



Enseigner la géomatique : le piège des mots

Laurent POLIDORI

Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes (CNAM / ESGT, Le Mans, France)

Mots clés : géographie – géomatique – formation

Résumé : La géomatique regroupe l'ensemble des techniques géographiques auxquelles une mise en oeuvre numérique permet désormais de cohabiter dans un même environnement informatisé. Cette nouvelle discipline est au coeur de la plupart des formations dans le domaine de l'aménagement du territoire. Cependant, les employeurs potentiels, parmi lesquels les géomètres, peuvent avoir du mal à connaître le type et le niveau de qualification des candidats, car le terme de géomatique, dangereusement ambigu, recouvre des réalités extrêmement variables. Un enseignement rigoureux en topométrie, géodésie, photogrammétrie, télédétection et cartographie numérique notamment, dont les bases fondamentales sont restées inchangées, survit dans quelques filières où des activités de recherche stimulent des développements technologiques nouveaux. Cependant, des bases aussi solides ne sont pas toujours requises par les employeurs, et une formation rapide à l'utilisation de ces techniques peut être suffisante dans des filières conduisant aux professions de l'aménagement au sens large (spécialistes de l'urbanisme, de l'eau, de l'environnement...). Le problème qui se pose alors consiste, face à cette diversité, à identifier la réalité qui se cache derrière le terme, si répandu désormais, de géomatique.

L'héritage de la géomatique

La discipline recouverte aujourd'hui par le terme de géomatique est l'héritière de plusieurs domaines techniques, développés séparément et parfois depuis longtemps, et auxquels une mise en oeuvre numérique permet aujourd'hui de cohabiter dans un même environnement informatique :

- La géodésie vise à étudier les formes et les mouvements de la Terre ainsi que la possibilité de s'y localiser. D'abord indissociable de l'astronomie, faisant largement appel à la physique

pour l'étude de l'atmosphère et du champ de pesanteur terrestre, la géodésie a désormais largement recours aux satellites.

- La topographie utilise des mesures d'angles et de distances pour lever et représenter les objets présents à la surface de la Terre. Les mesures de distance étant couramment confiées à des télémètres laser, on a vu se développer des scanners qui à partir d'une multitude de mesures de distances génèrent un semis dense de points tridimensionnels, en complément de la photogrammétrie.

- La photogrammétrie a été conçue pour reconstituer la géométrie tridimensionnelle de la surface terrestre à partir de vues perspectives. Au-delà de l'exploitation géométrique des clichés, leur interprétation permet d'identifier les détails qui sont localisés. Ce travail d'interprétation a donné lieu au développement d'un véritable métier, la photo-interprétation, appelé plus largement télédétection face une gamme étendue d'instruments imageurs.

- En aval de ces techniques, pouvant ou non les englober selon le sens qu'on lui donne, la cartographie consiste à représenter en deux dimensions la surface topographique ou tout phénomène associé à une hétérogénéité spatiale (on parle alors de cartographie thématique). La cartographie s'appuie sur la géodésie pour la définition de systèmes de projection et sur la sémiologie graphique pour la prise en compte d'un message et d'une échelle.

- Après la révolution numérique s'est développé le vaste domaine du système d'information géographique (SIG), initialement limité à la consultation d'une base de données géolocalisées mais qui n'a de cesse de tirer parti de tous les progrès de l'informatique pour constituer une interface toujours plus conviviale entre le gestionnaire du territoire et ses données.

A la recherche d'un terme générique

Bien avant l'invention du terme « géomatique » on a cherché à regrouper l'ensemble de ces disciplines sous un terme générique. Cette tendance est légitime compte tenu de la connexité du domaine et de la multiplicité des interfaces et passerelles entre ces différents domaines techniques. Il suffit de consulter l'offre de formation universitaire internationale pour constater que la géomatique est omniprésente mais sous des vocables variables, au gré de l'histoire et des regroupements disciplinaires. Les intitulés des départements universitaires sont révélateurs de cette diversité.

La désignation de ce bouquet de techniques est souvent portée par la **géodésie** en association avec le domaine technique qui en fait usage et qui en a stimulé les développements (*geodesy and mine surveying, geodesy and cadastre, geodesy and geodynamics* etc) ou en association avec d'autres techniques géographiques (*geodesy and surveying, geodesy and photogrammetry, geodesy and geodetical astronomy, geodesy and cartography* etc). Plus récemment, c'est-à-dire postérieurement à la révolution numérique, sont apparus en Europe et en Amérique du Nord des intitulés plus modernes qui indiquent la filiation entre la géodésie et la géomatique : *geodesy and geoinformatics, geodesy and geomatics engineering* etc.

La **cartographie**, dont l'histoire est aussi ancienne de celle de la géodésie dont elle est indissociable, joue également ce rôle de terme générique. Au Brésil, la *cartografia* regroupe l'ensemble des domaines de la géomatique et la *Sociedade Brasileira de Cartografia* est d'ailleurs devenue *Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto*. Cependant, dans différents pays et notamment en France et en

Espagne, la notion de cartographie est souvent associée au dessin et aux arts graphiques. La transition de la cartographie sur papier vers le numérique ne semble pas remettre en cause cette connotation, offrant seulement un outillage nouveau à ceux qui pratique la cartographie comme un art. Ainsi cette conception de la cartographie, qui se revêt fréquemment d'intitulés plus récents comme « systèmes d'information géographique » ou tout simplement « géomatique », en réduit le sens aux aspects graphiques.

Devenue numérique, la géographie a été également hébergée par l'**informatique** dont elle constitue en quelque sorte un exemple d'application. Dans ce cas, le mariage de la géographie et de l'informatique donne naissance à une géomatique limitée le plus souvent aux systèmes d'information géographique. Si des algorithmes ont pu être développés en matière de traitement d'images ou de gestion de flux importants de données, force est de constater qu'ils visent le plus souvent à automatiser des concepts simples, tandis que des méthodes plus originales, basées sur des concepts mathématiques plus complexes comme les ensembles flous ou les processus aléatoires, n'ont guère été reprises par la géomatique alors que la complexité des environnements naturels et urbains s'y prête pourtant volontiers. Ainsi, malgré les possibilités offertes par l'informatique, la géographie numérique a tendance à reproduire l'esprit de la géographie classique et conquiert rarement de nouvelles possibilités.

Les départements universitaires où sont enseignées toutes ces techniques géographiques sont rattachés à des facultés dont la diversité est également intéressante à relever. En l'absence d'une faculté dédiée, les départements de géomatique sont souvent rattachés soit à des facultés de lettres ou de sciences humaines (département de géographie), soit à des facultés de sciences dans des domaines comme l'agriculture, l'environnement ou les sciences de la Terre, liés à des métiers qui ont besoin de recruter des personnels très qualifiés dans l'emploi de ces techniques géographiques. Dans ces structures, la cartographie en tant qu'outil est souvent mise au service d'une discipline scientifique, et il n'est pas rare d'y trouver des ateliers de cartographie, où la cartographie sur papier et la photographie aérienne ont cédé la place au SIG et au traitement d'images. Hier comme aujourd'hui, c'est une cartographie opérationnelle qui est offerte à ses utilisateurs scientifiques : l'outil n'est pas un objet de recherche, les étudiants le manipulent en acceptant ses limites et sans avoir à en connaître les fondements.

Lorsqu'on quitte le secteur universitaire pour considérer le secteur professionnel, on constate qu'il est souvent question d'**information géographique**. La carte étant devenue numérique, sa valeur marchande a connu un potentiel de croissance. Les fournisseurs de données géographiques, qu'il s'agisse des agences de cartographie officielle comme l'IGN ou de prestataires privés, se sont rangés autour du concept nouveau d'information géographique, emboîtant le pas au dogme contemporain selon lequel le bonheur tiendrait en grande partie à l'information. On parle alors, pour désigner les différents actes de la géomatique, d'acquisition, de traitement, d'analyse ou de représentation de l'information géographique.

Le piège des mots

Ainsi le regroupement des sciences et techniques géographiques dans un environnement numérique commun a suscité la recherche d'un terme fédérateur. Chaque discipline a d'abord eu tendance à s'imposer et à se présenter comme englobant les autres, mais le développement de l'informatique a été vecteur d'une image nouvelle et a suscité l'apparition d'un néologisme : la **géomatique**.

Cependant, les disciplines académiques ou les pratiques professionnelles qui se désignent par ce terme recouvrent une réalité très variée : la notion de géomatique est ambiguë. Pour certains, la géomatique inclut l'acquisition et le traitement des données. Pour d'autres, elle se limite à la restitution de ces données sous forme cartographique. A l'exception du SIG, qui désigne un outil ou, au mieux, une boîte à outils, tous les noms de techniques cités plus haut désignent des activités associées à un savoir ou à un savoir-faire, car nous n'osons pas dire des sciences. Pour pallier ce manque et donner l'image d'une discipline académique, l'étude des SIG s'approprie souvent le néologisme géomatique, ce qui en réduit le sens et contribue à la confusion.

Cette confusion tient en grande partie à celle qui règne déjà depuis longtemps autour de la géographie, en particulier en France. En effet, bien avant l'avènement de la géographie numérique, on a vu cohabiter différentes formes de géographies :

- une géographie littéraire, enseignée en faculté de lettres ou de sciences humaines, qui vise à donner un sens à l'aspect de la surface terrestre ;
- une géographie scientifique qui appuie sur des bases géométriques et physiques fondamentales des méthodes d'acquisition de données, de modélisation, d'analyse et de représentation des phénomènes géographiques ;
- à mi-chemin entre les deux précédentes, une géographie thématique souvent appelée « analyse spatiale », qui a prolongé l'expertise littéraire par le recours à l'imagerie aérienne et spatiale, et surtout à la cartographie, sollicitée pour ses possibilités sémiologiques dans un but de représentation de données géographiques thématiques.

Le développement d'une information géographique numérique a modifié les pratiques de ces trois communautés ainsi que les traits qui les différencient, mais ces différences subsistent. En particulier, le terme de géomatique est perçu et utilisé différemment par ces différentes catégories de géographes.

Pour les géographes littéraires, la géomatique est extérieure au champ de la géographie. Elle est un outil à son service – et l'on pourrait s'en réjouir si cet outil était pleinement utilisé. Au contraire, pour les géographes scientifiques, la géomatique englobe toutes les techniques géographiques, dont le regroupement sous forme numérique est perçu comme une source de créativité en matière de recherche. Cependant, du fait des contraintes imposées par les limites de l'informatique, cette géomatique a du mal à s'approprier les concepts produits par la géographie littéraire. Elle réduit typiquement le changement d'échelle à un empilement d'échelles gigognes, et elle a du mal à prendre en compte le facteur temps et, pire encore, le caractère subjectif de la perception des paysages. Ces deux géographies sont les plus anciennes, elles perpétuent des traditions séculaires avec des jargons spécifiques et des sociétés savantes internationales. Mais elles restent éloignées l'une de l'autre.

Pour la troisième catégorie de géographes, la géomatique s'est récemment développée à la faveur des progrès de l'informatique et surtout de la chute des coûts du matériel. Cette géographie (qui se présente le plus souvent sous l'appellation géomatique) est la plus visible dans l'offre internationale de formation comme sur le marché de l'emploi. En France, elle a bénéficié d'une concomitance entre la décentralisation et la démocratisation de

l'informatique, et accompagné l'équipement des collectivités et divers bureaux d'études en outils et en savoir-faire, essentiellement dans le domaine des systèmes d'information géographique. Elle asseoit sa légitimité sur l'existence d'une demande importante dans des domaines aussi variés que le génie civil, la gestion de l'eau ou la protection de l'environnement. Dans tous ces domaines, la nécessité de concilier des contraintes d'ordre socio-économique et d'ordre naturel rend le savoir du géographe particulièrement précieux. Pourtant, le glissement des préoccupations géographiques vers des préoccupations informatiques tend à occulter le rôle du géographe, notamment dans les collectivités territoriales qui ont volontiers confié la gestion de l'information géographique à leur service informatique. On voit parfois une mise en oeuvre de la géomatique caractérisée par une grande virtuosité dans la manipulation des logiciels de SIG, mais où n'interviennent ni le géographe littéraire qui pourrait enrichir l'analyse spatiale, ni le géographe scientifique qui pourrait garantir une manipulation rigoureuse des données géographiques. Il en résulte alors une sous-utilisation des techniques disponibles. Le poids croissant de l'informatique dans la gestion territoriale s'observe de plus en plus dans les collectivités territoriales. Au contraire, des utilisateurs spécialisés (secteurs minier, agricole etc.) ont eu tendance à maintenir un savoir-faire thématique qui a relativement bien survécu à la révolution numérique.

On retrouve ce choc des géographies dans l'enseignement secondaire : à l'âge où les cloisonnements disciplinaires se mettent en place et où chaque élève est dangereusement invité à s'afficher littéraire ou scientifique, le géographe en herbe découvre une géographie à deux visages :

- à l'école, une géographie littéraire associée à l'histoire, enseignée sans outils et généralement sans excursions sur le terrain (excursions qui incombent parfois à l'enseignement de la géologie, assuré par des naturalistes) ;
- à la maison ou dans le véhicule familial, une irruption de l'information géographique sous la forme de cartes numériques, souvent de qualité grossière mais d'accès aisé.

Si l'accès à ces données est souvent beaucoup plus facile pour l'élève que pour son professeur de géographie, c'est uniquement en raison d'une manipulation plus familière de l'outil informatique, et ces données qui pourraient constituer un formidable support pédagogique sont rarement utilisées.

Ce cloisonnement entre les géographies littéraire et scientifique est entretenu par les structures universitaires. Dans le système universitaire français, la géographie fait l'objet d'une section dédiée (la section 23) du Conseil National des Universités. En revanche, la géographie thématique ou analyse spatiale est associée soit à l'informatique soit aux disciplines scientifiques dont la cartographie n'est qu'un outil (urbanisme, sciences de l'environnement, sciences de la Terre...). Quant à la géomatique scientifique, elle n'apparaît dans aucune section et un candidat est condamné à se présenter comme spécialiste de mécanique, de traitement du signal ou de mathématiques appliquées, ce qui ne facilite évidemment pas l'émergence dans ce domaine d'une communauté dynamique au sein de l'université. Ainsi c'est la géographie tout entière qui se trouve limitée dans son développement faute de savoir faire cohabiter ses différentes composantes.

Cette situation constitue un frein à l'attractivité de la géographie. Malgré l'existence de débouchés professionnels importants, en particulier dans les métiers de l'aménagement du

territoire, un étudiant motivé, suffisamment brillant et ouvert pour ne pas avoir à faire un choix exclusif entre des profils littéraire et scientifique, peut être dissuadé par cet enfermement disciplinaire.

Ce cloisonnement entre les géographies littéraire et scientifique est accentué en France par l'opposition entre université et grandes écoles. Cette situation a contribué depuis longtemps à limiter la recherche universitaire en géomatique scientifique (incluant la géodésie spatiale, la photogrammétrie numérique et la modélisation mathématique de l'environnement), l'innovation dans ce domaine se produisant surtout dans de grands organismes (IGN, CNES, INRIA, BRGM etc) et dans des écoles d'ingénieurs. Ces écoles sont anciennes et reconnues des milieux professionnels auxquels elles sont très attentives.

Le marché de l'emploi

Pour les rares écoles d'ingénieurs formant aux sciences géographiques, les étudiants qui maîtrisent une géomatique que nous qualifierons de scientifique trouvent le plein emploi une fois diplômés. Une augmentation des flux d'étudiants serait la bienvenue car le marché de l'emploi a la capacité de les accueillir, mais elle est freinée tant par la difficulté de recruter des enseignants dans ces domaines (la géomatique n'étant pas reconnue dans le dispositif universitaire), que par la difficulté de recruter davantage d'étudiants sans baisser le niveau requis, par manque d'attractivité.

Dans le cas de la géographie littéraire, c'est un marché de l'emploi insuffisant qui limite le flux d'étudiants. Au contraire, les filières qui désignent par le terme géomatique une formation aux SIG, se sont considérablement développées ces dernières années. Leur attractivité, qui tient sans doute plus à l'informatique qu'à la géographie, est réelle, et les prérequis scientifiques sont raisonnablement accessibles. Quant au marché de l'emploi, il est important et diversifié (collectivités, bureaux d'études, aires protégées etc.), et peut absorber un flux important de jeunes diplômés. Cependant, des lacunes subsistent faute d'outillage mathématique, freinant par exemple la mise en application de textes réglementaires qui nécessiteraient des connaissances approfondies en topographie, que ce soit pour le contrôle de qualité (arrêté de 2003 sur les classes de précision, toujours très peu respecté) ou pour la conversion de coordonnées dans un système de référence imposé. Certes, une formation pointue en géomatique ne se justifie sans doute pas dans toutes les collectivités. On constate encore une fois les effets pervers d'une géographie morcelée et d'une terminologie ambiguë.

Ainsi, si l'on considère la géomatique sous ses multiples facettes, on constate qu'elle répond de manière imparfaite aux attentes du marché de l'emploi, notamment en raison du cloisonnement évoqué plus haut.

L'Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, créée en 1946 dans le but de moderniser la profession de géomètre-expert qui se constituait en ordre la même année, incorpore dans ses programmes les trois types de géographies mentionnées plus haut. La suppression des cloisons permet de former des géomètres qui sont à la fois outillés et aptes à analyser des problèmes complexes d'aménagement du territoire, où cohabitent généralement des aspects physiographiques et socio-économiques. Cette conception très étendue de la géographie, complétée par un solide apprentissage juridique, répond aux attentes d'un marché de l'emploi en pleine évolution, dont la profession de géomètre est l'exemple le plus caractéristique. Il reste cependant que cette filière est trop peu attractive en regard des débouchés proposés, et

qu'elle attire rarement les étudiants plus brillants. Ainsi, une augmentation des flux d'étudiants, souhaitée par les professionnels, se ferait au détriment du niveau d'entrée.

L'attitude qui peut être préconisée dans un tel contexte, consiste à définir clairement les termes, à reconnaître que la géomatique revêt des sens multiples comme la géographie a revêtu des sens multiples, à ne pas ignorer les différences afin de pousser sans entrave le développement de chaque branche de la géographie. En revanche, il convient de jeter des passerelles entre ces disciplines pour former des géographes complets, capables tout à la fois de mettre en oeuvre des techniques géomatiques et de comprendre les problèmes écologiques et sociaux de l'aménagement du territoire. La géographie s'en trouvera plus légitime et, sans doute, plus attractive, pour le plus grand bénéfice de la profession de géomètre.