suivre dans le temps (cela revient à comparer dans une ligne de tableau les valeurs prises dans différentes colonnes). Cette méthode de suivi permet ainsi d'observer des phénomènes dont l'emprise au sol ne se réfère pas à des objets géographiques de référence classiques, dans une approche géographique qui profite mieux des outils SIG que l'approche utilisant les carrés-pixels.

2.2 Résultats applicatifs

Trois méthodes d'observation spécifiques ont été mises en œuvre. Elles montrent comment adapter la méthode d'observation multi-niveaux à des besoins et à des profils d'utilisateurs différents :

- Une méthode d'observation de l'ambiance urbaine utile dans le cadre de la gestion des centres villes (Basile, Bordin 2005).
- Une méthode de suivi du coefficient d'imperméabilisation utile pour le dimensionnement des aménagements hydrauliques. Le principe de la méthode a été validé. Pour la rendre opérationnelle, il reste à calculer certains paramètres liés aux objets topographiques autres que l'habitat et le réseau routier (Bordin, Mayeux, Bonin, Deutsch 2005).
- Une méthode d'observation de l'urbanisation pavillonnaire. Dans (Bordin 2006, p.202-213), nous présentons différents niveaux d'applications, en fonction des données et outils d'appariement disponibles.

2.3 Conclusion

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont les outils dédiés à la gestion des informations géographiques. Ils peinent à devenir des outils d'aide à la décision, car ils n'offrent pas de moyens simples pour intégrer la dimension temporelle. De fait, la plupart des observations sont statiques. Or, l'aide à la décision implique de réaliser des études cinématiques (pour connaître le mouvement des phénomènes analysés et l'anticiper dans des études prospectives) et des études dynamiques (pour analyser les processus en jeu et définir des modèles de simulation). La méthode d'observation multi-niveaux, fondée sur le concept de « portion de territoire », permet de développer des méthodes d'observation spécifiques à chaque utilisation. Ces méthodes spécifiques, simples à mettre en œuvre dans un SIG classique, permettent d'effectuer un suivi temporel en ne faisant appel qu'à des fonctions basiques des SIG. Elles fournissent des indicateurs utiles pour les inventaires et diagnostics, pour les tableaux de bord ou les modèles de simulation conçus par les thématiques. La méthode d'observation multi-niveaux s'adapte également aux modèles de gestion de la dimension temporelle les plus sophistiqués afin d'organiser le suivi d'évolutions complexes.

Bibliographie

Badart T., 2000, *Propagation des mises à jour dans les bases de données géographiques multi représentations par analyse des changements géographiques*, thèse de doctorat en sciences de l'information géographique, Université de Marne la Vallée, 15/12/2000.

Basile M., Bordin P., 2005, « Méthode d'analyse de l'ambiance urbaine à l'aide d'un SIG », dans colloque *REIT*, Liège, Belgique.

Bordin P., Mayeux M., Bonin O., Deutsch J.-C., 2005, "Linking imperviousness coefficient to urbanism feature through GIS", dans *10th International Conference on Urban Drainage*, Copenhagen, Denmark, 21-26/8/2005.

Bordin P., 2006, *Méthode d'observation multi-niveaux pour le suivi de phénomènes géographiques avec un SIG*, thèse de doctorat en sciences de l'information géographique, Université de Marne-la-Vallée, le 12/12/2006.

Brunet R., Ferras R., Thiery H., 1992, *Les mots de la géographie*, dictionnaire (collection dynamiques du territoire, Reclus critique, la documentation française).

Devogele T., 1997, *Processus d'intégration et d'appariement de bases de données géographiques – application à une base de données routière multi-échelles*, thèse de doctorat en informatique, Université de Versailles, 12/12/1997.

Ott T., Swiaczny F., 2001, *Time-integrative geographic information systems, management and analysis of spatio-temporal data*, Springer Verlag, 247 p.

Peuquet D. J., 2002, *Representations of space and time*, New York, Guilford, 380 p.

Ribardièrè A., 2005, *Précarité sociale, quand les mailles s'en mêlent*, thèse de doctorat en géographie, Université Paris I, 15/12/2005.

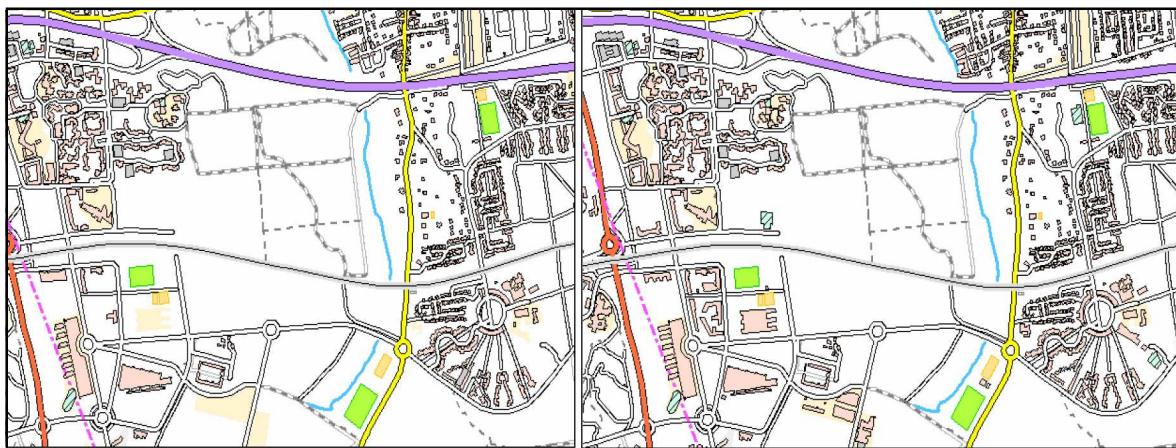


Figure 1 : Extraction visuelle des évolutions à partir de deux versions de la base BD TOPO®