

Le projet RGG (Référentiel Géographique Guyanais) de l'IGN : un nouveau référentiel géographique pour la Guyane

Michel Pausader¹
Philippe Campagne¹
Laurent Breton¹
Didier Blaquièrè ¹
Loïc Gondol¹
Sébastien Malassigné ¹
Florence Prigent¹
Erik Parisot¹

¹IGN, 2 avenue Pasteur 94165 Cedex Saint-Mandé
michel.pausader@ign.fr
philippe.campagne@ign.fr
didier.Blaquiere@ign.fr
loic.gondol@ign.fr
sebastien.malassigne@ign.fr
florence.prigent@ign.fr
erik.parisot@ign.fr

Abstract. French Guyana is one of those equatorial areas very difficult to map. The very important forest cover and its density make it very problematic the observation of the cartographic objects of interest : tracks, rivers etc ... Therefore the cartographic coverage of French Guiana was up to now very heterogeneous : large-scale on the seaside where most of the population is living, medium or small-scale elsewhere. The geographic databases covered only one third of the area. The dates of the maps were also very diverse.

The setup in 2006 of a station receiving the Spot imagery in Guiana changed the situation. Even if a large proportion of the images acquired at each pass of the satellite is very cloudy, the combination of them allows to get a "patchwork" usable. For this, an intensive programming has been done in 2007 et 2008 in 2,5 m multispectral mode.

After an experimentation on a first set of images and with cooperation with french MOD, IGN decided to launch the RGG (Référentiel Géographique Guyanais) project. This one includes for the whole of Guyana, a mosaiks of orthoimages at 2,5 m, a database with Defence and IGN format and a map coverage. The project was during 3 years from 2009 to 2011.

This project is for IGN the fist large-scale use for mapping over the national territory of the observation satellites. The availability of Pleiades imagery will allow to continue the update of national data bases.

Keywords : RGG, Spot5, BD Carthage®, BD Ortho®, BD Topo®

Résumé. La Guyane Française fait partie des régions équatoriales très difficiles à cartographier. Le couvert nuageux très important et la densité de la forêt équatoriale rendent très problématique l'observation des objets cartographiques d'intérêt : pistes, rivières etc ... De ce fait la couverture cartographique de la Guyane Française par l'IGN était très hétérogène : grandes échelles sur la zone littorale où vit l'essentiel de la population, petite ou moyenne échelle ailleurs. Les bases de données géographiques couvraient seulement un tiers du territoire. Les dates des cartes étaient elles aussi disparates.

L'installation en 2006 d'une station de réception des images des satellites Spot à Cayenne a changé la donne. Certes une grande partie des images acquises à chaque passage des satellites est très nuageuse mais la combinaison de celles-ci permet d'obtenir un « patchwork » multicouche exploitable. Dans cette optique, une programmation intensive a été effectuée en 2007 et 2008 en mode multispectral avec un pixel de 2,5 m.

Fort d'une expérimentation sur un premier lot d'images, l'IGN, avec le soutien du ministère de la Défense Français, a décidé de lancer le projet du RGG (Référentiel Géographique Guyanais). Celui-ci comprend sur l'ensemble du département (84 000 km²) : une mosaïque d'orthoimages à 2,5 m de pas, une base de données vecteurs respectant le standard Défense et le modèle de données IGN BDTopo®, dont on dérive une cartographie régulière au 1:50 000. Le projet s'est déroulé sur 3 ans de 2009 à 2011.

Cette opération constitue pour l'IGN la première grande exploitation cartographique des satellites d'observation sur le territoire national. L'arrivée des images Pléiades permettra d'appliquer ce potentiel à l'entretien du RGE sur le reste du territoire.

Mots-clés : RGG, Spot5, BD Carthage®, BD Ortho®, BD Topo®

1. Introduction : les besoins étatiques, l'état de la cartographie et des bases de données et les partenariats noués

Le projet RGG est né en 2006 d'un besoin convergent de l'IGN et de la Défense, rejoints ensuite par l'ONEMA. La Défense souhaitait se doter d'une base vecteur au format VMap2I sur les degrés carrés intersectant la Guyane ainsi que d'une cartographie au 1:50 000. L'IGN souhaitait rajeunir, compléter et uniformiser sa gamme de produits : BDORTHO®, BDTOPO®, cartographie partielle au 1:100 000 et globale mais ancienne au 1:500 000. Ainsi la réalisation d'un nouveau produit sur l'ensemble du territoire guyanais a été décidée : le RGG (Référentiel Géographique Guyanais) qui devait comprendre une couche image et une couche vecteur.

La cartographie et les bases de données étaient en effet alors disparates et partielles. Pour pallier à la difficulté et au coût d'acquisition d'images par la méthode aérienne classique, en raison de l'éloignement et surtout d'une couverture nuageuse quasi permanente sur un territoire très étendu (équivalent de 15 départements de métropole), il fut décidé de tester la faisabilité d'utiliser les images satellites en profitant notamment de la toute nouvelle station de réception SPOT de Cayenne (opérationnelle depuis début 2006). A la demande de la Défense une étude de chantier fut réalisée par la société GEO212 début 2007 qui préconisa trois scénarii utilisant des images satellite : l'un utilisant une combinaison d'images optiques à différentes résolutions, un autre utilisant des images radar, le troisième combinant les deux premiers. Le premier scénario fut finalement retenu et simplifié en n'utilisant que des images optiques à 2,5 m provenant de Spot5, suite à un test sur un degré carré. C'est la Défense qui a pris en charge le coût d'acquisition des images et l'IGN les coûts de traitement.

Un troisième partenaire, l'ONEMA, s'appuyant sur la DIREN Guyane et l'IRSTEA (ex-Cemagref) a exprimé ses besoins. L'ONEMA devait selon des directives européennes établir la base de données hydrographique sur l'ensemble du territoire français (aussi appelée BD CARTHAGE®) pour mi-2010, or celle-ci n'existait pas pour la Guyane. Sur la métropole cette base est réalisée et mise à jour par l'IGN et elle constitue la couche hydrographique de la bd moyenne échelle BDCARTO®. Compte tenu du couvert nuageux et forestier très dense, le délai était trop court et le projet trop complexe pour que l'IGN puisse le réaliser par les méthodes utilisées classiquement en métropole. L'ONEMA s'appuyant sur l'expertise technique de la DIREN Guyane et de l'IRSTEA (Montpellier) décida d'utiliser une méthode originale basée sur l'utilisation d'un modèle numérique d'élévation (la méthode de réalisation de la BD CARTHAGE® Guyane est décrite dans un autre papier du colloque) à partir duquel on détermine par calcul un réseau d'écoulement théorique. Le réseau hydrographique obtenu par cette méthode devait initialement être complété et vérifié grâce aux autres données disponibles, essentiellement des données IGN : cartes, BD, mosaïque d'images SPOT1, 2 et 4 à 20 m de 2007 et BD ORTHO® à 0,5 m. Le projet BD CARTHAGE® a finalement tiré grand profit de la mosaïque Spot5 à 2,5 m réalisée dans le cadre du RGG. L'IGN en retour a utilisé la BD CARTHAGE® dans le RGG car un premier essai avait démontré que l'important couvert forestier ne permet qu'une obtention très partielle du réseau hydrographique par photo-interprétation des images. La coopération entre organismes étatiques a été ainsi très fructueuse.

2. Premiers essais

Une étude préalable a été conduite sur une zone test d'un degré carré contenant la ville de Saül. L'ensemble du traitement en amont de la rédaction cartographique a été testé : sélection des images, spatiotriangulation, orthorectification, combinaison d'images pour restreindre les zones nuageuses, égalisation radiométrique des images, photointerprétation et extraction des objets vecteurs. Toutes les phases du traitement se sont révélées difficiles et les méthodes classiques ont dû être adaptées. Ce test s'est montré prometteur. Toutefois l'extraction du réseau hydrographique sur les images a manqué d'exhaustivité car la végétation masque souvent celui-ci

Afin de surmonter cette difficulté, le réseau hydrographique détecté sur les images a été complété par un réseau théorique calculé à partir du modèle numérique de surface, en l'occurrence le SRTM, le seul exhaustif sur le département. L'extraction de la base de données hydrographique a été effectuée grâce à la collaboration avec l'ONEMA (maître d'ouvrage de la BD CARTHAGE®) et la DIREN Guyane.

3. Réalisation de l'orthomosaïque SPOT et de la BDCARTHAGE®

Cette mosaïque couvre l'intégralité de la Guyane plus une zone autour d'environ 20 km de large. Les images satellite avec leurs nombreuses occurrences d'acquisition et leur fauchée importante offrent des possibilités intéressantes pour obtenir la couverture d'un territoire étendu comme la Guyane. Quand il s'agit d'une zone où le couvert nuageux est extrêmement fréquent une acquisition unique n'est pas suffisante. On utilise alors le processus de foisonnement, c'est à dire que pour chaque zone au sol on acquiert plusieurs images à des dates différentes telles qu'en utilisant les parties non nuageuses de chacune on arrive à reconstituer une image à peu près complète sans nuages. Bien sûr on ne peut pas savoir à l'avance de combien d'images on aura besoin pour cela. Pour minimiser le coût d'acquisition et de traitement il faut au fur et à mesure de l'acquisition déterminer le lot d'images optimal (c'est à dire celui qui permet d'obtenir la couverture maximale avec un nombre minimal d'images) et le pourcentage de couverture obtenu. Ce processus a été réalisé en utilisant les quick-looks (aperçus) des images Spot5 à 120 m de résolution. Sur ces quicks-looks un masque grossier de nuages a été extrait et c'est l'empilement de ces masques qui a permis la sélection des images. Pour le projet RGG, Spot5 a été programmé pour acquérir des images à chaque passage en visibilité de la Guyane. Pour obtenir une couverture satisfaisante il a été nécessaire d'utiliser des images des années 2007 et 2008. Il faut 45 KJ (zones élémentaires de 60 km par 60) pour couvrir la Guyane et la zone périphérique. La sélection s'est faite sur un lot de 700 images après élimination de nombreuses images complètement nuageuses. Le nombre d'images retenu finalement a été de 200, soit 4 à 5 images par zone au sol. Ces images ont été achetées par le ministère de la Défense Français, traitées par l'IGN et fournies au projet BD CARTHAGE®.

Toutes les images sélectionnées ont été ensuite modélisées géométriquement par processus de spatiotrangulation. Là encore l'opération n'est pas très simple car elle nécessite la prise de points d'appui et de points homologues sur toutes les images. Or ces points qui sont au sol sont souvent masqués soit par les nuages soit par le couvert forestier. Le modèle géométrique obtenu a permis l'orthorectification des images, mais le MNT utilisé (SRTM) n'est pas au niveau du sol mais presque au niveau de la canopée, ce qui entraîne des décalages sur les visées obliques. Au final la précision géométrique des orthoimages est estimée à environ 10 m

en planimétrie. Ces images ont été ensuite dénuagées par combinaison des différentes images et mosaïquées. Il a été nécessaire de les harmoniser radiométriquement. Heureusement la radiométrie des images est peu variable dans cette région ce qui rend moins difficile l'homogénéisation radiométrique du patchwork. Enfin une version en couleur pseudo-naturelles a été réalisée. Au final il en est résulté une mosaïque complète de la Guyane au pas de 2,5 m en deux versions (couleurs pseudo-naturelles et fausses couleurs) presque entièrement dénuagée, ce qui constitue la première couverture exhaustive depuis les prises de vue aériennes des années 1950. Les figures 1 et 2 montrent la mosaïque finale dans ses deux versions. La version pseudo-couleurs naturelles est publiée sur le géoportail national (geoportail.fr) où elle constitue la majorité du fond image le plus résolu.

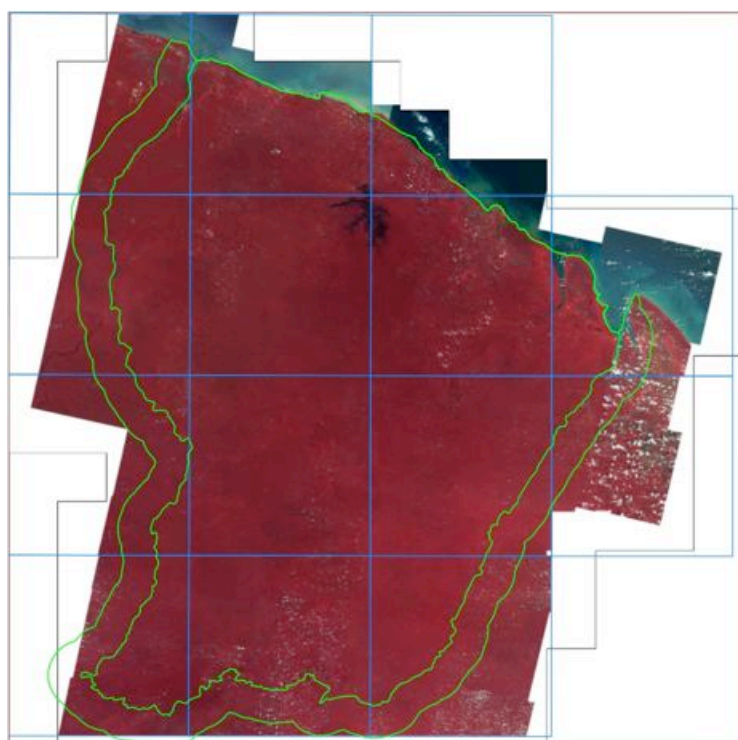


figure 1 mosaïque Spot à 2,5 m en fausses couleurs (en vert la frontière de la Guyane et la zone périphérique de 20 kms autour)



figure 2 mosaïque Spot en pseudo-couleurs naturelles

La BD CARTHAGE® a été réalisée ensuite et permet d'obtenir la première couche hydrographique exhaustive sur la Guyane. Cette couche est utilisée pour la couche hydrographique du RGG.

4. Réalisation de la base vecteur

En fait il s'agissait de réaliser 2 bases vecteurs, la base au format Vmap2I® pour la Défense Française et une base au format IGN. Ces deux bases ont un contenu quasi-identique mais un formatage différent.

La première décision d'importance, pour ne pas dupliquer les efforts, fut celle de commencer par réaliser d'abord la BDTPOPO® et d'en déduire la base VMap2I®. Dans un premier temps, on a défini les règles de passage de la BDTPOPO® au VMap2I®. Il fallait au passage prendre en compte les spécificités de la Guyane et faire valider ces règles par la Défense. Ce travail fut réalisé en coopération entre 3 services de l'IGN et aboutit à la rédaction d'un document qui fut remis à la Défense début 2010. Après de légères modifications ce document fut validé par la Défense.

Le projet RGG était atypique par rapport aux processus de production habituellement utilisés à l'IGN : utilisation d'images satellite, pas de MNT existant mais seulement un MNS (SRTM), légende un peu différente de celle de la métropole, nouvelle série cartographique à créer (le 1:50 000 Défense), nouveau format de base de données (VMap2I®), utilisation de données très hétérogènes (BDTOPO®, BDCARTO®, BDCARTHAGE®, fichiers d'organismes partenaires, etc ...

Donc trois études ont été lancées pour définir les méthodes de production :

- une pour définir le processus de réalisation de la BDTOPO® à partir des nombreuses données existantes et celles extraites des images
- une pour transcrire la BDTOPO® en VMap2I®
- une pour définir le processus de cartographie du 1:50 000 à partir du VMap2I®

Ces trois études ont permis de définir les processus de production mis en œuvre essentiellement par le service de la cartographie de l'IGN, avec le soutien technique du service des bases de données vecteur.

Il existait de nombreuses données antérieures au RGG sur la Guyane, à la fois en vecteur et en raster mais elles étaient très hétérogènes en terme de couverture, de précision et d'ancienneté : pour les données vecteur, sur une étroite frange littorale, une BDTOPO® récente, sur le tiers nord une BDCARTO® plus ancienne, sur l'ensemble du territoire la toute récente BDCARTHAGE®. Pour les données raster le MNS SRTM et l'orthomosaïque SPOT5, la BD ORTHO® aérienne de 2006-2007 ne couvrant qu'une petite fraction du territoire le long du littoral et des grands fleuves frontière à l'est et à l'ouest (16 000 km²). Il existait aussi des cartes anciennes (parfois très anciennes). Afin d'une part de n'avoir plus qu'une seule base couvrant l'ensemble du territoire guyanais et d'autre part d'avoir la meilleure qualité possible, il a été décidé qu'il fallait avoir une BD hétérogène de ne garder pour une zone donnée que les informations les plus précises. Ainsi dans l'extrême nord on a conservé la BDTOPO® et plus au sud la BDCARTO®; celles-ci fournissant pour l'hydro (qui est un thème majeur en Guyane) une information plus dense que la BD CARTHAGE® sauf pour certains tronçons où la BD CARTHAGE® saisie sur les images était mieux localisée et a été conservée. Ailleurs, soit dans les 2/3 du territoire, la BD CARTHAGE® et les informations extraites des images SPOT ont été utilisées. L'altimétrie (courbes de niveau et points cotés) a été dérivée partout du SRTM à partir duquel nous avons calculé les courbes et des points cotés. La toponymie a été extraite de cartes anciennes et de la BD CARTHAGE® pour l'hydronymie. Pour l'occupation du sol, ont été utilisés la base Corine-Land-Cover récente sur la zone côtière et la BD CARTO®. Quelques données de partenaires (ONF, Défense, DREAL) ont aussi été utilisées. La fusion de toutes ces données a été effectuée dans une base sous géoconcept®. La base résultante a été mise en correspondance géométrique avec l'orthomosaïque SPOT. Sur celle-ci ont été photo-interprétés d'autres thèmes. Cette tâche a été réalisée par une équipe de 6 opérateurs formés et soutenus techniquement par des ingénieurs qui ont rédigé les consignes de saisie. Ce travail a duré un peu plus d'un an. Le résultat en a été une base complète au format de la BD TOPO® grande échelle ainsi qu'une base complémentaire comprenant d'autres thèmes nécessaires pour la cartographie.

5. Réalisation de la cartographie

Le Service de la cartographie s'est appuyé sur la base BDTOPO® et sur une base complémentaire pour réaliser la cartographie au 1:50 000. Cette base complémentaire a été créée pour compléter la BD TOPO® afin de réaliser la carte de base. Dans le cas de la Guyane 5 classes particulières ont été ajoutées : une relative à la végétation sur sable, une relative aux zones rocheuses de faible pente et trois pour les courbes de niveau et points cotés (2 types de points cotés en provenance soit de la BD ALTI (MNT du nord du pays soit de la BDTOPO®). Un processus inédit a été mis au point pour la cartographie. Il s'agit d'une cartographie relativement "expédiée" qui fait appel à un maximum d'automatismes et à un minimum de reprises interactives. La base de données RGG est importée dans GeoConcept par quart de degré carré, l'unité de travail pour la cartographie (environ 55 km x 55 km). Après les étapes de traitements automatiques regroupant symbolisation, décalage des objets

ponctuels par rapport aux réseaux, orientation des courbes et généralisation des bâtiments, le logiciel WinPAT® place automatiquement les toponymes. Les reprises interactives sont alors effectuées : elles concernent les toponymes, les points cotés, les cascades et les bords de dalle. Les données sont ensuite exportées vers le logiciel Mercator pour la symbolisation finale. Entre temps, les éléments d'habillage auront été préparés sous Illustrator® (légende, cartouche de situation, ...) ou Geoview® pour l'extraction de l'estompage et le dessin du cadre et du carroyage. Chaque quart de degré carré donne naissance à deux cartes.

Scans des cartes : les cartes réalisées ont été scannées donnant ainsi naissance à un autre produit le scan50 numérique. Ces cartes scannées ont été publiées sur le Géoportail national (geoportail.fr).

En figures 3 et 4 sont figurées une carte de la région de Saül (centre de la Guyane) et un zoom sur cette même carte. Bien évidemment sur ce paysage le vert domine ainsi que le bistre des courbes de niveau et des points cotés.



figure 3 nouvelle carte de Guyane au 1:50 000 sur la région de Saül



figure 4 : zoom sur la carte précédente

6. Conclusions

Ce projet a permis de réaliser des produits nouveaux : une orthoimage au pas de 2,5 m, une base de données géographiques couvrant l'ensemble de la Guyane incluant la base hydrographique dite BD CARTHAGE® et une série inédite de cartes à l'échelle du 1:50 000, qui sera suivie d'une série au 1:100 000. Il a permis également de mettre au point des méthodes inédites pour réaliser :

- la orthomosaïque d'images satellites dénuagées par fusionnement d'images,
- le fusionnement de données vecteurs de précisions et densités différentes,
- le développement de cartographie semi-automatisée.

La base de données sera enrichie et corrigée à partir d'un système de remontées d'informations qui fait l'objet d'une convention entre l'IGN et les utilisateurs. L'utilisation du satellite Pléiades d'une résolution plus fine devrait permettre une mise à jour de cette base de données sur la durée.