



*Et la géographie prend vie.*

*Dix-huitièmes*

# **Journées de la Recherche Saint-Mandé – 11 et 12 mars 2009**

## **Contact**

Secrétariat du service de la Recherche  
Institut géographique national  
2-4 avenue Pasteur  
F-94165 SAINT MANDÉ CEDEX

téléphone : (33) 01 43 98 80 04  
télécopie : (33) 01 43 98 85 81

[mounia.ahmedi@ign.fr](mailto:mounia.ahmedi@ign.fr)





## 11 mars matin (9 h 30 – 12 h 45)

*L'accueil des participants se fera en Salle Robert Génot à partir de 9 h 15*

9 h 30 – Présentation des recherches du laboratoire LAREG en 2008 par **Olivier JAMET**

9 h 45 – Première partie

*Implication de l'IGN dans les services internationaux de géodésie :*

**Zuheir ALTAMIMI** – Contributions de la recherche.

**Bruno GARAYT** – Contributions du Service de la Géodésie et du Nivellement.

**Arnaud POLLET** – Combinaison des techniques de géodésie spatiale au niveau des observations.

11 h 15 – Pause

11 h 45 – Seconde partie

**Etienne BERNARD** – Mathématiques et Géodésie Spatiale : premières problématiques.

**Isabelle PANET** – Modélisation en ondelettes du champ de pesanteur par décomposition en domaines.

**Leila EISSA (ENSG)** – Une nouvelle approche pour représenter les déformations de la croûte terrestre.

12 h 45 – Fin de la matinée.



## 11 mars après-midi (13 h 45 – 17 h 30)

*L'accueil des participants se fera en Salle Robert Génot à partir de 13 h 30*

13 h 45 – Point sur l'activité du laboratoire MATIS en 2008 par **Didier BOLDO**

14 h – Première partie : **LiDAR**

**Frédéric BRETAR** – Utilisation thématique des données LiDAR.

**Clément MALLET et Adrien CHAUVE** – LiDAR Full Waveform : gestion, traitements et applications.

15 h – Deuxième partie : **STEREOPOLIS** (avec une pause d'une demi-heure à 15 h 30)

**Nicolas PAPARODITIS** – Panorama des différents usages des données terrestres.

**Bahman SOLEILIAN** – Exploitation des images du véhicule pour la constitution de bases de données routières.

16 h 30 – Troisième partie : **Lever patrimonial**

**Daniela CRACIUN** – Numérisation conjointe image/LASER pour modélisation 3D des environnements complexes.

**Marc PIERROT DESEILLIGNY** – Photogrammétrie architecturale et lever par drones.

17 h 30 – Fin de la première journée.



## 12 mars matin (9 h 15 – 12 h 45)

*L'accueil des participants se fera en Salle Robert Génot à partir de 9 h précises.*

9 h 15 – Bilan des recherches du COGIT sur la période 2006-2008 par **Anne RUAS**

9 h 30 – Première partie

**Annabelle MAS, Julien PERRET et Anne RUAS** – GeOpenSim, un module de simulation des évolutions urbaines.

**Cécile DUCHÈNE** – Recherches en généralisation : bilan et perspectives.

**Mickael BRASEBIN** – Un module opensource 3D sur GeOxygène.

10 h 45 – Pause

11 h 15 – Seconde partie

**Sidonie CHRISTOPHE** – Un module d'aide à la construction de légendes originales.

**Laurence JOLIVET** – Présentation de services web de construction de légendes.

**Jean-François GLEYZE** – Recherches sur les réseaux : bilan et perspectives.

12 h 30 – Clôture des Journées de la Recherche par **Patrice PARISÉ**, directeur général de l'IGN.

12 h 45 – Fin des Journées 2009.

**Zuheir ALTAMIMI**

### **Contributions scientifiques de l'IGN aux services internationaux de géodésie**

Les positions des stations géodésiques sur la surface de la Terre sont actuellement déterminées avec une précision millimétrique et, par conséquent, les mouvements sur cette même surface peuvent être modélisés au niveau du millimètre par an. Cette performance devient possible grâce à la précision des méthodes modernes de la géodésie spatiale qui ont révolutionné notre compréhension de la Terre, permettant ainsi d'observer, par exemple, le mouvement des plaques tectoniques. La forme de la Terre, son champ gravitationnel tout comme son orientation dans l'espace, sont précisément estimés pour déterminer la redistribution des fluides géophysiques sur ou dans l'environnement immédiat de la Terre, incluant les océans, l'atmosphère, la cryosphère et l'hydrosphère terrestre. Toutes ces applications scientifiques dépendent fondamentalement de l'existence et de la disponibilité d'un système de référence terrestre global que seule la géodésie spatiale peut réaliser. Le défi de quantifier les variations du niveau moyen des mers à long terme, avec ses ramifications sur le changement climatique, impose des observations qui doivent être faites en continu. Ces variations ne peuvent être appréhendées que dans le contexte d'un système de référence terrestre qui doit être stable dans le temps, de sorte que les mesures du niveau des mers aujourd'hui puissent être comparées et confrontées à celles qui seront faites dans 10 ans, avec une exactitude sub-millimétrique.

Les progrès scientifiques impressionnants accomplis par géodésie spatiale depuis plus d'un quart de siècle, sont le fruit des contributions fondées sur la collaboration et le volontariat d'un certain nombre d'organismes internationaux. Nous illustrerons par des exemples de résultats récents, la contribution de la géodésie moderne à la compréhension de phénomènes géophysiques (tendance du niveau marin, mouvement tectonique, ou encore les effets de surcharge agissant sur la croûte terrestre), et nous montrerons l'importance des services internationaux des techniques spatiales et leur complémentarité. Nous mettrons tout particulièrement l'accent sur les contributions scientifiques de l'IGN à ces services.

**Bruno GARAYT**

### **Contributions du SGN aux services internationaux de géodésie**

Dans le cadre de sa mission, l'Association Internationale de Géodésie (AIG) a dans ses objectifs la définition, la réalisation et la maintenance de systèmes de référence mondiaux (ITRS) et régionaux (ETRS89) pour des usages multidisciplinaires. La réalisation du système international ITRS repose sur la combinaison de coordonnées fournies par quatre techniques issues de la géodésie spatiale : le GNSS, la télémétrie Laser sur satellite ou sur la Lune, la technique DORIS et le VLBI (interférométrie à très longue base), ainsi que sur des informations de rattachements liant ces techniques sur des sites de co-localisation.

Les Services scientifiques réalisent des produits en utilisant leurs propres observations et/ou les observations d'autres services en rapport avec la géodésie et pour d'autres sciences ou applications. Les qualités essentielles demandées aux produits des Services sont l'exactitude et l'intégrité des produits, le contrôle de leur qualité, leur délai d'obtention et leur qualité en rapport avec l'état de l'art actuel. On peut citer comme produit du Service International de la Rotation Terrestre et des Systèmes de Référence (IERS) l'ITRF dont l'IGN à la charge en tant que centre de produit.

Depuis de nombreuses années, l'IGN, à travers le SGN participe aux réseaux et Services internationaux, et aux associations internationales qui les encadrent. C'est l'unité « Réseaux et Services Internationaux », au sein du SGN, qui a en charge toutes les activités opérationnelles internationales existantes de l'IGN dans le cadre des systèmes de référence et de leur réalisation par les techniques de géodésie spatiale : gestion du réseau de stations DORIS, rattachements entre techniques spatiales co-localisées pour l'ITRF, participation à des observations de station Laser ultra-

mobile pour les réseaux ; centre de données et d'analyse GNSS et DORIS pour les services internationaux.

**Arnaud POLLET et David COULOT**

### **Combinaison des techniques de géodésie spatiale au niveau des observations**

Le repère de référence terrestre international (ITRF), les séries temporelles de Paramètres d'Orientation de la Terre (du type série temporelle EOPC04) et le repère de référence céleste (ICRF) sont obtenus séparément et présentent donc des incohérences. Pour résoudre ce problème, une première étape a été franchie avec la réalisation du dernier ITRF (ITRF2005), qui a été estimée pour la première fois avec les Paramètres d'Orientation de la Terre (EOP en Anglais). Une autre approche envisageable est d'estimer, lors d'un même calcul, les produits géodésiques comme les positions des stations, celles des quasars et les EOPs directement à partir des observations.

Dans le cadre des activités du Groupe de Recherche en Géodésie Spatiale (GRGS), cette deuxième approche est étudiée. Celle-ci combine directement les observations des différentes techniques de géodésie spatiale que sont DORIS, GPS, SLR et VLBI. Pour ce faire, les modèles utilisés pour le traitement des observations sont identiques à toutes les techniques. De même, les logiciels utilisés sont identiques pour l'ensemble de ces techniques, tout cela dans un souci de cohérence du traitement. L'objectif est d'utiliser au mieux les informations fournies par les différentes techniques, avec l'emploi de davantage de paramètres communs que ne le permet l'approche de combinaison au niveau des solutions (approche utilisée pour le calcul de l'ITRF).

Dans cette présentation, nous nous intéresserons plus particulièrement au problème de référencement des solutions d'une telle combinaison au niveau des observations. Pour cela, nous décrirons le modèle utilisé lors de cette combinaison. Nous nous intéresserons ensuite plus particulièrement au problème des rattachements locaux dont l'utilisation à la semaine peut présenter certaines difficultés. Enfin, nous conclurons par quelques évolutions futures de cette combinaison.

**Etienne BERNARD**

### **Mathématiques et Géodésie Spatiale : premières problématiques**

Les sciences mathématiques bénéficient d'un dynamisme exceptionnel en France. Près de 4000 chercheurs - ce qui en fait, rapporté au nombre d'habitants, la première communauté au monde - qui couvrent tous les domaines mathématiques : algèbre, analyse, géométrie, calcul numérique et leurs connexions avec les autres sciences, biologie, médecine, économie, physique, etc. L'objectif de cette intervention est de donner un aperçu de quelques possibles liens entre les sciences géodésiques et les sciences mathématiques. Nous évoquerons en particulier le cas de la théorie cinétique des gaz, discipline vieille d'un siècle mais qui a connu un développement mathématique spectaculaire à partir des années 80, et ses implications sur la modélisation des forces de freinage des satellites bas dont une bonne connaissance est cruciale pour garantir la qualité des orbites et donc l'exactitude des produits géodésiques.

**Isabelle PANET**

### **Modélisation en ondelettes du champ de pesanteur par décomposition en domaines**

La connaissance du champ de pesanteur terrestre est essentielle en géodésie, par exemple pour la détermination des altitudes à partir de mesures GPS. Depuis quelques années, la gravimétrie spatiale fournit des mesures de pesanteur d'une précision inégalée, à des résolutions qui devraient atteindre 100 km pour la mission GOCE, dont le lancement est prévu en mars 2009. Combinées avec les données sol au sein de modèles de champ régionaux à haute résolution, ces mesures permettent de

requalifier la gravimétrie de surface et d'améliorer notre connaissance du champ de pesanteur et du géoïde.

A travers l'exemple du Japon, nous montrons ici l'intérêt des représentations en ondelettes pour calculer un modèle de champ de pesanteur haute résolution sur une zone d'intérêt, combinant les différents types de données disponibles : gravimétrie de surface locale et champ global dérivé de la mission de gravimétrie spatiale GRACE. Le potentiel de pesanteur est représenté comme combinaison linéaire d'ondelettes, et les coefficients de cette combinaison sont calculés par ajustement par moindres carrés des jeux de données. Pour résoudre les grands systèmes d'équations qui résultent d'un calcul à haute résolution sur une large zone, nous développons une approche itérative par décomposition en sous-domaines, basée sur les algorithmes de Schwarz.

Après avoir validé la méthode sur des tests synthétiques, nous l'appliquons à la modélisation du champ de pesanteur sur le Japon. La combinaison ainsi réalisée met en évidence des biais à grande échelle dans la gravimétrie de surface, et nous permet de définir une grille correctrice pour ces données. Une réitération des calculs sur les données corrigées permet d'obtenir un modèle de champ amélioré sur le Japon.

**Leila EISSA (ENSG)**

### **Une nouvelle approche pour représenter les déformations de la croûte terrestre**



Les mesures de géodésie spatiale permettent de quantifier les déformations à la surface de Terre avec une précision de l'ordre du mm par an. A partir de mesures successives issues de la géodésie spatiale on évalue les déformations de l'écorce terrestre avec un champ tensoriel sur la région d'intérêt.

La représentation cartographique de tenseur de déformation est toujours restée la même depuis longtemps : elle repose sur la représentation des axes principaux de tenseurs et présente quelques inconvénients. Notre travail consiste à mettre en place une nouvelle *cartographie de déformation* permettant à mieux communiquer les résultats aux géophysiciens (géologues, sismologues, etc...) qui donne une interprétation de mouvements obtenus.

Le terrain d'étude est en générale un site géologiquement actif (zone tectonique, zone sismique, glissement de terrain, etc ...). A partir de champs de déplacement issu de la géodésie spatiale, on interpole le champ de vecteur sur une grille régulière, plusieurs types d'interpolation ont été testés, puis la méthode de Monte Carlo a été employée pour l'estimation des erreurs de déformation, cette méthode permet de simuler un grand nombre de séries de mesures. La dernière étape est de représenter les taux d'allongement et raccourcissement, le cisaillement ainsi que leurs erreurs sur la même carte.

## **Laboratoire MATIS**

---

**Frédéric BRETAR**

### **Utilisation thématique des données LiDAR**

Les systèmes LiDAR sont des instruments de télémétrie active permettant d'acquérir une description 3D de la topographie sous la forme d'un nuage de points, ainsi que certains paramètres caractéristiques de la géométrie et de la réflectance des cibles. Les recherches menées au laboratoire MATIS sur le LiDAR sont tournées vers la conception de nouvelles approches algorithmiques pour le traitement des nuages de points 3D (classification, génération de MNT), mais aussi sur la valorisation et l'exploitation de ces données LiDAR dans des contextes thématiques variés. Nous présenterons divers projets au sein desquels le laboratoire est impliqué: la cartographie de la forêt, l'occupation du sol, les applications géophysiques.

**Clément MALLET et Adrien CHAUVÉ**

### **LiDAR Full Waveform : gestion, traitements et applications**

Les nouveaux systèmes lidar aéroportés dits à retour d'onde complète (ROC, ou encore full-waveform en anglais) sont disponibles depuis quelques années. Ils ne fournissent plus seulement des nuages de points tridimensionnels comme le font les systèmes classiques, mais enregistrent l'intégralité de la rétrodiffusion par la surface terrestre de l'impulsion laser émise. Le fait de numériser l'onde retour complète permet notamment d'effectuer des traitements plus complexes et d'extraire plus d'informations (géométriques et radiométriques) sur les cibles atteintes. Cependant, ces données sont beaucoup plus lourdes à gérer que les nuages de points traditionnels et elles nécessitent des développements spécifiques afin de les manipuler, de les visualiser et de les traiter.

Deux axes de recherche sur les données ROC sont actuellement explorés au MATIS : l'un sur la contribution des données ROC pour la cartographie en milieu forestier, et l'autre sur le milieu urbain. Nos travaux en milieu forestier montrent que les données ROC améliorent peu la qualité du Modèle Numérique de Terrain et du Modèle Numérique de Hauteur de Canopée, mais qu'elles permettent de mieux caractériser la distribution verticale de la végétation. Les informations extraites du traitement des ondes lidar sont par ailleurs utilisées pour classer de manière supervisée par Séparateurs à Vaste Marge les zones naturelles (végétation, roches, routes, sol nu/herbe) et urbaines (végétation, bâtiments, sol artificiel, sol nu/herbe) avec un faible taux d'erreur.

En milieu urbain, un algorithme de Forêts Aléatoires est également utilisé pour classer puis évaluer la contribution réelle des informations extraites des ondes lidar.

**Nicolas PAPARODITIS**

### **Panorama des différents usages des données terrestres**

Après un bref rappel du système de numérisation topographique mobile STEROPOLIS II, qui a été présenté aux Journées de la Recherche 2008, nous présenterons différentes acquisitions réalisées depuis avec ce système aussi bien pour le compte de l'IGN que de partenaires dans le cadre de projets de recherche. Ces acquisitions ont visé des applications très variées allant de la diffusion avec la plateforme de navigation Web iTOWNS, à l'enrichissement de bases de données de routes, en passant par l'enrichissement de modèles de bâtiments (RGE ou Bati3D) pour des calculs de bilan énergétique dans le cadre du Grenelle de l'environnement.

**Bahman SOLEILIAN**

### **Exploitation des images du véhicule pour la constitution de bases de données routières**

Le laboratoire MATIS participe au projet CityVIP financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). Le but de ce projet est de créer une route « intelligente » qui facilite l'aide à la navigation et la navigation autonome de véhicule dans les milieux urbains. Pour cela nous proposons deux algorithmes d'extraction automatique d'objet à partir des données acquises par le véhicule de cartographie mobile STEROPOLIS II.

Dans un premier temps nous proposons un algorithme de reconstruction 3D des marquages routiers. Deux types de marquages sont étudiés : Les lignes blanches discontinues et les passages piétons. Les marquages permettent de reconnaître le nombre, la position et la largeur des voies de circulation d'une route. Nous présenterons des résultats obtenus sur 1500 couples d'images stéréo acquises dans le douzième arrondissement de Paris. Dans un second temps nous présenterons un



algorithme développé pour la détection et la reconnaissance des panneaux de signalisation dans l'image. L'algorithme est composé de deux étapes principales :

1. Détection de candidats en utilisant des critères radiométriques et géométriques.
2. Validation de candidats et la reconnaissance de type de panneaux en utilisant une base de données de panneaux de références.

**Daniela CRACIUN**

### **Numérisation conjointe image/LASER pour modélisation 3D des environnements complexes**

La numérisation exhaustive et photo-réaliste d'environnements complexes représente aujourd'hui un grand défi en raison d'une part du besoin d'automatisation des processus d'acquisition et de traitement qui sont encore quasiment manuels et d'autre part en raison de la difficulté de vérifier in situ l'adéquation du modèle avec le cahier des charges. Très souvent on constate, a posteriori, une fois les données traitées, que le modèle 3D est incomplet et il n'est souvent pas possible de retourner sur site pour compléter les numérisations.

Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons à l'automatisation du processus de numérisation 3D d'environnements complexes et en particulier non-structurés qui sont plus difficiles aujourd'hui à traiter avec les outils proposés dans la littérature. Les travaux de recherche réalisés visent la mise en œuvre à la fois de méthodologies d'acquisition de données et de développement d'algorithmes « rapides » pour le traitement de données in-situ afin d'aider les opérateurs dans leur travail de manière à assurer la bonne numérisation du site.

Comme contexte applicatif, nous nous intéressons aux grottes ornées préhistoriques qui sont des environnements particulièrement difficiles. Dans de tels environnements l'absence des structures, habituellement utilisées pour la mise en correspondance et la mise en géométrie des images, rend le problème difficile, voir impossible. L'utilisation de cibles pour faciliter la partie de mise en géométrie des données n'est pas souhaitable d'une part parce qu'elle ralentit fortement les cadences de numérisation (alors que le temps de numérisation autorisé est restreint) et d'autre part car il est difficile voire interdit de poser des cibles sur des parois.

Nous proposons un système de numérisation par vision photogrammétrique et lasergrammétrique basé sur l'acquisition d'un réseau de panoramiques. Les panoramiques présentent de nombreux avantages à la fois en termes de visualisation pour des applications de Réalité Virtuelle que pour l'annotation 2D ou 3D de données. La particularité de notre numérisation est qu'elle acquiert du même point de vue une panoramique optique couleur et une panoramique de profondeur et produit par conséquent une image panoramique à 4 canaux (R,G,B,distance) sur un champ de vue sphérique complet.

Les travaux en cours et leurs perspectives portent sur le guidage de l'acquisition de données pour le calcul de la meilleure prochaine position 3D du système (Next best view, View planning ) étant donné le modèle 3D déjà construit et en prenant en compte la cinématique du système ainsi que les possibilités de déplacement dans le modèle 3D déjà construit. Le View planning doit répondre aux critères de non-redondance des données, tout en maximisant le volume de la scène numérisée.

**Marc PIERROT DESEILLIGNY**

### **Photogrammétrie architecturale et lever par drones**

La nouvelle action de recherche PAMPA (Photogrammétrie pour les applications de modélisation patrimoniale et architecturale) a un double objectif. En interne, structurer au sein du MATIS un noyau de compétence pour répondre aux besoins en études et recherches photogrammétriques de l'IGN ; en externe, développer, en collaboration avec des partenaires, chercheurs et industriels, les utilisations légères de la photogrammétrie utilisant notamment des appareils photo grand public. Les domaines

d'application concernent notamment la modélisation architecturale et l'utilisation de drones pour la modélisation tridimensionnelle précise de sites de taille restreinte.

Cette présentation exposera les résultats de premières expérimentations de modélisation tridimensionnelles par photogrammétrie légère : modélisation précise de bas-relief, modélisation de paysages, naturels et construits, à partir d'acquisition par drones aéroportés et enfin modélisation de scènes architecturales complexes.

Du point de vue méthodologique, les difficultés nouvelles posées par ces applications, par rapport au contexte aérien traditionnel, concernent essentiellement l'orientation automatique et la fusion de point de vue. En revanche, la mise en correspondance s'est faite en n'adaptant que marginalement le corrélateur MicMac.

## **Laboratoire COGIT**

---

**Annabelle MAS, Julien PERRET et Anne RUAS**

### **GeOpenSim, un module de simulation des évolutions urbaines**

Le projet ANR GeOpenSim a pour but la conception d'une plate-forme Open Source dédiée à l'analyse des tissus urbains et de leurs évolutions. Ce projet de 3 ans, commencé en décembre 2007, est coordonné par Anne Ruas ; il fait l'objet d'une collaboration avec le Laboratoire Image et Ville (LIV) et le Laboratoire des Sciences de l'Image, de l'Informatique et de la Télédétection (LSIIT) à Strasbourg, ainsi qu'avec Annabelle Boffet-Mas du Centre d'Études pour le Développement des Territoires et l'Environnement (CEDETE) à Orléans.

L'approche du projet GeOpenSim repose sur une analyse morphologique et topologique des évolutions subies par les objets géographiques entre des bases de données géographiques représentant le même espace à des dates successives. Cette analyse diachronique des villes s'appuie sur une représentation vectorielle et multi-niveaux de l'information géographique et permet d'étudier les dynamiques urbaines unitaires, mais aussi les mécanismes de déclenchement de celles-ci. La représentation de connaissances sur ces mécanismes sous la forme de règles permet leur intégration au sein d'un système multi-agents qui simule les évolutions du système.

Les résultats du projet sont les premiers composants d'un cadre formel innovant permettant l'analyse et le suivi des évolutions des tissus urbains. Ils se composent d'une part d'un apport théorique sur une première typologie des opérations unitaires d'évolution des objets géographiques, et d'autre part par le développement d'outils de base de la plate-forme Open Source GeOpenSim. Parmi ces outils figurent la création de bases de données spatio-temporelles à partir de bases de données topographiques existantes, des algorithmes d'analyse spatiale, des schémas de données géographiques temporels et les fondements du système multi-agents situé au cœur du système. La simulation et les mécanismes d'apprentissage permettront au système de révéler l'émergence d'organisations spatiales, mais aussi de qualifier et d'enrichir les connaissances associées à ces évolutions et à leurs temporalités.

**Cécile DUCHÊNE**

### **Recherches en généralisation : bilan et perspectives**

La généralisation est le processus d'abstraction qui permet de dériver, à partir d'une base de données géographique vectorielle détaillée, une base de données ou une carte ayant un niveau de détail moindre. La généralisation est un processus complexe dont l'automatisation est cruciale pour les instituts producteurs de données comme l'IGN, qui souhaitent pouvoir saisir l'information une fois dans une base de données détaillée, et en dériver ensuite les produits (bases de données et cartes) moins détaillés. Disposer de processus de généralisation automatiques fiables, souples et

paramétrables permet non seulement de dériver les produits en série produits par l'IGN, mais est aussi indispensable pour aller vers des produits « à la carte » à destination du grand public ou liés à des applications métier.

Le laboratoire COGIT étudie l'automatisation du processus de généralisation depuis quinze ans. Cette présentation fait le point sur les travaux réalisés au laboratoire COGIT sur cette problématique, en particulier les plus récents (deux thèses ont notamment été soutenues sur cette problématique en 2008).

Les travaux actuels se concentrent sur le couplage de modèles de généralisation mis au point au laboratoire COGIT et ailleurs, souvent dédiés à un type d'espace ou à un thème, pour généraliser un jeu de données multi-thèmes. Nous irons ensuite vers de la généralisation adaptative, c'est-à-dire capable de s'adapter à des données et des besoins très variés. Cela nécessitera notamment des recherches intensives sur le paramétrage et l'évaluation. D'un point de vue technique, nous visons dorénavant la mise au point d'outils modulaires, pouvant être encapsulés sous forme de services.

## **Mickael BRASEBIN**

### **Un module opensource 3D sur GeOxygène**

Le développement et la popularité des globes virtuels montrent l'importance de la 3D dans l'information géographique. Pourtant ces globes n'exploitent pas toute la pertinence des informations spatiales réduites au simple rôle de visualisation et de consultation. En effet, la 3<sup>ème</sup> dimension est indispensable pour étudier certains phénomènes, comme par exemple pour analyser l'impact visuel de l'installation de bâtiments, simuler une inondation ou cartographier le bruit sur des habitations. Répondre à ces besoins est devenu possible grâce à la disponibilité et la production de données 3D (BD Topo 3D, Bati 3D etc.).

Afin de pouvoir aborder ces sujets, l'action de recherche XDOGS, chargée de l'étude des risques naturels et territoriaux, a décidé de se munir d'une plateforme de développement SIG 3D. Celle-ci repose sur 2 éléments :

- la plateforme du laboratoire GeOxygene dont elle reprend l'architecture, le caractère Open Source, le système de stockage et le schéma compatible avec la norme ISO 19107, relative à la géométrie spatiale,
- les compétences du laboratoire en termes de 3D (modélisation, géométrie algorithmique, intégration de données 2D, choix technologiques etc.), qui ont été réutilisées pour concevoir cette plateforme.

Le résultat final sera un module de développement offrant en 3D les fonctionnalités que l'on retrouve dans les SIG classiques (opérations géométriques, opérateurs booléens, navigation, gestion de couches etc.). La plateforme a déjà été utilisée dans le cadre du projet Terra Numerica (pôle de compétitivité Cap Digital). Elle a permis de développer un algorithme de simplification 3D de bâtiments.

Cette présentation retrace le contexte de la 3D qui a amené à la création de ce module 3D, les capacités de la plateforme seront abordées ainsi que l'algorithme de simplification et l'avenir de la 3D dans GeOxygene.

## **Sidonie CHRISTOPHE**

### **Un module d'aide à la construction de légendes originales**

Grâce aux SIG et aux outils cartographiques fleurissant sur Internet, tout utilisateur a les moyens techniques de concevoir une carte personnalisée. Cependant, avoir accès à ces outils ne suffit pas à faire une bonne carte : ils n'intègrent pas d'expertise cartographique et n'évaluent pas non plus les choix de l'utilisateur et la carte qu'il construit. La qualité des cartes résultantes peut laisser à désirer, et tout particulièrement en ce qui concerne le choix de la représentation graphique des données

(superposition de symboles, association peu judicieuse de couleurs,...). De mauvais choix de légende risquent de rendre le message censé être transmis par la carte difficilement interprétable par les futurs lecteurs.

Dans ce contexte, nous proposons d'aider les utilisateurs à concevoir des légendes qui respectent leurs goûts et leurs besoins, ainsi que les règles de cartographie. Nous souhaitons aussi les encourager à concevoir de nouvelles légendes. Afin de résoudre ce problème, nous proposons donc une démarche de conception coopérative de légendes entre un utilisateur et une machine, à l'aide d'échantillons cartographiques et de palettes de peintre.

**Laurence JOLIVET**

### **Présentation de services web de construction de légendes**

Le travail se place dans le cadre de la création de cartes sur mesure en ligne. Nous proposons un ensemble de services Web afin de prendre en compte les spécifications d'un internaute et d'afficher une carte adaptée. Ces services s'intègrent dans les architectures standards existantes en reprenant les normes de l'OGC.

Trois services Web principaux ont été identifiés. Ils traduisent les étapes du processus de construction cartographique. Le premier service a pour objectif d'aboutir à une description générale et formalisée de la carte à réaliser à partir de spécifications utilisateurs. Le second service reprend cette description de carte pour définir une extraction de données et une légende. Il prend également en paramètres d'entrée d'éventuels choix utilisateurs sur la symbolisation (couleur, importance d'une donnée). Ce service s'appuie sur plusieurs éléments : un répertoire de légendes prédéfinies, des opérations de modifications de lignes de légendes prédéfinies, des règles de sémiologie. Enfin, un service d'évaluation de légende a pour but d'identifier les problèmes de lisibilité du résultat cartographique obtenu.

**Jean-François GLEYZE**

### **Recherches sur les réseaux : bilan et perspectives**

Le laboratoire COGIT s'intéresse aux problématiques liées à l'utilisation des données topographiques vectorielles. Parmi ces données, les réseaux sont largement représentés : réseaux hydrographiques, réseaux routiers, réseaux ferroviaires, réseaux d'électricité, etc. Ces objets occupent une place particulière dans l'analyse des territoires, car ils véhiculent des informations implicites sur le territoire, non seulement à travers leur géométrie, mais également à travers leur topologie. Dans cette présentation, nous faisons le point des recherches du COGIT sur les réseaux :

- les travaux sur la forme des réseaux ont pour objet d'identifier des patterns caractéristiques, dans le but de produire des informations géographiques contextuelles (par exemple sur les types d'équipements à partir de l'analyse des tronçons routiers, ou sur les types de terrains à partir de l'analyse des réseaux hydrographiques) ;
- les travaux sur la structure des réseaux ont pour objet d'évaluer leurs propriétés intrinsèques, dans le but de comprendre en quoi la spécificité géographique des réseaux a une incidence sur leur fonctionnement (ce point est développé dans le cadre de l'étude des réseaux de transport, à la fois d'un point de vue analytique et d'un point de vue exploratoire).

Grâce aux outils d'analyse spatiale développés par le laboratoire COGIT, l'ensemble de ces travaux permet d'enrichir les bases de données géographiques en explicitant les données relatives aux réseaux, et ainsi de contribuer à l'amélioration des études thématiques exploitant ces données.