

Les Journées de la Recherche auront lieu  
Salle Robert Génot

Institut Géographique National : 2-4 avenue Pasteur  
94165 SAINT-MANDÉ CEDEX

Le programme prévisionnel est le suivant :

### 9 mars matin (9 h 00 - 13 h 00)

9 h 00 Accueil des participants

9 h 15	Introduction générale et présentation du programme par <b>Patrice Bueso</b>
	Discours d'ouverture par <b>Bertrand Lévy</b> , directeur général de l'IGN

#### MATIS

9 h 40	Présentation des recherches du laboratoire MATIS par <b>Didier Boldo</b>
	<b>Matthieu Deveau</b> - Fusion de données laser et image pour les relevés terrestres : orientation relative et outils pour la restitution semi-automatique
	<b>Roger Trias-Sanz</b> - Méthodes pour la classification semi-automatique du terrain en zone rurale
11 h 00	Pause
11 h 30	<b>Franck Taillandier et Mélanie Durupt</b> - Reconstruction automatique de bâtiments en milieu urbain : un algorithme générique et une utilisation avec limites cadastrales
	<b>Grégoire Maillet, David Flamanc et Sylvain Airault</b> - BATI3D, vers un passage en production des outils de saisie semi-automatique de bâtiments
13 h 00	Fin de la matinée

### 9 mars après-midi (14 h 00 - 17 h 30)

#### COGIT

14 h 00	Présentation des recherches du COGIT par <b>Anne Ruas</b>
	<b>Bénédicte Bucher</b> - Faciliter l'accès aux données et à leur manipulation : métadonnées et applications de consultation - Le projet européen SPIRIT : un moteur de recherche géographique d'information sur le Web
	<b>Yann Abd El Kader</b> - Le catalogage de traitements géographiques
15 h 15	Pause
15 h 45	<b>Christelle Pierkot</b> - Un modèle pour gérer les évolutions de données géographiques hétérogènes et distribuées
	<b>Elisabeth Chesneau</b> - Propositions méthodologiques pour l'amélioration automatique des contrastes de couleur dans les cartes de risque
	<b>Olivier Bonin</b> - Caractérisation morphologique des modèles numériques de terrain
17 h 30	Fin de la journée

### 10 mars matin (9 h 30 - 12 h 30)

#### LAREG

9 h 30	Présentation des recherches du laboratoire LAREG par <b>Henri Duquenne</b>
	<b>Zuheir Altamimi, Xavier Collioux et Juliette Legrand</b> - La définition de l'ITRF à long terme : état actuel et perspectives.
10 h 30	Pause et présentation de posters
11 h 10	<b>Marie-Noëlle Bouin</b> - Mesure de la surcharge océanique par GPS et méthodologie de mise en référence
	<b>Henri Duquenne</b> - Application du krigeage en géodésie physique
12 h 30	Fin des Journées de la Recherche

## Fusion de données laser et image pour les relevés terrestres : orientation relative et outils pour la restitution semi-automatique

*Matthieu Deveau*

### Résumé

Dans des perspectives de réalité virtuelle urbaine et de tourisme virtuel, il est vraisemblable que les modèles 3-D élaborés à partir d'images aériennes et enrichis de textures terrestres suffiront à représenter une grande partie de la ville. Toutefois, les édifices remarquables seront sans doute les entités de prestige de ces futures bases de données 3-D et devront, par conséquent, être modélisés avec une grande finesse.

La systématisation éventuelle de ces levés à l'échelle d'un territoire implique une réduction des temps de production, qui passe par une automatisation quasi-complète. Pour cela, nous proposons l'utilisation conjointe d'images et de données 3-D issues d'un système d'acquisition LASER à balayage terrestre. Nous étudions une configuration d'acquisition dont les propriétés favorisent la reconstruction. L'acquisition des données sera réalisée sensiblement du même point de vue, avec une résolution image supérieure à la résolution de numérisation laser.

Cette présentation détaillera une méthode d'orientation relative de l'image par rapport au laser, par appariement de primitives ponctuelles et linéaires. Une fois l'orientation des données connue, la reconstruction de la scène peut s'appuyer à la fois sur la présence de variations radio-métriques dans l'image et de discontinuités géométriques dans le nuage de points. Toutefois, la segmentation automatique et complète de la scène restant un problème complexe, actuellement à l'étude au laboratoire MATIS, nous présenterons ici des outils de saisie rapide d'éléments caractéristiques des édifices parmi lesquels : les surfaces planes, pour lesquelles on peut tirer partie de la résolution supérieure de l'image ; les cylindres généralisés, en particulier les objets de révolution et les surfaces de translation. Le mode de restitution se veut le plus simple possible : une ou deux saisies dans l'image, puis un traitement automatique retourne la primitive. Ces primitives, et les algorithmes de reconstructions associés, pourront s'intégrer dans un processus de segmentation global de la scène.

## Méthodes pour la classification semi-automatique du terrain en zone rurale

*Roger Trias-Sanz*

### Résumé

L'élaboration par l'IGN du Référentiel à Grande Échelle (RGE) pour 2007 amène à s'interroger sur des méthodes pour sa mise à jour ultérieure. La disponibilité, avec le RGE, d'ortho-images de très haute résolution et qualité pour l'ensemble du territoire, ainsi que du plan cadastral, ouvrent des possibilités pour des méthodes informatisées.

On propose une méthode pour la mise à jour semi-automatique des bases de données d'occupation du sol pour les zones rurales. La méthode proposée est à trois parties. D'abord, la carte d'occupation du sol à mettre à jour est recalée automatiquement sur les nouvelles images pour tenir compte des petites modifications de limites et des erreurs de géoréférencement.

Si la classification ancienne n'est pas disponible, le découpage cadastral peut être utilisé à sa place.

Ensuite, chacune des régions est classifiée dans l'une des classes de terrain d'intérêt. À la différence des classifications typiques, qui travaillent pixel à pixel, et souvent avec des images à faible résolution spatiale mais haute résolution spectrale, nous proposons des algorithmes novateurs qui prennent compte de la région dans son ensemble et qui, par l'utilisation de la texture, peuvent utiliser les images à haute résolution spatiale et à faible résolution spectrale dont dispose l'IGN. Grâce à ces algorithmes on évite l'effet bruité présent dans les classifications automatiques classiques, et on obtient des indices de confiance pour la classification de chaque région, qui permettent à un opérateur de classier manuellement les régions les plus compliquées et ainsi obtenir un résultat de très haute qualité, sans avoir à en vérifier manuellement l'ensemble. Finalement, les régions qui contiennent plus d'un type de terrain sont découpées et reclassifiées.

Dans cette présentation on exposera l'un des algorithmes de recalage développés pour cette mise à jour, la théorie derrière les algorithmes de classification par régions, et des résultats intermédiaires issus de l'application de ces techniques à la détection et localisation de forêts.

## **Reconstruction automatique de bâtiments en milieu urbain : un algorithme générique et une utilisation avec limites cadastrales**

*Franck Taillandier, Mélanie Durupt & Marc Pierrot Deseilligny*

### **Résumé**

La reconstruction tridimensionnelle de bâtiments en zone urbaine représente un enjeu majeur dans des domaines aussi variés que l'environnement, les télécommunications, l'architecture, les jeux vidéos ou l'aménagement du territoire. La génération de bases de données tridimensionnelles sur l'ensemble du territoire national reste toutefois un objectif extrêmement ambitieux en raison de la nécessité d'automatiser ce processus pour des motifs de coût et de délai et compte tenu de la diversité et de la complexité des formes de bâtiments présents en milieu urbain ou péri-urbain. Ce problème fait l'objet de recherches intensives depuis une dizaine d'années dans la communauté internationale et au sein du laboratoire MATIS.

Nous présenterons, dans un premier temps, une approche originale complète de reconstruction automatique de bâtiments à partir d'images aériennes. En décalage par rapport aux méthodes à base de modèles prédéfinis, notre approche utilise une modélisation très générique des bâtiments sous la forme de polyèdres sans surplomb.

Le système procède, dans un premier temps, à l'énumération des modèles possibles de bâtiments sur la zone d'intérêt en utilisant, pour ce faire, une technique de recherche de cliques maximales à l'intérieur d'un graphe adéquat déduit d'un arrangement de plans, étendant en cela les travaux d'Hassan Jibrini au cas général présentant des plans verticaux. Le choix du meilleur modèle dans cet ensemble repose, quant à lui, sur une approche bayésienne permettant une intégration souple d'observations de types différents.

La complexité du modèle est naturellement prise en compte dans ce schéma et assure l'introduction d'une connaissance externe dans le choix de la meilleure forme polyédrique. Des résultats prometteurs démontrent la validité et l'intérêt de cette approche générique qui mise sur la complémentarité des primitives 3-D et sur l'introduction de connaissances externes dans le processus de choix.

En revanche, dans des perspectives de production rapide sur de grandes zones urbaines, cette démarche souffre de défauts rédhibitoires : temps de calcul, faiblesse des détecteurs de primitives tridimensionnelles, manque de robustesse dans certains cas.

Nous présenterons donc dans un deuxième temps la stratégie choisie pour intégrer l'algorithme dans la plate-forme de production semi-automatique BATIS3D et adapter l'approche générique afin de pallier ces carences. En utilisant les emprises cadastrales, la détection de primitives et le choix de la meilleure représentation gagnent en particulier énormément en robustesse. Les premiers résultats obtenus sur des zones urbaines denses en utilisant ces limites cadastrales prouvent la possibilité de dériver des algorithmes temps-réel efficaces et robustes pour la production semi-automatique de données urbaines tri-dimensionnelles dans un contexte opérationnel.

## **BATIS3D : vers un passage en production des outils de saisie semi-automatique de bâtiments**

*Sylvain Airault, David Flamanc & Grégoire Maillet*

### **Résumé**

Le laboratoire MATIS travaille depuis plus de dix ans sur la restitution automatique des bâtiments à partir d'images à très haute résolution. Si le fait de restituer un milieu urbain dense en 3-D de façon entièrement automatique est encore du domaine du rêve, il n'est pas irréaliste aujourd'hui d'envisager une production massive de données 3-D urbaines en semi-automatique, en conciliant l'expérience algorithmique du laboratoire MATIS et le savoir-faire des opérateurs de production.

Le laboratoire dispose d'une plate-forme logicielle (BATIS3D) destinée à tester l'utilisation de différents algorithmes dans un contexte opérationnel. La présentation s'attachera, dans un premier temps, à décrire le contexte dans lequel se déroulent les tests menés actuellement, en analysant les besoins des utilisateurs et les données en entrée disponibles (images et données cadastrales) et les données en sortie attendues. Nous décrirons ensuite de façon détaillée les fonctionnalités de la plate-forme, à la fois en ce qui concerne les algorithmes de reconstruction automatique et en terme d'ergonomie. La présentation s'achèvera par une démonstration des premiers résultats obtenus par un opérateur de production et par un énoncé des perspectives à court et moyen termes ouvertes par ces premiers tests.

## Le projet européen SPIRIT : un moteur de recherche géographique d'information sur le Web - Faciliter l'accès aux données et à leur manipulation : métadonnées et applications de consultation et

Bénédicte Bucher

### Résumé

« Le projet européen SPIRIT : un moteur de recherche géographique d'information sur le Web »

Le laboratoire COGIT participe au projet européen *SPIRIT* (Spatially Aware Information Retrieval on the Internet) qui s'achève en juin 2005. De nombreuses applications donnent accès à de l'information localisée sur le Web : plans, itinéraires et une certaine catégorie d'information (hôtels, enseignes de marques prédéfinies...). Par opposition, SPIRIT ne vise pas à donner accès à des bases de données localisées mais aux documents disponibles sur le Web. Nous décrivons comment SPIRIT indexe spatialement le Web pour remplir cette fonction.

« Faciliter l'accès aux données et à leur manipulation : métadonnées et applications de consultation »

Au sein, de l'Action de recherche « *Accès aux données corrigées et aux traitements géographiques* », le travail sur les méta-données s'est organisé en trois axes : - S. Balley conçoit une interface de visualisation et manipulation du schéma de données d'un jeu initial pour dériver un jeu structuré selon un nouveau schéma. Pour cela, elle enrichit les métadonnées actuelles décrivant les schémas conceptuels, logiques et physiques d'un jeu de données. - Y. Abd-El-Kader conçoit un catalogue de traitements géographiques destiné à décrire les outils disponibles à l'IGN (fonctions logicielles, bibliothèques...). - B. Bucher conçoit une application d'édition de descriptions d'information de généalogie qui s'appuie sur un modèle de description de processus permettant de spécialiser les métadonnées actuelles.

## Le catalogue de traitements géographiques

Yann Abd El Kader

### Résumé

La présentation « Catalogage des traitements géographiques » expose les travaux réalisés depuis deux ans dans le cadre d'une thèse menée au sein de l'Action de recherche « *Accès aux données corrigées et aux traitements géographiques* » du laboratoire COGIT. Les besoins auxquels nous tentons de répondre sont ceux des développeurs et utilisateurs de l'IGN qui ont besoin d'aide pour partager, rechercher et connaître les traitements géographiques. Pour cela, nous avons défini un modèle de métadonnées dédié aux programmes informatiques, logiciels et algorithmes utilisés à l'IGN. Un aperçu de l'état de l'art des descriptions de traitements montre en quoi le modèle OWL-S (partie du langage OWL de définition d'ontologie dédiée aux services Web) a été source d'inspiration.

Nous présentons les grandes lignes de l'application développée qui permet aux utilisateurs de consulter et saisir des descriptions de traitements.

Nous détaillons deux parties de notre modèle : la description des effets des traitements et celle des connaissances nécessaires à leur utilisation.

## Un modèle pour gérer les évolutions de données géographiques hétérogènes et distribuées

*Christelle Pierkot*

### Résumé

La mise à jour des données géographiques hétérogènes et distribuées, comme celles que l'on peut manipuler dans le contexte particulier qu'est une mission militaire, est un processus difficile à mettre en œuvre. En effet, chaque acteur manipule et fait évoluer des données qu'il a pu transformer en fonction de son besoin et doit ensuite coopérer avec les autres acteurs afin de synchroniser leurs informations. Des problèmes de cohérence peuvent alors intervenir tant au niveau de la base locale d'un acteur (cohérence interne de la base), qu'au niveau global (cohérence entre les bases).

Pour minimiser ces problèmes, nous proposons un modèle de métadonnées basé sur la norme ISO 19115. Le but est d'aider un système à gérer les acteurs, les données, leurs évolutions et les interactions possibles entre ces trois entités, ceci afin de maîtriser au mieux le processus de mise à jour de telles bases de données distribuées et hétérogènes.

## Propositions méthodologiques pour l'amélioration automatique des contrastes de couleur dans les cartes de risque

*Elisabeh Chesneau*

### Résumé

Les cartes de risque contiennent de nombreuses informations qui, souvent, se chevauchent, ce qui rend les données sur le risque difficiles à cartographier. On utilise souvent la couleur dans les cartes de risque. C'est un choix judicieux puisqu'elle est la plus riche des variables visuelles mais elle s'avère aussi la plus complexe à utiliser. Nous pensons qu'une meilleure utilisation de la couleur dans ces cartes peut en améliorer la lisibilité. C'est pourquoi, nous proposons de développer un système d'amélioration des contrastes colorés dans les cartes de risque. Pour ce faire, nous nous appuyons sur les contrastes de couleur proposés par *Itten*, graphiste et peintre allemand du XX<sup>ème</sup> siècle.

Notre système se base sur un schéma de données et sur des algorithmes qui forment une base des connaissances. Ces algorithmes utilisent des règles sur les contrastes colorés. À partir de cette base des connaissances, notre système analyse les contrastes colorés entre éléments de chaque carte puis il propose des solutions d'amélioration de la légende.

# Caractérisation morphologique des modèles numériques de terrain

*Olivier Bonin*

## Résumé

Les modèles numériques de terrain de moyenne échelle sont généralement calculés à partir de courbes de niveau, car c'est la seule information altimétrique disponible largement et de coût raisonnable. Le calcul d'un modèle de terrain par triangulation des courbes de niveau induit des artefacts bien connus, pour lesquels diverses solutions correctrices ont été apportées. Le plus typique est l'apparition de zones plates correspondant aux triangles construits sur une même courbe de niveau, ou sur deux courbes de niveau de même altitude, à la place d'un talweg ou d'une zone sommitale.

Notre approche consiste à utiliser ces défauts du modèle de terrain pour en déduire une caractérisation morphologique du terrain en termes de zones sommitales, zones de talwegs, pentes, collines et cuvettes. Cette caractérisation se rapproche de la géomorphométrie, qui traite d'aspect similaires sur des modèles de terrain maillés. Nous préférons toutefois conserver le terrain en mode triangulé, pour préserver le caractère multi-échelle de cette information et la présence des courbes de niveau.

Les algorithmes que nous avons développés reposent sur une caractérisation des facettes triangulaires du modèle numérique de terrain et sur une méthode originale de parcours du modèle en respectant la logique des courbes de niveau. Par agrégation récursive, nous parvenons à détecter des zones homogènes et identifier des structures caractéristiques du paysage. L'ajout d'information géologiques devrait permettre, avec le même logique, de s'approcher d'une caractérisation géomorphologique.

## La définition de l'ITRF à long terme : état actuel et perspectives

*Zuheir Altamimi, Xavier Collilieux & Juliette Legrand*

### Résumé

Contrairement aux versions précédentes, les futures solutions de l'ITRF seront basées sur des données sous forme de séries temporelles de positions de stations et des paramètres de rotation de la Terre. L'inclusion des ces derniers dans les combinaisons ITRF contribuera de manière rigoureuse à assurer la cohérence entre l'ITRF et la rotation de la Terre du service international de la rotation de la Terre et des systèmes de référence (IERS). L'analyse des séries temporelles de position de stations permet, en particulier, d'identifier et de tenir compte de toute sorte de mouvement non linéaire : brusque (tremblement de Terre, par exemple), saisonnier ou transitoire.

L'année 2005 sera consacrée à l'établissement de l'ITRF2004 qui est en phase de préparations. À la lumière de ces développements, nous passerons en revue les caractéristiques intrinsèques de la définition de l'ITRF, en termes d'origine, échelle, orientation et évolution temporelle. Nous insisterons notamment sur l'estimation du mouvement du géocentre, la variation observée de l'échelle et son couplage avec les mouvements verticaux ainsi que l'exactitude de l'implémentation de la condition de non-rotation globale. Quelques résultats récents des combinaisons de séries temporelles seront présentés pour évaluer l'état actuel des paramètres de définition du repère terrestre et leur stabilité temporelle. Les mouvements non linéaires et les variations saisonnières détectées, leur signification statistique ainsi que leur impact sur les paramètres du repère sont analysés et évalués.

## Mesure de la surcharge océanique par GPS et méthodologie de mise en référence

*Marie-Noëlle Bouin, M. Llubes, F. Masson, S. Durand, L. Morel & J. Nicolas*

### Résumé

Une campagne multitechnique a été menée en 2004 sur le Cotentin et l'ouest de la Bretagne, avec comme objectif, la mesure des effets de surcharge océanique qui sont très importants sur cette zone. Elle incluait des mesures de gravimétrie absolue et relative, de l'inclinométrie, de la télémétrie laser sur satellite et du GPS, pendant six mois environ, sur quinze sites, en plus des sites permanents du RGP. Ces données GPS ont été traitées afin de déterminer les déformations 3D induites par les effets de charge, avec deux logiciels scientifiques. Elles seront ensuite comparées aux modèles de surcharge océanique, dans un but de validation/amélioration de ces modèles. Sur le Cotentin en particulier, on s'attend à détecter des ondes quart diurnes ou six diurnes qui ne sont pas modélisées jusqu'à présent.

En amont de leur exploitation géophysique, ces données donnent matière à des recherches méthodologiques, sur le traitement GPS (le laboratoire LAREG bénéficie de l'expérience acquise en 2001) et sur la mise en référence. Nous avons confronté et amélioré plusieurs méthodes, de manière à optimiser la stabilité du système de référence pour des sessions courtes, un réseau régional et des déplacements important d'une session à l'autre.



# Application du krigeage en géodésie physique

*Henri Duquenne*

## Résumé

Apparu au début des années soixante dans le domaine des géostatistiques, le krigeage, également appelé prédiction par moindres carrés, est une méthode d'interpolation de données géolocalisées. Il est l'interpolateur linéaire le plus précis, c'est-à-dire celui pour lequel l'écart-type de l'erreur d'interpolation est minimal. Il est basé sur l'analyse statistique des données, plus spécialement sur la modélisation de leur covariance (lorsqu'elle existe) ou de leur variogramme. Un avantage décisif du krigeage est donc de réduire de manière optimale (et même de pouvoir estimer) le bruit contenu dans les données.

Après avoir rappelé les principes de la méthode et de ses variantes (krigeage simple, krigeage avec retrait de tendance, krigeage universel, méthode du variogramme), on présente deux applications dans le domaine de la gravimétrie et de la géodésie physique : - Comparaison des nouvelles mesure gravimétriques réalisées par l'IGN sur le Réseau Géodésique Français avec l'ancienne couverture du BRGM, - Adaptation du modèle de géoïde de Belgique à un ensemble de 4000 points GPS nivelés. Dans ces deux cas, le krigeage se révèle être non seulement un interpolateur performant, mais encore un outil d'évaluation statistique et de détection de faute efficace.