CO-193

CARTOGRAPHIE A PARTIR D'IMAGES SPATIALES DE LA GAMME PLEIADES

CANTOU J.P.
IGN, RAMONVILLE STE-AGNE, FRANCE

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Contexte

Le système d'Observation de la Terre Pléiades conçu par le CNES, l'agence spatiale française, constitue une opportunité pour l'IGN d'améliorer la qualité du service rendu par le Référentiel géographique à Grande Echelle (RGE), en particulier grâce une actualisation plus fréquente des couches BD Ortho® et BD Topo®. Au-delà de leur potentiel informatif voisin de celui d'images aériennes de résolution 50 cm, et de la grande capacité de couverture du système, les images Pléiades seront accessibles à des conditions préférentielles pour les organismes publics français et européens, grâce à une Délégation de Service Public confiée par le CNES à la société Astrium/GEO-Information Services.

Dans le cadre du programme préparatoire à l'utilisation de ces images (programme ORFEO - GT3 Cartographie) piloté par le CNES, l'IGN a mené depuis plusieurs années des études méthodologiques visant à adapter à la résolution Pléiades des outils conçus pour des images aériennes de résolution meilleure que 25 cm, notamment pour la reconstruction 3D de scènes urbaines à partir de paires stéréoscopiques et pour la détection de changements du bâti en zone périurbaine. Plus récemment, l'IGN a pu tester l'intérêt technico-opérationnel de quelques scènes Quickbird, Geoeye et Worldview2 acquises sur le territoire français, dans le cadre de la mise à jour de la base de données topographiques BD Topo® et de la production d'orthomosaïques pour la BD Ortho®.

Objectifs des travaux présentés

La mise à jour des thèmes « bâti » et « routier » de la BD Topo® comporte 2 étapes :

- la gestion d'alertes sur les changements, qui s'appuie sur un réseau de partenaires (collectivités territoriales, services de l'Etat)
- la saisie des changements, effectuée soit par levé GPS sur le terrain (routier), soit par levé photogrammétrique à partir de la dernière campagne aérienne disponible.

Dans l'étude présentée ici, IGN Espace a expérimenté un couple stéréoscopique Worldview2, acquis le 27 Juin 2010 sur Toulouse, en tant que source de mise à jour des changements générés par l'implantation d'une ligne de tramway mise en service en Novembre 2010 (cf. zone d'impact en figure 1).

L'objectif était double :

- étudier la faisabilité d'une saisie complète des changements (bâti & routier) aux spécifications de la BD Topo® et comparer la précision géométrique obtenue à des levés GPS (routier) ;
- formaliser les résultats obtenus sous forme d'un produit cartographique rédigé à l'échelle du 1 :10 000.

L'enjeu est de taille, car il s'agit de définir la place que prendra l'image satellite de résolution submétrique dans les processus de mise à jour des bases de données à l'IGN, notamment vis-à-vis des programmes de couverture aérienne qui vont se généraliser à la résolution de 25 cm selon une répétitivité accélérée à 3 ans d'ici 2013, et qui devraient rester la source principale de ces processus.

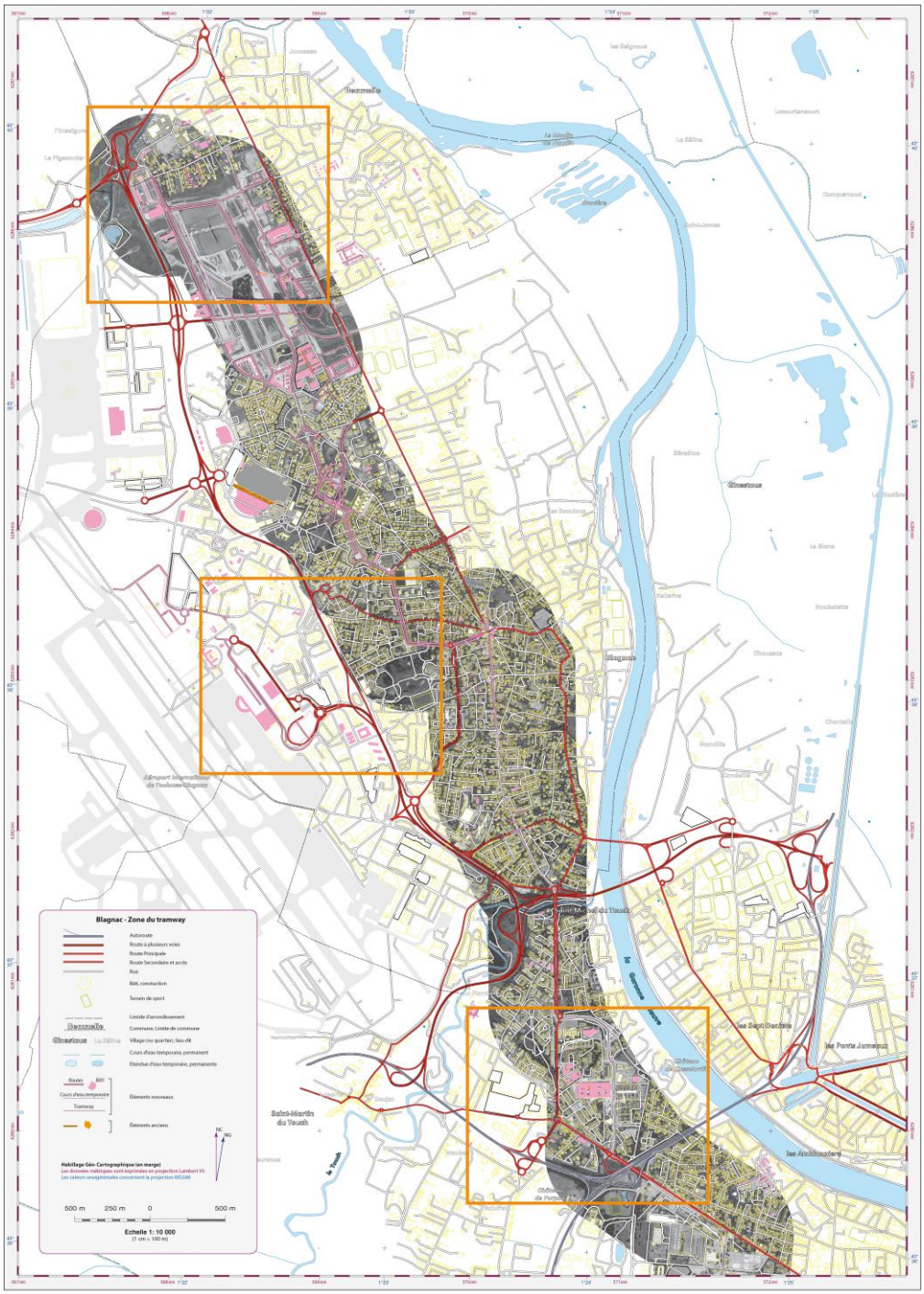

Figure 1 : Ensemble de la zone impactée par l'implantation du tramway (nouveaux objets en rose)
Cartographie IGN au 1 :10 000 issue de la BD Topo® ©IGN et des images Worldview2 © Digital Globe

APPROCHE : DONNÉES ET MÉTHODE

Données utilisées

- Les équipes de collecte des changements (MAJEC) maintiennent une BD d'alertes qui décrit l'ensemble des aménagements en cours, avec les échéances de fin de travaux. Ils peuvent cibler leurs interventions sur le terrain en fonction de la mise en service de ces aménagements, mais ils anticipent l'organisation de campagnes GPS sur le thème « routier » dès lors que les nouveaux éléments de voirie sont dans leur géométrie définitive.
- La version courante de la BD Topo® provenait d'un état de situation 2006, partiellement complété par des levés GPS sur les éléments de voirie mis en service jusqu'en Juin 2010.

- L'existence du couple stéréo Worldview2 acquis en mode simultané le 27/06/2010 a constitué une opportunité pour tester une mise à jour complète sur la zone touchée par les travaux du tramway. En effet la construction de la ligne E du tramway toulousain, qui a généré des aménagements importants sur la voirie, le bâti, le drainage sur environ 8 km2 le long des 11 km du trajet (cf. carte de situation ci-dessous), était en voie d'achèvement à la mi-2010. Seul le couple panchromatique WV2, de résolution native 0,46cm doté d'un ratio B/H de 0,65 et livré en niveau « Basic » , a été utilisé pour la saisie des changements.
- La nouvelle prise de vue aérienne qui a couvert le département de la Haut-Garonne à résolution 25cm en Août 2010 a été utilisée pour contrôler le contenu et la complétude de la saisie photogrammétrique WV2.

Méthode

- Les données BD Topo® et images ont été rassemblées sur le logiciel Geoview® de l'IGN, qui permet successivement :

o La modélisation physique de la géométrie du couple stéréoscopique d'images, qui a été appuyée sur le fond BD Ortho® 2006 ;

o L'affichage en 3D de la base de données BD Topo® (version courante), et plus généralement la mise en superposition de données vecteur et image 2D

o La saisie photogrammétrique par visualisation 3D du couple d'images, sur une zone de 21 km2 englobant le couloir du tramway (cf. figures 1, 3 et 4)

o La génération d'orthoimages satellite et aérienne (25cm), comme support ou contrôle des saisies

- Les équipes de collecte MAJEC ont évalué les résultats de la saisie photogrammétrique à partir des orthoimages aériennes couleur à 25cm et des levés GPS des éléments de voirie (par navigation).
- La rédaction de la carte au 1 :10 000 a été réalisée sur le logiciel Adobe Illustrator®

Chronologie des opérations

- Juin 2010 : les travaux de voirie (tramway, nouvelles rues, ronds-points) et les nouvelles constructions étant presque terminés sur l'ensemble de la zone , le collecteur MAJEC lève par GPS une partie des raccordements et les insère dans une BD de travail V1.
- 29 juin 2010 : le couple WV2 est acquis, par météo sans nuages et avec un B/H de 0,65 (16 km x 15 km environ).
- 2 décembre 2010 (début de l'étude), préparation des données :

- modélisation des images Panchro du couple WV2 par obtention de points de liaison images et d'appui relevés sur le fond image BD Ortho® 2006

- génération d'un couple en géométrie épipolaire pour la visualisation en stéréo

- installation des modules d'import/export GeoConcept sous le logiciel GeoView® afin de charger l'extrait de la BD de travail V1 et visualiser la voirie et le bâti dans la géométrie 3D du couple WV2.

- 3 décembre 2010 , restitution photogrammétrique avec GeoView® sur station Mac avec écran plat stéréo :

- suppression de bâtiments existants ;
- ajout ou mise à jour de 314 bâtiments, dont des villas individuelles, avec saisie d'une altitude sol ;
- modification des éléments de voirie existants ;
- saisie des nouveaux tronçons de voirie, ronds-points et raccordements.

- 15 décembre 2010 : levé GPS complémentaire (en 2D) aux abords du tramway (cf. figure 2) et insertion dans une BD de travail V2.
- 21 décembre 2010 : contrôle sous GeoView® de la saisie photogrammétrique (géométrie et contenu des levés) - sur fond de BD de travail V2 (levés GPS) et d'orthoimages aériennes couleur d'été 2010 à 25 cm.

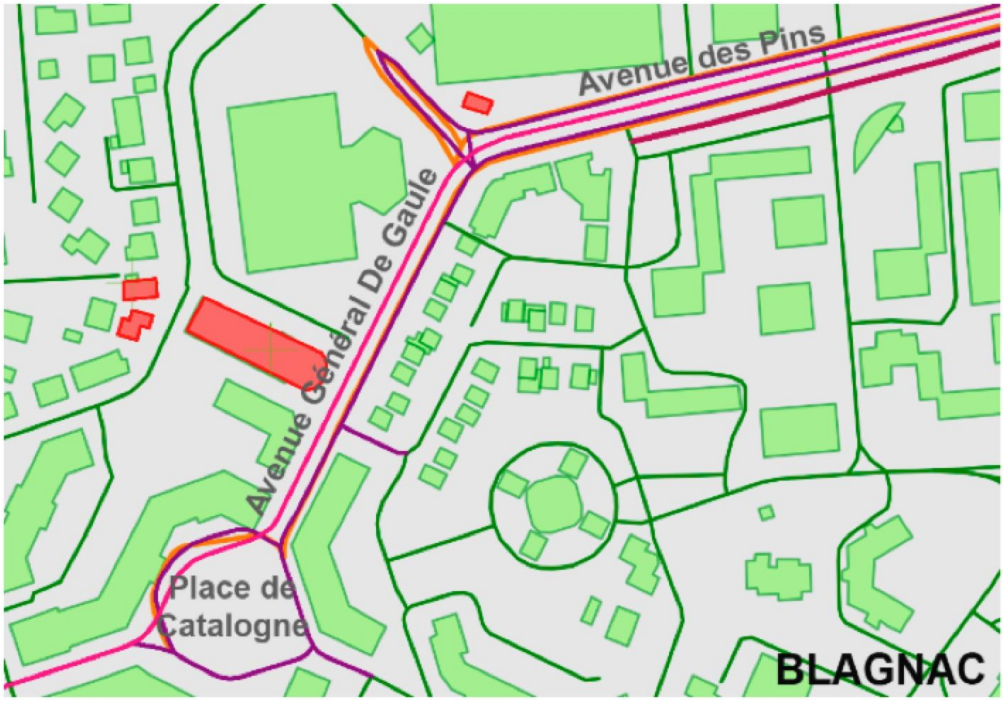

Figure 2: Saisie des nouveaux tronçons de voirie
vert : BD Topo® ancienne
orange : levés GPS des routes / violet : saisie stéréo des mêmes routes/
rouge : saisie stéréo de nouveaux bâtiments / rose : saisie stéréo de la ligne de tramway

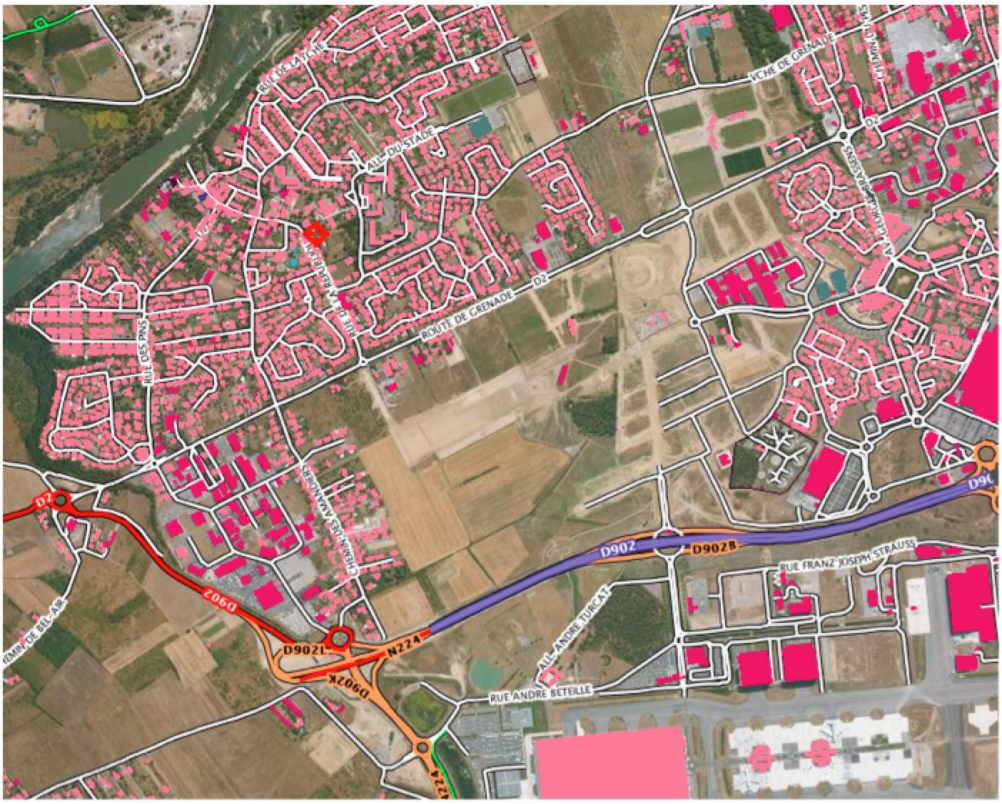

Figure 3 : zone d'activité « Andromède » avant implantation du tramway (version Géoportail –BD Ortho® 2006 BD Topo® 2009) ©IGN

Figure 4 : zone d'activité « Andromède » après implantation du tramway - Nouveaux objets en rouge, violet, cyan , BD Topo® ancienne en vert ©IGN 2010

RÉSULTATS

- Précision de localisation planimétrique des images

La modélisation physique des images a été utilisée pour générer le couple épipolaire ; la géométrie native des images, sans spatiotriangulation, montre un décalage de 2 m avec la BD Ortho 2006, ce qui atteste de l'excellente précision de localisation native des produits WV2 livrés ; après spatiotriangulation, le calage par rapport à la BD Ortho® est parfait.

La superposition entre la voirie 3D de la BD de travail V2 et les images stéréo est également parfaite.

- Acuité stéréoscopique / précision altimétrique / confort visuel

L'opératrice photogrammètre estime la précision de pointé en Z meilleure que 50 cm. On peut rapprocher cette estimation de la précision absolue du levé GPS de navigation, estimée à 2 m en altimétrie dans de bonnes conditions, ou à l'absence de collecte du Z pour certains levés GPS.

Le B/H relativement élevé génère un peu de fatigue, cependant le confort visuel est correct et compatible avec un travail continu de quelques heures.

La dissymétrie des prises de vue entraîne un léger basculement de la « verticale » qui nécessite une accoutumance.

- Complétude des levés stéréo

La performance en complétude, évaluée par référence aux images issues de la PVA d'août 2010, ne montre aucun oubli de saisie ; pistes cyclables, chemins piétonniers, nouveaux parkings, ont été également saisis dans la base. Certaines modifications sur le bâti ancien ont été apportées (figure 5). On notera que la Tour de Contrôle de l'aéroport, dont la saisie a été reprise, a été oubliée dans un premier temps, probablement mal appariée entre la vue 2D de la BD de travail V2 et la stéréo à fort B/H (figure 5 bis).

- Choix d'images N&B ou couleur

D'après l'opératrice qui a effectué la saisie, l'usage du noir et blanc en stéréo est suffisant pour saisir la géométrie de l'infrastructure urbaine. Rappelons que la phase d'identification sémantique (bâtiments publics, voirie), où la couleur peut s'avérer une information intéressante, est menée en aval par l'équipe MAJEC à l'aide d'enquêtes terrain.

- Génération d'une cartographie prototype au 1 :10 000

Un exercice de rédaction d'une carte dérivée des éléments vecteur issus de la version ancienne de la BD Topo® et des éléments saisis sur les images Worldview2 a été mené. Les figures 6, 8, 9 montrent des extraits de ce prototype de carte au trait sur les zones nouvellement aménagées suite au tramway : la zone de triage du tramway au nord, la zone aéroportuaire (aérogare nouveau au centre), un centre hospitalier (sud).

Figure 5 : Lycée de Blagnac – Contrôle qualité des saisies faites sur Worldview2 (en vert : BD Topo ancienne / autres couleurs : objets nouveaux ou repris) par référence au fond orthoimage à 25 cm d'août 2010 ©IGN.

L'interprétation en stéréo des images Worldview2 a permis d'attester la présence du sol entre les arceaux visibles du couloir de circulation intérieur (en vert) du Lycée, et donc de valider l'absence de structure en dur en couverture.

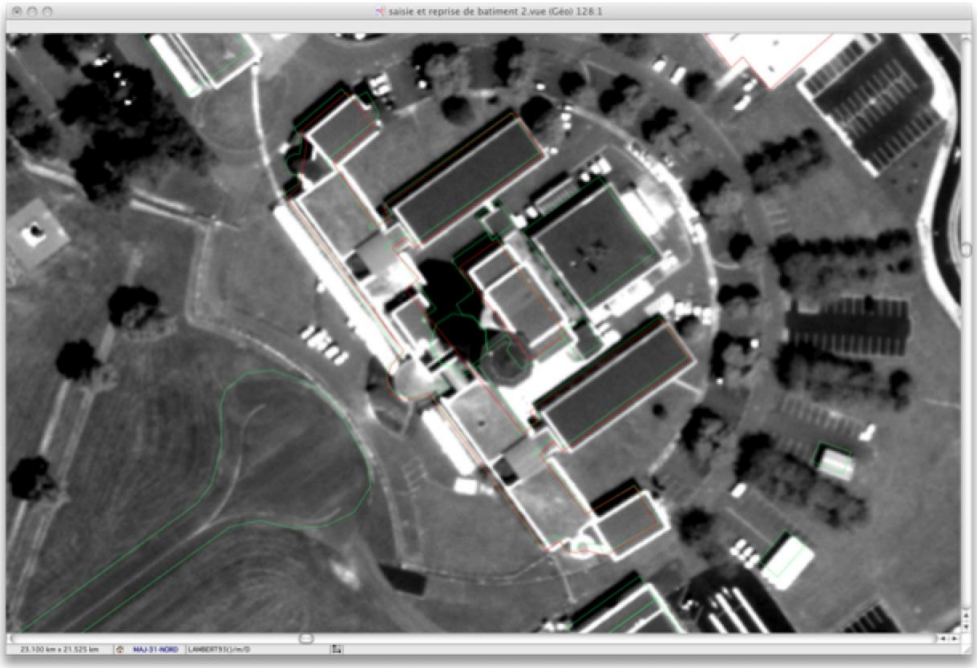

Figure 5 bis : Extrait Worldview2 sur la tour de contrôle de l'aéroport de Toulouse-Blagnac
© Digital Globe 2010

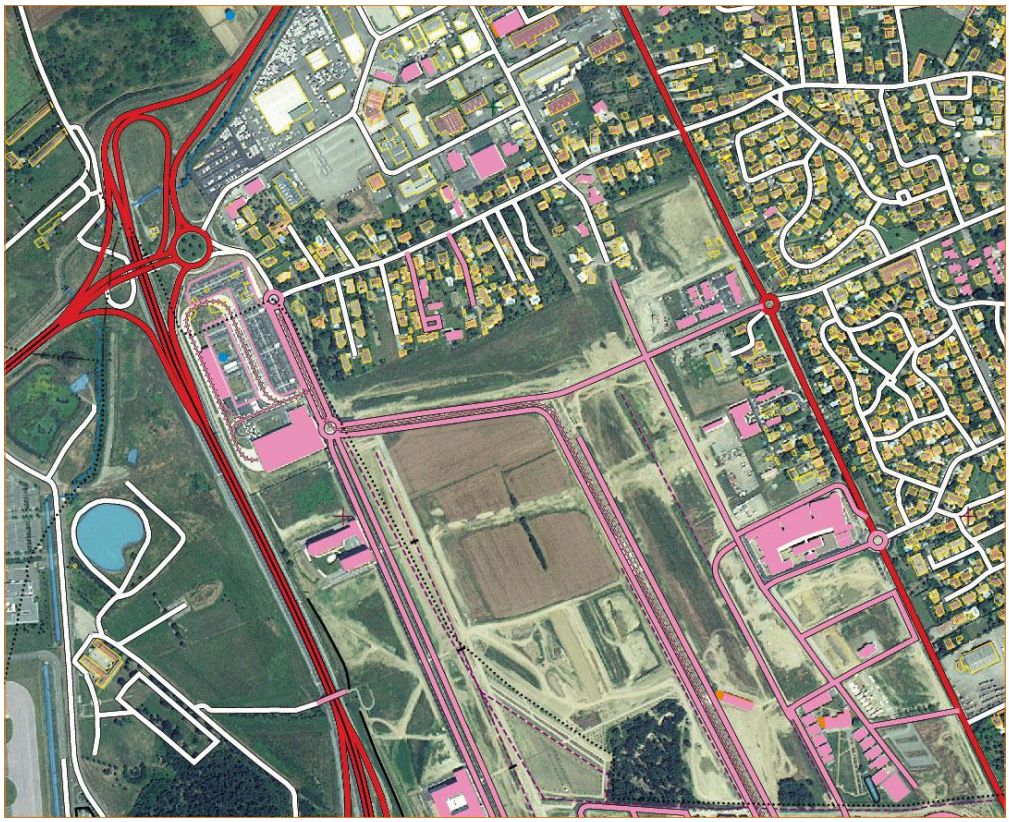

Figure 6 : Zone « Andromède » - Terminus Nord et voies de triage du tramway (objets nouveaux en rose)
Extrait de carte prototype au 1 :10 000 © IGN
Fond orthoimage Worldview2 couleur © Digital Globe 2010

Figure 7 : Légende de carte prototype au 1 :10 000

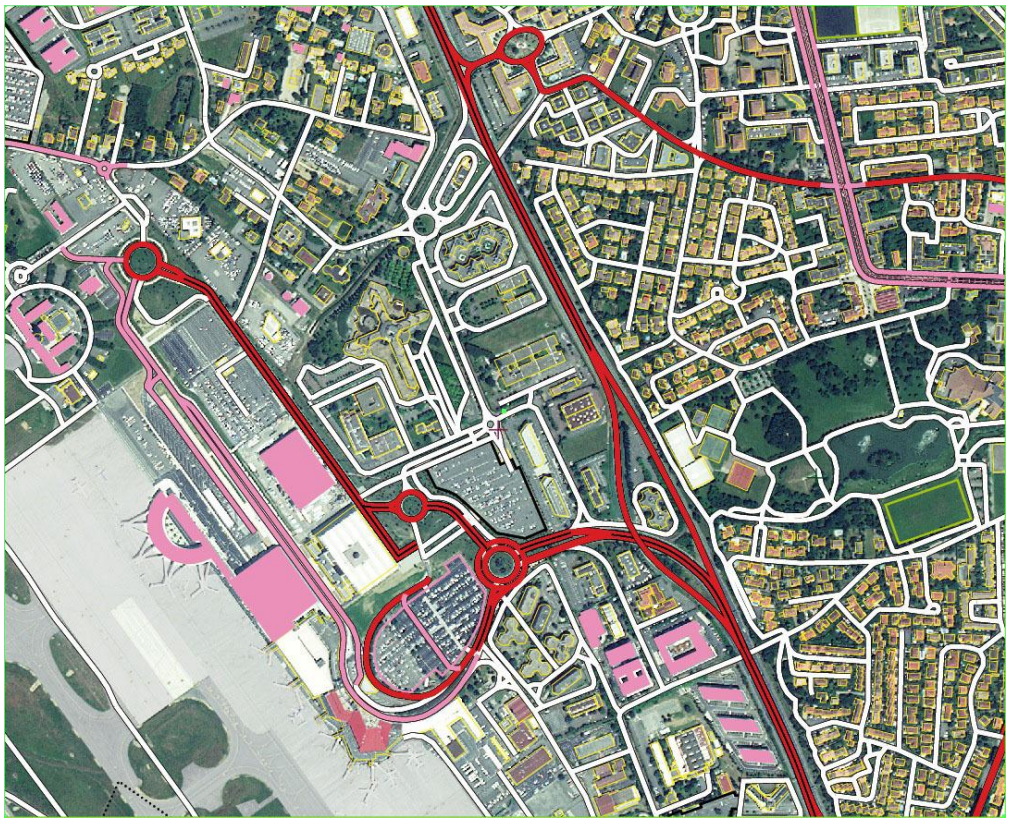

Figure 8 : Terminus Nord et voies de triage du tramway (objets nouveaux en rose)
Extrait de carte prototype au 1 :10 000 © IGN
Fond orthoimage Worldview2 couleur © Digital Globe 2010

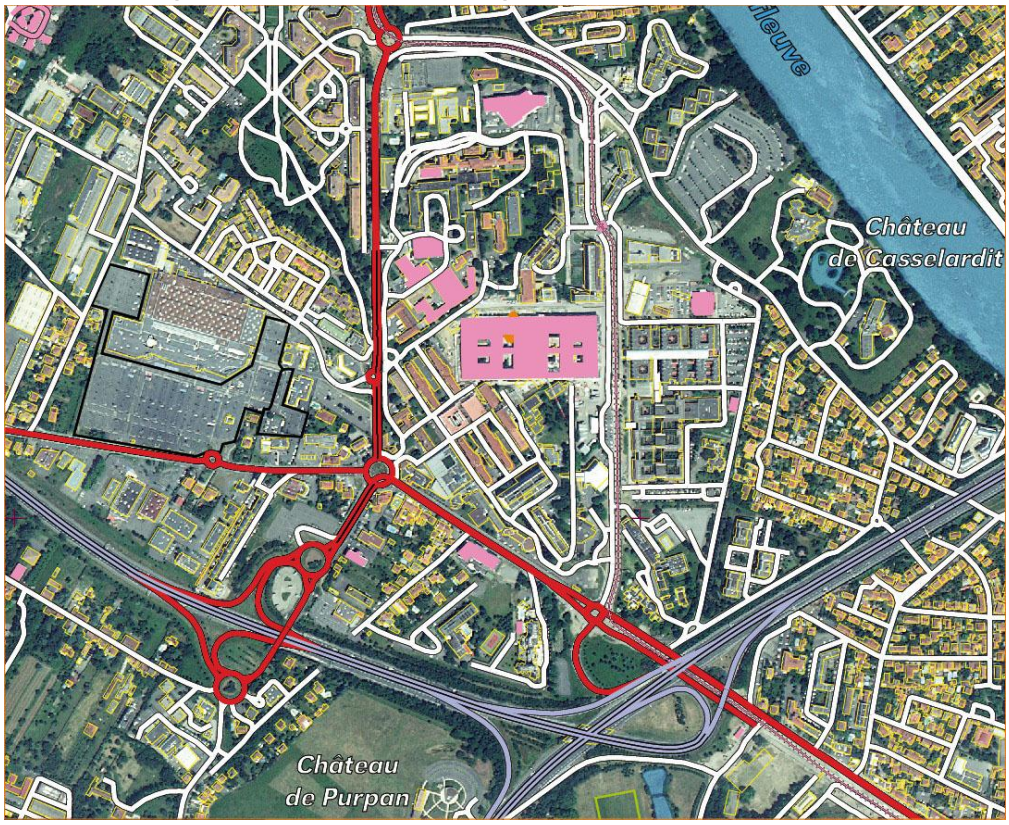

Figure 9 : Centre Hospitalier de Purpan (objets nouveaux en rose)
Extrait de carte prototype au 1 :10 000 © IGN
Fond orthoimage Worldview2 couleur © Digital Globe 2010

ENSEIGNEMENTS ET PERSPECTIVES

L'équipe de collecteurs « MAJEC » valide la restitution photogrammétrique réalisée.

L'ensemble des levés 3D, désigné grâce à l'attribut « Photogrammétrie » dans la base de travail courante, est donc habilité à une intégration dans la BD Topo® version 2010.

Il est évident que la « qualification » des données extraites de ce couple d'images WV2 dans le processus de saisie de la BD Topo® ne dispense pas d'un travail de collecte d'informations complémentaires, indispensables aux spécifications de la BD Topo®, par enquête terrain ou en administration (adresses, noms des rues, classement de la voirie, fonction des bâtiments publics, etc.).

On peut noter que la campagne aérienne d'été 2010 sur la zone aurait permis le levé du bâti dans des délais acceptables. L'apport du satellite - notamment du système Pléiades dont un quota de ressource sera dédié à des missions de service public - réside dans la possibilité qu'il offre de programmer à la demande la couverture de territoires réputés en forte évolution.

Cette étude démontre l'intérêt opérationnel de programmer des prises de vue satellitaires en stéréoscopie sur les zones urbaines ou péri-urbaines touchées par des aménagements conséquents, afin de disposer des moyens de mettre à jour la BD Topo® au plus près de la période d'achèvement des travaux (thèmes voirie et bâti principalement). Sur des aménagements de grande ampleur comme l'implantation d'une ligne de tramway, pour lesquels la date de mise en service est réputée bien connue, le déclenchement d'une prise de vue par anticipation de quelques mois sur la date d'achèvement des travaux est compatible avec une saisie complète de la géométrie des infrastructures.

Ce constat peut aussi s'appliquer aux grands travaux de type Ligne à Grande Vitesse (LGV) ou autoroute, pour lesquels la saisie sur image satellite stéréo des corridors de voie peut avantageusement compenser les difficultés d'accès au terrain pour y effectuer un levé par GPS.

Ainsi, pour la mise à jour de cartographie urbaine à grande échelle, la disponibilité croissante d'images de résolution submétrique de type Worldview2 et bientôt Pléiades, compatibles avec une édition à l'échelle du 1 :10 000 (hors hyper-centres urbains denses), offre de nouvelles possibilités aux pays émergents pour accélérer la mise à jour de leur carte de base sans un recours systématique à la photographie aérienne.

Sur le territoire français, l'utilisation par l'IGN de ces images devrait se développer, à la fois en contribution BD Ortho® aux couvertures systématiques sur la métropole et en premier lieu à l'outre-mer, ainsi que pour une actualisation plus rapide de la BD Topo®.

Après de nombreuses années d'investissement en moyens humains et de traitement, concrétisés d'abord par une utilisation massive de Spot5 pour la réalisation de modèles numériques de terrain à moyenne échelle et pour du transfert de technologie à l'international, l'IGN est en mesure d'appliquer son expertise en cartographie spatiale au bénéfice de ses missions d'entretien de l'infrastructure géographique nationale, et de faire bénéficier les acteurs publics de nouvelles sources image via le Géoportail.