



Utilisation de RADARSAT en géologie

Par

Robert Saint-Jean

MIR Télédétection

Centre canadien de télédétection



Téledétection Radar

Le radar imageur peut être considéré comme une boîte noire, une caméra qui produit une image de la surface de la terre et qui peut être interprétée comme une photographie.

Toutefois, deux problèmes surgissent avec cette approche:

- la plupart des interprètes ne sont pas à l'aise avec des données qu'ils ne comprennent pas,
- il y a suffisamment de différences entre une image radar et une image "optique" pour que d'importantes erreurs d'interprétation soient faites par un interprète qui ne comprends pas les images et leur processus de formation.



Définitions

- **RADAR: RAdio Detection And Ranging**
 - Système actif de détection et de télémétrie par hyperfréquences
- Permet d'obtenir de l'information sur la nature des surfaces observées:
 - Rugosité
 - Morphologie
 - Conditions d'humidité



Définitions (suite)

- Le radar exécute trois fonctions principales:
 - Émet un signal
 - Reçoit le signal rétrodiffusé
 - Enregistre la puissance et le temps écoulé entre l'émission et la réception du signal
- Avantages
 - Possède sa propre source d'illumination
 - Peu ou pas affecté par les intempéries



Introduction au radar imageur

- Concepts physiques fondamentaux
 - Physique ondulatoire et électromagnétisme
 - Onde
 - Longueur d'onde
 - Fréquence et Phase
 - Cohérence et Incohérence
 - Interférence



Introduction au radar imageur (suite)

- Le radar
 - Domaine des hyperfréquences (micro-ondes)
 - Historique
 - Différences entre les capteurs optiques et radar
 - L'équation radar
 - Le radar mesure la distance
 - Capteurs actifs et passifs
 - RAR, SLAR, SAR, altimètre, diffusomètre (scatteromètre)
 - Concept de résolution spatiale
 - Espacement des pixels



Introduction au radar imageur (suite)

- **Rétrodiffusion du signal**
 - Diffusion et rétrodiffusion
 - Facteurs qui influencent la rétrodiffusion (constante diélectrique, rugosité, géométrie)
 - Réflexion spéculaire et diffuse
 - Diffusion volumétrique (potentiel de pénétration)
- **Radiométrie de l'image radar**
 - Concept de visée multiple
 - Le chatoiement
 - Diagramme d'antenne
 - Calibration de l'image (relative, absolue)
 - Comment corriger la radiométrie de l'image



Introduction au radar imageur (suite)

- Géométrie de l'image
 - Comparaison de l'image radar et de l'image optique
 - Effet d'ombre
 - Effet de raccourcissement des pentes
 - Effet de repliement
 - Distance-temps et distance-sol
 - Comment corriger la géométrie de l'image
 - Nomenclature (portée, portée proximale, portée distale, azimuth, fauchée, distance-temps, distance-sol, etc.)



Introduction au radar imageur (suite)

- Utilité des images radar
 - Pour la radiométrie de l'image (agriculture, hydrologie, foresterie, glaces, océans et géologie)
 - Pour la géométrie de l'image (géologie)
 - Préparation d'images composites (combinaison des avantages) (intégration avec la géophysique, la géochimie, données optiques, etc.)
 - Stéréoscopie radar
 - Interférométrie

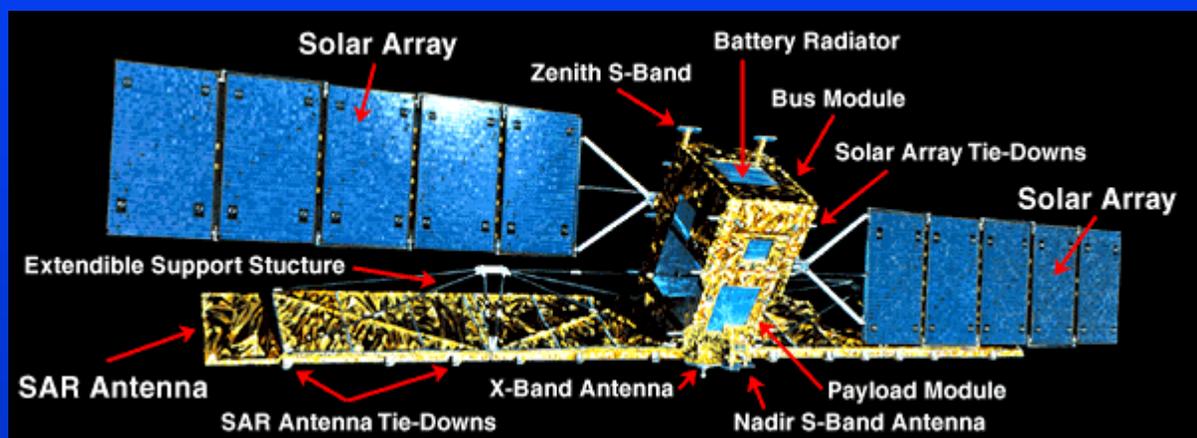


Introduction au radar imageur (suite et fin)

- Les capteurs RSO
 - Aéroportés (CCT, JPL, Intera, etc.)
 - Spatioportés (SEASAT, SIR-A, SIR-B, SIR-C, ERS, JERS, RADARSAT, etc.)
 - L'avenir (multi-polarisation, multi-fréquence, mode "Spotlight", etc.)



RADARSAT



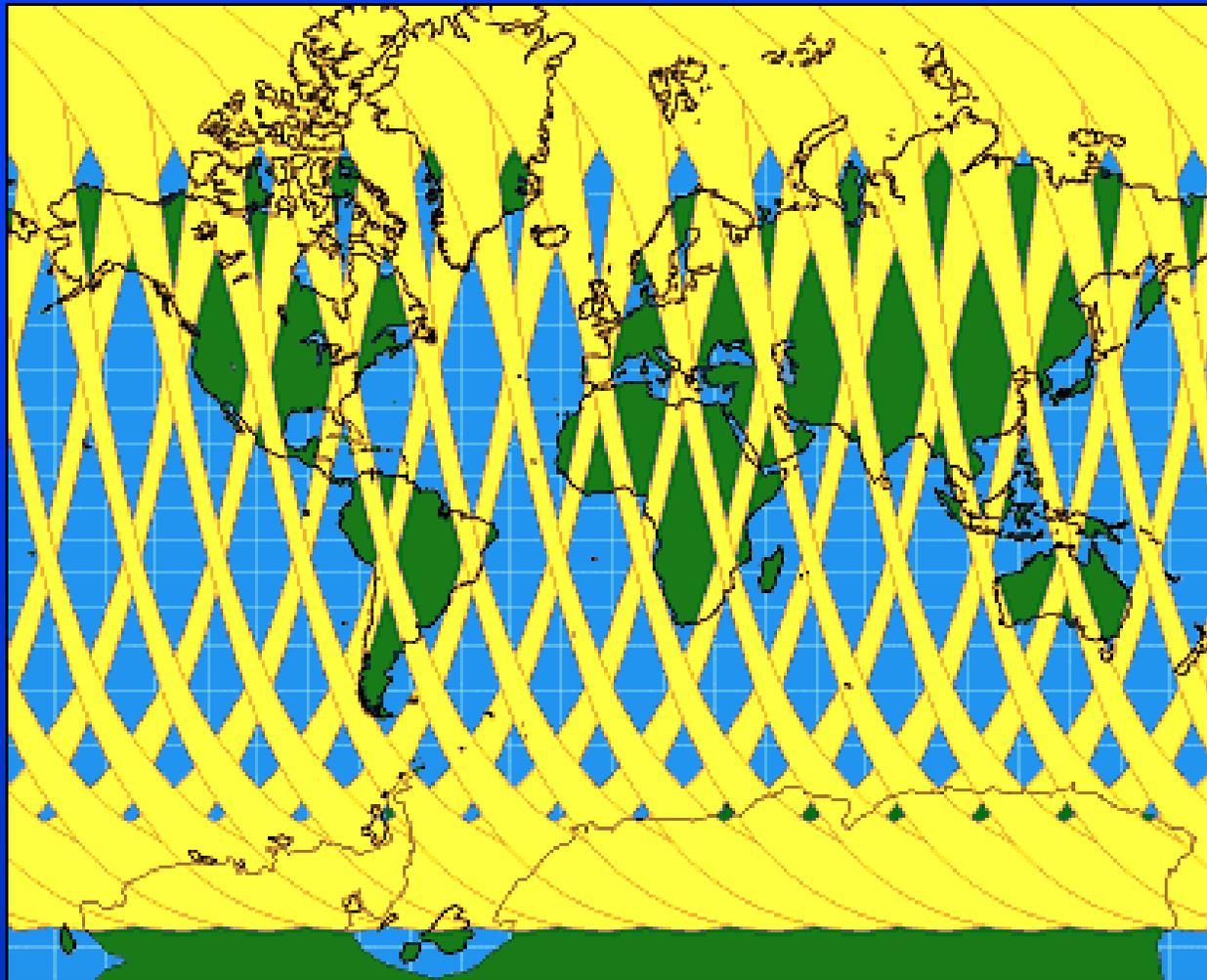


Caractéristiques du système

- Bande C (5,6 cm, 5,3 GHz)
- Altitude de 798 km
- Période 100,7 min. (14 orbites par jour)
- Répétition des orbites: 24 jours
- 7 modes d'acquisition
- Inclinaison de l'orbite: 98,6°
- Orbite héliosynchrone (06:00 - 18:00 à l'équateur)



Couverture en mode ScanSAR (1 journée)





Caractéristiques des images

- **Mode FIN**
 - 15 faiscs., inc.: 37-48°, résol. 8 m, 1 vue, surf.: 50 x 50 km
- **Mode STANDARD**
 - 7 faiscs., inc.: 20-49°, résol.: 25 m, 4 vues, surf.: 100 x 100 km
- **Mode LARGE**
 - 3 faiscs., inc.: 20-45°, résol.: 30 m, 4 vues, surf.: 150 x 150 km
- **ScanSAR Étroit**
 - 2 faiscs., inc.: 20-46°, résol.: 50 m, 4 vues, surf.: 300 x 300 km
- **ScanSAR Large**
 - 2 faiscs., inc.: 20-49°, résol.: 100 m, 8 vues, surf.: 500 x 500 km

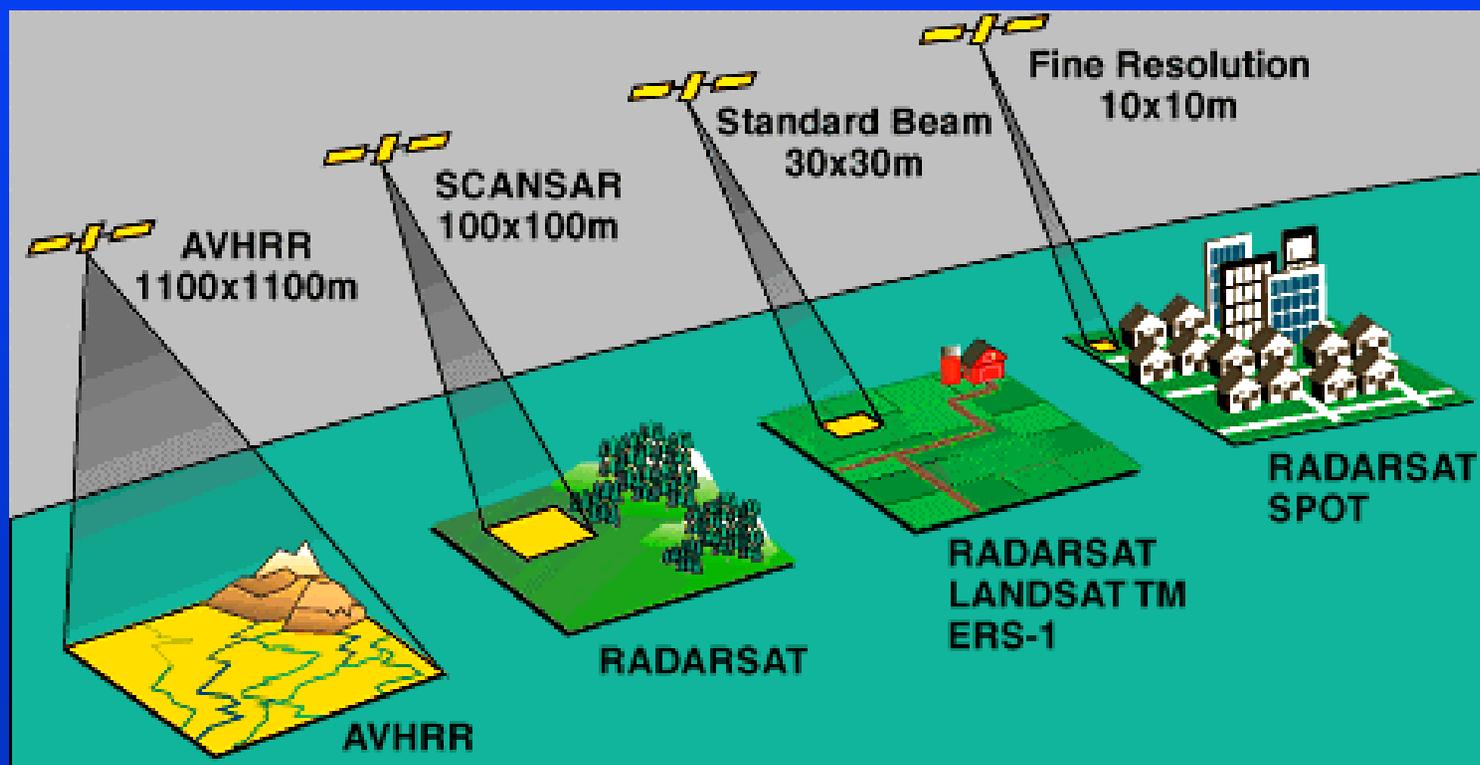


Caractéristiques des images

- **Mode Haute Incidence**
 - 6 faiscs., inc.: 49 - 59°, résol.: 25 m, 4 vues, surf.: 75 x 75 km
- **Mode Basse Incidence**
 - 1 faiscs., inc.: 10 - 23°, résol.: 35 m, 4 vues, surf.: 170 x 170 km

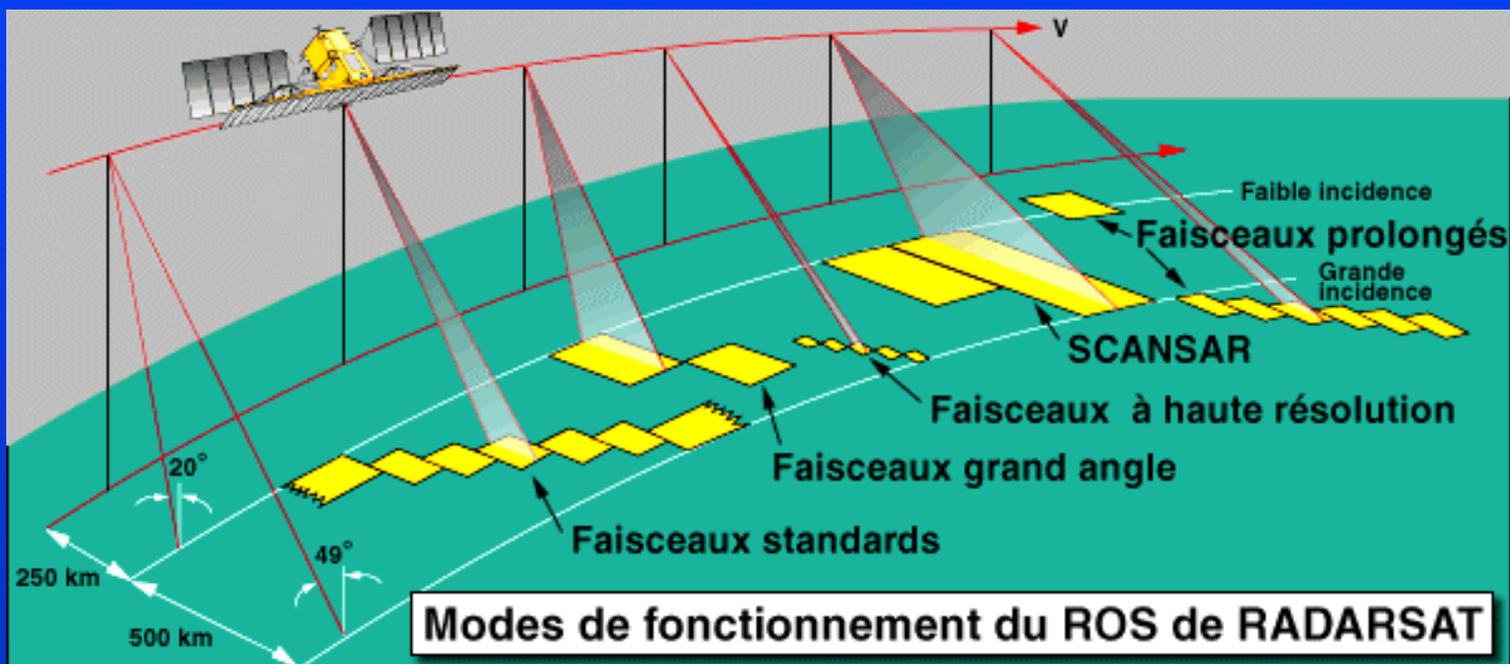


Comparaison des résolutions





Modes d'acquisition de RADARSAT





Applications du RSO

- Les RSO sont sensible à :
 - la constante di-électrique
 - Reflète la teneur en eau. Le signal ne pénètre pas la végétation ou le sol humide - pénétration limitée (m) en milieu hyper-aride seulement.
 - la rugosité de la surface
 - Relative à la longueur d'onde. En milieu aride (sans couvert végétal), la rugosité permet de cartographier la lithologie.
 - les variations de pente
 - Paramètre le plus utile en géologie. De faibles variation de pente produisent de fortes variations de radiométrie (surtout à fort angle d'incidence).



Applications du RSO (suite)

– les variations de pente (suite)

- Permet la détection de structures dont l'expression en surface est très subtile.
 - Très utile pour la cartographie de linéaments (fracture, failles, schistosité, etc.)
-
- **Note:**

Lorsqu'il y a un couvert végétal, l'image obtenue est celle de la surface de la canopée. Il existe une corrélation très forte entre la morphologie de la canopée et la morphologie du sol.



Applications à la géologie

- Cartographie de la structure
- Risques géologiques
 - Glissements de terrain
 - Érosion côtière
 - Volcanisme
- Cartographie des sédiments quaternaire
- Stéréoscopie
- Études multi-temporelles



Utilité des images

- Géométrie des éléments
 - Forme et dimension
 - La forme et la dimensions des éléments de l'image permettent d'interpréter la géologie (stratification, type d'érosion, fracturation, schistosité, etc.)
 - Texture de l'image
 - La distribution spatiale des tonalités de l'image permet d'interpréter les lithologies d'après les patrons d'érosion particuliers, la fracturation et différents autres paramètres.



Utilité des images (suite)

- Radiométrie des éléments
 - Contrastes radiométriques
 - Surtout en milieu aride, les contrastes radiométriques nous renseignent sur la composition des roches.



Utilité des images composites

- Intégration d'images
- Intégrations de données matricielles
 - Géophysique
 - Géochimie
- Intégration de données thématiques
 - Carte géologique



Techniques de pointe

- **Interférométrie**

- S'effectue de manière courante par les capteurs aéroportés. Beaucoup d'études en cours avec les capteurs spatioportés.
- Très intéressants pour la production de MNT.
- Intéressant pour la surveillance des risques géologiques (glissements de terrains, volcanisme, etc.).
- Problèmes de cohérence, de positionnement, etc.

- **Polarimétrie**

- S'effectue de manière courante par les capteurs aéroportés et avec la navette spatiale. Difficile pour les capteurs spatioportés.
- Utile surtout en environnement aride



Commande des images RADARSAT

- Quelle est la meilleure période de l'année?
 - Pour la géologie, la saison la plus sèche (hiver, été)
 - Période pluvieuses et de neige humide à éviter!
- Quel est le meilleur mode d'acquisition?
 - Mode FIN: bonne résolution spatiale, image 1 vue (un peu bruitée)
 - Mode STANDARD: bonne résolution, bonne flexibilité d'angle d'acquisition, bonne couverture



Commande des images RADARSAT (suite)

- Mode LARGE: résolution très semblable au mode STANDARD, excellente couverture spatiale, un peu moins de flexibilité.
 - Mode ScanSAR Étroit: résolution 50 m, excellente couverture spatiale (reconnaissance régionale).
 - Mode ScanSAR Large: résolution grossière (~100 m), excellente couverture spatiale.
 - Mode à Haute et Basse incidence: modes expérimentaux.
- Le choix de l'orbite dépend de la direction des structures majeures. La visée doit être perpendiculaire aux structures intéressantes.



Commande des images RADARSAT (suite)

- Quel est le meilleur faisceau?
 - Dépend des applications. Pour la géologie en général, voici nos recommandations:
 - Pour un relief faible, les angles d'incidence très forts ($< \sim 25^\circ$) sont préférables pour maximiser le rehaussement de la morphologie.
 - Pour un relief fort à très fort, les angles d'incidence très faible ($> \sim 45^\circ$) sont préférables pour minimiser les distortions géométriques. Il peut toutefois y avoir des problèmes d'ombrage.
 - Pour un relief intermédiaire, les angles d'incidence faible ($> \sim 40^\circ$) sont recommandés.



L'avenir

- RADARSAT-2 et RADARSAT-3
- Capteurs multi-fréquence
- Capteurs multi-polarisation
- Nouveaux modes d'acquisition



Conclusion

- **Flexibilité**
 - Les résolutions disponibles permettent une vue synoptique du territoire aussi bien qu'une vue détaillée d'une propriété.
 - Les angles d'incidence permettent de satisfaire la plupart des besoins des utilisateurs.
- **Fiabilité**
 - Peu importe le moment ou l'endroit, RADARSAT permet d'obtenir une image des plus utiles au géologue.



Conclusion (suite)

- La géologie est une des disciplines qui profite le plus de ce type de capteur.



Pour en savoir encore plus...

- Sites W3
 - Centre canadien de télédétection (CCT)
<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>
 - Agence spatiale canadienne (ASC)
<http://radarsat.space.gc.ca>
 - RADARSAT International (anglais)
<http://radarsatinaction.com>
- Journal et conférence
 - Journal canadien de télédétection
 - “La géomatique à l’ère de RADARSAT - GER’97”
Ottawa, du 24 au 30 mai 1997