

## LES « SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE » (SIG). PRÉLIMINAIRES À UN USAGE DANS L'ENSEIGNEMENT

Jean-Paul DONNAY

### Résumé

Quelques années après leur introduction dans le monde anglo-saxon, les systèmes d'information géographique (SIG) entrent dans l'enseignement secondaire francophone de la géographie. Plusieurs expériences sont menées, individuellement ou de manière institutionnelle. Mais elles ne lèvent pas l'ambiguïté sur le concept de SIG. Au contraire, elles réduisent le SIG à un support logiciel, surtout cartographique. La communication s'efforce de montrer la différence entre un SIG, au sens de la modélisation systémique des organisations, et un logiciel SIG tel qu'il pourrait être exploité dans l'enseignement secondaire.

### Mots-clés

Système d'information géographique, modélisation systémique des organisations, logiciel SIG, enseignement secondaire, apprentissage par résolution de problèmes.

### Abstract

*A few years after their insertion into English language education, the geographical information systems (GIS) endeavour to force their way into French language secondary education. Several experiments are carried out, individually or institutionally. However they do not dispel the ambiguity about the GIS concept. On the contrary, they tend to consider GIS as no more than a software support, essentially devoted to cartography. This communication tries to show the difference between, on the one hand, a GIS in the meaning given by the systemic modelling of organizations, and, on the other hand, a GIS software able to be used in secondary education.*

### Keywords

*Geographical information system, systemic modelling of organizations, GIS software, secondary education, learning by problem solving.*

## I. INTRODUCTION

« L'école a reçu gratuitement un SIG, et on voudrait faire du SIG avec les élèves » (sig, euh non, sic). La phrase, déjà peu banale, ne s'améliore pas lorsque le sigle anglophone GIS remplace le sigle francophone SIG, même si aux oreilles de certains, cela « sonne plus professionnel ».

L'ambiguïté qui existe autour du sigle SIG (ou GIS) ne date pas d'aujourd'hui. Elle remonte au début des années 80, époque à laquelle se sont largement diffusés les premiers logiciels capables d'acquérir, stocker, gérer, traiter et représenter des informations géographiques. La lettre « S » du sigle s'est vue, en anglais, associée successivement aux termes « System », « Software » et « Science ». Sans lever complètement l'ambiguïté du sigle, cela démontre la très large portée du concept caché, et même la petite révolution qu'il a suscité dans les cercles d'initiés en l'assimilant à une science de l'infor-

mation géographique. En français, la lettre « S » est restée l'abréviation de « système » mais, pour s'efforcer de marquer la différence, d'autres sigles ont été introduits. Celui de SIRS, pour « système d'information à référence spatiale » est un des plus usités. Il conserve sa connotation de système tout en laissant au sigle SIG le domaine des logiciels commerciaux. Ces derniers sont aussi parfois qualifiés de « logiciels SIG », expression que nous utiliserons par la suite lorsque nécessaire. Mais ces pratiques ne sont pas généralisées et la signification de SIG reste le sujet de discussions houleuses entre concepteurs de systèmes et utilisateurs (ou vendeurs) de logiciels.

Quoi qu'il en soit, la relative nouveauté est l'introduction des SIG (?) dans les établissements scolaires (Bednarz, 2001 ; Kerski, 2000). Avec une hérédité sémantique aussi chargée, on pouvait difficilement espérer une percée rapide du SIG en tant qu'outil didactique. Pourtant, plusieurs tentatives ont été faites (Clavel,

2005 ; Genevois, 2002 ; Guet, s.d. ; Hatt, 2004 ; Sceren 2003 ; Vauzelle, s.d.), qui soulignent l'effort consenti par des professeurs qui, seuls ou en groupes, ont décidé d'investir dans des technologies qui doivent interpeller tout géographe (le « G » de SIG correspond quand même bien à « géographique » !). Mais sorti de l'exploitation des fonctions cartographiques, voire de quelques croisements de couches d'informations, on semble assez loin des préoccupations des professionnels dont la presse se fait parfois l'écho : SIG-Web, infrastructures de données spatiales, portail de données cartographiques, etc.

Après avoir présenté les caractéristiques des systèmes d'information en général, et les spécificités de l'information géographique en particulier, cet article s'efforcera de décrire succinctement le système d'information géographique et on insistera sur les rôles distincts conférés aux différents types de logiciels concernés. Parmi eux, les « logiciels SIG » qu'on peut rencontrer dans les établissements d'enseignement et qui, quelque peu détournés de leur fonctionnalité première, peuvent s'avérer d'intéressants auxiliaires à une forme d'enseignement de la géographie.

## II. LES SYSTÈMES D'INFORMATION (SI)

Un système d'information géographique (SIG) est d'abord et avant tout un système d'information (SI) au sens général du terme. Le SIG ne se distingue du SI traditionnel que parce qu'il manipule des informations de type géographique, ce qui entraîne des spécificités d'architecture et de fonctionnement. Avant d'aborder ces particularités propres au SIG, il faut d'abord définir le concept de système d'information, soit l'un des éléments participant à la structure d'une organisation.

### A. La modélisation systémique des organisations

Toute organisation a pour tâche essentielle de transformer un flux entrant – de matières premières (secteur secondaire) ou d'informations (secteur tertiaire) – en un flux sortant – de même nature ou de natures multiples. La ou les transformations effectuées confèrent à l'organisation sa spécificité, tandis que la valeur ajoutée durant le processus de transformation justifie son rôle social et économique. Les transformations sont le fait d'un ou généralement de plusieurs processus rassemblés dans ce qu'il est convenu d'appeler le système opérant (SO) de l'organisation.

Au sein de la même organisation, les choix quantitatifs et qualitatifs quant aux volumes et types de flux entrant et sortant, quant aux types et aux procédés de transformation, et quant à toute décision stratégique sur l'organisation elle-même, sont du ressort du système de pilotage ou système de décision (SD). Susceptible d'être décomposé en sous-systèmes spécialisés, souvent mais

pas exclusivement organisés sous forme hiérarchique, le SD doit être informé en permanence des activités du SO et doit lui communiquer les décisions garantissant son fonctionnement optimal.

Les informations remontant du SO et les décisions descendant du SD engendrent des flux internes qu'il faut récolter, canaliser et diffuser. Ce rôle d'interface est confié à plusieurs processus manipulant uniquement de l'information et formant le système d'information (SI) de l'organisation (fig. 1).

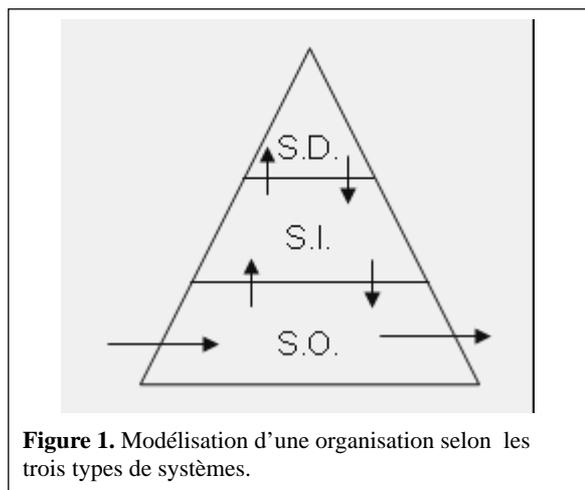


Figure 1. Modélisation d'une organisation selon les trois types de systèmes.

### B. Les traitements attendus des SI

Dans une organisation traditionnelle, le système d'information apparaît d'abord comme le « miroir » du système opérant : il enregistre tout ce qui entre, tout ce qui sort et tout ce qui est transformé par le SO, quand, où, par qui et comment. À cette première tâche d'acquisition de l'information, qui doit être constamment tenue à jour, le SI doit ajouter des capacités de stockage et de gestion (archivage, sécurité, confidentialité, etc.) de l'information. Enfin, le SI est responsable de la diffusion de l'information au sein de l'organisation, cette opération étant généralement précédée d'un traitement plus ou moins complexe (synthèse, mise en forme, définition de l'accessibilité, etc.).

Le système d'information d'une organisation présente donc deux aspects :

- les informations elles-mêmes, engendrées ou collectées par l'organisation ;
- les traitements de gestion (*sensu lato*) de cette information, au sein et éventuellement vis-à-vis de l'extérieur de l'organisation.

### C. L'informatisation des SI

On peut considérer que toute organisation peut et a toujours pu se ramener au modèle simplement présenté ci-dessus. Par conséquent, l'informatisation des organisa-

tions qui n'apparaît qu'à partir du milieu du XX<sup>e</sup> siècle ne constitue pas une condition préliminaire à la présence d'un système d'information. De multiples systèmes ou sous-systèmes d'information (gestion de personnel, comptabilité, documentation, etc.) continuent de fonctionner dans les organisations sous une forme totalement ou partiellement « analogique ».

Il reste que le « matériau » des SI étant constitué d'informations, ces systèmes constituent d'excellents candidats à l'informatisation. Les deux aspects du SI – informations et fonctions de gestion de l'information – doivent cependant être informatisés simultanément. Les informations, une fois numérisées, forment des « données » rassemblées dans des « bases de données ». Les fonctionnalités de gestion sur ces données sont confiées à des logiciels particuliers, qualifiés de systèmes de gestion de bases de données (SGBD). Ceux-ci doivent remplir les différentes tâches énumérées ci-dessus, de l'acquisition à la diffusion de l'information.

### III. L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (IG)

Un SIG est un système rassemblant et gérant une information géographique. Il a sa place, comme tout système ou sous-système d'information, au sein de l'organisation, à côté du SO et du SD pourvu que ces derniers engendrent ou réclament de l'information géographique. La nature intrinsèque de l'information géographique a pourtant des conséquences importantes, tant sur la forme de ce système d'information particulier que sur la modalisation de l'organisation toute entière qui l'abrite.

#### A. Une information hybride

Pour l'homme de la rue, une « information géographique » renvoie à toute observation ou à tout objet susceptible d'être localisé quelque part à la surface de la Terre. Cette localisation implicite s'effectue généralement via un jeu de toponymes, placés plus ou moins précisément sur la « carte mentale » que l'homme de la rue a de la Terre. Pourtant, dès le moment où un traitement est requis sur cette information géographique, une localisation implicite risque de ne plus suffire, et l'observation ou l'objet doit être explicitement positionné. Puisque tout SI est responsable de traitements sur l'information, un SIG doit prévoir la gestion d'une information géographique complète, c'est-à-dire pas seulement « localisable », mais localisée.

#### 1. L'aspect géométrique de l'information géographique

La définition de la localisation d'une information géographique peut faire appel à plusieurs caractéristiques qui, *in fine*, relèvent toutes de sa géométrie propre (position, forme, extension, etc.) et/ou des géométries de l'ensemble auquel elle participe (voisinage, superposi-

tion, proximité, etc.).

Pour lever toute ambiguïté, le référentiel vis-à-vis duquel toutes ces caractéristiques géométriques vont être décrites doit, lui aussi, être parfaitement défini. Il peut s'agir d'un référentiel géodésique (datum, ellipsoïde et système de coordonnées associé) ou, plus généralement, d'un référentiel cartographique (datum géodésique + projection cartographique et système de coordonnées rectangulaires dans le plan de projection).

Dès le moment où chaque point du territoire peut être localisé sans ambiguïté dans un système de référence, les caractéristiques géométriques d'une observation ou d'un objet géographique peuvent être décrites sur base des coordonnées du ou des points à l'endroit de l'entité géographique.

#### 2. L'aspect attributaire de l'information géographique

L'aspect géométrique, seul, ne suffit pas à définir une information géographique. Une infinité de phénomènes peuvent en effet se manifester en un même endroit. Par conséquent, il faut définir qualitativement et, éventuellement, quantitativement le phénomène observé et le moment de l'observation. L'identification, l'évaluation ou la/les mesures réalisées à l'endroit d'une entité géographique, constituent ce que l'on appelle communément les « attributs » de cette entité.

Pour permettre d'identifier sans équivoque chaque entité documentée par ses attributs et localisée par sa géométrie, un attribut particulier qui, pour faire bref, sera qualifié d'« identifiant », est en plus assigné de façon univoque à chaque entité.

Une information complète se référant à une entité géographique est donc formée d'une description de sa géométrie et d'une documentation de ses attributs, les deux parties se référant à un même identifiant.

#### B. Les formes numériques de l'information géographique

Les attributs – identifiant compris – documentant une entité géographique sont les résultats d'observations qui peuvent être transcrits sous forme littérale ou chiffrée, à raison d'une modalité ou d'une valeur par attribut et par entité. La façon la plus simple de rassembler cette partie de l'information géographique est de la présenter sous la forme d'une table, les entités formant les rangées, tandis que les attributs en constituent les colonnes. C'est aussi sous cette forme que les données pourront être stockées et gérées aisément de façon numérique, par un logiciel de type « tableur » ou par un SGBD (une table constituant alors une « relation », au sens du modèle relationnel des bases de données).

Il en va par contre tout autrement de la manière de numériser et de gérer l'aspect géométrique de l'information géographique. La primitive localisable dans un système de référence est un point, et il est nécessaire de décrire la manière dont des points sont organisés pour rendre compte des différentes caractéristiques géométriques d'une entité géographique. Pour ce faire, deux approches distinctes sont utilisées.

### 1. Approche vectorielle

Selon la première approche, qualifiée de vectorielle, les entités géographiques sont classées selon trois formes géométriques simples : les points, les lignes et les polygones, les deux dernières étant considérées comme formées de segments successifs décrivant une séquence de points. Cette classification est plus contraignante qu'il n'y paraît :

- elle impose un effort de conceptualisation et de généralisation (toute entité concrète, quelle que soit sa taille, occupant une certaine surface au sol) ;
- elle dépend de la forme et de l'extension perçues de l'entité ;
- elle n'est pas indépendante de la précision dans l'acquisition des données ;
- elle impose des structures de données complexes pour restituer les différentes caractéristiques géométriques des entités ;
- et enfin, elle contraint singulièrement les traitements qui interviendront, en aval, sur les entités géographiques, et elle interfère sur l'exactitude des résultats.

### 2. Approche maillée

La seconde approche, qualifiée de maillée, consiste à disposer les observations selon une grille régulière (à mailles carrées par exemple) couvrant le territoire d'analyse. Dès le moment où la grille est référencée (résolution et orientation par rapport au référentiel géographique), chaque observation est implicitement localisée par sa rangée et sa colonne dans la grille. Du point de vue géométrique, on peut considérer que chaque observation se rapporte au nœud de la grille, ou qu'elle intègre les observations réalisées dans le carreau situé autour du nœud et limité par les mailles voisines. Cette forme de sondage spatial systématique présente aussi plusieurs contraintes :

- la précision est liée à la résolution de la grille et n'est pas indépendante du processus d'acquisition de l'information ;
- l'augmentation de précision d'un facteur  $n$  se traduit par une augmentation du nombre d'observations de l'ordre de  $n^2$  ;
- l'exactitude est fonction de la qualité de la mise en référence spatiale de la grille ;
- l'entité géographique devient un objet abstrait : la maille ou carreau (« pixel ») de la grille, à l'exclusion

notamment de toute autre forme d'objet concret facilement identifiable sur le terrain ;

- les traitements sont dédiés à cette forme de données et, si certains sont originaux, ils présentent tous des effets de bords non négligeables sur la qualité des résultats.

### 3. Les bases de données spatiales

Au moment de numériser l'information géographique, il convient de concilier les aspects attributaires et géométriques des entités. Or, jusqu'il y a peu de temps, l'informatique n'offrait pas de solution efficace pour intégrer les deux aspects dans une même base de données.

Lorsque la géométrie des entités était définie sous forme vectorielle, des solutions hybrides étaient proposées. Dans ce cas de figure, les attributs sont stockés et gérés dans des tables, comme toute information alphanumérique classique, tandis que les géométries sont stockées et gérées par un système de gestion de fichiers. Les fichiers enregistrant les géométries utilisent des formats spécifiques, afin d'optimiser les accès à leur structure sophistiquée, rarement compatibles entre eux, et la manière dont les géométries sont attachées aux attributs constitue une autre particularité de ces solutions informatiques (fig. 2).

Si l'information géographique est disponible sous forme maillée, géométrie et valeurs d'attribut sont rassemblées dans un tableau. La géométrie est implicitement donnée

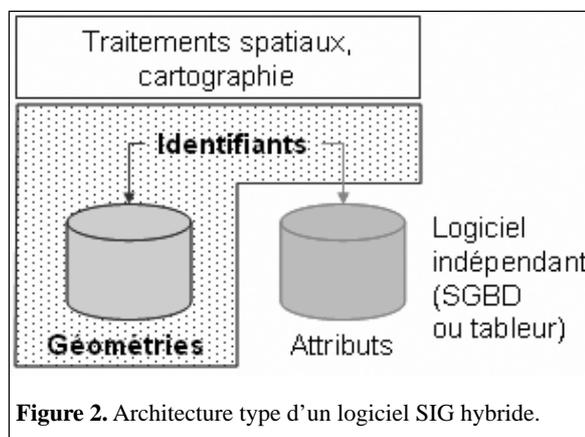


Figure 2. Architecture type d'un logiciel SIG hybride.

par les positions en ligne et colonne de chaque maille-cellule du tableau. Les valeurs des attributs, toujours codées de façon numérique, remplissent les cellules du tableau aux positions correspondant à la localisation des observations. Cette manière de procéder permet de stocker un attribut par tableau (généralement de très grande taille) formant un fichier-image. Les éléments nécessaires à la géométrie explicite de l'information (résolution, référentiel...) sont rassemblés dans un en-tête du fichier-image.

Grâce aux progrès de l'informatique, et tout particulièrement à l'avènement du modèle objet - relationnel des bases de données, il est aujourd'hui possible d'intégrer

l'aspect géométrique des entités spatiales dans des tables, au même titre que les attributs. La technique de « spatialisation » de bases de données consiste à ajouter à la table des entités géographiques, une « colonne spatiale » contenant un objet, au sens informatique du terme, lui-même décrit par une ou plusieurs tables annexes (fig. 3). Les différentes caractéristiques géométriques des entités vectorielles et, plus récemment encore, les tableaux contenant l'information géographique maillée, peuvent ainsi être stockés et gérés dans une seule base de données avec les attributs. Des standards et des normes ont été et sont toujours publiés sur ce sujet, de manière à garantir une interopérabilité maximale entre les systèmes informatiques offrant ce type de solution.

IV. LES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG)

A. Un SI dédié à l'information géographique

Puisque l'information géographique présente des particularités et un niveau de complexité plus élevé que l'information alphanumérique traditionnelle, on peut s'attendre à ce que le système d'information qui lui est dédié témoigne de ces spécificités. Mais avant d'aborder les aspects techniques et informatiques, où ces spécificités prennent tout leur sens, il faut constater que le rôle qu'occupe l'information géographique dans une organisation qui l'utilise est totalement différent du rôle des autres informations traitées par l'organisation.

Une organisation qui exploite de l'information géographique (à l'instar d'une compagnie de transport, d'une agence environnementale ou urbanistique, d'un service d'urgence, etc.) n'a ni l'intérêt, ni les moyens d'acquérir elle-même l'information géographique sur laquelle elle va travailler (réseau de voirie, parcellaire cadastral,

limites administratives, adresses, etc.). Elle s'adressera à un ou plusieurs producteurs spécialisés pour acquérir ou accéder à l'information géographique dont elle a besoin. Cette démarche ne l'empêchera pas d'ajouter telle ou telle information – géographique ou non – qui lui est propre, mais en tout état de cause, on constate que l'information géographique constitue un préalable à l'activité de l'organisation (fig. 4). Le SIG n'est plus seulement le « miroir » du SO(G), mais devient avant tout son terrain d'action (Pantazis & Donnay, 1996 ; Donnay, 2000).

D'autre part, s'il est aisé d'imaginer plusieurs sous-systèmes d'information relativement indépendants au sein d'une organisation (ex. personnel, achats, etc.), on note qu'il ne peut exister plus d'un SIG dans l'organisation. Tout service, qu'il relève du SO ou du SD, susceptible d'exploiter l'information géographique doit accéder, traiter et éventuellement mettre à jour la même information, avec le même degré de qualité et selon les mêmes solutions techniques. C'est non seulement une question de cohérence mais aussi de coût, puisque l'essentiel des

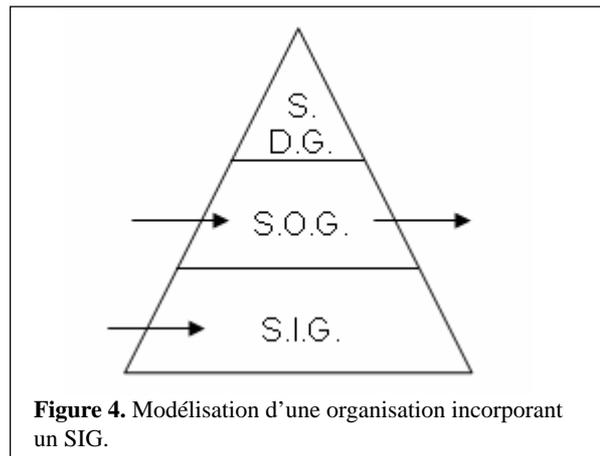


Figure 4. Modélisation d'une organisation incorporant un SIG.

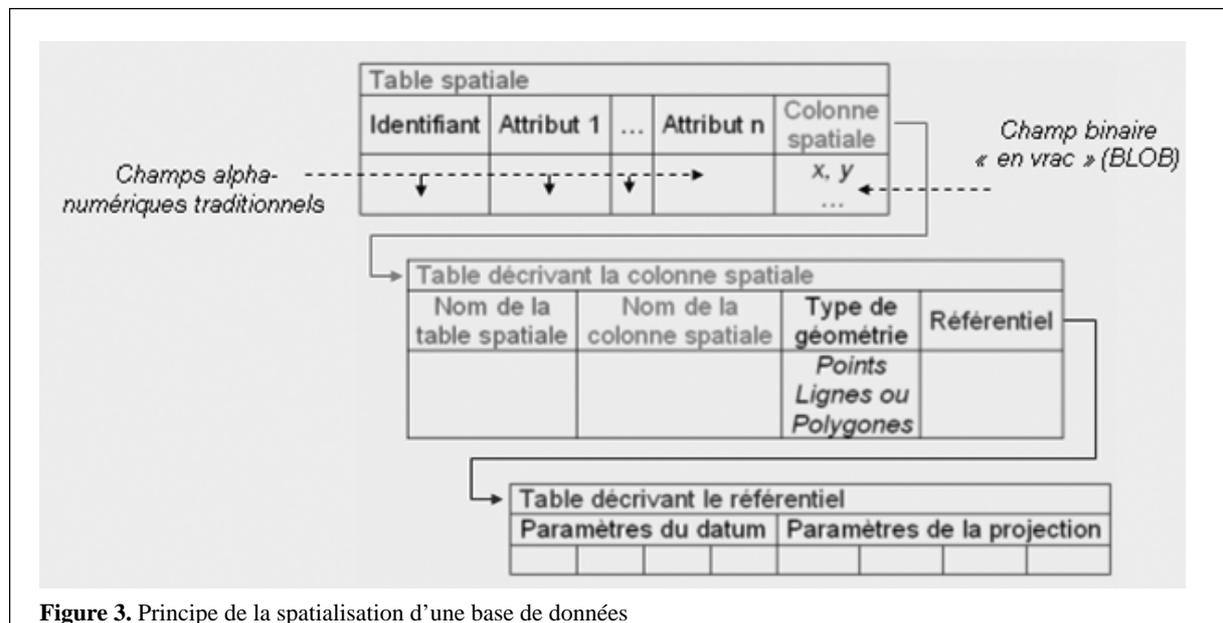


Figure 3. Principe de la spatialisation d'une base de données

données provient de l'extérieur et que les solutions techniques sont dédiées, comme on le verra au paragraphe suivant.

### B. Les traitements attendus des SIG

On attend de tout SI qu'il prenne en charge les tâches d'acquisition, tenue à jour, stockage, gestion et communication de l'information au sein de l'organisation. Ce sont donc les traitements logiquement attendus d'un SIG également. Mais le double aspect de l'information géographique va rendre plus compliquée chacune de ces tâches, réclamant tantôt des interfaces, tantôt des applicatifs spécialisés pour atteindre ces objectifs.

L'acquisition et le tenue à jour de l'information géographique peuvent avoir recours au terrain (techniques de la topographie et assimilées – GPS, etc.) ou à la détection à distance (photogrammétrie, télédétection et techniques assimilées). L'acquisition peut aussi être réalisée au départ de documents cartographiques existants (construction de données géographiques secondaires), moyennant des dégradations géométrique et sémantique inévitables. Dans tous les cas, l'alimentation du SIG doit prévoir des interfaces avec les applications capables de gérer ces techniques d'acquisition.

Le stockage de l'information géographique numérisée a eu longtemps recours, on l'a vu, à des solutions hybrides et « propriétaires », partiellement ou totalement incompatibles avec les autres solutions de stockage de données en place dans l'organisation. La spatialisée des bases de données, telle qu'elle est pratiquée aujourd'hui, réclame encore des extensions, voire des logiciels médiateurs spécialisés afin d'intégrer l'information géographique dans une base de données.

Au-delà de la gestion quotidienne des données (sécurité, etc.), le SIG doit pouvoir récupérer les informations géographiques légataires, disponibles dans d'anciens formats, prévoir les transformations (entre mode vectoriel et maillé par exemple) et la mise en cohérence (géoréférence, projections, etc.) des données. Mise à jour et archivage posent aussi des problèmes particuliers, notamment dus au fait qu'une transformation du territoire n'est jamais immédiate, mais peut au contraire laisser perdurer une situation transitoire source d'incohérences diverses.

La communication de l'information géographique, enfin, ne se résume pas à la présentation d'un simple tableau de chiffres, ni même à celle de graphiques statistiques. Elle passe par la réalisation de cartes, dont la généralisation et la symbolisation – dans le respect des règles de sémiologie – dépendent non seulement du type de données, mais aussi du support (ex. papier-écran) et du type de communication pressentie (ex. carte interactive ou statique).

### C. L'informatisation des SIG

L'informatisation du SIG d'une organisation repose d'abord sur la conception et l'implémentation d'une base de données spatiales, gérée par un SGBD adéquat. Mais on conçoit facilement que cela s'accompagne d'une multitude d'autres tâches en amont (acquisition, mise en forme...) et en aval (traitement d'analyse spatiale, cartographies multiples, etc.) du rôle du SGBD proprement dit. Le logiciel ou plus, vraisemblablement, la famille de logiciels qui vont, autour du SGBD, réaliser cette informatisation du SIG ont une importance d'autant plus grande que le SIG est unique dans l'organisation et qu'il est un préalable à toute l'activité de l'organisation. Ceci justifie, partiellement, la confusion née entre « système d'information » et « logiciel » lorsque l'on évoque le sigle SIG.

On aura cependant bien compris qu'un SIG ne s'achète pas, mais qu'il se conçoit et s'implémente pour et au sein d'une organisation donnée, à un moment donné, et qu'il évolue avec elle. Dès l'instant où l'organisation traite de l'information géographique, toute l'organisation est concernée par le SIG, et l'informatisation du SIG interpelle toute l'organisation. À ce propos, on parle volontiers de « géomatisme d'une organisation ».

## V. USAGE DES SIG DANS L'ENSEIGNEMENT

### A. Les limites et les risques

Le dernier paragraphe montre à suffisance que lorsqu'un établissement d'enseignement (du fondamental, à l'université) achète, loue ou reçoit un « logiciel SIG », l'utilisation qui peut en être faite s'éloigne considérablement du contexte pour lequel ce type de logiciel est dédié. En aucun cas, il ne s'agira de « géomatisme » l'école !

Dans le cadre d'un enseignement spécifique sur les SIG, tel qu'il pourrait être dispensé au niveau universitaire ou professionnel, un tel logiciel, couplé à un SGBD adéquat, permettra l'élaboration d'un prototype. L'exercice reproduira une démarche complète de conception, implémentation, alimentation de données et validation, comme dans une application réelle. Mais c'est là une exception.

Dans tous les autres cas, le « logiciel SIG » sera utilisé comme une boîte à outils, au même titre qu'un traitement de texte ou une librairie de traitements statistiques, selon le niveau et les besoins des utilisateurs. Beaucoup y verront la possibilité de présentation et de publication cartographique, d'autres y trouveront des routines d'analyse spatiale, certains, enfin, exploiteront les facilités de conversion et de transformation de données légataires. Toutes ces tâches sont bien sûr légitimes (surtout en l'absence de toute alternative de logiciel), mais on constate

qu'il ne s'agit pas des tâches principales attendues d'un SIG. Dès lors, il est souvent plus efficace de faire appel à un outil spécialisé, par exemple dans le domaine de la cartographie thématique ou de tel ou tel problème de l'analyse spatiale (recherche d'itinéraires, interpolation, etc.). À l'aide d'un logiciel d'une manipulation plus simple que celle d'un logiciel « généraliste », l'étudiant ou le chercheur pourront consacrer plus de temps au problème soumis, tout en disposant de solutions souvent plus pointues et mieux paramétrées.

Mais le risque principal d'une utilisation sélective des fonctionnalités d'un tel environnement logiciel vient de ce que toute l'étape d'analyse des données est court-circuitée. Les phases de conception et d'implémentation d'une base de données réclament une analyse de l'existant et des besoins, une documentation des entités et des relations qu'elles entretiennent, une définition des contraintes d'intégrité des données, etc. Toutes ces analyses préliminaires permettront, notamment, de limiter les incohérences lors des traitements et de valider leurs résultats. À l'inverse, l'injection de fichiers de données d'origines diverses et de qualité douteuse, rendues apparemment cohérentes par le recours intempestif à des procédures de conversion, engendre des résultats peu fiables, voire totalement erronés. Une telle approche laisse croire à la facilité, favorise les « à-peu-près » ou conduit au rejet de toute la démarche (et des SIG en général) lorsque les résultats obtenus perdent toute crédibilité. Le risque n'est évidemment pas spécifique aux « logiciels SIG », mais il est d'autant plus grand que cette catégorie de logiciels se présente ou est perçue comme un outil généraliste.

## B. L'intérêt et les capacités

La représentation de l'information géographique peut être assez spectaculaire. Lorsqu'elle est couplée à des techniques spatiales (photos aériennes et images satellite, GPS, etc.) et informatiques (statiques ou en réseau) elle peut présenter un véritable attrait pour certains étudiants. Il serait dommage de ne pas en profiter, à la fois pour dynamiser un cours et, pourquoi pas, pour susciter des vocations. Le tout est de maintenir l'analyse de l'information géographique au centre des préoccupations et de ne pas succomber à l'apprentissage de logiciels, « boîtes noires » vite obsolètes.

L'apprentissage par résolution de problèmes peut être approché comme une véritable conception de projet (Ludwig & Audet, 2000). Le choix de l'objectif revient à l'instructeur qui en décidera en fonction des données qu'il sait disponibles et adéquates, des prérequis nécessaires à la compréhension des traitements mis en œuvre, et des critères qui permettront de valider les résultats du projet. Les étapes susceptibles de retarder le déroulement du projet (ex. démarche exploratoire) ou d'altérer les données (ex. acquisition inévitablement très approxi-

mative) devraient être évitées. De même, les traitements complexes dont l'instructeur peut parfois à peine deviner le fonctionnement sont à proscrire du projet, même s'ils donnent des résultats spectaculaires ! Ces précautions étant prises, le projet est réalisé étape par étape, par les étudiants. On retiendra en particulier les étapes suivantes :

- une fois l'objectif clairement défini, on procède à une analyse des besoins : quelles données pour quels traitements ? pour quels résultats attendus ? ;
- les données disponibles sont ensuite identifiées et analysées : la qualité des données (position, sémantique, complétude, actualité, cohérence entre elles) est une priorité pour vérifier leur adéquation à l'objectif du projet ;
- si les données ne sont pas optimales, c'est l'occasion d'étudier leurs conséquences sur la validité et la stabilité des résultats ;
- le ou les traitements conduisant à la résolution du problème doivent rester simples, de sorte que leur fonctionnement puisse être totalement décrit et analysé ;
- les résultats doivent faire l'objet d'une procédure de validation pour conforter le bien fondé de la démarche ; cette procédure doit être élaborée selon un protocole dont tous les points sont justifiés ;
- la représentation cartographique des données et des résultats peut faire l'objet d'une leçon en soi.

Les « logiciels SIG » légers, tels que disponibles dans beaucoup d'établissements scolaires, sont capables de prendre en charge ces petites applications. Cependant, vis-à-vis de l'étudiant, le projet n'est pas réalisé en fonction du logiciel mais, au contraire, les fonctionnalités du logiciel sont appelées au fur et à mesure des besoins du projet. La démarche ne reproduit pas un processus de « géomatization » tel que décrit dans la section antérieure mais se présente comme une démarche « géographique » mettant à contribution les caractéristiques géométriques et attributaires de l'information.

## C. Compatibilité / contraintes des programmes d'enseignement

L'apprentissage par résolution de problèmes prend beaucoup de temps et, lorsqu'il est conçu pour un environnement informatique, il réclame des ressources logistiques et l'accès à ces ressources. La division du travail et sa répartition équitable entre les étudiants, ou plus généralement les groupes d'étudiants, peuvent aussi constituer une difficulté. Mais, sur ces points, les projets recourant aux « logiciels SIG » ne diffèrent pas sensiblement d'autres démarches participatives imaginées dans l'enseignement.

Là où l'incompatibilité paraît malheureusement grandissante, c'est avec l'adéquation aux programmes de géographie des enseignements secondaire et supérieur

non universitaire (en Communauté française de Belgique). Référentiels géodésiques, projections et systèmes de coordonnées d'une part, qualité de données, conceptualisation de l'information géographique et analyse spatiale d'autre part, font partie des éléments-clés de la géographie dont la compréhension et l'apprentissage sont susceptibles d'être grandement facilités par la réalisation d'applications au moyen de « logiciels SIG ». De plus, les applications concrètes exploitant les informations relevant de la géographie physique au sens large (orographie, lithologie, hydrographie, etc.), ont plus de chances d'être facilement implémentées (disponibilité et pérennité des données, validation plus aisée, etc.) et, par là, mieux comprises.

Si les objectifs des cours de « géographie » actuels se résument à une introduction aux sciences sociales, voire à un cours sur « l'actualité », et que l'enseignement est dispensé par des professeurs ignorant tout ou presque des concepts fondamentaux de la géographie, la question de l'usage de « logiciels SIG » ne se pose plus. La seule question qui reste est de savoir de quel droit les cours actuels sont-ils qualifiés de « cours de géographie » ?

### Conclusions

Un SIG ne s'achète pas, on ne « fait » pas « du SIG » et il n'existe pas « une manière SIG » de traiter des données. Le SIG constitue un système au sein d'une organisation, et l'informatisation des données et des traitements participant à ce système relève du domaine des bases de données spatiales et des systèmes de gestion de base de données.

Les logiciels qualifiés de « logiciels SIG » peuvent le plus souvent travailler de concert avec un SGBD spatialisé. Mais leurs rôles, particulièrement pour les plus légers d'entre eux, se cantonnent essentiellement dans les tâches situées en amont (acquisition) et surtout en aval (analyse spatiale et cartographie) du SGBD. Ce sont ces petits logiciels qui sont candidats à une utilisation dans l'enseignement de la géographie. Il ne s'agit donc pas de reproduire l'implémentation d'un SIG d'entreprise, mais de profiter des fonctionnalités d'analyse et de cartographie offertes par ces logiciels.

Les risques de dérapage sont multiples : apprentissage inutile de logiciels, utilisation de « boîtes noires », absence d'analyse de l'information et des limites de son utilisation, etc. Les résultats ont beau être, dans certains cas, spectaculaires, il est rare qu'ils correspondent simultanément à une meilleure compréhension des phénomènes et des processus géographiques par les étudiants. Au contraire, malheureusement, ils favorisent

souvent la culture du « presse-bouton » et de « l'à-peu-près ».

Pourtant, dans le cadre d'un apprentissage par résolution de problèmes, ces logiciels peuvent constituer d'excellents auxiliaires. Pourvu que les tâches qu'on leur confie soient parfaitement comprises et planifiées, ces « logiciels SIG » permettent de mettre en œuvre les principales étapes d'un projet exploitant de façon raisonnée des informations géographiques. Au-delà des difficultés logistiques inhérentes à cette démarche d'enseignement, l'usage de « logiciels SIG » dans l'enseignement de la géographie se heurterait plutôt aux objectifs des programmes officiels, dans lesquels la géographie semble totalement perdre son âme.

### BIBLIOGRAPHIE

- BEDNARZ S.W., 2001. *Thinking Spatially: Incorporating Geographic Information Science in Pre and Post Secondary Education*, IGU CGE: Helsinki 2001, <http://www.geography.org.uk/download/EVbednarzthink.doc>
- CLAVEL C., 2005. *Le projet DAKINI*, <http://www.dakini.eu.com/>
- DONNAY J-P., 2000. Systèmes d'information géographique répartis ou distribués, *AM/FM-GIS BELUX News*, n° 17, pp. 4-6.
- GENEVOIS S., 2002. *Les SIG et l'intégration des TICE dans la géographie scolaire*, <http://sgenevois.free.fr/rapporrtsig.htm>
- GUIET Y., s.d. *Enseigner la géographie avec l'aide d'un SIG*, Académie de Limoges, [http://www.educreuse23.ac-limoges.fr/loewy/realisations/Sig\\_Limoges/sommaire.htm](http://www.educreuse23.ac-limoges.fr/loewy/realisations/Sig_Limoges/sommaire.htm)
- HATT T., 2004. *Un système d'information géographique historique – Strasbourg 1548-2004*, [http://www.acstrasbourg.fr/microsites/hist\\_geo01/sig-stg-gl/index.htm](http://www.acstrasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg-gl/index.htm)
- KERSKI J., 2000. *GIS and Education Bibliography*, University of Colorado, <http://www.cmapgallery.org/resources/kerskibib.shtml>
- LUDWIG G.S. & AUDET R.H., 2000. *Gis in Schools*, Redlands, ESRI Press.
- PANTAZIS D. & DONNAY J-P., 1996. *La Conception de SIG. Méthode et formalisme*, Paris: Hermès.
- SCEREN, 2003. Cartes & Systèmes d'Information Géographique, *Dossiers de l'ingénierie didactique*, n° 44.
- VAUZELLE M., s.d. *Animation nationale : systèmes d'informations géographiques*, EducNet : Histoire et géographie, <http://www.educnet.education.fr/histgeo/sig/default.htm>

Adresse de l'auteur :  
Jean-Paul DONNAY  
Unité de Géomatique  
Université de Liège  
Allée du 6 Août, 17 (Bât. B5)  
B - 4000 Liège