

Applications du RSO de RADARSAT en milieu aride ; le cas de la Jordanie

R. Saint-Jean
MIR Télédétection Inc.
2182, de la Province, Bureau 208
Longueuil (Qué) Canada J4G 1R7

Téléphone: 613-947-1306
Télécopieur: 613-947-1385
stjean@ccrs.nrcan.gc.ca

V. Singhroy
Centre canadien de télédétection
588 rue Booth, pièce 207
Ottawa (Ont), Canada H3A 0Y7

Téléphone: 613-947-1215
Télécopieur: 613-947-1385
singhroy@ccrs.nrcan.gc.ca

Résumé

Le radar à synthèse d'ouverture (RSO) du Centre canadien de télédétection a permis d'acquérir une image en Jordanie orientale, près de l'oasis de Azraq, afin de tester le potentiel du capteur RSO de RADARSAT-1 pour des applications en milieu aride. L'image fut ensuite traitée afin de simuler le chatoiement et la résolution de RADARSAT-1 pour les modes à résolution standard et à haute résolution.

La comparaison des différentes images permet d'évaluer le potentiel du RSO de RADARSAT-1 pour les applications en gestion du territoire, désertification et en gestion des eaux en milieu aride, géomorphologie, lithologie et hydrogéologie. Les résultats montrent que la simulation du mode à haute résolution (mode FIN) possède une bonne résolution spatiale mais un contraste assez mauvais dû au chatoiement. La simulation du mode à résolution standard (mode STANDARD), bien que d'une résolution spatiale inférieure, montre un bon contraste et une bonne dynamique radiométrique.

Abstract

The Canada Centre for Remote Sensing airborne Synthetic Aperture Radar (SAR) acquired an image from the Azraq area in Eastern Jordan in Dec. 1993 to test the potential of the sensor in managing natural resources in arid environments. The resulting image was processed to simulate the speckle and the resolution of RADARSAT-1 STANDARD and FINE modes.

Comparisons between the high resolution airborne SAR image and the simulations are used to examine the potential of RADARSAT-1 SAR for land use and vegetation, landform, rock units and drainage. Results shows that the FINE mode simulation has a good spatial resolution but has poor contrast due to speckle "masking". The STANDARD mode simulation, although having a lower resolution, shows detailed surface features and has a good dynamic range.

INTRODUCTION

En décembre 1993, le RSO aéroporté du Centre canadien de télédétection faisait l'acquisition d'une image en bande C de la région de Azraq, en Jordanie orientale. Le but du projet était d'obtenir des

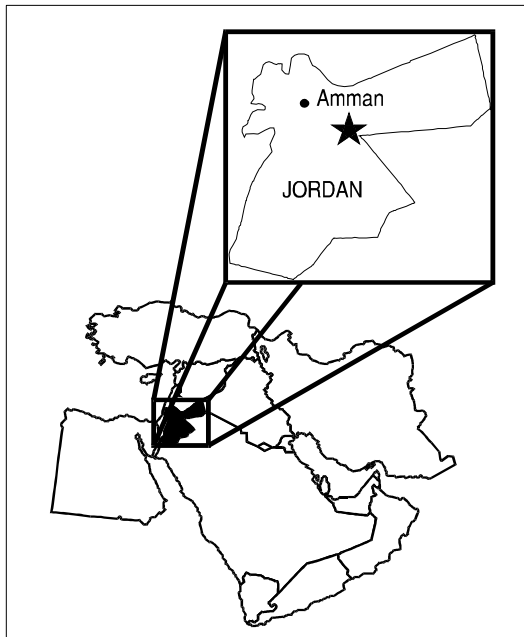
Tableau 1. Résolution spatiale et nombre de visées nominales des images

TYPE D'IMAGE	RÉSOLUTION SPATIALE	NOMBRE DE VISÉES
RSO aéroporté	6 m	7
simulation en mode FIN	10 m	1
simulation en mode STD	25 m	4

images de façon à fournir des indications sur la gestion du territoire et aussi afin d'évaluer le potentiel du RSO de RADARSAT-1 pour ce type d'environnement. L'image aéroportée a ensuite été traitée afin de simuler la résolution et le chatoiement des modes STANDARD et FIN de RADARSAT-1, pour obtenir une évaluation préliminaire des possibilités du capteur RSO spatioporté. Le tableau 1 montre les caractéristiques des différentes images. L'excellente résolution spatiale du capteur aéroporté associé au nombre élevé de visées nous a amené à utiliser cette image pour fin de comparaison avec les simulations.

ÉVALUATION DES MODES D'ACQUISITION DE RADARSAT

Figure 1. Localisation de la région de Azraq dans l'est de la Jordanie.



La région de Azraq en Jordanie orientale (fig. 1) se caractérise par un environnement aride recevant moins de 20 cm de précipitation par année (Halasah, 1995). La topographie y est d'un intérêt particulier puisqu'il s'agit d'un creux régional entouré de plusieurs sources et lacs saisonniers. Le pompage des eaux souterraines excède le niveau de recharge de la nappe phréatique et la qualité de l'eau décline (Banque mondiale, 1995).

L'évaluation des modes FIN et STANDARD de RADARSAT sera effectuée en comparant les simulations¹ de la résolution et du chatoiement à l'imagerie à haute résolution spatiale du RSO aéroporté du CCT. Pour ce faire, quatre sites (montrés à la Figure 2) furent choisis sur l'image RSO aéroportée. Chaque site est représentatif d'une application commune en milieu aride.

Les sites ont été choisis pour étudier la végétation et l'utilisation du territoire (site A), la géomorphologie (site B), la discrimination des formations rocheuses (site C) et l'hydrogéologie et le drainage de surface (site D). Chaque site occupe une surface de huit kilomètres carrés. Sur toutes les images, le chatoiement a été réduit en appliquant le filtre Gamma-Map (Lopes *et al.*, 1993) et en

¹ Les simulations ont été produites par un ré-échantillonnage de l'image RSO aéroportée originale. Seules la résolution et le chatoiement des modes FIN et STANDARD ont été simulés; les effets d'angle d'incidence n'ont pas été simulés.



Figure 2. Image RSO aéroportée montrant les quatre sites choisis.

utilisant le nombre de visée nominal pour chaque type d'image. Les images furent ensuite rehaussées en utilisant une table de transformation à échelle logarithmique pour optimiser la dynamique radiométrique de l'image.

A. RADARSAT pour la gestion du territoire (Fig. 3A)

Dans la région de Azraq, les parcelles cultivées sont restreintes aux champs irrigués et la végétation limitée aux lits des oueds et aux playas (lacs asséchés). Les cultures consistent en des vergers (oliviers, agrumes, palmiers dattiers) et certaines cultures maréchaies (Harahsheh, 1995).

L'imagerie RSO nous montre des détails dans la structure des deux grands champs irrigués et en plusieurs endroits des structures linéaires délimitent les bordures des champs. La tache plus claire dans un des champs est le résultat de labours qui a augmenté la rugosité de surface du champ. Juste au sud des deux grands champs, on retrouve un petit oued dont la signature très brillante résulte de la présence de broussailles et de blocs rocheux ce qui produit une texture très "rugueuse" pour le RSO. Les taches sombres sur l'image correspondent à des dépressions remplies de sable et de silt dont la surface est très "lisse" pour le RSO. Dans le même ordre d'idées, les variations de tons observées dans les champs sont le résultat des variations d'humidité

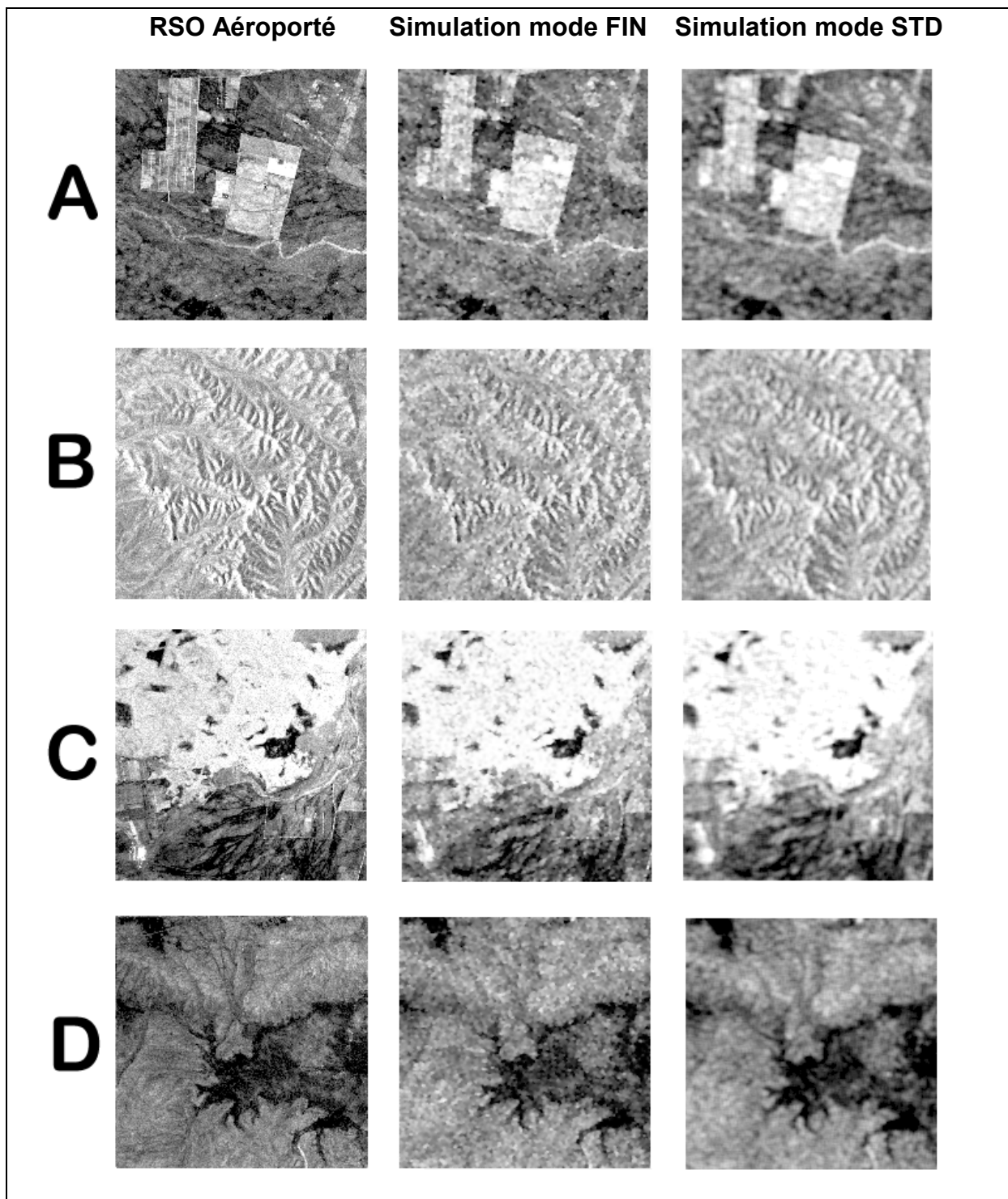
et de rugosité de la surface.

L'image de la simulation à haute résolution montre bien la bordure des champs, les variations de texture et les murs à l'intérieur des champs sont encore visibles, bien que la résolution ne soit pas aussi bonne que sur l'image RSO. À l'extérieur des champs, la texture est relativement uniforme (peu de contraste) mais les plages de sables et de silt sont facilement visibles.

La simulation à résolution standard permet aussi de distinguer la bordure des champs et on peut aussi observer les variations de texture dans les champs. Le bon contraste de ce type d'image permet la cartographie du cours des oueds et permet de distinguer les variations de rugosité et d'humidité dans les champs.

B. RADARSAT pour l'étude de la géomorphologie (Fig. 3B).

Dans ce secteur, le substrat rocheux du site est formé de marnes crayeuses et de calcaires qui montrent un réseau de dissection caractéristique d'un environnement aride (Bender, 1968). Les affleurements rocheux forment des crêtes qui donnent à l'image une texture caractéristique. Les zones en dépression sont recouvertes d'alluvions et de pédiments.



L'image RSO aéroportée montre beaucoup de détails des crêtes rocheuses ainsi que dans le patron de dissection. Les variations observées dans les tons de l'image reflètent les variations sur la rugosité de la surface ainsi que, dans une moindre mesure, les variations d'humidité.

Figure 3. Sous-images RSO aéroportées à pleine résolution (à gauche), simulations RADARSAT mode FIN (au centre) et, simulations RADARSAT mode STANDARD (à droite). Différents exemples traitant d'utilisation du

sol et végétation (A), de géomorphologie (B), de géologie (C) et d'hydrogéologie (D) sont présentés pour chaque type d'images RSO.

La simulation à haute résolution (mode FIN) montre des détails des crêtes rocheuses mais les détails plus fins se perdent à cause du chatoiement de l'image. Le détail du réseau de drainage est visible sur certaines parties de l'image grâce à la bonne résolution spatiale de ce type d'image.

La simulation du mode STANDARD montre les éléments majeurs du réseau de dissection du terrain mais la résolution spatiale ne permet pas d'en voir le détail. Des détails de la texture peuvent être aperçus dans la plaine de pédiments. On croit que ce détail est provoqué par des variations de la rugosité du sol.

C. RADARSAT pour la cartographie géologique (Fig. 3C).

Au nord-ouest du site test de Azraq se trouve un large épanchement de roches volcaniques recouvrant la surface du désert. Ces roches relativement récentes (datant de moins de cinq millions d'années) ont une surface très rugueuse constituée de gros blocs anguleux (10 à 100 cm) que l'on aperçoit sous forme de plage brillante dans la moitié supérieure de l'image. La moitié inférieure de l'image est formée de sédiments non consolidés (alluvions et sables éoliens) qui recouvrent les sédiments consolidés plus vieux.

L'image RSO aéroportée montre les roches volcaniques (basaltes) en tons brillants dans la moitié supérieure de l'image. Ces roches recouvrent des unités de roches plus anciennes que l'on voit en tons de gris moyens. Le RSO permet de plus d'apercevoir des dépressions topographiques dans l'unité de roches volcaniques. De plus, on y aperçoit deux coulées distinctes (Abdelhamid, 1995), la première du côté droit (en tons très brillants), la deuxième, à gauche (en tons brillants). Le réseau de drainage, le réseau routier et les murs de division de parcelles agricoles sont visibles en partie sur la moitié inférieure de l'image. Les taches sombres aperçues dans les coulées volcaniques sont constituées de dépressions planes recouvertes de sable et de silt.

La simulation du mode FIN permet de discriminer les basaltes des sédiments mais ne peut différencier les deux coulées en raison du chatoiement important et du contraste faible qui en résulte. Le réseau de drainage, le réseau routier et les murs séparant les parcelles sont toujours visibles à cause de leur contraste fort avec l'environnement et à la résolution de ce mode d'acquisition. Les dépressions remplies de sable dans les coulées basaltiques peuvent être cartographiées avec détail.

La simulation du mode STANDARD permet de discriminer les coulées volcaniques des sédiments. Une différence texturale est visible entre les deux coulées et permet la cartographie des limites lithologiques. Le réseau de drainage est visible il est toutefois difficile de distinguer le réseau routier et les limites de champs car la résolution spatiale est trop grossière.

D. RADARSAT pour l'étude de l'hydrogéologie (Fig. 3D).

Le lac séché de Amari et la plus grande playa de la région de Azraq. La playa est occasionnellement inondée durant la saison des pluies et constitue un réservoir d'eau naturel utilisé de façon intensive pour l'irrigation agricole. La surface de la playa est utilisée pour l'agriculture durant la saison sèche parce que l'humidité résiduelle permet la croissance des récoltes.

Sur l'image aéroportée, le pourtour extérieur de la playa est facilement visible, le contraste entre la surface lisse de la playa (en tons foncés sur l'image radar) et les surface environnantes plus rugueuses (en tons de gris moyens) peut facilement être cartographiée. Dans la playa, les variations de tonalités aident à localiser les limites de champs. Un réseau de drainage détaillé entoure la région de la playa et peut être facilement localisé sur l'image RSO.

La simulation en mode FIN montre un bon contraste entre la playa et son environnement. Il est toutefois difficile de différencier les variations de texture dans la playa; une certaine confusion existe puisque la texture de la playa ressemble à la texture à des terrains environnants. Les principaux éléments du drainage peuvent être cartographiés bien que le détail soit difficile à interpréter à cause de la texture granuleuse de l'image. Une bonne variété de textures peut être aperçue à l'extérieur de la playa.

La simulation de l'image en mode STANDARD montre un bon contraste entre la playa et l'environnement. Les détails du drainage peuvent être aperçus et il est facile de voir les variations de texture. Dans la playa, les limites de parcelles agricoles sont visibles quoique comme sur les images en mode FIN, il est parfois difficile de différencier la texture des champs de celle de l'environnement.

CONCLUSION

La comparaison des simulations des modes STANDARD et FIN de RADARSAT avec les images RSO aéroporté a permis de constater que malgré la résolution plus grossière du système spatioporté, on peut obtenir de l'information très utile sur les terres, la géomorphologie, la géologie et l'hydrogéologie.

Les images en mode FIN ont une bonne résolution spatiale mais le contraste faible résultant du chatoiement peut parfois masquer les éléments fins. Ce mode est recommandable si le contraste entre les éléments recherchés et l'environnement est fort et si la résolution spatiale est essentielle.

Les images en mode STANDARD ont une résolution spatiale plus faible mais le contraste plus important permet à l'interprète d'identifier de nombreux éléments de terrain. On recommande ce mode lorsque le contraste des éléments est plus faible et qu'une résolution fine n'est pas critique.

Le tableau 2 résume les observations faites sur les images RSO et les simulations.

REMERCIEMENTS

Ce travail découle des résultats du programme GlobeSAR en Jordanie. Ce projet est mené par le Centre canadien de télédétection en coopération avec l'Agence spatiale canadienne et RADARSAT International. Le financement obtenu de l'Agence canadienne de développement international (ACDI) s'est avéré essentiel à ce projet. Nous désirons remercier tout spécialement le "Royal Jordanian Geographic Centre" et le "Natural Resources Authority" de Jordanie pour leur support logistique.

RÉFÉRENCES

- Abdelhamid, G. 1995. "Mapping of Basalts and Sediments in Azraq Area, Northeast of Jordan, Using Radar Airborne Images." *Proceedings, GlobeSAR Workshop*, Amman, Jordanie 10p. (sous presse).
- Bender, F. 1968. "Geological map of Jordan, El Azraq sheet", 1:250 000. *Geological survey of the Federal Republic of Germany*, Hannovre, 1968.
- Halasah J.A., 1995. "Landslides mapping using airborne C-SAR. Zarqa river area, Jordan." *Proceedings GlobeSAR Workshop Amman, Jordan*. 12p (sous presse).
- Harahsheh, H., 1995. "Agricultural Landuse Classification from Enhanced SAR Images, Madaba and Azraq Areas." *Proceedings GlobeSAR Workshop Amman, Jordan*. 12p (sous presse).
- Lopes A., Nezry E., Touzi R. and Laur H., 1993. "Structure detection and statistical adaptative speckle

Tableau 2. Résumé des observations faites sur les images simulées.

Application	Élément	Simul. mode FIN	Simul. mode STD
SITE A Util. du sol et végétation	Limites des champs	très bon	très bon
	Murs de parcelles	bon	mauvais
	Labouré / non labouré	bon	très bon
	Éléments de drainage	bon	bon
	Texture	moyen	moyen
SITE B Geomorphologie	Crêtes	très bon	bon
	Réseau de dissection	très bon	moyen
	Réseau de drainage	moyen	moyen
	Texture	bon	bon
SITE C Geologie	Contacts géologiques	bon	bon
	Distinctions des coulées	mauvais	moyen
	Réseau de drainage	bon	mauvais
	Réseau routier	moyen	mauvais
SITE D Hydrologie	Murs de parcelles	moyen	mauvais
	Limites des playas	bon	très bon
	Limites des champs	moyen	moyen
	Réseau de drainage	moyen	bon
	Texture	bon	bon

filtering in SAR images." *Int. J. Remote Sensing*, vol. 14, no. 9, pp. 1735-1758.

World Bank, 1994. Agriculture Sector Adjustment Loan, Project 5JORPA072, Ministry of Planning, Amman, Jordan.