

# Le SIG : un outil didactique innovant

Sylvain Genevois

RESPONSABLE DU SERVICE COMMUN DES TICE  
IUFM DE LYON

L'équipe de recherche

INRP, IUFM DE LYON, UNIVERSITÉ DE SAINT-ÉTIENNE, LYCÉE PRAVAZ (ISÈRE)

*Le SIG est susceptible de modifier le statut de la carte dans une démarche géographique, la démarche elle-même et l'image de la discipline.*

1. L'équipe de recherche était composée de: Yvan Carlot, formateur Histoire et Géographie (IUFM de Lyon), Thierry Joliveau, maître de conférences (UMR 5600/Crenam, université de Saint-Étienne), Sylvain Genevois, formateur TICE (IUFM de Lyon), Jean-Paul Collicard, professeur de géographie et formateur associé à l'IUFM de Grenoble avec l'équipe des enseignants du lycée de Pont-de-Beauvoisin. [www.univ-st-etienne.fr/crenam/sigdidac](http://www.univ-st-etienne.fr/crenam/sigdidac)

– Voir Recherche INRP n° 30417 (1999-2003): les Systèmes d'information géographique (SIG) comme vecteur potentiel d'innovation dans l'enseignement de la géographie scolaire (« L'innovation pédagogique en histoire et géographie et les apprentissages qu'elle favorise »).

2. BO n° 6, 31 août 2000: [www.education.gouv.fr/bo/2002/hs6/default.htm](http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs6/default.htm)

3. Site web du Parc nature de Miribel-Jonage près de Lyon: [www.parc-miribel.fr](http://www.parc-miribel.fr)

4. Séquences pédagogiques SIG en ligne: [www.univ-st-etienne.fr/crenam/sigdidac](http://www.univ-st-etienne.fr/crenam/sigdidac)

Une recherche-action sur quatre ans (1999-2003) vient d'être conduite dans le cadre de l'Institut national de recherche pédagogique (INRP) sur le thème: « Systèmes d'information géographique (SIG) et innovation dans la géographie scolaire<sup>1</sup> ». L'objectif n'était pas seulement de déterminer en quoi les SIG pouvaient constituer un facteur innovant dans l'enseignement de la géographie. Il s'agissait de construire et d'expérimenter un outil didactique qui soit au service de l'enseignement (pour des élèves de lycée) et de la formation (pour des enseignants en stage de formation initiale ou continue, notamment lors de stages de géographie ou de cartographie assistée par ordinateur).

## Une recherche INRP

Le projet s'est déroulé en deux grandes phases. Un premier module a consisté à faire prendre en main « l'outil didactique » par les élèves dans une démarche géographique d'observation (à partir de notions géographiques en évitant, autant que faire se peut, d'entrer par l'outil informatique). Un second module a été consacré à l'expérimentation de situations-problèmes dans l'esprit de l'étude de cas, telle qu'elle est définie dans les nouveaux programmes de lycée<sup>2</sup>. L'étude de cas retenue concernait le Parc nature de Miribel-Jonage dans la région urbaine de Lyon, un espace périurbain soumis à des enjeux complexes et contradictoires

d'aménagement (ressources en eau potable, exploitation agricole, flux autoroutiers, activités de loisirs) et d'environnement (gestion des crues et de la nappe phréatique, protection de la faune et de la flore)<sup>3</sup>.

Un rapport final est en cours d'élaboration: il ne s'agit donc pas de décrire ici le protocole de recherche ni les stratégies suivies pour l'expérimentation. Le but est davantage de tirer quelques conclusions provisoires de cette recherche-action. Des scénarios pédagogiques ont été mis en ligne sur le serveur de l'université de Saint-Étienne afin de permettre aux enseignants-expérimentateurs de consulter les jeux de données et de s'initier à l'étude de cas à travers les SIG. L'étude s'appuie également sur une « visite virtuelle » par hélicoptère et une base de données visuelles et textuelles sur le parc de Miribel-Jonage<sup>4</sup>.

## Les hypothèses

L'introduction des SIG dans la géographie scolaire peut apporter des innovations d'ordres différents. Nous avons fait trois hypothèses:

- les SIG sont susceptibles de faciliter ou de modifier les modes de construction de l'espace géographique par les élèves;
- les SIG peuvent favoriser la maîtrise d'un raisonnement géographique par les élèves (démarche systémique, complexité);
- les SIG sont capables de modifier la relation enseignant/élèves (en particulier le statut du professeur), mais aussi l'image de la discipline.

Bien que les SIG représentent une innovation technologique indéniable, il est évident qu'ils n'ont pas en eux-mêmes de vertus pédagogiques ou didactiques susceptibles d'apporter de l'innovation en géographie scolaire. Il faut rappeler qu'ils reprennent les principales fonctionnalités des logiciels de cartographie thématique (possibilités de seuillage et de discrétisation, choix des figurés...), mais qu'ils s'en distinguent fondamentalement par des fonctions supplémentaires:

- l'analyse multiscalaire: le géoréférencement permet de « zoomer » et d'« emboîter » les

# pour la géographie scolaire ?

échelles. Or l'analyse spatiale à plusieurs échelles s'avère particulièrement pertinente pour comprendre des phénomènes géographiques. Elle est recommandée dans les programmes scolaires, pour l'étude de cas notamment. Mais, dans la pratique, les élèves ont du mal à « emboîter les échelles » faute d'outils géographiques adaptés. Les SIG offrent la possibilité de zoomer sur un espace puis de « dézoomer » pour l'appréhender dans un contexte plus vaste ou inversement ;

– l'analyse multicouche : le croisement des couches thématiques permet de mettre en relation des phénomènes ou des distributions spatiales. L'affichage des données par couches permet de décomposer en unités d'information. C'est une fonction essentielle pour apprendre à construire et déconstruire une carte. Mais cela peut poser des problèmes de « surcharge cognitive » lorsque le nombre de couches est trop élevé ou le codage des informations, trop complexe ;

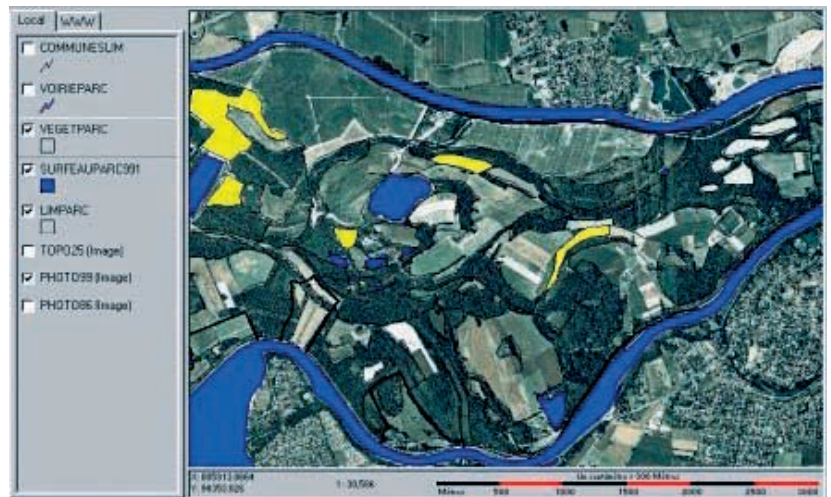
– les possibilités d'afficher et de traiter des données qualitatives : en particulier en superposant des cartes topographiques, des photos aériennes, des images satellitaires... et en croisant leurs données respectives. Naturellement, le traitement des données statistiques n'est pas exclu, mais il s'ajoute à toutes les fonctions précédentes et permet autant de croisements au sein de la banque de données.

Les SIG permettent donc de dépasser la cartographie quantitative en jouant sur les modes de discrétisation et de seuillage, pour aller vers le raisonnement géographique : on passe alors d'une géographie descriptive à une géographie problématique fondée sur la construction et la maîtrise de notions géographiques. En cela, nous sommes bien dans le cadre des nouvelles approches proposées par les programmes de lycée<sup>5</sup>.

## Les difficultés pour construire un SIG didactique

De nombreux obstacles compliquent l'introduction de cet outil dans l'enseignement secondaire.

Ils sont de quatre types :



Zoom sur l'île de Miribel (photographie aérienne avec type de végétation et sélections). Logiciel ArcExplorer (ESRI)

## Les difficultés financières

Le coût des logiciels SIG est en général très élevé, ce qui rend difficile l'équipement des établissements secondaires. D'où notre choix de nous tourner vers un outil gratuit (le logiciel ArcExplorer de la société ESRI), qui n'est qu'un simple visualiseur SIG mais qui comporte déjà des fonctionnalités puissantes de zoom, de discrétisation, de requêtes attributaires. En complément, le Crenam a développé un outil (GéoAnalyste) pour approfondir l'analyse spatiale et croiser les couches, afin d'en extraire de nouvelles selon certains critères. Le coût des données reste également un problème, qu'il s'agisse du coût humain pour entrer les données ou du coût financier des cartes

5. Michel Hagnerelle, IGEN et doyen de l'inspection générale d'histoire-géographie, « Un renouvellement des démarches pédagogiques : les études de cas » sur le site de GéoConfluences : [www.ens-lsh.fr/geoconfluences/prog/EtCas.htm](http://www.ens-lsh.fr/geoconfluences/prog/EtCas.htm)

G. Granier, IA-IPR, Mise au point sur l'étude de cas en géographie : [www.ac-rouen.fr/pedagogie/equipes/hist\\_g eo/pdg/2/2g\\_edc/2g\\_edc.htm](http://www.ac-rouen.fr/pedagogie/equipes/hist_g eo/pdg/2/2g_edc/2g_edc.htm)

Louis-Pascal Jacquemond, IPR-IA Académie de Grenoble, « L'étude de cas au lycée : un certain état de la réflexion » sur le site de l'AFDG : [www.afdg.org/spip/](http://www.afdg.org/spip/)

## « Trois hypothèses :

– les SIG sont susceptibles de faciliter ou de modifier les modes de construction de l'espace géographique par les élèves ;

– les SIG peuvent favoriser la maîtrise d'un raisonnement géographique par les élèves (démarche systémique, complexité) ;

– les SIG sont capables de modifier la relation enseignant/élèves (en particulier le statut du professeur), mais aussi l'image de la discipline. »

numériques de l'IGN ou des données Insee. Il convient cependant de souligner, par exemple, l'accès, gratuit pour l'usage éducatif, à un fonds d'images SPOT dans le cadre de l'Espace numérique des savoirs<sup>6</sup>.

### Les difficultés techniques

Elles concernent surtout le maniement complexe des logiciels et le problème d'accès à l'outil. L'expérimentation, conduite pourtant dans l'un des lycées les mieux équipés de l'académie de Grenoble, a montré le poids important des contraintes matérielles : celles liées à l'environnement informatique (deux élèves par poste, un accès bas débit à Internet), à la maîtrise technique de l'outil (connaissance des commandes et menus, diversité des niveaux en informatique...), à la difficulté de sortir du couple utilisateur/système. Tout cela explique en partie comment une « bonne » séance informatique est souvent pensée et vécue comme une séance qui fonctionne techniquement (en toute sécurité) pour l'enseignant et (en toute autonomie) pour les élèves. La préoccupation majeure des enseignants qui ont mené l'expérimentation était d'abord de vérifier si la séance informatique « fonctionnait » sans obstacles techniques, sans « bugs ». Alors seulement, ils ont tous accepté de la tester sur un plan pédagogique et didactique.

### Les difficultés pédagogiques

On se heurte à des problèmes fonctionnels d'organisation dans le cadre scolaire. Comme l'a montré le rapport de l'inspection générale sur *L'École et les réseaux numériques*<sup>7</sup>, la mise en œuvre des TIC est souvent peu compatible avec l'environnement scolaire actuel (contraintes d'horaires, de salles, d'emploi du temps, conception du réseau informatique de l'établissement...). De plus, l'utilisation de l'outil informatique est assez chronophage (l'expérimentation a réclamé six séances d'une heure pour la maîtrise des fonctions SIG). Elle demande surtout une méthode de travail qui laisse plus de place à l'autonomie et à la prise de décision : ces deux conditions contribuent à rendre l'utilisation du SIG en partie innovante.

### Les difficultés didactiques

Ce ne sont pas les moindres, même si elles ont tendance à être éludées chez les utilisateurs par les considérations techniques qui passent en premier plan. Il est difficile de trouver des ressources « didactisées » sur une région ou un pays précis : les jeux de données restent rares et complexes pour des élèves de lycée, malgré l'apparition de SIG grand public sur des serveurs en ligne. Il est surtout difficile de construire des études de cas

reposant vraiment sur une démarche de résolution de problème. Le raisonnement hypothético-déductif est moins généralisé dans les classes de géographie que la démarche inductive. Pourtant, en assignant à l'ordinateur les fonctions de traitement de l'information, l'élève est à même de se concentrer sur l'essentiel, c'est-à-dire la réflexion géographique, et d'échanger son point de vue avec d'autres élèves ou avec l'enseignant, par exemple en commentant une simulation qu'ils ont élaborée. Ainsi se dessine un nouveau « triangle didactique » où les SIG permettent, comme les hypermédias, de médiatiser la relation pédagogique enseignant/apprenant et de favoriser les interactions entre élèves. Il convient de noter que l'expérimentation conduite dans une salle multimédia qui sert habituellement de laboratoire de langues permet à l'enseignant de changer de positionnement, sans faciliter cependant de véritables interactions entre les élèves. On atteint ici une des limites de l'activité pédagogique dans ce type d'environnement. Néanmoins, nous faisons l'hypothèse qu'il est possible de passer grâce aux SIG d'un apprentissage par instruction à un apprentissage par exploration<sup>8</sup>.

### D'autres dimensions

Pourtant, si l'on dépasse ces contraintes générales posées par les environnements informatiques, les SIG apportent d'autres dimensions :

- l'autonomie des élèves et leur motivation. Celle-ci tient d'abord à la nouveauté et à la conscience d'innover, ensuite à cette possibilité inédite d'explorer une banque de données très riche et diversifiée ;
- la mise en place d'études de cas problématisées mobilisant l'analyse systémique de situations complexes ;
- un autre rapport à la carte : elle n'est plus considérée comme un « donné » dont la véracité n'a pas à être remise en cause, mais fait l'objet d'un processus de déconstruction/reconstruction critique en fonction d'une problématique. On peut ainsi faire « mentir la carte ». Cette faculté tient à l'innovation technologique, permise par la rapidité des calculs et du traitement graphique, mais surtout au dispositif pédagogique conçu selon la situation d'apprentissage.

Le SIG peut être un outil innovant, à condition que l'enseignant organise et mette en place un dispositif pédagogique qui permette à chaque élève de prendre des initiatives pour la résolution du problème contenu dans l'étude de cas. L'utilisation des SIG n'est pas en soi pédagogiquement et didactiquement innovante, mais elle facilite certaines innovations dans les pratiques d'enseignement.

6. Vous trouverez l'ensemble des images satellitaires mises à disposition des académies par SPOT Images : [www.spotimage.fr/accueil/proser/listeduc/educ/apeduc/welcome\\_liste.htm](http://www.spotimage.fr/accueil/proser/listeduc/educ/apeduc/welcome_liste.htm)

7. *L'École et les réseaux numériques* (rapport IGEN - 2002) : [www.education.gouv.fr/syst/igen/rapport.htm](http://www.education.gouv.fr/syst/igen/rapport.htm)

8. « L'apprentissage par instruction est caractérisé par le fait qu'un tuteur ou expert a pour fonction de transmettre à des novices des connaissances qu'ils n'avaient pas au préalable. Dans l'apprentissage par exploration le sujet élabore lui-même son objectif, à partir d'un objectif plus large défini par un tuteur. L'élaboration d'un plan d'action s'avère ici absolument nécessaire dans la mesure où seule une décomposition en sous-butts permet de réaliser l'objectif. »

« Définitions d'aides en fonction des types d'apprentissages dans des environnements hypermédias », André Tricot, Corinne Pierre-Demarcy, Rachid El Boussarghini, in *4<sup>e</sup> colloque Hypermédias et apprentissages* octobre 1998, p. 41.

## Conclusions provisoires

L'utilisation de SIG dans un contexte scolaire a des conséquences dans les trois domaines suivants, à condition de mettre en place un certain type de dispositif et de concevoir des séquences, études de cas/situations-problèmes.

### Le statut de la carte dans une démarche géographique

L'utilisation d'un SIG transforme le rapport à la carte. De produit final, celle-ci devient un outil central de visualisation de l'information et de mise « en ordre » en fonction des requêtes de l'utilisateur. Les SIG transforment donc le rapport de l'élève à la sémiologie graphique d'une part et à la question du « réalisme » cartographique d'autre part.

Comme une multitude de cartes sont nécessaires dans une démarche SIG, la prise de conscience que la carte est une construction *ad hoc* d'une représentation de la réalité adéquate à un objectif l'emporte sur l'idée que la carte est un reflet fidèle d'une « réalité » sûre et indubitable.

Le rapport à la sémiologie graphique est bouleversé, dans le sens où la distinction entre « carte à lire » et « carte à voir » de Bertin est renouvelée. Le support cartographique est à la fois outil de synthèse (carte à voir) et base de données (carte à lire). Certaines visualisations intermédiaires ne sont plus soumises à des contraintes de communication vers l'extérieur, mais de perception de résultats pour soi<sup>9</sup>. C'est donc à l'élaboration d'une stratégie de visualisation articulant ces deux types que l'utilisateur de SIG est confronté.

### La démarche géographique elle-même

L'utilisation d'un SIG conduit à adopter une démarche d'analyse déductive, de type « scientifique » et basée sur un raisonnement spatial pour parvenir à un résultat. La question du traitement de données devient centrale. La séquence est en effet fondée sur la démarche : problème posé, questionnement, recherche de données pertinentes, mise au point d'un raisonnement, application d'un raisonnement, production d'un résultat, évaluation du résultat. Mais une question corollaire, plus difficile, porte sur la nature réellement géographique de ce raisonnement spatial.

### L'image de la discipline

L'utilisation des SIG permet de confronter l'élève à des données et des analyses proches de celles utilisées dans la vie sociale, en aménagement ou en gestion de l'environnement. Elle pousse donc à dépasser le cadre d'une discipline scolaire académique, pour envisager la prise en charge d'une démarche appliquée visant à résoudre des pro-



Les plages bruyantes situées dans la zone à moins de 500 mètres d'une autoroute. Logiciel ArcExplorer (ESRI).

blèmes de la vie réelle, en développant les dimensions de simulation spatiale (Que se passe-t-il si on prend telle décision ?) et d'optimisation spatiale (Comment peut-on améliorer la situation ?) en mettant les élèves dans une situation de prescripteurs (experts ou décideurs, car il y a souvent une pluralité d'acteurs qui ont des finalités, des stratégies différentes). Au-delà, c'est aussi la question de la critique qui se profile, si l'on compare des décisions à prendre avec des décisions réellement prises. On peut alors mettre en évidence la dimension citoyenne de la géographie<sup>10</sup>.

Conscientes des possibilités offertes par les SIG, des équipes d'enseignants ont commencé à s'y intéresser et à construire des séquences d'apprentissage à l'aide de ces logiciels. Quelques expérimentations avec des élèves ont eu lieu dans les académies de Dijon (autour de Jean-Marc Bonnefoy), de Strasbourg (avec Thierry Hatt), de Montpellier (avec Sébastien Cathala)... À l'échelle nationale, une politique de généralisation de l'outil semble s'esquisser à travers les initiatives de la direction de la Technologie (Michel Vauzelle).

Toutefois, il convient de noter que les SIG ne sont pas des outils innovants en eux-mêmes : ils sont neutres, au sens où ils peuvent revêtir un caractère différent en fonction des dispositifs d'apprentissage dans lesquels ils s'insèrent.

Ils permettent cependant d'attribuer un nouveau statut à la carte qui, d'instrument de localisation et de « monstration », devient outil d'analyse. L'efficacité didactique ne peut être ramenée à la rapidité d'exécution (ce qui avait été le principal apport des logiciels de cartographie automatique). Mais, surtout, la maîtrise, la dextérité des prises des commandes de l'outil SIG, ne doit pas prendre le pas sur la maîtrise de savoirs et de savoir-faire géographiques. ●

**Des scénarios pédagogiques sont en ligne sur le serveur de l'université de Saint-Étienne : [www.univ-st-etienne.fr/crenam/sigdidac](http://www.univ-st-etienne.fr/crenam/sigdidac).**

9. Même si, dans la tradition scolaire en histoire-géographie, il n'y a pas de brouillons « pour soi » mais seulement des productions « finales » qui sont destinées à être évaluées.

10. Dans l'étude de cas en question, les élèves devaient enquêter sur les menaces qui pèsent sur les espaces naturels du Parc de Miribel-Jonage (en particulier le problème des dégradations sur les pelouses à orchidées) et proposer des solutions d'aménagement (clôture des prairies, interdiction de la circulation automobile, déplacement des sentiers pédestres...). Ils disposaient pour cela d'un site internet, de données spatialisées et d'outils logiciels de visualisation. Ils devaient *in fine* élaborer un « rapport-conseil » étayé par les cartes qu'ils avaient eux-mêmes construites.