

SIG et e-learning

Mathieu KOEHL
MAP-PAGE UMR 694 CNRS/MCC
Institut National des Sciences Appliquées de Strasbourg
24, Boulevard de la Victoire
67084 Strasbourg Cedex
mathieu.koehl@insa-strasbourg.fr

Résumé :

Ce projet de mise en place d'une plate-forme test d'un didacticiel de données géomatiques s'inscrit dans le cadre d'un appel à projet au sein de l'INSA de Strasbourg. Cette école qui forme des ingénieurs notamment dans la spécialité topographie utilise un ensemble de données géoréférencées provenant de sources multiples, ayant des caractéristiques particulières du point de vue de leur précision, des échelles d'application, des moyens de production, des sources de données, des traitements subis, etc. Ce didacticiel propose, sur une plate-forme de Système d'Information Géographique (SIG), de mettre à la disposition des étudiants plusieurs lots de données hétérogènes en leur permettant de comprendre les mécanismes qui leur sont liés depuis la genèse de telles données jusqu'à leur exploitation. Un deuxième objectif est également de proposer aux chercheurs et autres utilisateurs une plate-forme permettant d'effectuer des tests notamment d'un point de vue de l'intégration de données hétérogènes mais repérées dans l'espace, de la fusion, de la représentation, de l'exploitation, du traitement de ces objets spatiaux.

Mots-clés : SIG, données géomatiques, données hétérogènes, plate-forme test.

Abstract:

The project proposes the design of a test server for geo-data at the INSA of Strasbourg. This university graduates surveying engineers that use multi-source and heterogeneous geo-datasets. The data have different accuracies, have to be used in different scale intervals, have been generated after different acquisition processes. This tutorial offers to the students a lot of different datasets integrated into a Geographic Information System (GIS). The datasets are described from their acquisition modes up to the potential of their use. A second goal of the project is to give to the researcher teams or eventually other users a test server that offers the possibilities to test the integration of heterogeneous geo-datasets, the data fusion, the data presentation, the data management and the manipulation of spatial objects.

Key words : GIS, geodata, heterogeneous datasets, test server.

A/ CONTEXTE ET OBJECTIFS

Ce projet a vu le jour dans le laboratoire MAP-PAGE de l'INSA de Strasbourg au sein de la spécialité topographie. Le laboratoire s'occupe principalement des axes de recherche portant sur la modélisation d'objets tridimensionnels dans des contextes urbains, architecturaux et patrimoniaux. Les données traitées le sont sous formes numériques et sont appelées des données géomatiques puisqu'elles ont la particularité de servir à la modélisation d'objets réels ou artificiels dans le but d'une représentation fidèle à une échelle maîtrisée, souvent grande. Les données graphiques ont donc la particularité d'être exprimées dans des repères cartographiques permettant de les fusionner même si les modes de projection originellement associés ne sont pas les mêmes. Des sciences comme la géodésie, les systèmes de projection et de représentation cartographiques sont et devraient être maîtrisées par les futurs utilisateurs de la plate-forme. Ces dernières sont connues par

nos étudiants topographes, mais une aide pourra être mise à la disposition d'autres utilisateurs pour assurer la compréhension des principes de bases nécessaires à l'exploitation de la plate-forme. Les principes généraux de fonctionnement des différents moyens de production de données devront également être connus par les utilisateurs de la plate-forme.

Il s'agit de techniques aussi diverses que

- le relevé de croquis à main levée,
- le levé régulier au tachéomètre,
- la restitution photogrammétrique à partir de couples terrestres ou aériens,
- le relevé GPS point par point ou trajectographique,
- le relevé lasergrammétrique terrestre,
- le relevé par laserscanner aéroporté,
- la capture d'images satellites.

Un cours en ligne sur les généralités de la topographie est mis à disposition sur le site de l'équipe MAP-PAGE [1]. Il s'agira également de savoir intégrer les données exprimées dans divers formats provenant notamment d'autres systèmes cartographiques, SIG, de traitement d'images, etc.

La plate-forme sera donc proposée sous plusieurs versions :

- une version d'initiation destinée aux non spécialistes comme de futurs utilisateurs occasionnels (ingénieurs en génie civil, architectes, etc.),
- une version plus avancée pour les spécialistes comme les ingénieurs cartographes, topographes (notamment les ingénieurs que nous formons [2]), "géomaticiens" (dans le cadre du master géomatique [3]),
- et enfin une version experte pour les chercheurs dans le domaine. La première phase de prototypage se concentre sur la version avancée.

La plate-forme devra également permettre de répondre, à l'échelle locale, aux préoccupations exprimées notamment par la commission européenne qui se traduit dans les termes suivants [4] :

"(...) les problèmes concernant la disponibilité, la qualité, l'organisation et l'accessibilité des informations spatiales sont communs à un grand nombre de politiques et de thèmes informationnels, ainsi qu'à différents niveaux d'autorité publique. La résolution de ces problèmes nécessitent des mesures concernant l'échange, le partage, l'accès ainsi que l'utilisation de données spatiales interopérables et de services afférents provenant des différents niveaux d'autorité publique et de différents secteurs (...). Les pertes de temps et de ressources dues à la recherche des données spatiales existantes ou à l'analyse de leur utilité pour une fin particulière constituent un obstacle majeur à la pleine exploitation des données disponibles."

C'est donc dans ce contexte, que l'intégration, la fusion et l'exploitation des données géomatiques sont proposées. La plate-forme d'intégration sous forme d'un SIG nous a semblé la plus judicieuse, puisque comme nous le verrons, elle propose, par définition, de nombreux outils nous permettant d'atteindre les objectifs de fusion de données cartographiques. En exploitant les fonctionnalités les plus avancées et en en "détournant" certaines autres nous pouvons aisément transformer la plate-forme SIG en un didacticiel intéressant. La suite de cet article se propose de montrer les composants et les principes utilisés pour la construction de l'outil.

B/ LES SIG

D'après [5], un Système d'informations géographiques (SIG) est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace. Cette proposition définit bien les différentes caractéristiques du

système de base choisi pour la plate-forme en indiquant déjà les différents outils qu'il met à disposition. Le paquet logiciel utilisé comme support est un paquet très connu sur ce marché particulier. Il est réputé comme proposant un moteur SIG de base et une grande palette de modules spécifiques en fonction des applications choisies : le moteur de base comporte l'ensemble des outils permettant la définition, la structuration, l'intégration, la gestion et la représentation des données géomatiques déclinées en données graphiques, données thématiques ou attributaires complétées par des métadonnées (*ArcGIS9.1 / ArcView / ArcCatalog*). Il comporte également des modules intéressants permettant notamment d'effectuer des analyses spatiales avancées (*Spatial Analyst*) ou des applications avancées en 3D (*3D Analyst*). Pour la diffusion des données notamment en intranet ou en extranet, un module de publication associé à un serveur de données existe (*ArcIMS*). Enfin, pour la consultation des données on pourra réutiliser les modules de base indiqués plus haut ou un autre module de consultation limité mais gratuit faisant partie de la même suite de logiciels (*ArcReader*). La description commerciale de ces logiciels est accessible à l'adresse [6].

La mise en place de la plate-forme sur ce support logiciel SIG très répandu permettra également de parfaire la formation des étudiants au potentiel de ces mêmes outils SIG (ce qui tient déjà une part importante dans notre dispositif de formation).

C/ LES DONNEES PARTICULIERES

1. Les différentes données géomatiques

La description suivante des données permettra de montrer un autre objectif majeur de la mise en place de cette plate-forme qui est la connaissance des différentes données géomatiques du point de vue de leur constitution, de leur production, de leur exploitation et de leur utilisation. La généalogie (*lineage* : élément de qualité décrivant l'historique d'un sous-ensemble de données géographiques en termes de sources de données, de dates, de traitement appliqué et d'organisations responsables [7]) comporte l'ensemble des informations et connaissances qui doivent accompagner les données pour qu'elles puissent être utilisées et exploitées correctement lors de la constitution d'un produit géomatique. L'utilisation de cette notion de généalogie sous forme de notion d'apprentissage est utilisée dans notre plate-forme comme support de transmission de la connaissance. Mais avant de montrer comment cette généalogie est utilisée, il s'agit d'abord de faire le tour des données potentiellement intégrées dans le système pour bien en mesurer leur complexité.

Les particularités des données géomatiques résident dans le fait qu'elles :

- proviennent de sources différentes (relevés de terrain, tachéométrie électronique, numérisation de données existantes, restitutions photogrammétriques, relevés archéologiques, relevés architecturaux, mesures GPS, relevés laser scanner terrestres et aéroportés, images aériennes, images satellites, orthophotographies, MNT, etc.),
- sont de qualités différentes (échelle, précision, résolution, actualité, exhaustivité, cohérence),
- sont de dimensions différentes (2D, 2.5D, 2D+1D, 3D, +T),
- sont de types différents (nuage de points, vecteurs, rasteurs, etc.).

Du fait de cette hétérogénéité des données, chaque "sous-spécialité" de la géomatique (SIG, tachéométrie, topographie, photogrammétrie, télédétection, relevé architectural, géodésie, métrologie, modélisation d'objet topographique) est souvent considérée comme une spécialité à part.

Il paraît donc important de montrer comment ces différentes disciplines sont interconnectées, reposent sur des fondements communs et utilisent des données semblables.

2. Exemples de Données Intégrées

2.1. "Scans" IGN 1/50000 - 1/25000.

Ces données correspondent à des échantillons tests permettant d'évaluer les données de l'IGN notamment pour leur intégration dans un système comportant plusieurs types de données de sources différentes.

Le jeu de test de l'IGN est voué dès le départ au genre d'application proposée par la plate-forme. Néanmoins, pour des raisons de droits d'utilisation, les données ne sont pas amenées à être diffusées en-dehors du cadre de la formation.

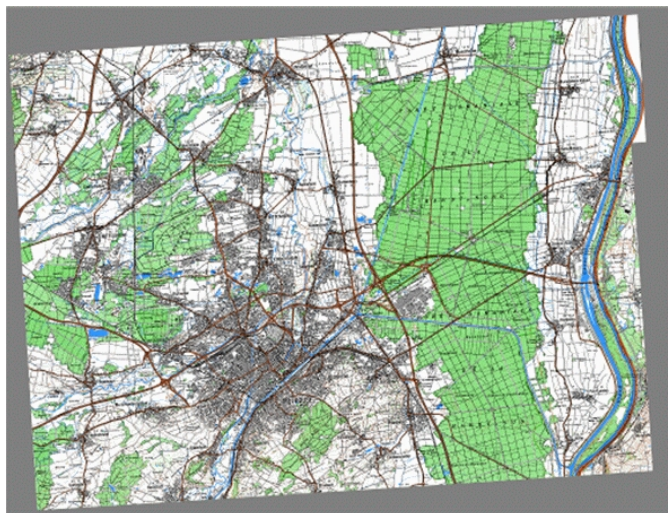


Fig. 1 : Scan 1/50000 - jeu de données test IGN

2.2. Image satellite *LANDSAT TM*

Ces images ont une résolution au sol de 30 m. et datent de 2000. Elles sont mises à disposition par l'Université Technique de Karlsruhe (Allemagne) partenaire de l'INSA de Strasbourg.

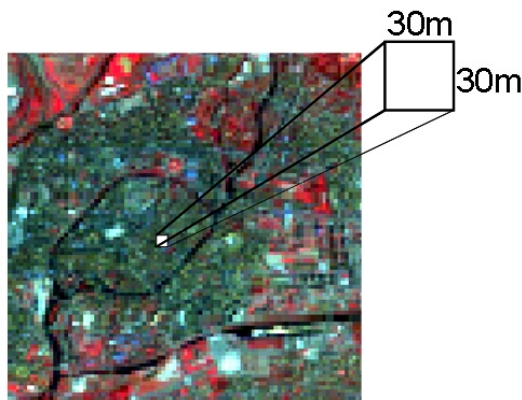


Fig. 2 : image satellite *Landsat TM* (résolution 30m)

2.3. Image satellite *SPOT multispectral*.

La résolution au sol de ces images est de 20 m. L'image date de 2001.

2.4. Images satellites *Quickbird panchromatique*

Ces images ont été re-échantillonnées à 60cm, et en mode *multispectral* à 2.40 m. Elles datent de 2002.

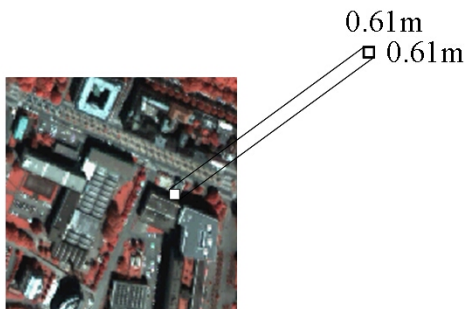


Fig. 3 : image satellite *Quickbird* (résolution 0.61m)

2.5. Photographies aériennes scannées

Ces photographies aériennes à l'échelle du 1/8000 ont été scannées à 30 μ m. Elles datent de 1998 et sont mises à disposition par la Communauté Urbaine de Strasbourg.

2.6. Photographies aériennes numériques (capteur 4Kx4K) et données laser aéroporté datant de 2004.



Fig. 4 : photo aérienne numérique

2.7. Données LIDAR.

Il s'agit de nuages de points obtenus à partir d'un balayage laser aéroporté. La scène comporte des millions de points géométriquement référencés et auxquels sont associées les informations de la réponse spectrale de l'"objet" ayant réfléchi le faisceau laser.

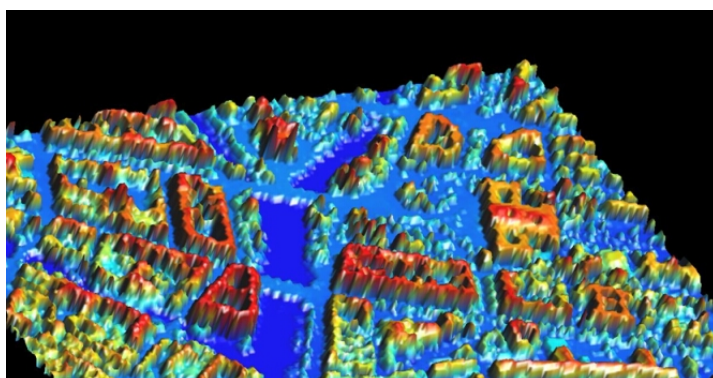


Fig. 5 : données LIDAR

2.8. Orthophotos.

Il s'agit de mosaïque de photographies aériennes orthorectifiées (d'un point de vue géométrique). La résolution résultante est de l'ordre de 20 cm.

2.9. Planches cadastrales.

Les planches cadastrales qui représentent la zone du campus sont aux échelles du 1/500^{ème} ou 1/1000^{ème}. Elles sont soit vectorisées, soit numérisées. Ces données sont accessibles auprès de la Direction Générale de Impôts directement sous forme de scans au format .TIF. Elles peuvent également être numérisées (par digitalisation par les étudiants topographes).

2.10. Couches SIG du Campus

Au format vecteur, issu de levés réguliers au 1/200^{ème} depuis 2001, ces couches comportent des données sur la voirie, les espaces verts, le mobilier urbain, le cadastre, les bâtiments, les réseaux apparents, etc.



Fig. 6 : Couches SIG vecteur 1/200

2.11. Levés terrestres codifiés 1/200^{ème}

Ils sont effectués par les étudiants de la spécialité et comportent tous les éléments classiques d'un relevé de corps de rue au 1/200^{ème} et notamment des informations concernant toutes les différentes couches (SIG) précitées dans le point 2.10. précédent. La précision de ces informations est de l'ordre de quelques centimètres en position et en altitude.

2.12. Scans de façades

Le principe de génération d'un scan de façade est le même que celui utilisé pour les scans LIDAR, sauf que dans ce cas, le laser est un laser terrestre ayant, dans le cas de celui que nous utilisons au Laboratoire MAP-PAGE, une plage d'utilisation de quelques mètres à 300 mètres environ.

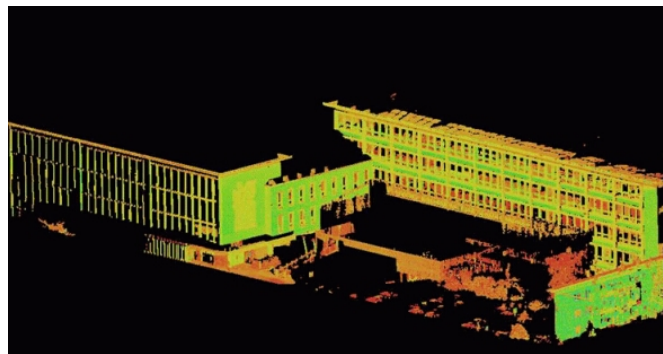


Fig. 7 : Scan de façade

Les données obtenues se présentent, là aussi, sous forme d'un nuage de plusieurs millions de points géoréférencés qu'il s'agira de traiter pour en extraire les informations utiles. Ce type de données apportera un avantage du point de vue de l'intégration de données 3D.

2.13. Plans d'intérieurs au 1/50^{ème}

Les plans d'intérieurs sont des levés de récolement réalisés par les étudiants ou des plans d'architectes utilisés dans le cadre général de la maintenance des bâtiments.

Il est à remarquer que pour opérer une fusion de données, il faut travailler sur des jeux de données localisés dans une même région géographique. Les différents jeux de données mis en œuvre englobent tous le campus universitaire autour de l'INSA de Strasbourg.

Une deuxième remarque concerne la propriété des données et les droits de diffusion associés à celles-ci. En effet, la donnée géographique en France est chère, n'est pas publique. Certaines données appartiennent à l'équipe de recherche, car générées dans le cadre de projets internes, d'autres ont été achetées. Ce point n'est pas encore totalement réglé à ce jour et, de ce fait, seules les données propriétaires seront amenées à être largement diffusées.

D/ ETAPES DU PROJET

Les buts multiples du didacticiel d'exploitation de données géomatiques peuvent se définir comme suit :

1. Mise à disposition d'une plate-forme test d'exploration de l'interopérabilité des données multi-sources.
2. Identification des différentes données disponibles pour l'étude d'un même site géographique (par exemple campus autour de l'INSA ou nouveau site d'applications pratiques).
3. Spécification des différentes données et élaboration d'un catalogue de métadonnées.
4. Identification des interactions entre les différentes sous-spécialités de la géomatique.
5. Proposition de modules de formation à distance sur la génération et l'acquisition, la compréhension, l'exploitation des différents types de données.

Le projet consiste ainsi en différentes étapes conformément aux objectifs de la plate-forme test. Le contenu principal est le SIG disponible au centre de ressources informatiques de la spécialité topographie de l'INSA de Strasbourg.

Le phasage des opérations de mise en place est décrit par le processus suivant :

1. Identification des données.

Il s'agit de faire l'inventaire des données immédiatement disponibles pour une intégration rapide dans la plate-forme test. Ces données sont de natures différentes et leur pertinence devra être avérée.

2. Elaboration d'une structure associée de métadonnées.

Le logiciel SIG est le moteur de la plate-forme, les données en sont le carburant.

Pour pouvoir être utilisées et expliquées aux futurs utilisateurs, ces données doivent répondre à des objectifs fixés lors de leur choix d'intégration. Les métadonnées associées et notamment la structure de ces métadonnées doivent contribuer à rendre les données attractives, intéressantes et adaptées. Un premier type de métadonnées est ainsi introduit dans le système pour la description des données, leurs caractéristiques, leur pertinence, les cas et échelles d'utilisation, leur précision, etc.

Un deuxième type de métadonnées est associé aux données pour en expliquer la généalogie, le mode de production et d'acquisition en rappelant les principes, instruments et méthodes ayant servi

à leur constitution. Des didacticiels et autres exercices d'application permettent à ce stade de générer ses propres lots de données.

3. Géoréférencement des données.

Chaque donnée géolocalisée est exprimée sous forme numérique dans un système de représentation cartographique. Ces systèmes sont des systèmes projetés ou non. Pour que des données hétérogènes, exprimées dans des systèmes de coordonnées différents puissent être intégrées dans un même environnement cartographique, il faut disposer d'un moteur de projection à la volée où tous les systèmes différents peuvent être représentés dans un unique système sans qu'il n'y ait besoin de transformation des données originales.

Les SIG, puissants outils de cartographie numérique, proposent évidemment ce genre de mécanismes.

Mais des notions élémentaires de géodésie sont nécessaires pour rester rigoureux. Le tutoriel permettra, là aussi, de revenir sur ces notions.

4. La structuration des données.

Structurer les données n'est pas une étape négligeable dans la constitution du SIG.

Outils de cartographie au départ, il proposera de puissants outils de géotraitement qui reposent sur des structures de données très élaborées. A ce stade, on pourra aisément comprendre les différences de structures entre des données images (raster) et vecteurs ou encore des données uniquement attributaires, etc.

5. L'intégration des données.

Il s'agit de l'étape qui suit la structuration des données. Les travaux préparatoires précédents faciliteront d'autant plus cette étape que la réflexion aura été menée de manière approfondie.

6. La définition des spécifications d'utilisation des données.

Celle-ci correspond à la transcription des prescriptions des métadonnées dans le système et fait partie de la mise en forme des données. On retrouvera ici les modes de représentation, les structurations en couches, en sous-couches, les échelles limites d'utilisation, des données attributaires associées, les caractéristiques géométriques inhérentes, les structurations topologiques associées.

7. Elaboration de traitements associés aux données (sous forme de tutoriel).

Ces traitements pourront être effectués sur des versions réseaux du SIG. Ils sont actuellement déjà réalisés par les étudiants sur des versions des logiciels installées localement.

8. Mise à disposition des données sur serveur Web (ArcIMS) pour un accès à distance.

Ces différentes étapes sont représentées dans le schéma synoptique de la Figure 8.

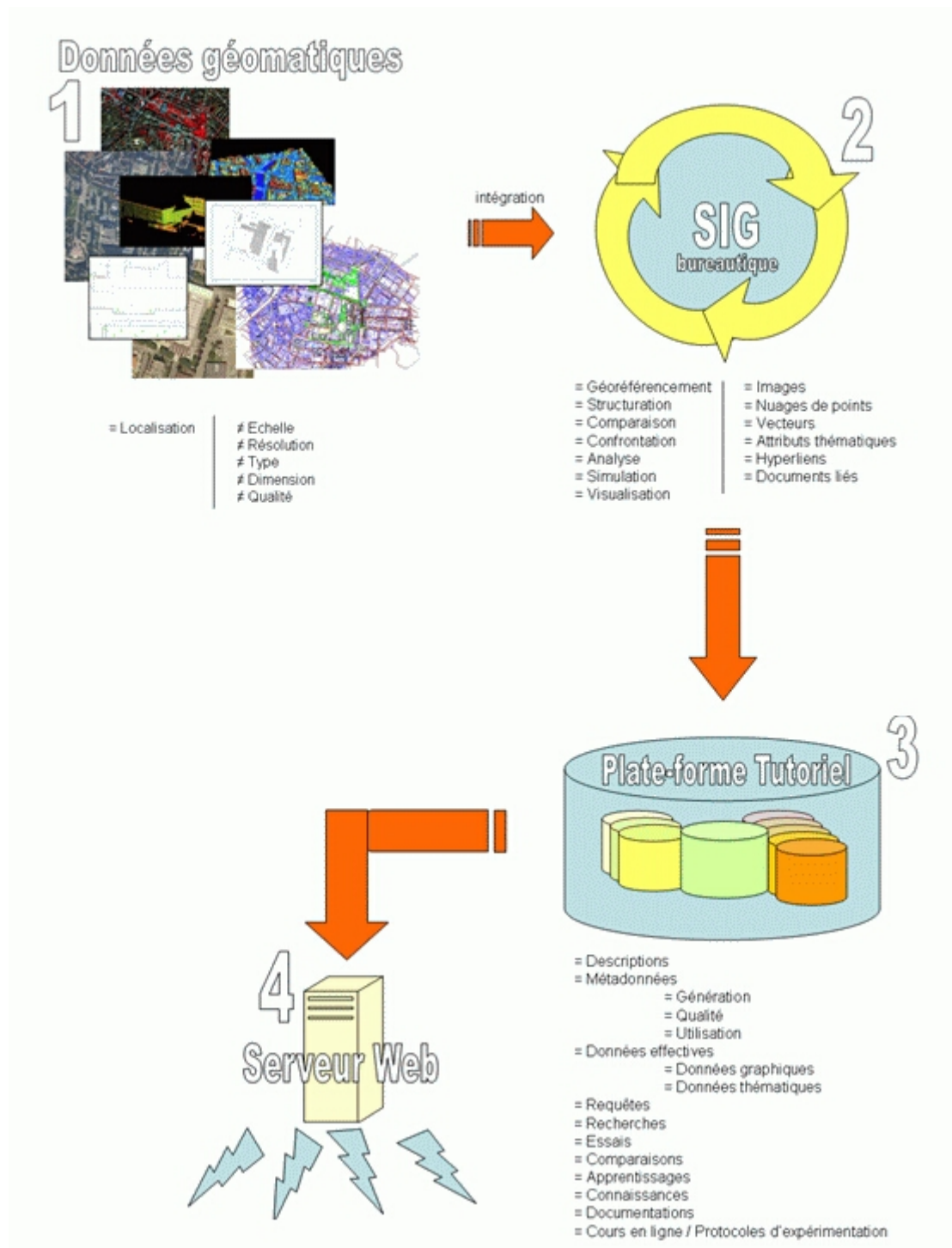


Fig. 8 : schéma synoptique des constituants du projet

E/ LA PLATE-FORME SIG

1. Les Métadonnées

L'intérêt de l'utilisation d'une plate-forme SIG consiste dans sa possibilité, qui fait d'ailleurs partie du concept de base, de pouvoir gérer sur une même plate-forme des données à la fois géométriques (avec une représentation graphique), des données thématiques (sous forme d'attributs associés) et des métadonnées, c'est-à-dire des données sur les lots de données en général. La Figure 9, montre

une telle configuration dans le module *ArcCatalog*. Les métadonnées de base sont des métadonnées normalisées permettant de décrire des lots de données à l'aide d'informations sur leur qualité, leur mode d'utilisation, leur emprise géographique, le contenu des couches, etc. Mais ces métadonnées peuvent également contenir des champs rajoutés par le créateur du lot de données. C'est dans ce cadre que nous proposons d'inclure la plupart des informations servant à la formation des utilisateurs.

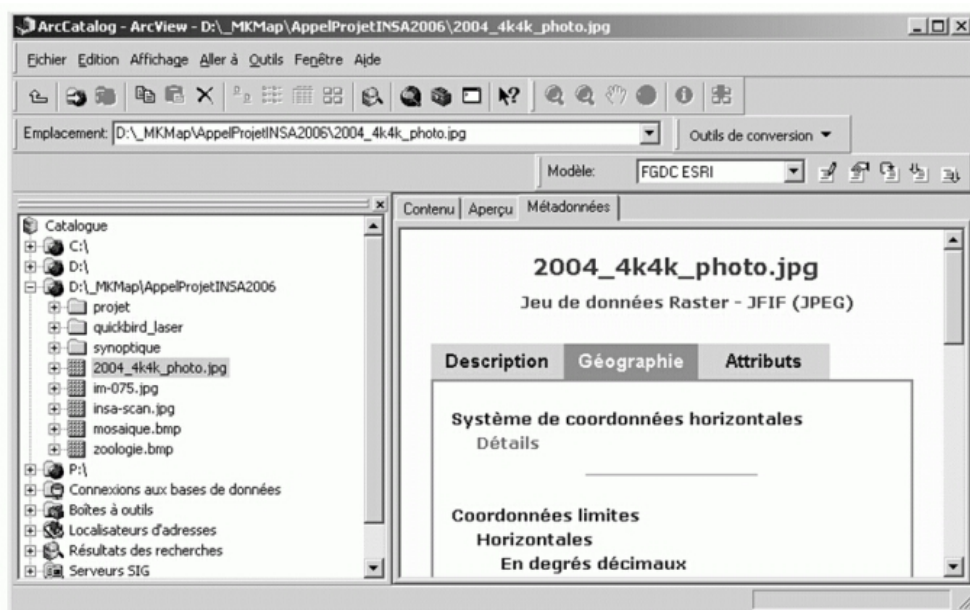


Fig. 9 : Métadonnées dans *ArcCatalog*

2. Les Hyperliens

Le principe des données SIG qui consistent en des données graphiques associées à des attributs thématiques et des métadonnées permet d'effectuer un grand nombre de traitements qui en raison de la particularité des données géolocalisées sont communément appelés géotraitements.

Il s'agit là d'une grande palette d'algorithmes disponibles axés sur plusieurs modes d'entrée :

- soit l'entrée est graphique, une sélection à l'écran ou localisation géographique (par emplacement, coordonnées, voisinage, zone tampon, intersection, superposition, etc.
- soit l'entrée est thématique, à partir de caractéristiques des entités recherchées, c'est-à-dire des valeurs d'attributs associés à chaque entité contenue dans le système.
- Enfin la combinaison des entrées est possible en délimitant géographiquement une recherche sur des entités caractérisées par des valeurs d'attributs particulières.

Une autre caractéristique importante des données gérées dans le SIG est que l'on peut leur associer des hyperliens qui eux-mêmes peuvent se décliner en liens vers des pages HTML, liens vers des documents...

La puissance de l'outil réside dans ce que les liens peuvent être contenus dans des champs attributaires associés. Cela permet, d'une part, un traitement de masse opéré par des requêtes sur des bases de données et d'autre part, l'association d'un nombre illimité de liens. En utilisant cette association Web, on pourra revenir vers des configurations de serveurs de connaissances et d'apprentissages classiques, l'originalité étant le support d'entrée, à savoir la donnée géographique.

3. Le Serveur Web

3.1. Accès à la plate-forme

Pour que la plate-forme d'apprentissage puisse être utilisée le plus largement possible, il est intéressant de pouvoir y autoriser un accès à travers un réseau.

Une première utilisation et diffusion à travers un réseau intranet mettront la plate-forme à contribution pour les étudiants des différentes spécialités intéressées de l'INSA de Strasbourg. Une diffusion plus large est envisagée dans un second temps par une mise à disposition sur l'Internet. Un module particulier du SIG choisi fournit les outils de diffusion tels que spécifiés par les besoins de notre application. En effet, *ArcIMS* permet de publier sur le Web des cartes, des données et des métadonnées SIG par l'intermédiaire d'un portail Web centralisé qui les rend accessibles à de nombreux utilisateurs, qu'ils se trouvent à l'intérieur ou à l'extérieur de l'organisation.

ArcIMS permet aux sites Web de proposer des données SIG, des cartes interactives, des catalogues de métadonnées et des applications SIG spécialisées. Généralement, les utilisateurs *ArcIMS* accèdent à ces services SIG par l'intermédiaire de leur navigateur Web, en utilisant des applications HTML ou Java. En outre, il est possible d'accéder aux services *ArcIMS* par le biais de nombreux clients comme *ArcGIS Desktop* (l'unité Géomatique du centre de ressources pédagogiques (CRP) de la spécialité Topographie est équipé de 25 licences), l'application *ArcReader* (applicatif de visualisation gratuit), l'application *ArcPad* (le CRP est équipé de terminaux nomades et de licences) et de nombreux périphériques sans fil qui utilisent http et le XML pour les communications Web.

3.2. Fonctions d'*ArcIMS*

ArcIMS répond donc au principal objectif qui consiste à diffuser sur le Web des données géographiques, des cartes et des métadonnées :

- Les données géographiques sont des données géomatiques, c'est-à-dire issues de traitements spécifiques appliquées aux données numériques référencées.
- Les cartes sont des organisations de données géomatiques dans un but bien précis (d'exploitation cartographique) et répondant à des règles de composition, de lecture, etc.
- Les métadonnées sont littéralement des données sur les données. Elles permettent de préciser entre autres la qualité des données, le mode de production, la destination, le système de référencement, mais peuvent également comporter les processus de génération et d'exploitation associés.

Les Figures 10 sont des illustrations des premiers tests effectués avec *ArcIMS* et les données du campus.

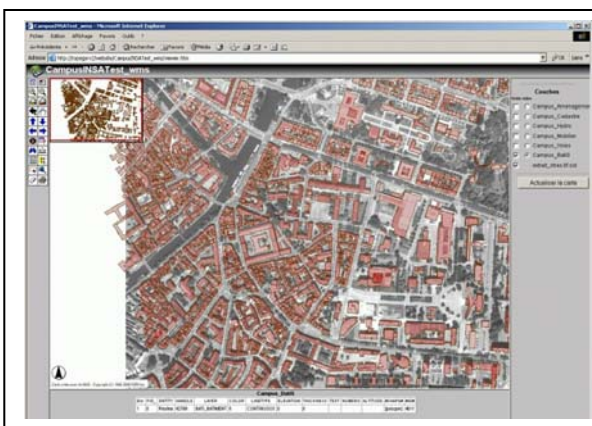


Fig.10a : Viewer HTML avec service wms : Couches vecteur et Orthophoto.

Fig.10b : Viewer HTML avec service wms : Requête d'identification d'entité.

F/ CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La plate-forme est en cours de construction. Les données sont en cours de référencement et d'organisation dans un SIG. La version serveur *ArcIMS* est actuellement en test en mode intranet.

La mise à disposition d'un ensemble de lots de données hétérogènes, mais se référant à une même portion de l'espace permettra non seulement aux utilisateurs de se familiariser avec les différentes caractéristiques, les modes de génération et les instrumentations associées, les spécifications, la qualité intrinsèque et la qualité d'utilisation de ces données, mais également d'effectuer la démarche inverse, c'est-à-dire tester l'adéquation de chaque type de données avec les spécifications d'un projet ou d'un chantier.

Un autre point qui tient à cœur à l'équipe de recherche est de mettre en évidence les superpositions des différents domaines d'activités associés à chaque type spécifique de données, de pouvoir proposer des alternatives sur les types de données et d'élaborer sur la base de ces nouvelles investigations des classifications et spécifications à la fois sur les types de données, mais également sur les processus de génération associés.

La compréhension de ces différentes étapes de constitution des données géomatiques, puis de l'utilisation de celles-ci dans un cadre strict et rigoureux empêchera ou limitera, à l'avenir, et, pour les initiés uniquement, les traitements aux résultats aléatoires souvent infligés aux données numériques. Ceci sera d'autant plus vrai pour les données géomatiques.

Bibliographie

- [1] <http://photogeo.insa-strasbourg.fr/indexcours.htm>
- [2] <http://www.insa-strasbourg.fr/topographie/>
- [3] http://www.eng.ign.fr/FI/Master_LMD/Master%20Geomatik/Master_Geomatik.html
- [4] Proposition de directive du Parlement Européen et du Conseil établissant une infrastructure d'information spatiale dans la Communauté {SEC(2004) 980} (présentée par la Commission), <http://inspire.jrc.it/proposal/FR.pdf>
- [5] Comité scientifique du colloque intégration de la photogrammétrie et de la télédétection dans les SIG, Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection SFPT, Strasbourg 1990.
- [6] <http://www.esrifrance.fr>
- [7] EN287008 1998. Norme Européenne TC287 "Information géographique – Description des données – Qualité".