



Modélisation radargrammétrique 3D en mode ultra-fin de RADARSAT-2 : Résultats préliminaires de l'évaluation géométrique

Thierry Toutin and René Chénier
Centre canadien de télédétection

La géométrie et l'exactitude de la localisation cartographique tridimensionnelle (3D) des données du radar à synthèse d'ouverture (RSO) de RADARSAT-2 sont évaluées dans le cadre du programme des Initiatives de cartographie topographique (ICT) du Secteur des sciences de la Terre (projet RADARSAT en collaboration avec le Centre d'information topographique (CIT) de Sherbrooke) et du Programme de recherche sur les applications scientifiques et opérationnelles ainsi que du Programme d'initiatives gouvernementales en observation de la Terre (IGOT) de l'Agence spatiale canadienne.

Afin d'utiliser convenablement les nouveaux modes polarimétrique et à haute résolution des données RSO de RADARSAT-2, un modèle radargrammétrique 3D précis, rigoureux et robuste doit être mis au point et évalué.

Dans un premier temps, le modèle physique tridimensionnel de Toutin, déjà élaboré pour RADARSAT-1, a été adapté au capteur de RADARSAT-2 et appliqué à deux images en mode ultra-fin (U2 et U25) acquises au-dessus de la région de Beauport, au Québec. Par la suite, la modélisation 3D et la localisation géométrique ont été évaluées au moyen de différentes analyses d'erreur (résultats statistiques, comparaisons relatives des deux images quasi épipolaires et des deux ortho-images) et de différentes données vérifiées (points de vérification, orthophotos à exactitude de 1 m, cartes scannées à l'échelle de 1/20 000).

Le modèle physique 3D de Toutin est un modèle multi-capteurs et peut traiter la géométrie de différents capteurs des domaines visible et infrarouge (VIR) et RSO :

- Miroirs oscillants de balayage (séries Landsat),
- Scanneurs à barrette de détecteurs (SPOT, IRS, ASTER),
- Scanneurs agiles (Ikonos, EROS, QuickBird, Formosat),
- RSO (Seasat, SIR-C, RADARSAT-1).

Une adaptation préliminaire a été récemment effectuée pour le RADARSAT-2.

Le modèle radargrammétrique 3D de Toutin, adapté pour tenir compte des nouvelles caractéristiques du RSO de RADARSAT-2, a été mis à l'essai sur deux images en mode ultra-fin, U2 (angle de visée de 30,8 à 32°) et U25 (angle de visée de 47,5 à 48,3°), acquises au-dessus d'une zone d'étude vallonnée (variation d'altitude de 600 m), au nord de la ville de Québec.

Le couple stéréoscopique présente un angle d'intersection de 17°, deux fois celui du RADARSAT-1 en mode fin. Avec des quantités et répartitions différentes de points d'appui au sol, le modèle a été calculé avec une compensation itérative quadratique par gerbes perspectives, individuellement pour chaque image (monoscopie) et simultanément pour les deux images (stéréoscopie). Les différents essais ont permis de valider les possibilités d'application, la stabilité et la robustesse du modèle radargrammétrique 3D de Toutin pour le RADARSAT-2, sans entraîner d'erreur systématique ou locale.

On peut résumer tous ces résultats cohérents de la façon suivante : (1) exactitude de 2 m pour le positionnement 2D; (2) exactitude planimétrique de 1 m et exactitude altimétrique de 2 m pour le positionnement et la restitution 3D (combinant les erreurs de pointage des images). Trois autres validations du modèle ont été effectuées : (A) l'examen des images quasi épipolaires et anaglyphiques 3D indiquent une erreur inférieure à 0,2 m (voir l'agrandissement des images quasi épipolaires avec un écartement de 0,5 m); (B) l'alignement et la comparaison des ortho-images indiquent une erreur inférieure à 1 m; (C) l'alignement et la comparaison de l'ortho-image U25 avec une orthophoto indique une erreur inférieure à 1 m. En conclusion, ces quatre validations, et principalement l'examen des images quasi épipolaires, permettent d'obtenir un niveau de confiance élevé : ainsi, la précision du modèle radargrammétrique 3D de Toutin se situe à environ 0,2 m et l'exactitude de restitution 2D/3D est de l'ordre de 1 à 2 m.



Figure 1 : Le site d'étude au nord de la ville de Québec, Québec, Canada (47°N, 71°30'W), embrasse différents environnements : urbain et résidentiel, semi-rural et forestier.

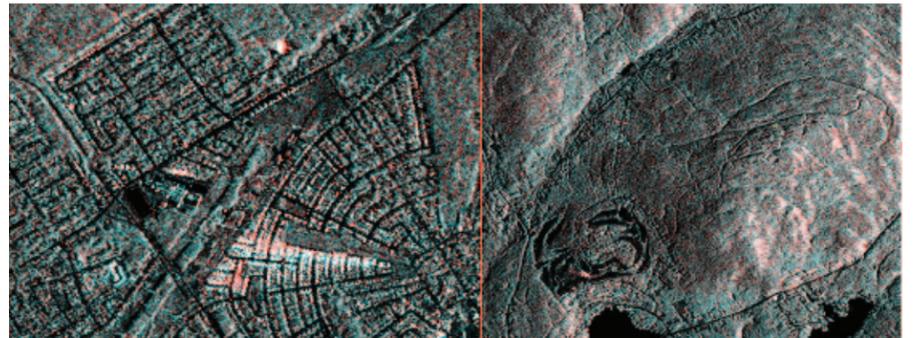


Figure 2 : Ortho-image en composition colorée : R=U2, V=U25, B=U25. Différence maximale de 1-2 pixels (1-2 m) entre les deux ortho-images

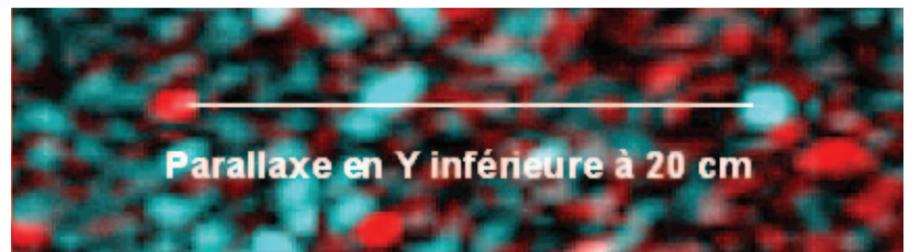


Figure 3 : agrandissement d'un anaglyphe 3D (écartement de 0,5 m) montrant une précision inférieure à 0,2 m pour le modèle géométrique 3D de Toutin

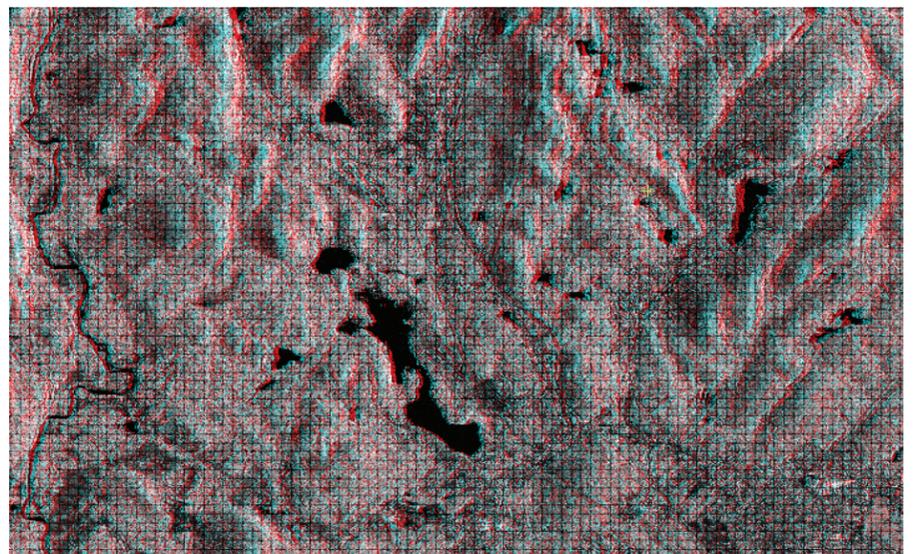


Figure 4 : anaglyphe (écartement de 1 m) utilisant les images U25 (rouge) et U2 (bleu) : dans une bonne vision stéréoscopique, il n'y a pas de parallaxe verticale, ce qui confirme une bonne modélisation radargrammétrique 3D