

## **Recalage et mise à jour de la cartographie du Gabon à partir d'images satellite : Évaluation de l'apport technique et opérationnel des images radar.**

Jean-Philippe Cantou,

IGN Espace

Parc technologique du canal, 24 rue Hermès,

F-31527 Ramonville St-Agne Cedex

E-mail : ign-espace@ign.fr

### **Le contexte du projet :**

Dans le cadre du programme PRGIE piloté par la Banque mondiale sur l'Afrique Centrale, le Projet Forêt et Environnement du Gabon (PFE) a confié à IGN France International la réalisation d'une base de données géographiques couvrant les 270000 km<sup>2</sup> du pays. Menés en amont de travaux de stratification forestière, ces travaux de cartographie avaient pour but de produire un fond topographique géométriquement et sémantiquement homogène, compatible avec l'usage du GPS, et dérivé de la cartographie ancienne au 1:200000 par mise à jour à partir d'imagerie satellitaire. IGN-FI a sous-traité d'une part à IGN Espace la production des MNT, orthoimages et spatio-cartes, d'autre part à l'Institut Cartographique du Gabon (INC) l'interprétation des images, la rédaction numérique des cartes et les travaux de terrain. Par ailleurs, le projet PFE a commandé à Spot Image l'ensemble des images spatiales nécessaires à la mise en œuvre de la méthodologie retenue.

**Mots-clés :** GPS, recalage de cartes, MNT

### **The context of the project :**

In the setting of the PRGIE program piloted by the worldwide Bank on the Central Africa, the Project Forest and Environment of Gabon (PFE) confided to IGN France International the realization of a geographical data base covering the 270000 km<sup>2</sup> of the country. Led in uphill of forest stratification works, these works of cartography had for goal to produce a topographic bottom geometrically and semantically homogeneous, compatible with the use of the GPS, and derivative of the ancient cartography at 1 : 200000 up dating from satellite imagery IGN-FI subcontracted to IGN Space the production of the DTM, orthoimages and satellite images maps on the one hand, and on the other hand, to the Cartographic institute of Gabon (INC) the interpretation of images, digital drawing up of maps and the works of land-Otherwise, the PFE project ordered to Spot Image all the necessary spatial images to the implementation of the retained methodology.

### **La méthodologie utilisée** (cf. schéma joint) :

En préalable à la définition d'une méthodologie, IGN Espace a mené une évaluation du contenu et de la qualité géométrique très variables des 34 coupures au 1:200000 couvrant le pays, et a examiné l'archive d'images Spot, ERS, Radarsat. La nébulosité quasi-permanente du territoire a conduit IGN Espace à proposer une méthodologie exploitant au mieux le potentiel cartographique connu et les conditions de programmation et d'acquisition des images ERS et Radarsat, en l'adaptant au contexte cartographique :

- Complément d'acquisition d'images ERS (orbites ascendantes), destinées à produire un canevas dense de détails terrestres localisés par radargrammétrie, en évitant ainsi le recours à une campagne GPS massive.
- Programmation de segments Radarsat monoscopiques en mode standard, destinés à la production d'orthoimages
- Programmation de couples radargrammétiques Radarsat destinés à produire par corrélation automatique l'altimétrie des zones qui en étaient dépourvues
- Sélection et observation de détails radar/terrestres par GPS, à des fins d'amélioration de la localisation a priori des segments ERS.
- Numérisation semi-automatique des courbes de niveau existantes
- Mise en œuvre d'une modélisation des images par « spatiotriangulation multi-capteur »
- Recalage en système GTM (WGS84) des cartes anciennes scannées
- Production d'un MNT global
- Edition des images Spot XS peu nuageuses, en priorité sur les zones non cartographiées
- Orthorectification des images Radarsat et Spot
- Mise au point de la légende de la base de données, en fonction des contraintes de l'imagerie source et du besoin d'homogénéité territoriale
- Interprétation/rédaction des spatio-cartes Radarsat, à l'aide des cartes scannées, spatio-cartes radar et orthoimages Spot.
- Complètement cartographique sur le terrain

### **Les enjeux du projet :**

Dans ce projet de cartographie, d'un montant global d'environ 1 M d'Euros et d'une durée de 2 ans, les enjeux techniques et opérationnels portaient notamment sur :

- L'acquisition complémentaire d'images ERS par la station mobile installée à Libreville (passages de nuit).

- La qualité des prétraitements géométriques des 150 images radar demandées (expérience limitée jusqu'alors)
- La disponibilité de détails terrestres homologues image radar / carte
- La précision des MNT réalisés par corrélation radargrammétrie
- Le contenu informatif des images Radarsat pour la mise à jour des cartes

### **Le bilan du projet**

Concernant les images ERS, la couverture ascendante a pu être obtenue complète à 85% grâce au maintien opérationnel de la station mobile sur place, et les prétraitements par l'ESA ont montré une fiabilité de l'ordre de 95%, ce qui a permis le recalage géométrique de l'ensemble du jeu de cartes anciennes.

Les images Radarsat programmées ont été acquises en 8 mois, conformes aux configurations demandées et avec un taux de rejet après prétraitement de l'ordre de 5%.

Les produits obtenus sont les suivants :

- un canevas d'environ 300 amers terrestres de précision 15 mètres en XYZ
- un MNT de classe DTED1 (précision altimétrique 30m, sursol) ;
- un fond d'orthoimages mosaïquées Radarsat d'une précision planimétrique de 30 à 50 m.
- un jeu de cartes scannées recalées dans le système WGS84 (compatibles GPS)
- une base de données à jour, de contenu homogène et précision 50m

L'utilisation opérationnelle des images radar en zone équatoriale a pu être démontrée, en particulier au plan géométrique :

En zone de forêt équatoriale, la localisation de détails terrestres par spatiotriangulation ERS est une alternative économique à l'organisation de campagnes GPS à la logistique trop lourde (hélicoptère, accès). En utilisation multicapteur, cette technique permet de modéliser toute imagerie optique ou radar.

L'évaluation des MNT radargrammétiques par référence à des cartes stéréorestituées à partir de levés aériens a montré que la classe de précision altimétrique 25-50 m (type standard OTAN DTED1), très utile pour l'orthorectification d'images, peut être atteinte.

Toutefois, le relief doit être modéré pour préserver l'exhaustivité de la couverture stéréoscopique, et le choix du B/H doit être approprié.

Enfin, la sensibilité au relief des images radar, qui se traduit visuellement par un estompage radiométrique « naturel », permet d'apprécier facilement la qualité de restitution de courbes de niveau sur fond d'orthoimage.

En matière de contenu sémantique, les images Radarsat en mode standard n'apportent pas en zone de forêt dense toute l'information nécessaire à l'édition de cartes à moyenne échelle.

En particulier la reconnaissance du réseau routier principal est limitée, elle doit être guidée par une cartographie existante, ou complétée sur le terrain. Toutefois ces images fournissent les contours précis de l'hydrographie de surface et des zones inondables, et le choix d'une incidence faible permet de détourner de façon fiable les zones habitées.

#### **Des perspectives :**

Les applications d'une base de données géographique, même à moyenne échelle, sont innombrables dans un pays comme le Gabon, que ce soit pour les maîtres d'ouvrages publics (aménagement, infrastructures, gestion de ressources naturelles...) ou les acteurs économiques (forestiers, miniers, pétroliers,...).

Une agence régionale a été mise en place à Libreville par la Banque Mondiale, notamment pour faire connaître auprès de ces acteurs les nouvelles sources et produits géographiques.

En matière de cartographie topographique, ce projet ouvre plusieurs perspectives :

- l'utilisation du canevas ERS pour le calage de nouvelles images spatiales
- l'édition de cartes papier à jour à partir de la BD
- la mise à jour de la carte générale du pays
- l'utilisation du MNT produit dans différents contextes applicatifs