

## 2. 3. LA CARTOGRAPHIE ET LA GÉOMATIQUE

Jean-Paul Donnay

### Introduction

Pour bon nombre de géographes, la cartographie constitue un moyen d'expression privilégié, sinon indispensable. Malgré ou à cause de cette prise en considération qui l'assimile à une technique, la cartographie ne dispose pas, dans les universités belges en général, d'un statut scientifique à part entière. À de très rares exceptions près, elle n'est pas un sujet de recherche et son enseignement reste limité et éclaté entre plusieurs chaires. C'est en tout cas la situation qui prévaut à l'Université de Liège durant les années 70. La cartographie thématique relève alors de l'enseignement de la géographie humaine, sous la responsabilité des professeurs Dussart et Christians, tandis que les projections cartographiques sont rapidement évoquées, à côté de notions d'astronomie, de géodésie et de topographie, dans le cadre d'un cours de géographie mathématique confié à des titulaires des sciences appliquées, successivement les professeurs Wisser et Camps durant cette décennie.

Ce qui, à Liège comme ailleurs, va le plus profondément modifier la perception et le rôle de la cartographie dans les écoles de géographie, c'est la banalisation de l'informatique. Car la cartographie restitue le caractère dual de l'information géographique : géométrique et thématique. Or, dès l'instant où sont modélisées, saisies et mémorisées ces deux dimensions, l'information numérisée peut être soumise à des traitements visant non seulement sa représentation graphique, mais aussi son analyse géographique, au sens premier du terme. Par le biais de l'informatisation, la cartographie retrouve son unité – projection, généralisation ou symbolisation exploitent les mêmes structures de données et les mêmes routines de géométrie numérique – mais, surtout, elle offre à l'ensemble des disciplines géographiques un degré de liberté sans doute jamais atteint jusque-là.

Conceptuellement et techniquement, une synergie va d'abord s'installer entre la cartographie numérique, d'une part, et la géographie dite « quantitative » et la télédétection, d'autre part – deux disciplines qui, *mutatis mutandis*, sont assimilées à des techniques au même titre que la cartographie. Les concepts présidant à la modélisation des objets et phénomènes spatiaux, réclamés par la cartographie pour structurer son information numérique, sont au rang des préoccupations de la géographie « quantitative ». De façon complémentaire, la cartographie numérique fournit à la géographie quantitative les moyens d'intégrer les données spatiales requises par ses modèles, et de dépasser ainsi les analyses statistiques thématiques dans lesquelles on l'a trop souvent consignée. Dès 1972 – lancement de ERTS 1, premier satellite de la famille Landsat –, la télédétection numérique vient seconder l'interprétation visuelle des photos et images aériennes et spatiales. Or, l'image numérique enregistrée par ces capteurs rassemble une géométrie simplifiée et une collection de thématiques spatiales, soit les deux aspects de l'information géographique. Qui plus est, la forme de cette information – image ou *raster* – est, dès les années 80, celle sous laquelle le matériel informatique manipule toute information graphique. Que ce soit sous l'aspect conceptuel, technique ou graphique, cartographie et télédétection numériques ne pouvaient que converger.

À Liège, à la fin des années 70, les esprits semblent prêts à cette mutation. Le Séminaire de géographie se voit confier à cette époque l'élaboration de livres – atlas par la Ville de Liège (Sporck *et al.*, 1980, 1986). J.A. Sporck et B. Mérenne rassemblent alors quelques chercheurs qui, sous l'impulsion de I. Nadasdi, titulaire d'un D.E.S.S. en cartographie de l'école de l'I.G.N.-France, revisitent la sémiologie graphique et expérimentent les techniques les plus récentes de rédaction cartographique. Parallèlement, s'inspirant de l'école de S. Rimbart (Strasbourg) et de la jeune école de géomatique québécoise, J.P. Donnay développe une thèse de cartographie numérique en 1985, tandis que C. Christians, B. Vauchel et A. Delrez mettent à jour les cours et travaux pratiques de cartographie thématique. La géographie « quantitative » et la télédétection sont, en outre, bien présentes à Liège. La première est prise en charge par J. Alexandre et H. Beguin, ce dernier publiant en 1979 un ouvrage en la matière qui reste une référence en langue française (Beguin, 1979). Des cours de photo-interprétation sont dispensés par A. Pissart et J. Wilmet, et celui-ci anime, dès les années 70, des recherches qui posent les fondements de la télédétection spatiale en Belgique francophone (on en trouvera une bonne synthèse dans Wilmet, 1996).

Il reste à pérenniser cette évolution et à la transcrire dans les enseignements. Cela nécessite une équipe de recherche et, surtout à cette époque, des ressources informatiques coûteuses ; or les professeurs Beguin et Wilmet exercent l'essentiel de leurs activités à Louvain-la-Neuve. En 1986, la titularisation de J.P. Donnay et la création du laboratoire SURFACES, dont les activités (qui sont présentées dans la partie « La géographie appliquée ») sont dédiées à ces domaines de recherche, vont permettre d'amorcer un changement significatif dans le cursus. Au début des années 90, la mise en place de l'option de géomatique-géométrie donnera une nouvelle dimension à cette évolution.

## Évolution du cursus jusqu'à la création de l'option de géométrie

Il était intéressant de faire profiter les différentes filières d'enseignement de l'infrastructure et des connaissances acquises par les recherches effectuées au sein du laboratoire SURFACES. Les premières initiatives sont prises dans le cadre des enseignements de

troisième cycle. Un cours d'introduction à la cartographie et la télédétection est ainsi proposé à la licence complémentaire en urbanisme et aménagement du territoire dès 1986. Le contenu du cours a évolué depuis cette date, pour devenir aujourd'hui une introduction aux systèmes d'information géographique, mais il est toujours au programme du D.E.S. en urbanisme et aménagement du territoire. Dans les années 80, la licence complémentaire en géographie appliquée comportait une option de cartographie et de télédétection, qui deviendra, dans le courant des années 90, un D.E.S. interuniversitaire à part entière. Le professeur Christians, alors titulaire du cours de cartographie thématique, propose en 1987 d'étendre ce sujet à la cartographie numérique. C'est l'origine du cours spécialisé en système d'information géographique qui est dispensé aujourd'hui au D.E.S. interuniversitaire en cartographie et télédétection. À la fin des années 80, le professeur Nihoul, responsable de la section d'océanologie, souhaite que les étudiants de la maîtrise en océanologie puissent suivre un cours de traitement d'images en télédétection. Lorsque le D.E.A. européen en modélisation de l'environnement marin est mis en place, ce cours prend l'intitulé d'océanographie satellitaire, afin d'harmoniser les titres des enseignements dans les différentes universités participant au D.E.A.

Modifier les programmes de candidatures et de licences en géographie est moins facile qu'aménager un programme de troisième cycle. En attendant les opportunités, une bibliothèque de programmes de cartographie thématique est développée sur l'ordinateur du centre de calcul de l'Université. Ils sont utilisés par les étudiants, notamment dans les cours à connotation cartographique dispensés par le professeur Christians (géographie de la population ou géographie rurale par exemple). D'autre part, des séances de « démonstration » de traitement d'images satellite, utilisant les ressources du laboratoire SURFACES, sont organisées dans le cadre du cours de photo-interprétation du professeur Wilmet. Un cours d'introduction à l'informatique est même introduit en 1987, mais l'informatique centralisée d'alors et l'absence d'exploitation dans les cours apparaissant en aval ne sont pas de nature à développer l'intérêt des étudiants pour les nouvelles technologies de la géographie.

Il faut attendre la restructuration du cours de géographie mathématique, dispensé jusqu'alors par le professeur Camps – éminent spécialiste de photogrammétrie, mais sans successeur attiré – pour que la section de géographie aménage de façon durable ses programmes de cours. Trois cours distincts sont alors créés : astronomie de position, topographie et cartographie. Afin de disposer du nombre d'heures requis, le cours d'informatique récemment introduit est (momentanément) supprimé. En outre, pour succéder au professeur Camps dans l'enseignement de la photogrammétrie dispensé au troisième cycle interuniversitaire en cartographie et télédétection, il est fait appel à M. Collignon, directeur de la cartographie au ministère wallon de l'Équipement et des Transports (M.E.T.), en lui octroyant le titre de maître de conférences extérieur.

Grâce à une convention d'étude entre I.B.M. Belgique, le centre de calcul de l'Université et SURFACES, une salle, aimablement mise à disposition par le professeur Nihoul à l'institut de physique, est équipée de micro-ordinateurs et de périphériques graphiques réservés à l'enseignement. Les échanges et les nombreux stagiaires issus des universités étrangères (notamment de Sherbrooke et Laval au Québec et de l'I.A.V. Hassan II de Rabat) ont développé une culture du « didacticiel » au sein du laboratoire SURFACES. Très vite, celui-ci acquiert les licences de logiciels de statistiques, de télédétection, de cartographie et de gestion de système d'information géographique dédiés à l'enseignement. Tous les cours de troisième cycle profitent immédiatement de ce nouvel environnement, deux d'entre eux étant par la même occasion offerts en option aux étudiants de géographie dans le cadre de leurs cours de spécialisation.

## De la géométrie à la géomatique

La création de l'option de géométrie au sein de la section des sciences géographiques va évidemment modifier sensiblement les cursus dès le début des années 90. C'est qu'il faut étendre considérablement l'enseignement de topographie (topographie et topométrie, systèmes de positionnement par satellite, théorie des erreurs – voir notamment Arnould, 2000) ; il faut aussi diversifier celui de cartographie (topographique, numérique, mathématique et thématique – voir par exemple Donnay, 1995, 1997) et développer celui de géodésie et amener au second cycle le cours de photogrammétrie. Parallèlement, il faut renforcer la formation en mathématique et en informatique, et introduire des cours de droit et plusieurs matières relevant des sciences de l'ingénieur. Pour guider les choix et pondérer l'importance des nouvelles matières, les exemples de nos collègues étrangers ne manquent pas (Québec, Suisse, Grèce et Maroc notamment). Il apparaît ainsi rapidement que, en plus d'une formation de géomètre au plus haut niveau, la nouvelle option doit garantir à ses étudiants une connaissance complète des techniques d'acquisition, de modélisation et de traitement de l'information géographique ; en un mot : une formation en géomatique. D. Pantazis, ingénieur topographe et premier docteur de notre filière en 1985 (thèse largement publiée dans Pantazis & Donnay, 1996), vient à point nommé pour organiser les enseignements relatifs aux bases de données géographiques et aux aspects théoriques et conceptuels des systèmes d'information géographique. Il vient ainsi renforcer les deux chaires créées en 1996, en topographie et géométrie d'une part, et en cartographie et systèmes d'information géographique d'autre part.

Afin de conjuguer les ressources humaines et matérielles, les responsables des enseignements de topographie (R. Arnould), télédétection (J. Wilmet), photogrammétrie (A. Collignon), cartographie et système d'information géographique (J.P. Donnay et D. Pantazis) décident de former une entité commune, reconnue par la Faculté des sciences en 1997 sous le nom d'Unité de géomatique. À celle-ci viendra se joindre R. Warnant, de l'Observatoire royal, chargé du cours de géodésie après le départ de C. Denis, du Département d'astrophysique, qui assumait le cours jusque-là. En outre, en termes de matières, l'Unité de géomatique se voit également confier l'organisation du cours d'analyse spatiale, issu de la fusion de la géographie quantitative, introduite et enseignée par le professeur Beguin jusqu'à son départ à la retraite en 1997, et de celui d'analyse régionale, partim des enseignements dispensés précédemment par le professeur Christians. Le départ du professeur Wilmet, admis à faire valoir ses droits à la retraite en 1998, et celui de D. Pantazis, nommé professeur à l'Université technique d'Athènes en 1999, provoqueront une légère redistribution des enseignements au sein de l'Unité. Mais celle-ci se verra renforcée au même moment par la désignation de Y. Cornet au rang scientifique définitif ; il reprendra progressivement les activités du domaine de la télédétection bien implantées dans l'Unité (voir notamment Dubois *et al.*, 1997, Donnay, 2000 et Donnay *et al.*, 2001).

La restructuration importante des cours résultant de la mise en place de la licence en géométrie – intitulée quelques années plus tard « géomatique et géométrie » – a également eu des conséquences sur les programmes des sections connexes. Tout d'abord, sur le D.E.S. interuniversitaire en cartographie et télédétection qui, s'il voulait rester un diplôme spécialisé, devait mettre à niveau plusieurs matières. C'est ainsi que les cours de topographie, photogrammétrie et systèmes d'information géographique – formant la contribution de l'Université de Liège à ce D.E.S. interuniversitaire – sont désormais ceux de la licence en géomatique. Cette disposition permet aux étudiants titulaires d'un diplôme

d'ingénieur ou de licencié en sciences (en géographie par exemple) d'obtenir en une année une formation complémentaire dans plusieurs domaines essentiels de la géomatique. D'autre part, il est clair qu'une partie des matières dispensées par les membres de l'Unité de géomatique reste d'un intérêt primordial pour la filière de géographie fondamentale. C'est le cas de l'analyse spatiale et de la télédétection, qui sont enseignées simultanément aux licences des deux options, mais aussi d'une partie du cours de cartographie. Une plus grande souplesse entre les deux options pourra se mettre en place dans le cadre du plan stratégique élaboré à la demande des autorités en l'an 2000.

### Les effets du plan stratégique sur le cursus de géomatique

Le plan stratégique mis en place à partir de l'année académique 2001-2002 a voulu faciliter le choix des étudiants de première année entre les deux options de la section des sciences géographiques. Le plan a en effet proposé une première candidature commune en sciences géographiques, les étudiants n'étant amenés à choisir entre l'option fondamentale et l'option géomatique qu'à partir de la seconde candidature. Ceci n'a pu se faire qu'en renforçant le cours de mathématique et en introduisant un cours d'informatique pour tous dès la première année. Parallèlement, les matières plus spécialisées étaient reportées dans les années ultérieures, mais un cours d'introduction à toutes les facettes des sciences géographiques, susceptible d'éclairer les étudiants sur leur choix futur, était créé en première année. Dès la seconde candidature, par contre, les enseignements des deux filières s'écartent très sensiblement. On note cependant que la cartographie est désormais dispensée aux deux filières dans le cadre d'un cours totalement refondu et largement commun. Seule la cartographie mathématique reste, en première licence, à l'intention des seuls étudiants de l'option de géomatique. Dans cette option, l'astronomie de position est désormais enseignée dans le cadre d'un cours de géodésie renforcé. Les travaux pratiques de photogrammétrie et les travaux de terrain en topographie sont augmentés et la partie du cours relative aux systèmes de positionnement par satellite prend en licence une place de première importance. Parallèlement, des cours d'informatique sont dispensés à chaque année du cursus et, en licences, ils sont confiés à la section d'informatique. C'est le cas du cours de bases de données, dont le nombre d'heures a doublé, et d'un cours sur les réseaux informatiques offert en option en seconde licence.

Au moment où ce rapport est rédigé, le plan n'a pas encore sorti tous ses effets, seules les deux candidatures ayant été restructurées. Pourtant, malgré les difficultés et les incertitudes que ne peut éviter d'engendrer une réforme d'une telle ampleur, il semble qu'une première candidature commune ne soit pas en défaveur de l'option de géomatique. En outre, le plan a permis de fixer l'encadrement académique pour les prochaines années et, dans ce domaine également, l'Unité de géomatique devrait se voir renforcée au milieu de la décennie, soit au moment où devrait être réalisée une évaluation complète des nouveaux programmes de cours. Les dispositions imaginées aujourd'hui pour harmoniser les programmes universitaires européens risquent cependant de modifier quelque peu cette perspective, d'autant que la formation en géomatique reste, même au niveau européen, relativement rare.

## Bilan et perspectives

L'Unité de géomatique constitue désormais l'une des trois composantes du Département des sciences géographiques. Sa technicité lui permet cependant d'entretenir des relations privilégiées avec d'autres Départements des sciences et des sciences appliquées. Une collaboration croissante est mise en place avec les Départements de géologie, d'hydrogéologie et de géologie de l'ingénieur, tant pour la recherche que pour l'enseignement puisqu'un cours spécifique d'introduction aux S.I.G. est organisé à destination de ces sections dès 2003. Comme indiqué ci-dessus, un rapprochement avec le Département d'informatique est également recherché pour l'organisation de certains cours et pour le suivi de thèses de doctorat. Mais c'est surtout au sein de l'institut de physique, où l'Unité de géomatique a pu emménager lors de son récent transfert sur le campus du Sart Tilman (2001), que les contacts sont les plus réguliers. Si la complémentarité paraît évidente vis-à-vis du Département d'astrophysique, géophysique et océanologie physique, une intéressante collaboration a aussi été initiée avec le service d'optique du Département de physique.

Mise en place sans contrainte, par la seule volonté de ses membres, l'Unité de géomatique a pu faire face aux nombreuses réformes, aux changements de personnel, fréquents et parfois inattendus, et aux indispensables et continus besoins en matériel coûteux et spécialisé. À cet égard, il faut souligner le soutien financier des multiples instances – Conseil de la recherche, Faculté des sciences, Fondation J.A. Sporck – ainsi que le prêt en matériel photogrammétrique du ministère wallon de l'Équipement et des Transports et l'accueil privilégié réservé par les principales sociétés de matériel et de logiciels, sensibles à l'originalité de la formation en géomatique offerte par l'Université de Liège.

Le laboratoire SURFACES a joué et continue à jouer un rôle clé dans le développement de toutes les activités, tant académiques que de recherches, de l'Unité. L'équipement, les données, la documentation et la logistique quotidienne sont couverts par les activités extérieures du laboratoire. Mais, surtout, la qualité et le dévouement du personnel administratif et scientifique du laboratoire ont permis aux étudiants, aux stagiaires, aux doctorants et aux enseignants de l'Unité de réaliser, qui leur mémoire ou leur thèse, qui leurs cours ou leurs travaux pratiques, dans des conditions confortables sinon idéales. Aujourd'hui encore, les applications utilisant les capteurs les plus récents de télédétection, le développement d'un didacticiel de photogrammétrie numérique, les travaux de topographie de précision et la participation aux projets les plus ambitieux de S.I.G. à l'échelle nationale ou internationale constituent un véritable incubateur pour la recherche théorique et l'enseignement.

On pourrait sans doute mesurer l'impact de l'Unité de géomatique en énumérant les listes de publications, programmes de recherches et autres conférences (ces références apparaissent sur le site Internet de l'Unité : <http://www.geo.ulg.ac.be>). Mais il est plus édifiant de souligner les capacités et le mérite des anciens étudiants, doctorants et chercheurs qui, exerçant leurs compétences dans de multiples universités, administrations publiques et sociétés privées, font connaître et respecter, en Belgique et à l'étranger, la formation en géomatique et géométrie dispensée à l'Université de Liège. Au terme de cette brève publication, nous voudrions leur rendre hommage.

## Bibliographie

- ARNOULD R., 2000. *Topographie. Instruments et méthodes*. Les Éditions de l'Université de Liège, Liège, 209 p.
- BEGUIN H., 1979. *Méthodes d'analyse géographique quantitative*. Litec, Paris, 252 p.
- DONNAY J.-P., 1995. *Cartographie topographique*, Série Surfaces, 1, 2<sup>e</sup> édition. Surfaces, Liège, 201 p.
- DONNAY J.-P., 1997. *Cartographie mathématique*, Série Surfaces, 2. Surfaces, Liège, 271 p.
- DONNAY J.-P. (éd.), 2000. La spatiocartographie. Hommage à I. Nadasdi. *Bull. SGL*, 38, 136 p.
- DONNAY J.-P., BARNSLEY M. & LONGLEY P. (ed.), 2001. *Remote sensing and urban analysis*. Taylor & Francis, Londres, 268 p.
- DUBOIS J.-M., DONNAY J.-P., OZER A., BOIVIN F. et LAVOIE A., (éd.), 1997. Télé-détection des espaces urbains et périurbains. Collection *Actualités scientifiques*. AUPELF, Montréal, 361 p.
- PANTAZIS D. et DONNAY J.-P., 1996. *La Conception de S.I.G.. Méthode et formalisme*, Hermès, Paris, 343 p.
- SPORCK J.A., BAUDOT Y., DONNAY J.-P., GEWELT M., LALOUX J.-P. et NADASDI I. 1980. *Liège prépare son Avenir*, livre-atlas réalisé à l'initiative de la Ville de Liège, sous la direction de J.A. Sporck. Éd. Wahle, Liège, 171 p.
- SPORCK J.A., BAUDOT Y., DONNAY J.-P., GEWELT M., LALOUX J.-P., MÉRENNE-SCHOUMAKER B. et NADASDI I., 1986. *Liège Aujourd'hui et Demain*, livre-atlas réalisé à l'initiative de la Ville de Liège et publié avec l'aide de la Région wallonne, sous la direction de J.A. Sporck. Éd. Wahle, Liège, 162 p.
- WILMET J., 1996. *Télé-détection aérospatiale. Méthodes et applications*. SIDES, Paris, 300 p.

