

20^{EMES} JOURNEES DE LA RECHERCHE DE L'IGN

10 et 11 mars 2011, Saint Mandé

Résumés des présentations orales

La géodésie

Problèmes d'optimisation en Géodésie Spatiale, par David Coulot, Directeur des recherches en géodésie spatiale au LAREG

Depuis 2008, le LAREG entreprend des recherches sur l'application de méthodes d'optimisations déterministes et stochastiques, en collaboration avec le Centre de mathématiques Laurent Schwartz (CMLS) de l'École Polytechnique et l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides (IMCCE). Le but de ces recherches est double. Il s'agit en premier lieu de quantifier les erreurs liées aux méthodes d'optimisation dans les traitements de données que nous effectuons de manière quasi-routinière. En second lieu, il s'agit également de résoudre des problèmes insolubles avec les approches « classiques ». C'est sur ce deuxième aspect que portera notre présentation.

Nous présenterons donc les problèmes à paramétrages entier et réel (avec ou sans contraintes) que nous cherchons actuellement à résoudre, ainsi que les résultats déjà obtenus pour certains de ces problèmes. Ces derniers vont de la recherche de sous-réseaux de stations optimisant des critères bien spécifiques (bonne répartition géographique, référencement stable au cours du temps, etc.) au calcul de trajectoires de débris spatiaux en passant par la recherche de bases d'ondelettes les plus compactes possibles pour des modèles de champ de gravité à haute résolution. Nous donnerons également les perspectives à moyen terme de ces travaux de recherche.

Combinaison au niveau des observations : étude de différents liens entre les techniques, par Arnaud Pollet, chargé de recherche au LAREG

Les combinaisons des techniques de géodésie au niveau des observations font actuellement l'objet de différentes expériences, notamment dans le cadre du groupe de travail COL (Combination at the Observation Level) de l'IERS (International Earth Rotation & Reference System Service).

Ce type de combinaisons a notamment pour avantage de permettre un traitement cohérent des observations issues de différentes techniques par l'utilisation des mêmes modèles et logiciels de traitements. Un des moyens d'améliorer encore cette cohérence passe par l'utilisation d'un maximum de liens entre les techniques.

Dans cette présentation, nous étudierons différents liens possibles entre les techniques et leurs impacts dans la combinaison, que ce soit au niveau du repère terrestre combiné, des paramètres d'orientation de la Terre ou des positions de stations. Plus particulièrement, nous nous intéresserons aux rattachements locaux, à l'utilisation de délais troposphériques zénithaux communs et à l'utilisation de satellites multi-techniques.

Les solutions ITRF et le rebond postglaciaire, par Laurent Métivier, chargé de recherche au LAREG

Parmi les différentes réalisations du système de référence international, les solutions ITRF2000 et ITRF2005 présentent un écart important entre les vitesses de leurs origines. Il a été largement montré qu'une telle dérive inexplicquée de l'origine du repère (de l'ordre de 1.8 mm/an) le long de l'axe Sud-Nord peut avoir des conséquences dramatiques sur l'interprétation des mécanismes tant géophysiques que climatiques ayant lieu sur Terre. Si la dernière réalisation du système de référence internationale,

l'ITRF2008, tend à confirmer le mouvement de l'origine du repère de l'ITRF2005, plusieurs études avaient montré, ces dernières années, que l'origine du repère de l'ITRF2000 pouvait paraître plus cohérente avec certains modèles de rebond postglaciaire. Le recul des calottes polaires au cours la dernière déglaciation, il y a près de 5000 ans, engendre toujours aujourd'hui une remontée lente de la croûte terrestre pouvant atteindre localement près de 20 cm/an au Canada ou en Scandinavie, voire en Antarctique.

On montre ici que ce rebond postglaciaire est effectivement le premier phénomène qui apparaît clairement dans les vitesses verticales GNSS observées dans les différentes solutions ITRF. Nous exploitons ici ce que l'on connaît de ce processus comme outil d'évaluation géophysique des solutions ITRF. On montre que l'ITRF2005 et surtout l'ITRF2008 présentent des vitesses verticales bien plus cohérentes avec un ensemble de modèles de rebond postglaciaire que l'ITRF2000, et que l'écart de vitesses entre les origines des repères tient surtout à l'imprécision de la solution ITRF2000 en terme de mouvements verticaux. Enfin on étudie en retour ce que l'ITRF peut apporter à la compréhension de ce phénomène géophysique.

Redistributions des masses induites par le système de mousson en Afrique de l'Ouest: comparaison GPS, GRACE et modèles géophysiques, par Samuel Nahmani, Doctorant au LAREG

Dans le cadre du projet de l'Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine (AMMA), six stations GPS permanentes ont été installées en Afrique de l'Ouest. Les stations de Djougou (Bénin), Niamey (Niger), et Gao (Mali) sont opérationnelles depuis juin 2005 et celles de Tamale (Ghana), Ouagadougou (Burkina-Faso), and Tombouctou (Mali) depuis mai 2006. L'objectif premier de ces stations était de restituer les contenus intégrés en vapeur d'eau de l'atmosphère utilisés dans les études météorologiques. Ces stations (dont une supplémentaire à Diffa (Niger)) contribuent de plus au projet ANR « Gravité et Hydrologie en Afrique (GHYRAF) » sur l'estimation de la surcharge hydrologique relative au cycle saisonnier de la mousson en Afrique de l'Ouest. Afin d'assurer un référencement précis, les données GPS AMMA ont été traitées dans l'analyse GPS TIGA du consortium ULR (Université de la Rochelle et IGN/LAREG). Les résidus de position GPS ont été comparés avec des estimations de surcharge calculées à partir de produits de modèles géophysiques (eau du sol de GLDAS/Noah, pression atmosphérique à la surface de ECMWF et circulation océanique de MOG-2D) et de données de gravimétrie spatiale GRACE (produit CNES/GRGS-RL02). Les trois jeux de données sont en bon accord sur la composante verticale où la modulation saisonnière atteint une amplitude de ± 6 à 8 mm en région soudano-guinéenne. L'accord sur les composantes horizontales est moins bon, mais le signal annuel est nettement plus faible (± 1 mm) et l'on atteint les limites de précision du GPS. L'analyse des surcharges modélisées permet de dire que la surcharge hydrologique domine dans les zones guinéenne et soudanienne et que son influence est régionale (les régions plus arides au nord subissent également cette surcharge). Dans la zone sahélo-saharienne, les variations de pression atmosphérique liées à la « Dépression Thermique Saharienne » sont un facteur dominant de surcharge associé au système de mousson. Si le produit hydrologique GRACE donne des estimations de surcharge en bon accord avec le modèle GLDAS/Noah, un signal supplémentaire est détecté dans les séries GPS. Ce signal intervient en saison sèche sous la forme d'une oscillation atteignant ± 6 mm sur la composante verticale sur certaines stations. Un examen des sources d'erreurs du calcul GPS ne permet d'expliquer une erreur d'une telle amplitude et suggère donc plutôt une origine géophysique (hydrologique) à ce signal. Différentes hypothèses sont en cours de validation: retrait-gonflement des sols argileux associé à la crue guinéenne, à la recharge des nappes, et aux échanges entre aquifères, mares et fleuves.

Modélisation et traitement des données de gravimétrie marine issue de la campagne PARISUB, présenté par Li Qi, Doctorant au LAREG

Les techniques actuelles de mesure de pesanteur terrestre, depuis les observations spatiales jusqu'aux mesures ponctuelles à la surface, couvrent un large spectre de longueurs d'onde du champ de gravité de la Terre. Les données acquises permettent non seulement la réalisation de modèles étendus de géoïde à haute résolution, mais aussi de suivre dans le temps toutes sortes de phénomènes. Cependant, les couvertures spatiale et spectrale des mesures gravimétriques ne sont pas homogènes à la surface de la Terre. Certaines régions difficiles d'accès sont quasiment vierges de toute mesure gravimétrique terrestre. De plus, la gamme des longueurs d'onde intermédiaires (10 à 100 km) est mal couverte par la gravimétrie terrestre et, à ce jour, n'est pas accessible par gravimétrie spatiale. C'est dans cet objectif qu'il a été décidé de développer un système Limo-G (LIght MOving Gravimetry system) de gravimétrie mobile autonome, technique capable de pallier les insuffisances des techniques gravimétriques actuelles.

Au cours de cet exposé, nous présenterons le système de gravimétrie mobile développé au LAREG en collaboration avec l'Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes et le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine. Après un bref rappel des équations fondamentales de la gravimétrie mobile, nous décrirons les éléments constitutifs de ce système. Puis, nous présenterons le traitement des données de la mission en mer PARISUB utilisant un système similaire à bord du navire océanographique L'Atalante, qui se déroule au large du Mexique, côté Pacifique.

Miniaturisation d'un gravimètre à atomes froids, Landry Huet, Doctorant au LGA

Les gravimètres à atomes froids développés par exemple par l'Observatoire de Paris ont déjà des performances comparables aux gravimètres absolus à coin de cube, et on peut s'attendre à ce que la technologie des atomes froids donne de meilleures sensibilités, ainsi qu'une fiabilité accrue en gravimétrie absolue. Notre équipe de recherche chez Thales cherche à utiliser les techniques de piégeage et refroidissement d'atomes sur puce, issues du domaine des horloges atomiques, afin de combiner les avantages des gravimètres à atomes froids avec la compacité des nouveaux types d'horloges atomiques à atomes refroidis. Nous présenterons ici les fondements et l'avancement actuel du projet de gravimètre atomique sur puce auquel nous participons.

Coordination du repère terrestre de l'IGS : une coopération production-recherche, Bruno Garayt, Responsable du département Réseaux et Services Internationaux au SGN

Depuis 1994, l'International GNSS Service (IGS) est un service scientifique de l'Association Internationale de Géodésie (AIG) dont la mission est de fournir des données et produits de grande qualité pour toutes les applications des systèmes de positionnement par satellites (GNSS) aux sciences de la Terre. L'IGN est impliqué dans l'IGS depuis sa création en tant que centre de données. Et, depuis le 1er février 2010, l'IGN a succédé à NRCAN (Natural Resources Canada) pour une autre tâche centrale au sein de l'IGS : la coordination du repère terrestre.

La coordination du repère terrestre de l'IGS consiste principalement à fournir chaque semaine une solution combinée des positions des stations permanentes GNSS et des paramètres de rotation de la Terre, alignée sur le repère de référence de l'IGS. Une autre tâche occasionnelle est d'assurer, à chaque nouvelle réalisation du repère de référence terrestre international (ITRF), la réalisation et la maintenance du repère de référence propre à l'IGS. Ce repère, aligné sur l'ITRF, permet d'assurer la cohérence et l'homogénéité de tous les produits de l'IGS (orbites, paramètres de rotation de la Terre, positions et vitesses des stations, paramètres d'horloges, paramètres atmosphériques). C'est par lui que de nombreux utilisateurs des systèmes de positionnement GNSS ont accès à l'ITRF. Le repère de

référence IGS08, basé sur l'ITRF2008, doit être publié en mars 2011 : 232 stations IGS présentes dans l'ITRF2008 ont été choisies pour leur performance, leur stabilité et leur distribution géographique.

Ce projet est un exemple d'application pratique des 25 ans de recherches menées par l'IGN dans le domaine de la combinaison de repères terrestres. La charge opérationnelle et la coordination de l'activité sont assurées par le Service de Géodésie et Nivellement (SGN) au sein de l'unité Réseaux et Services internationaux (RSI), avec le support de l'unité Produits-Développements pour la maintenance du processus. Les calculs hebdomadaires utilisent le logiciel CATREF développé au LAREG pour le centre de produit ITRF. Le support et l'expertise scientifique sont assurés par le LAREG dont les objectifs de recherche sous-jacents à cette activité concernent entre autres la combinaison cohérente des coordonnées des stations et des orbites des satellites.

La prise en charge de cette activité par l'IGN lui permet :

- de renforcer son image au niveau international et national, en termes de recherche et développement et d'expertise scientifique dans les domaines des systèmes de référence et du positionnement par GNSS,
- de renforcer son savoir faire dans le domaine de la réalisation des systèmes de référence par les techniques de géodésie spatiale,
- d'envisager des évolutions à la stratégie actuelle de combinaison de l'ITRF,
- de renforcer son rôle dans la phase permanente Galileo.

La photogrammétrie et le traitement d'image

Présentation du projet ANR iTOWNS, par Nicolas Paparoditis, MATIS, coordonateur du projet, et Alexandre Devaux, MATIS

iTOWNS est un projet partenarial financé par l'ANR, labellisé par le pôle de compétitivité CapDigital et piloté par le laboratoire MATIS de l'IGN, qui a démarré au 1er janvier 2008 et qui se termine au 30 Juin 2011. Le projet cherche à valoriser les données acquises par des véhicules de numérisation mobiles terrestres, en l'occurrence STEREOPOLIS développé par le MATIS et le LOEMI. Son objectif est de développer un système de navigation immersif, interactif et métrologique disposant d'un moteur de recherche s'appuyant sur des informations extraites automatiquement à partir des images, des bases de données cartographiques ou géolocalisées existantes, ou encore des données multimedia annotées manuellement de manière participative. Nous commencerons par une présentation générale du contexte, des objectifs du projet et du corpus massif de données utilisé pendant le projet. Nous présenterons ensuite les différentes réalisations, les verrous technologiques et d'usage qui restent à lever ainsi que des pistes de recherche pour de futurs projets. Nous finirons la présentation par une courte démonstration d'iTOWNS qui est actuellement hébergé et en bêta-testing sur la plateforme THD de CapDigital.

Extraction automatique de texte dans les images de type Street-View, par Matthieu Cord, LIP6, UPMC et Beatriz Marcotegui, CMM, ENSMP

Dans le cadre du projet ANR iTowns, des volumes de données visuelles très importants ont été acquis et mis à disposition par l'IGN. Outre la visualisation, la fouille de données et l'analyse automatique des images doivent permettre d'enrichir l'interprétation et l'exploitation de ces flux numériques. Dans le cadre d'une collaboration entre le CMM et le LIP6, on propose dans cet exposé de décrire une méthode d'extraction automatique du texte "enfoui" dans ces images de rues de Paris. Notre stratégie repose sur une détection des régions d'intérêt (repérées dans les images par des boîtes englobantes) correspondant à des mots ou groupes de mots, suivie d'une étape de reconnaissance classique (OCR).

Comme les mots ainsi détectés et reconnus sont associés aux images géo-référencées, notre méthode s'intègre naturellement dans le navigateur et moteur de recherche par mots clés d'iTOWNS développé par l'IGN.

Extraction de panneaux de signalisation, par Philippe Foucher, LRPC Strasbourg, et Bahman Soheilian, MATIS

La détection et la reconnaissance de la signalisation verticale sont un enjeu important en analyse de scènes routières. Leurs applications sont nombreuses. Citons par exemple les systèmes d'aide à la conduite, la gestion du patrimoine routier, la sécurité routière, ou encore la mise au point d'une nouvelle génération d'outils multimedia sur le web pour la navigation 3D géographique. Sur le plan méthodologique, elles recèlent d'importantes difficultés, liées à la fois au caractère non contrôlé des prises de vues employées et à la variabilité d'aspect des objets recherchés. Ces problématiques ont donc, naturellement, donné lieu à une grande variété de contributions au cours de ces deux dernières décennies.

Ce recueil présente les méthodes de détection et reconnaissance des panneaux de signalisation développées par quatre équipes du Réseau Scientifique et Technique du ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement: le laboratoire LEPSiS (INRETS/LCPC), le laboratoire MATIS (IGN) et les ERA 27 et 32 du LCPC (CETE de l'Est), en collaboration avec des laboratoires universitaires. Il donne des éléments quantitatifs d'évaluation des algorithmes proposés et les situe par rapport à l'état de l'art du domaine.

Extraction de façades à partir de nuages lasers terrestres, par Karim Hammoudi, Doctorant au MATIS

La méthodologie présentée a pour but la modélisation en polygones 3D des façades de rues à partir d'un nuage de points 3D acquis dans des milieux urbains denses (cf. Figure 1). Le nuage brut utilisé a été acquis au niveau des rues par un véhicule de numérisation mobile équipé d'un capteur laser 2D à balayage et de dispositifs permettant le géoréférencement des données. Pour pouvoir interagir avec divers projets, ces données ont été collectées simultanément aux données images hautes résolutions et géoréférencées qui constituent les images de navigation panoramique 360° du viewer iTOWNS.

Un des objectifs porte sur la segmentation de ces images de rues en images de façades. Dans le cadre d'une plateforme finalisée, cette segmentation des rues en images de façades peut conduire à des fonctionnalités telles que la sélection et l'export d'images de façades par un internaute, l'enrichissement sémantique du viewer par l'agrégation aux images de façades de données externes urbaines existantes (cadastre, historiques), l'amélioration de la recherche par mot-clés en ajoutant aux images de façades des tags résultant de l'extraction de texte dans les images, l'auto-positionnement des utilisateurs dans la plateforme par des requêtes d'images de façades capturées extérieurement en exploitant des méthodes de recherche par similarité.

L'approche proposée a pour objectif d'être automatique, applicable à l'échelle d'une rue et n'emploie pas de modèle 3D de rue prédéfini. Cette approche est composée de cinq étapes majeures : En étape 1, la verticalité des façades de rues est exploitée. Une carte d'accumulation 2D est générée par projection verticale du nuage de points 3D dans une grille horizontale régulière discrétisée. Cette carte complémentaire est exploitée conjointement aux données laser originales. En étape 2, un seuillage global est appliqué à la carte d'accumulation permettant ainsi d'extraire les points de structures verticales (e.g., lampadaires, murs de façades). En étape 3, un algorithme de vectorisation (PPHT) basé sur la transformée de Hough a été appliqué aux données lasers retenues dans le but d'estimer les plans dominants des façades de rues ainsi que d'extraire les clusters de points situés dans le voisinage de ces plans. Cet algorithme a la particularité de n'explorer que partiellement les données et d'aboutir à des résultats de vectorisation satisfaisants en des temps de calcul réduits. En étape 4, une carte cadastrale numérique 2D est employée pour individualiser les plans verticaux au niveau planimétrique. Les clusters de points associés (cf. Figure 2) sont exploités pour déterminer les délimitations des plans façades au niveau altimétrique. L'assemblage de ces délimitations horizontales

et verticales produit des polygones 3D de façades sur l'ensemble de la rue. En étape 5, les polygones 3D estimés et géoréférencés à partir du nuage de points sont projetés dans les images panoramiques du viewer (cf. Figure 3). Cette étape est facilitée du fait que les images acquises simultanément aux données laser sont également calibrées et géoréférencées. Les résultats obtenus à partir de données brutes acquises dans des conditions réelles de circulation dans les rues de Paris montrent le fort potentiel de cette approche pour le développement des fonctionnalités mentionnées. Par ailleurs, l'affichage des délimitations 3D de façades projetées dans le viewer a permis de valider qualitativement l'approche de polygonalisation 3D élaborée lors de la thèse.

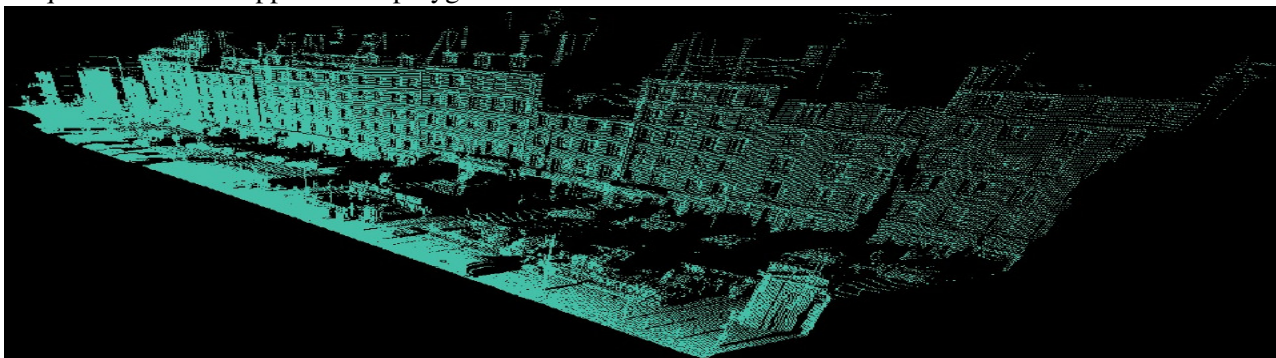


Figure 1 : Nuage de points brut.

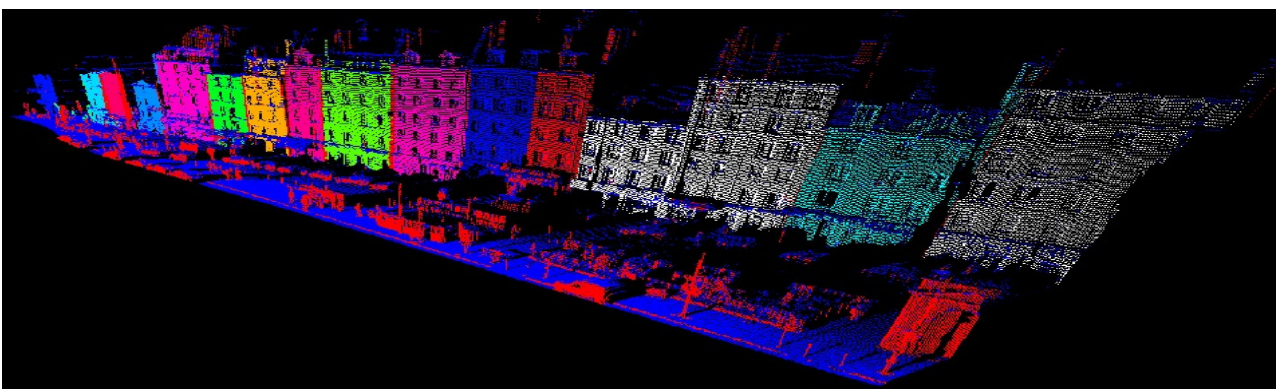


Figure 2 : Nuage de points segmenté.



Figure 3 : Projection des polygones 3D estimés dans une image panoramique de rue du viewer.

Segmentation de façades, par Jean-Pascal Burochin, Doctorant au MATIS

La présentation porte sur deux approches de segmentation développées durant ma thèse. Elles permettent d'extraire des informations asémantiques et concernent tout type d'architecture.

La première consiste en une segmentation procédurale, récursive et hiérarchique. Elle vise à détecter les éléments caractéristiques comme la façade elle-même, ses étages, ses portes, ses fenêtres, ses enseignes et ornements sous la forme de modèles 2D élémentaires (radiométrie uniforme, en

bandes ou répétitions périodiques en 2D). Le processus est guidé par des accumulations de gradients dans les directions principales de la façade et d'une mesure de séparation des densités de contours le long des découpes. Son calcul est très rapide. Les résultats sont intéressants pour les premières découpes : isolement de la façade d'avec ses voisines, du ciel et du rez-de-chaussée, découpe des étages, etc. Mais les découpes suivantes sont difficilement exploitables parce qu'exhaustives et ne prenant pas en compte les périodicités en amont du processus.

La seconde approche est une détection stochastique de grilles de structures répétitives. Elle est basée sur l'optimisation a posteriori d'une chaîne de Markov de Monte Carlo à sauts réversibles visant à trouver l'ensemble de grilles non recouvrantes le plus pertinent dans l'image. La mesure de pertinence tient compte de la similarité des structures et de leur contraste.

Les résultats présentent une bonne localisation mais une détection assez instable due à la rigidité intrinsèque des objets détectés.

Utilisation de données de retour d'ondes complètes LIDAR pour la cartographie urbaine, par Clément Mallet, MATIS

Avec l'émergence récente des systèmes lidar aéroportés à retour d'onde complète, se pose la question, entre autres, de leur utilité pour l'analyse du milieu urbain. Nous souhaitons en particulier comparer leurs performances aux systèmes lidar multi-échos traditionnels. L'objectif final visé dans cette thèse est une cartographie automatique 3D améliorée des zones d'occupation du sol en partant des données brutes enregistrées.

L'approche proposée se compose de deux grandes phases.

La première étape consiste à traiter les signaux enregistrés pour générer des nuages de points 3D de qualité maîtrisée, ainsi que pour extraire des informations sur la morphologie de ces derniers. Deux méthodes distinctes sont présentées.

Dans un second temps, les nuages 3D sont classés en se servant des attributs morphologiques extraits lors de l'étape précédente. Une approche supervisée utilisant les Séparateurs à Vaste Marge est adoptée pour séparer les zones de sol, de bâtiments, et de végétation. Elle est couplée à un processus de sélection des attributs les plus pertinents. En plus de l'obtention d'une classification de bonne qualité, cette étape met en évidence l'apport des données à retour d'onde complète dans un cadre de cartographie automatique des paysages urbains.

Les systèmes d'information géographique et la cartographie

CartAGen, une nouvelle plate-forme de recherche en généralisation automatique, par Jeremy Renard, COGIT

L'automatisation de la généralisation a fait l'objet de multiples recherches depuis une vingtaine d'années, mettant en jeu des supports logiciels différents et des modèles théoriques variés. Dans une optique de capitalisation de ces recherches, le laboratoire COGIT a développé depuis fin 2009 une nouvelle plate-forme de généralisation automatique, dans le but de réintégrer les travaux passés quelle que soit leur origine et de servir de base fonctionnelle pour les travaux futurs. Une architecture générique et modulaire a été mise en place pour cette plate-forme, autorisant par la suite le branchement ou le portage des modèles déjà existants à l'IGN. Le travail effectué permet aujourd'hui d'obtenir des premiers résultats satisfaisants tout en ouvrant des perspectives intéressantes pour des développements innovants.

Intégration des bases de données à partir de la formalisation de leurs spécifications, par Nathalie Abadie, doctorante au COGIT

L'intégration de bases de données géographiques hétérogènes est un processus complexe qui requiert l'utilisation de connaissances externes, issues en particulier de leurs spécifications. Des travaux antérieurs réalisés au COGIT ont débouché sur la proposition d'un modèle formel pour la représentation des spécifications afin de pouvoir tirer parti de ces connaissances lors de la phase d'appariement de schémas de bases de données géographiques. Les travaux présentés ici portent sur l'exploitation des spécifications pour l'intégration de bases de données géographiques hétérogènes. Nous présentons un modèle permettant la prise en compte des spécifications des bases de données géographiques dans un processus d'intégration de ces bases, ainsi qu'une proposition d'instanciation de ce modèle s'appuyant sur l'utilisation d'ontologies. Dans ce cadre, nous nous intéresserons plus particulièrement à la mise en œuvre pratique de ce modèle à travers les différents travaux réalisés concernant la construction des ontologies requises, ainsi qu'à leur exploitation dans le processus d'intégration des bases de données.

Conception d'un modèle d'évaluation des imprécisions géométriques dans les bases de données géographiques vectorielles, par Jean-François Girres, doctorant au COGIT

Les bases de données géographiques vectorielles, en tant qu'abstraction du monde réel, sont inévitablement entachées d'imperfections voire d'erreurs. Avec l'augmentation des modes de productions et des échanges de données, il apparaît fondamental de pouvoir communiquer une information sur la qualité de ces bases de données aux utilisateurs finaux, afin d'éviter les risques de mauvaises utilisations. Concernant plus particulièrement la qualité géométrique des objets vectoriels, si un certain nombre de procédures et d'indicateurs ont été développés pour évaluer et communiquer l'exactitude de la position, il est en revanche beaucoup plus difficile d'estimer l'imprécision sur les mesures (longueur ou surface) faites sur ces géométries, en raison de la complexité des processus impliqués (projection, imprécision de pointé, approximation polygonale, non prise en compte du relief, généralisation). Le but de ce travail de thèse consiste donc à mettre au point un modèle d'évaluation, permettant à un utilisateur d'estimer l'impact de l'imprécision géométrique d'une base de données vectorielle sur des mesures standard, dans une optique d'enrichissement de l'information pour l'aide à la décision.

Evaluation de la pression exercée par les populations animales sur l'occupation du sol – Analyse par les trajectoires, par Elodie Buard, doctorante au COGIT

Le travail de thèse présenté ici vise à comprendre les interactions entre les déplacements des populations animales et le changement d'occupation du sol. Cette question pose des problèmes méthodologiques, en particulier: comment mesurer la pression exercée par les animaux sur l'occupation du sol, autrement dit l'impact potentiel des animaux sur le sol? Nous proposons d'analyser des trajectoires, construites d'après des points GPS enregistrés à fréquence régulière sur quelques individus, eux-mêmes appartenant à un groupe. Cette analyse permet d'identifier des lieux de fréquentation qui sont soit des lieux de passage, soit des lieux de séjour, pour une population. La récurrence de ces lieux dans le temps et parmi les différentes espèces permet de quantifier la pression sur l'occupation du sol.

Modélisation de l'enclavement dans les territoires de la politique de la ville en vue de la création d'indicateurs géographiques, par Anna Cristofol, doctorante au Laboratoire de Géomatique Appliquée, ENSG, IGN

La politique de la ville peut être définie par la mise en œuvre d'une politique publique adaptée visant à réduire "les inégalités sociales et les écarts de développement entre les territoires" (loi du 1er août 2003). Elle repose sur une « géographie prioritaire », un zonage du territoire ayant pour but d'identifier les lieux de concentration de difficultés sociales. Notre travail part du postulat que l'insertion géographique du quartier dans son environnement, est un des facteurs qui influent sur les effets des politiques de la ville dans ces quartiers. Nous proposons d'aborder cette problématique sous l'angle de la notion d'enclavement, dans une approche spatiale et quantitative. Notre objectif est ainsi de constituer des indicateurs géographiques permettant de mesurer le degré d'enclavement des « quartiers prioritaires » et participer ainsi à l'évaluation des politiques de la ville.

La notion d'enclavement est un angle d'approche pertinent dans l'étude des territoires de la politique de la ville car elle permet d'enrichir et de compléter les approches classiques souvent centrées sous l'angle de la ségrégation résidentielle en permettant d'introduire la notion de mobilité quotidienne (Bouquet 2008). Mais un travail de définition est nécessaire à la construction d'indicateurs d'enclavement. En effet, cette notion repose sur un terme polysémique car employé comme synonyme des verbes « enclorre » et « enfermer » (Le Petit Robert 2003). Elle est ainsi utilisée pour désigner des situations très différentes. Par exemple, un espace peut être enclavé car ceinturé par des voies autoroutières freinant la circulation piétonne vers les espaces urbains voisins, de même qu'un autre sera considéré comme enclavé car mal desservi par ces mêmes voies de communication. Définir la notion d'enclavement apparaît donc une étape nécessaire à toute tentative de modélisation quantitative de ce terme.

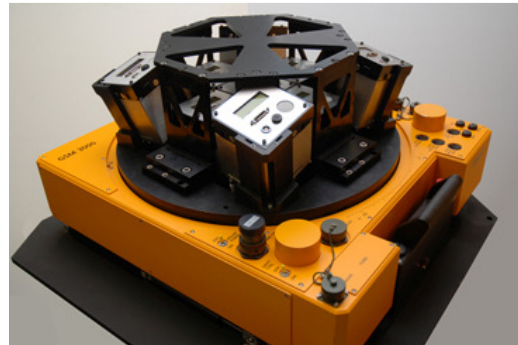
Nous entendons l'enclavement en géographie dans la continuité des travaux de Benjamin Steck et Jean Debré comme un « processus de fermeture relative dans un système de distances » (Debré et Steck 2001, Debré 2005). Mais, dans une optique de modélisation, nous proposons de décomposer cette notion en trois dimensions distinctes. En effet, étudier les définitions de l'enclavement dans différents domaines tels que l'urbanisme, la médecine, la géologie, la géographie, fait apparaître plusieurs aspects récurrents : D'une part l'« enfermement », la présence de barrières, de frontières. Ensuite, la difficulté d'accès, la mise à distance. Enfin, le caractère différent, étranger, de ce qui est dans l'enclave. On peut ainsi distinguer trois dimensions de la notion d'enclavement que nous nommerons d'après des termes de Capron (2006) : la fermeture, l'isolement et la différenciation. Ces trois dimensions entretiennent des liens entre elles mais si l'une peut engendrer une autre, elles ne s'impliquent pas systématiquement.

Cette distinction de trois dimensions au sein d'un même concept d'enclavement est aux fondements de notre méthode de modélisation et de construction d'indicateurs géographiques. Nous cherchons au moyen de cette division théorique à constituer une typologie fine des formes d'enclavement présentes dans les espaces urbains.

L'instrumentation

CAMv2 de l'IGN : caractéristiques et perspectives, par Jean-Philippe SOUCHON, LOEMI

De 2006 à 2009, l'équipe projet CAMv2 intégrée au Laboratoire d'Opto-Electronique et Micro-Informatique (LOEMI) a développé un nouveau système de caméra numérique. Il conserve la versatilité et la modularité de la première génération de caméras qui en avaient tiré profit pendant plus de 10 ans au gré des différentes configurations utilisées. Des leçons ont été tirées de certaines carences des anciennes caméras pour perfectionner le nouveau système : dessin de deux designs mécaniques pour éviter de longs adaptateurs mécaniques pour les longues focales ou encore présence d'une photodiode dans la chambre noire pour le contrôle du temps d'exposition. La première étape du projet a abouti à la fabrication de 3 systèmes de caméras quadri-canal RVB et proche infrarouge à visée verticale qui ont permis au Service des Activités Aériennes (SAA) de réaliser une partie des programmes de prises de vues 2009 et 2010.



Parallèlement à cette première étape, nous avons poursuivi les développements nécessaires à la fabrication à terme d'une caméra dite "grand format". Celle-ci devrait permettre, avec un recours au pansharping, d'acquérir des images de plus de 150 Megapixels avec une fauchée supérieure à 14000 pixels. Un premier prototype a été testé en janvier 2009 avec le sous-système multi-spectral (équipé d'objectifs 45 mm) et le sous-système haute résolution noir et blanc (équipé d'objectifs 90 mm) sur deux trappes de prises de vues distinctes. Ce premier prototype a réalisé en particulier une mission sur la ville d'Elancourt en octobre 2009 avec un pixel sol fusionné de 10 cm. L'équipe projet s'est vite lancée dans la conception d'une monture mécanique permettant la fixation des deux sous-systèmes sur une seule plate-forme gyro-stabilisée : la caméra v2 "grand format" était testée pour la première fois en 2010. Son association de focales 45-90 mm, si elle en fait un instrument de compromis pour une application comme la génération de modèles urbains, n'est pas idéale pour la génération d'orthophotographie où les dévers faibles sont les bienvenus. La décision a donc été prise fin 2010 de conserver l'instrument 45-90 mm pour les départements montagneux et de travailler à la réalisation d'une caméra "grand format" à plus longue focale. Plusieurs couples d'optiques ont été identifiés et le choix s'est porté sur l'association 60-120 mm.

Un premier instrument 60-120 mm devrait pouvoir être testé en vol avant la fin de l'hiver et être opérationnel pour le début de la PVA 2011. Ce test en vol devrait coïncider avec la recette des nouveaux systèmes intégrés de positionnement des images et de gestion des vols.

Les partenariats extérieurs qui avaient été développés dans le cadre de la caméra v1 se sont poursuivis avec un passage à la caméra v2 que ce soit pour un POD Radar mis en œuvre par l'ONERA ou que ce soit pour la poursuite des essais de vols de nuit pour une meilleure gestion de l'Eclairage Public.

Tout au long de ces développements, l'équipe projet a gardé un certain recul par rapport au nouveau système pour prévoir les améliorations éventuelles liées à l'arrivée de nouveaux composants sur le marché et faire mûrir, si le besoin en est exprimé, la conception d'une caméra v3 plus petite et plus performante.

Le projet F-Light : utilisation et étalonnage en luminance de la caméra IGN (CamNum V2) pour le diagnostic en éclairage extérieur, Cyril Chain, CERTU, Florian Greffier, CETE Ouest, LRPC Angers

La détermination des performances lumineuses a pour origine la réception de nouvelles installations. Elle suit un protocole très complexe, basé sur des mesures statiques selon un maillage au sol entre deux luminaires. Rarement ces mesures étaient faites en diagnostic, jusqu'à ce qu'apparaisse expressément la notion de « performance à maintenir dans le temps ». D'abord dans des recommandations de la Commission Internationale de l'Eclairage en 1995, puis celles de l'Association Française de l'Eclairage en 2002 et finalement dans la norme européenne en 2005.

Pour accompagner cette philosophie, des systèmes de mesures à grand rendement ont été développés par les laboratoires et les gestionnaires dans les années 1990-2000, souvent constitués d'un véhicule instrumenté de façon assez rudimentaire. Ces techniques ont fait de grands progrès, notamment dans le cadre des travaux conduits par le Réseau Scientifique et Technique du MEEDTL, et permettent actuellement d'établir un diagnostic photométrique détaillé et avec une tolérance acceptable.

Toutefois, combien de nuits et d'opérateurs faudrait-il pour connaître la performance du réseau de voirie de la périphérie parisienne ou celle du réseau routier de tel ou tel conseil général ? Quid des abords, trottoirs et autres espaces publics ? C'est sur ces réflexions qu'a été initié le projet F-Light, dont l'objectif est d'évaluer la faisabilité de retrouver des performances photométriques mesurées au sol à partir des données radiométriques nocturnes d'IGN. Sans parler de l'outil SIG et d'enjeux de communication que représente la cartographie, tant auprès des services techniques que des décideurs.

Une question simple mais de nombreux challenges. Les caméras numériques embarquées peuvent-elles être offrir des images exploitables en situation de faible luminosité ? Peut-on en déduire une carte en luminance exploitable ? Quelle caractérisation des propriétés des matériaux de voirie envisager pour retrouver la lumière incidente sur le sol à partir de celle réfléchi vers le zénith ? Un vaste projet auquel l'étude d'opportunité commence à apporter des réponses...

Nouveaux concepts d'utilisation des caméras IGN (CamNum V2) pour des applications de recherche en télédétection, J. Duffaut et P. Chervet - Onera Département d'Optique Théorique et Appliquée

SETHI (Système Expérimental de Télédétection Hyperfréquence Imageur) est le nom générique destiné à être identifié par les clients de la télédétection comme étant le système Onera d'imagerie radar et optronique embarqué de nouvelle génération. L'offre SETHI repose sur toute une expertise et un savoir-faire développés depuis 20 ans par l'Onera dans les domaines de l'imagerie radar et optronique. Une multitude de campagnes de mesures ont été réalisées sur différentes plateformes (avion, hélicoptère, drone) adaptées à une large variété d'applications tant civiles que militaires.

Ce système permet aujourd'hui d'utiliser trois capteurs radars durant le même vol et permet d'utiliser également deux capteurs optroniques qui sont installés dans les pointes avant des pods. A l'heure où la synergie optronique/radar commence à livrer son potentiel, la comparaison de résultats acquis simultanément est une valeur ajoutée propre à SETHI.

Le concept de SETHI repose sur l'installation sous les ailes d'un Falcon 20 de la société AVDEF de deux nacelles (pods), capables de recevoir des charges utiles relativement lourdes (120 kg par pod) et volumineuses. Les fonctions de contrôle et d'acquisition des données sont localisées dans la cabine de l'appareil. Cinq baies électroniques et deux postes opérateurs sont réservés à cette fonction. Sa conception modulaire lui permet de recevoir tout nouveau capteur sans développement supplémentaire (« plug and play »). L'année 2010 a permis l'intégration de deux capteurs optroniques dans les pointes avant des pods : la caméra NumV2 de l'IGN afin d'obtenir une image de la fauchée radar et une caméra hyperspectrale HYSPEX VNIR pour l'obtention de données en vue de traitements pour différents produits.

La présentation porte sur l'exploitation des caméras numériques de l'IGN pour la recherche à l'Onera, la démarche utilisée pour l'intégration de la caméra CamNum V2 dans la pointe avant des pod Sethi et les perspectives pour le printemps 2011 avec les premiers vols.