

1. INTRODUCTION

Cet article présente les premiers résultats du projet SPIDER (Amélioration de l'extraction d'information spatiale pour les pouvoirs locaux et régionaux par l'utilisation de données à très haute résolution) obtenus sur une image de la région liégeoise. Contrairement à la première étude réalisée sur Gand où la dynamique de relief observée n'était que de quelques mètres, le site test de Liège présente un maximum de dénivelée de plus de 200 m (Figure 1). D'un point de vue pratique, les données régionales, notamment celles à grande échelle, ne sont pas les mêmes en Flandre qu'en Wallonie.



Figure 1: Location des deux sites tests de Gand et Liège sur un estompage de relief de la Belgique (les limites régionales sont représentées en blanc)

L'orthorectification de l'image à très haute résolution (THR) QuickBird acquise le 26 septembre exploite les données 3D de l'IGN ainsi que celles de la Région wallonne. L'image achetée en « bundle product » (panchromatique + 4 canaux) couvre 315 km². Elle va être ajoutée durant le second semestre 2005 à la collection de données déjà disponibles sur le portail cartographique de la Région wallonne (<http://cartographie.wallonie.be/PortailCarto/Maquette/index.php>). Ce portail permet, par exemple, au personnel d'une commune familiarisé aux programmes bureautiques de base d'utiliser dans sa gestion journalière certaines fonctionnalités SIG de base. Le seul matériel requis est un ordinateur disposant d'une connexion rapide à Internet.

Le serveur permet d'afficher, de transférer et d'établir des requêtes sur les données suivantes :

- localisation (réseau hydrologique, ferroviaire, autoroutier et routier);
- divisions administratives (province et commune);
- topographiques du projet PICC (Projet Informatique de Cartographie Continue) du MET (toute la Wallonie n'est pas encore couverte) ;
- en mode image : Le LIDAR le long des rivières et les orthophotoplans aériens des « Plans Photographiques Numériques Communaux » (PPNC - couverture complète).

Ces orthophotoplans dont la résolution varie de 0,4 à 0,8 m commencent à devenir obsolètes notamment dans les régions dont l'urbanisation présente une grande dynamique. Aussi, les images

Usage des données 3D IGN, PICC et SETHY

pour l'orthorectification d'une image QuickBird
en région liégeoise

Marc Binard, Laboratoire, Laboratoire SURFACES,
Unité de Géomatique, Département des Sciences
Géographiques, Université de Liège

satellite à 0,64 m de résolution obtenues par fusion de l'information panchromatique et multispectrale sont potentiellement candidates pour leur remplacement (Figure 2). Tant cette haute résolution que le caractère vallonné et urbanisé du site justifient l'utilisation d'un modèle numérique de surfaces précis (MNS ou DSM) à la place d'un simple modèle numérique de terrain (MNT ou DTM) pour procéder à l'orthorectification de l'image. Comme d'une part, la résolution de ce DSM doit être aussi proche que possible de celle de l'image et que d'autre part le DSM

obtenu par lasérométrie a une résolution d'un mètre, il a été décidé de produire un DSM à une cette dernière résolution sur l'entièreté de la zone. Toutes les données 3D disponibles ont été utilisées de manière à maximiser le nombre d'observations et d'obtenir les hautes fréquences propres à cet environnement. En effet, tant les lignes de crête et de rupture de pente, que les volumes des objets urbains ont été utilisés.



Figure 2 : Fusion du panchromatique (ligne 1) avec le multispectral (ligne 2) en vrai couleur (ligne 3) ou en infrarouge fausse couleur (ligne 4)

Cet article présente comment la base de données du portail cartographique de la Région wallonne permet d'obtenir un DSM nécessaire à la production d'une orthoimage. Remarquons que l'accès à ces données est actuellement réservé aux administrations, mais qu'un projet d'extension de l'accès au grand public est en cour d'étude. Toutefois tant les droits de copyright que le respect de la vie privée devront être pris en compte.

2. CONSTRUCTION DU DSM (DIGITAL SURFACE MODEL)

2.1 Description des données et des traitements SIG

Trois geodatabase 3D ont été exploitées (Figure 3) :

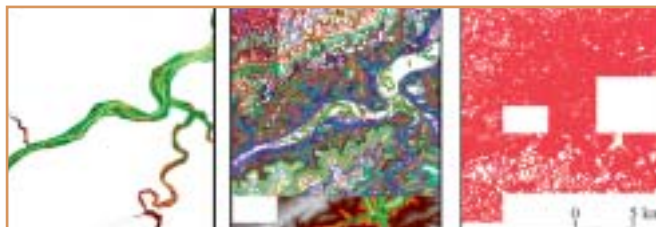


Figure 3: Sources des données 3D utilisées (de gauche à droite)
LIDAR aéroporté, IGN (1:10.000 & 1:50.000) et PICC (1:1.000)

- La base de données topographiques 3D du projet PICC du Ministère de l'Équipement et des Transports (MET). Ces données concernent principalement des objets anthropiques tels que les toits des bâtiments (mesurés à hauteurs des corniches), les bords et axes de rues, les murs, les réseaux hydrologiques, électriques et d'égouttages. Néanmoins, des mesures relatives à des arbres isolés ou des points cotés localisés dans des herbages, des cultures ou des forêts sont aussi disponibles. Cette cartographie 3D est faite au millième avec une précision de ~25 cm (<http://internet.win.be/>). Les données sont exportées par « pavé » de 1.000 ha (A. Collignon 1995, El Osta et al. 1998). Les données, relatives à 31 « pavés », ont été transférées depuis le portail wallon avec la structure 2D propre au format d'exportation. De lourdes procédures SIG ont dû être appliquées pour d'une part, regrouper les « pavés » en un seul fichier et d'autre part, pour retrouver la structure 3D initiale. Comme les « z » des bâtiments sont pris au niveau des corniches, les bâtiments sont principalement modélisés sous forme de parallélépipèdes rectangles (troncature du toit) sauf lorsque le bâtiment possède un toit incliné d'un seul tenant (Figure 4).



Figure 4: Modélisation du volume des bâtiments dans la base de donnée 3D à 1:1 000 du PICC (Volumes réels [ligne 1] et modélisés [ligne 2])

- * Deux set de données vectorielles à 1:10.000 (18 « tuiles ») et un set de données à 1:50.000 de l'IGN ont été utilisés (<http://www.ngi.be>). Ce sont les produits DTM-10 000, TOP10V-GIS et DTED-WGS. Les données relatives aux points cotés, aux axes des vallées, aux lignes de crêtes et à certains polygones sont directement disponibles en 3D dans la base DTM-10 000 sans devoir appliquer de procédures SIG particulières. La précision de ces données est variable suivant la manière de production. Les données de la zone d'étude ont principalement été obtenues par restitution photogramétrique de photographies aériennes prises entre 1:6.000 et 1:21.000 la précision est de l'ordre du mètre. De la base TOP10V-GIS qui est au 1:10.000, nous utilisons uniquement les courbes de niveau qui se transforment aisément en données 3D. En dernier lieu, sur la partie sud de la zone, nous utilisons la troisième source qui est nommée DTED-WGS, celle-ci est basée sur la digitalisation des courbes de niveau de la série de carte 1:50.000. Le DTM est disponible dans la projection Plate Carrée à la résolution de 2" en longitude et 1" en latitude. Il a été reprojeté dans le canevas de la projection Lambert belge et interpolé à la résolution de 10 m.
- * Le dernier set de données est également disponible sur le portail cartographique. Il est constitué des données lasérométriques (LIDAR) du Service d'Etudes Hydrologiques (SETHY) de la Région wallonne et

couvre le fond des vallées principales sur une bande de terre présentant une vingtaine de mètres d'altitude de différence par rapport à la rivière. Nous n'avons utilisé que l'information du premier écho car il correspond notamment à la mesure faite au sommet des arbres, ce qui correspond à l'information nécessaire pour réaliser un DSM. La résolution spatiale est d'un mètre et la précision altimétrique est de 13 cm (Dierickx & Da Col, 2002, Da Col, 2003). Quarante « tuiles » de 4 km² ont été mosaïquées, ces données étant les plus précises, elles ont systématiquement eu la priorité par rapport aux autres données par superimposition (Voir 2.2).

2.2 Réalisation du DTM et du DSM

Deux TIN (Triangulated Irregular Network) ont été construits. Le premier reprend les informations au niveau du sol des données du PICC et du 1:10.000 de l'IGN. Le second constitue le modèle enveloppe, il est réalisé à partir des données des polygones 3D des bâtiments du PICC. Malheureusement, uniquement, les bâtiments ayant un numéro de police forment des polygones 3D. Par des procédures SIG, nous avons construit des polygones supplémentaires de manière à inclure également des bâtiments comme les granges et les hangars. Pour les deux surfaces, nous avons sélectionné les éléments du PICC en fonction de leur type (Table 1). Comme la résolution finale est d'un mètre, nous avons négligé les objets ayant une largeur inférieure à 1 m (barrière, mur, mât, etc.). Nous n'avons pas utilisé le « z » des arbres du PICC, parce qu'il correspond souvent à des arbres remarquables et que de plus, il n'est disponible que sous forme de point et ne permet pas d'obtenir un volume.

2.3 Intégration des ces deux produits avec les autre données

Les deux TIN, après rasterisation à une résolution de 1 m par interpolation linéaire forment un DTM et un DSM intermédiaire. Les pixels de ce DSM intermédiaire localisés en dehors des polygones 3D prennent la valeur « 0 ». La superimposition de ce dernier sur le DTM engendre un DSM présentant une rapide décroissance du « z » le long des façades des bâtiments. La valeur « 0 » est également assignée aux pixels des zones sans données du DSM LIDAR. Le DTM à 1:50.000 de l'IGN est utilisé à défaut de toute autre valeur en appliquant la règle de superimposition suivante : pour chaque pixel de l'ensemble des couches, la première valeur supérieure à « 0 » parmi les 4 valeurs correspondant à cette même position est assignée au DSM final suivant l'ordre de priorité, (1) SETHY (LIDAR), (2) DSM intermédiaire, (3) DTM 1:10.000, (4) DTM 1:50.000 (Table 2).

SETHY (LIDAR)	70	0	0	0
DSM (polygones du bâti)	74	74	0	0
DTM	69	69	70	0
DTM (à l'échelle 1:50.000)	72	72	72	72
DSM final	70	74	70	72

Table 2: Illustration de la règle appliquée pour obtenir le DSM final

2.4 Caractéristiques de l'image QuickBird

L'information panchromatique et multispectrale de l'image acquise le 26 septembre 2003 a été regroupée en appliquant l'algorithme

TYPE	Restitution		OBJETS GEOGRAPHIQUES
	au sol	non au sol	
185	x		point de niveau de terrain
194		x	arbre feuillu
195		x	arbre conifère
334		x	cabines diverses
485	x		point de niveau de voirie
516		x	poitiers divers
536		x	pylônes à haute tension, de télévision
654	x		taques diverses (gaz, électricité, eau, téléphone)
665	x		taques de visitation (lever sur terrain)
684	x		avaloir (centre)
804		x	poitiers catenaires
921	x		borne de canevass particulier (point de calage photogrammétrique)
931	x		point de canevass propre (point levé par GPS ou polygonation, bornes [IGN])
941	x		borne frontière
951	x		borne kilométrique
991	x		borne diverse
995		niv. de l'eau	eau (ponctuel)
999		x	indéfinis (tous les éléments identifiables et non définis dans la légende)
Ligne			
1		x	divers
112	x		niveau haut des berges (rivière, fleuve, canal, ruisseau)
121		niv. de l'eau	ruisseau (axe)
141	x		fossé (axe)
163	x		bord (lac, étang, piscine)
177	x		bord supérieur (carrière, sablière, excavations diverses)
178	x		bord inférieur (terril et dépôts permanents)
180	x		bas talus
182	x		haut talus
186	x		falaise pied
187	x		falaise haut
191	x		bord coupe feu
193		x	bord bois, zone boisée
197		x	rangée de feuillus
198		x	rangée de conifères
200		niv. corniche	façade à front de voirie
201		niv. corniche	mitoyen
204		niv. corniche	bâtiment
207		niv. corniche	château d'eau, réservoir
225		niv. corniche	bâtiments annexes (remise, garage, hangar, serre, abri, baraquement)
233	x		écluse, barrage, mur de quai (voie d'eau)
236		niv. ruine	éléments principaux de ruines
237		x	clôture, palissade
240		x	mur, muret gauche
241		x	mur, muret axe
242		x	mur, muret droit
243		x	pont, viaduc, ponceau aqueduc (tablier)
254	x		entrée de propriété (voiture), route privée
263	x		escaliers à front de voirie
271		x	haie axe
292		x	écran anti-bruit
313	x		bord route, autoroute, rue
318	x		marquage au sol des lignes continues (autoroute) délimitant les bandes de roulement
332	x		axe chemin, sentier
333	x		bord chemin, sentier
339	x		parking, zones de stationnement
353	x		piste cyclable (bord)
357		x	bordure de sécurité
360	x		trottoir structure
363	x		bord passage piéton
377	x		zone d'arrêt de bus
383	x		filet d'eau, caniveau isolé
390	x		îlot directionnel
394	x		casse vitesse (zone 30)
400	x		bord route-trottoir
401	x		bord route-piste cyclable
402	x		bord trottoir-piste cyclable
403	x		haut talus-clôture fil, palissade
404		x	haut talus-haie
405		x	haut talus-mur gauche
422		x	bâtiment en construction
431		niv. de l'eau	voie d'eau navigable (axe)
434		x	cabines diverses
436		x	pylônes à haute tension, de télévision
454	x		taques diverses (gaz, électricité, eau, tél.; dim. >= à 50 cm)
484	x		avaloir (dimension >= à 50cm)
485	x		ligne reliant les points de niveau voirie
500		x	lignes aériennes de haute tension
564		x	portiques de signalisation
731	x		limites diverses (limites visibles mais non identifiables ou non classables)
751	x		limites parcellaires
818		x	pylônes-portiques (chemin de fer)
829		x	quai de gare
860	x		rail droit (restitué)-chemin de fer
865	x		rail gauche (calculé)-chemin de fer
870	x		rail droit -tram, métro-(restitué)
875	x		rail gauche -tram, métro-(calculé)
Poly			
204		niv. corniche	Habitation
205		niv. corniche	Bâtiment industriel
207		niv. supérieur	Château d'eau
214		niv. corniche	Lieu de culte
305		niv. corniche	Station service
410		niv. corniche	Building
411		niv. corniche	Bâtiment culturel
412		niv. corniche	Bâtiment scolaire
413		niv. corniche	Bâtiment administratif
414		niv. corniche	Maison communale ou hôtel de ville
415		niv. corniche	Hôpital
416		niv. corniche	Poste
417		niv. corniche	Pompiers
418		niv. corniche	Police
419		niv. corniche	Ferme
422		x	Bâtiment ou zone en construction
424		niv. corniche	Gare train
425		niv. corniche	Gare bus
426		niv. corniche	Musée
427		niv. corniche	Grande surface
428		niv. corniche	Station d'épuration
429		niv. corniche	Parc à container
430		niv. corniche	Maison de repos
431		niv. corniche	Prison et centres de détention
432		niv. corniche	Bâtiment scolaire primaire & maternel
433		niv. corniche	Bâtiment scolaire SSP (Secondaire, supérieur & professionnel)
435		niv. corniche	Bâtiment scolaire universitaire
436		niv. corniche	Restauration rapide
437		niv. corniche	Station électrique
438		niv. corniche	Parc récréatif
439		niv. corniche	Funérarium
440		niv. corniche	Bâtiment sportif
465		x	Cimetière
470		niv. Corniche	Château
490		x	Camping
650		niv. Corniche	Bâtiment aéroportuaire

Table1 : Sélection des types d'objets du PICC pour l'élaboration du DTM et du DSM

« Intensity Normalized Ratio band per band » (INRbpb) (Cornet 2003) sur une fenêtre de convolution de 11 x 11 pixels (Figure 2). C'est une méthode de fusion basée sur une égalisation des statistiques locales. Contrairement à l'image acquise sur Gand, nous avons été très chanceux pour l'image de Liège puisqu'elle ne présente aucun nuage. Par contre, la configuration de la saisie n'est pas optimum. En effet, un azimut solaire de 161.2° et une élévation solaire de 36.9° engendrent des ombres qui ne se superposent pas aux zones cachées résultant de l'attitude du satellite lors de l'enregistrement de l'image (angle de vue de 13.3° et azimut de 346.5°).

3. ORTHORECTIFICATION

Contrairement à la manière de procéder utilisée à Gand en mesurant par GPS sur le terrain les positions des points de contrôle (GCP), pour Liège, nous avons exploité la collection de points du PICC connus en 3D. Cela a permis de réaliser l'orientation de l'image beaucoup plus rapidement. La sélection des 36 GCP et des 9 « Check Points » (CP) a été faite de manière visuelle en affichant les données vectorielles du PICC sur l'image satellite (Figure 5).

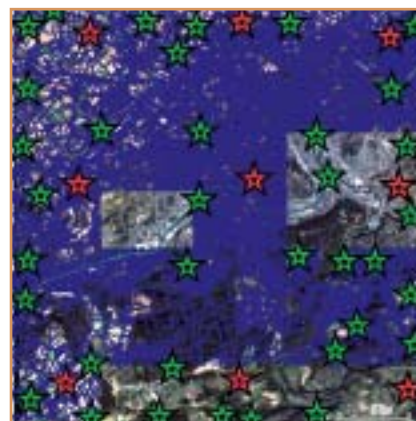


Figure 5: Location des 36 GCP (étoiles vertes) et des 9 "check points" (étoiles rouges) et répartition des données du PICC (bleu)

Les orthophotoplan PPNC ont été utilisés dans les zones non couvertes par le PICC. Le module « ORTHOBASE » d'ERDAS (LPS - Leica Photogrammetry Suite) a été utilisé pour orthorectifier l'image. L'erreur quadratique moyenne (RMS) est de 1.15 m en x et 0.61 m en y. Après l'orientation, deux orthoimages ont été produites, une en utilisant le DSM et l'autre en utilisant le DTM à 1:50.000. Dans la partie gauche de la figure 6, on voit clairement que le vecteur « épouse » beaucoup mieux les angles de l'hôpital en utilisant le DSM qu'avec le DTM (partie droite de la figure 6).



Figure 6: Les angles de l'hôpital « épousent » mieux les données vectorielles de référence sur l'orthorectification utilisant le DSM

4. APPLICATIONS ET PRODUITS

Comme le but principal du projet SPIDER est de promouvoir l'utilisation

des images satellite au sein des administrations, un certain nombre d'applications ont été développées :

* **Orthoimage sur le portail cartographique de la région wallonne.**

L'orthoimage et en particulier l'image fusionnée en vraie couleur peuvent être considérées comme des produits qui peuvent être utilisés notamment à la place des orthophotoplans devenus obsolètes dans les zones urbanisées qui présentent des changements rapides. L'orthoimage de Liège va être disponible sur le « MapServeur » de la région wallonne durant le dernier semestre de 2005. Bien que ne couvrant qu'une partie infime de la Wallonie, cette mise à disposition des administrations locales permettra de vérifier l'adéquation du produit avec leurs besoins.

- * Le **DSM** (modèle digital de surfaces) est aussi un produit qui pourrait être utilisé en aménagement du territoire et particulièrement lorsqu'il l'est en association avec l'orthoimage. De plus, la construction du DSM peut être assimilée à une procédure de contrôle de qualité. En effet, il permet de mettre en évidence de manière très efficace des incohérences dans le set de données du PICC disponible sur le serveur. Par exemple, un point dont le « z » est égal à « 0 » par erreur, est automatiquement détecté sur le DSM en mode image (Figure 7).



Figure 7: DSM avec des valeurs de "z" erronées (à gauche) et DSM après correction (à droite)

- * **Formes des bâtiments en 3D :** La forme générale des bâtiments (Figure 4) peut être retrouvée à partir des données du PICC. En outre, pour plus de 120.000 bâtiments les informations suivantes sont aussi disponibles : nom de rue, numéro de police du bâtiment, code postal, nom de commune (avant et après fusion), fonction du bâtiment, périmètre et surface. Pour plus de 165.000 autres bâtiments, uniquement le périmètre et la surface sont connus. Les informations 3D sont particulièrement utiles pour les visualisations 3D (voir point suivant).

- * **Vues 3D :** L'utilisation de l'orthoimage et du DSM permet la création de vues 3D permettant de représenter le paysage depuis différents points de vues (Figure 8). Des simulations de l'impact de la construction d'un bâtiment sur le paysage peuvent être engendrées en faisant varier par exemple la hauteur du bâtiment.



Figure 8: Simulation de l'impact d'un nouveau bâtiment sur le paysage

- * **Espace libre au sein des parcs d'activités économiques :** De manière efficace, par interprétation visuelle, il est très facile de repérer les parcelles non encore utilisées au sein des parcs d'activités économiques. En effet, généralement, elles continuent à être affectées à un usage agricole qui les rend bien distinctes des parcelles bâties (Figure 9). Par contre, si la télédétection satellite d'images à très haute résolution permet d'établir un état « physique » des lieux, elle est totalement incapable de déterminer pourquoi, ces parcelles, parfois de taille importante, ne sont pas utilisées. Seules les intercommunales gestionnaires de ces parcs peuvent expliquer pourquoi dans leur stratégie de gestion, elles ont « gelé » ces terrains.

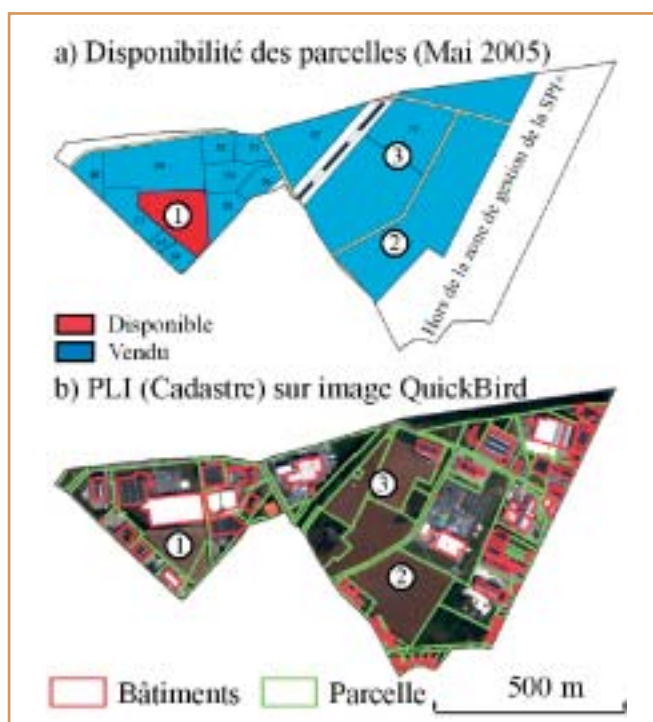


Figure 9: Espace disponible au sein des parcs d'activités économiques (les parcelles 2 et 3 semblent « gelées »)

- * **Validation des DSM obtenu par des paires stéréoscopiques d'images satellite :** Le DSM réalisé durant ce projet sert de DSM de référence pour un DSM réalisé par l'équipe de Gand dans le cadre du même projet SPIDER. Ce dernier est obtenu par exploitation d'un couple d'images stéréoscopiques IKONOS acquises le 3 septembre 2004. Ce DSM couvre moins de la moitié de l'image QuickBird (seulement 142 km² sur les 315 km² de l'image) (Devriendt et al., 2005). Le DSM servira aussi à la validation d'un DSM extrait d'un couple stéréoscopique SPOT5-HRS (Cornet et al., 2005).

5. CONCLUSIONS

Une valeur ajoutée est toujours donnée à une image satellite THR lorsqu'elle est associée avec une base de données spatiales. Ici, la base de données 3D a permis d'une part, la création du DSM ainsi que la sélection des points de contrôle (GCP) et d'autre part, l'orthorectification de l'image. Une orthoimage de qualité est un produit multi-usages et la liste des applications n'est pas fermée. Il serait possible par exemple de développer des applications basées sur d'autres données spatiales comme par exemple les divisions administratives ou les secteurs statistiques de l'INS.

Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce à un financement de la politique scientifique fédérale (projet SR/00/02). Nous remercions également les producteurs de données 3D (SETHY, IGN et MET). L'auteur remercie les membres du Laboratoire SURFACES également impliqués dans le projet ainsi que les membres des autres équipes du projet SPIDER. Des informations complémentaires sur ce projet sont disponibles à l'URL : www.vub.ac.be/spider

Bibliographie

Collignon, A., 1995, The Continuous Cartography Project : A 3D Management Tool for the Walloon Region. *GIS Europe*, June 1995, 28-30.

Cornet, Y., Schencke, C., de Béthune, S., Binard, M. & Muller, F. 2003. Stratégies de fusion d'images P/XS basées sur les principes colorimétriques et d'égalisation de statistiques locales, *Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et Télédétection*, n° 169, 2003, p. 35-45

Cornet, Y., Grevesse, J., Binard, M., Peeters, C., Tihon, G., Bastin, T., & Donnay J.-P., 2005. DSM from SPOT5-HRS images: extraction and validation. *Workshop 3D Remote Sensing*, EARSeL 2005, Porto, 10-11 June 2005.

Da Col, A., 2003. Validation du MNT laser du SETHY. Rapport interne, SURFACES, Université de Liège, Mars 2003, 8 p.

Devriendt, D., Goossens, R., Binard, M. & Cornet, Y. 2005. Accuracy assessment of an IKONOS derived DSM over urban and suburban area. *Workshop 3D Remote Sensing*, EARSeL 2005, Porto, 10-11 June 2005.

Dierickx, Ph., Da Col, A., 2002. Utilisation des techniques sonar et laser dans le cadre de la connaissance des zones d'inondations. *AM/FM BELUX News*, n°24, Novembre 2002, 13-16.

El Osta, E., Heymans, L. & Paquet, F. 1998. Le fond de plan PICC généralisé et l'aménagement du territoire en Wallonie. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 34, 1998, 95-104.

Interessante links intéressants

WEBMAPPING

- <http://www.gisvlaanderen.be/geo-vlaanderen> : de geoloketten van het OC GIS Vlaanderen
- <http://carto.luxembourg.be> : cartografische toepassingen van de Technische Dienst van de provincie Luxemburg
- <http://mapserv2.esrin.esa.it/map/atsrfire> : voorbeelden van technologie aangeboden door IONIC Software

LANDMETERS

- <http://www.landmeter.be> : de landmeters in België
- ANGE : <http://www.nvle-ange.be>
- UBG : <http://www.ubg-bul.be>
- CRGE : <http://www.kcle-crge.org>

Interessante links intéressants

UNIVERSITEITEN

- <http://www.geog.uu.nl/nicegeo.html> : De Universiteit van Utrecht geeft een overzicht van ongeveer alle universiteiten in de hele wereld die onderwijs op het vlak van geografie verschaffen, alsook interessante links naar GIS and Remote Sensing sites en naar GIS related News groups.
- <http://www.rma.ac.be> : Ecole Royale Militaire / Koninklijke Militaire School
- <http://www.fpms.ac.be> : Faculté polytechnique de Mons
- <http://www.fsagx.ac.be> : Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux
- <http://www.fucam.ac.be> : Faculté universitaire catholique de Mons (FUCAM)
- <http://www.fundp.ac.be> : Faculté universitaire Notre-Dame de la Paix a Namur
- <http://www.fusl.ac.be> : Faculté universitaire Saint-Louis (Bxl)
- <http://www.ful.ac.be> : Fondation universitaire luxembourgeoise (Arlon)
- <http://www.kubrusse.ac.be> : Katholiek Universiteit Brussel
- <http://www.kuleuven.ac.be> : Katholiek Universiteit Leuven
- <http://www.luc.ac.be> : Limburg Universitair Centrum (Diepenbeek, LUC)
- <http://www.ucl.ac.be> : Université catholique de Louvain (UCL)
- <http://www.ulg.ac.be> : Université de Liege (ULG)
- <http://www.umh.ac.be> : Université de Mons Hainaut
- <http://www.ulb.ac.be> : Université Libre de Bruxelles
- <http://www.ua.ac.be> : Universiteit Antwerpen (UFSIA, UIA, RUCA)
- <http://www.rug.ac.be> : Universiteit Gent
- <http://www.vub.ac.be> : Vrije Universiteit Brussel (VUB)

REMOTE SENSING

- <http://www.neonet.nl/rewanet/> : REWANET: REmote sensing WAterquality NETHERlands, een meta-informatie systeem voor Remote Sensing en Waterkwaliteit in Nederland, met heel veel informatie over remote sensing
- <http://www.estec.esa.nl> : De site van Noordwijk Space Expo : met heel wat informatie over ruimtevaart ental van andere onderzoeksgebieden zoals sterrekunde, aardrijkskunde, communicatietechnologieën, en een teledetectiekلاس