

# Fusion de données multi source pour la détection de linéaments hydrogéologiques: Application en milieu semi aride (Niger)

CORGNE S.§ –MAGAGI R.§§ –SYLLA D.§§ –YERGEAU M.§§  
§ COSTEL, Université de Rennes2, Place du recteur H. LeMoal, 35042 Rennes Cedex,  
FRANCE

§§ CARTEL, Université de Sherbrooke, 2500 Bd de l'Université, Sherbrooke, Québec  
J1K2R1, CANADA

[samuel.corgne@univ-rennes2.fr](mailto:samuel.corgne@univ-rennes2.fr)  
[Daouda.Sylla@USherbrooke.ca](mailto:Daouda.Sylla@USherbrooke.ca)  
[Ramata.Magagi@USherbrooke.ca](mailto:Ramata.Magagi@USherbrooke.ca)  
[Michel.Yergeau@usherbrooke.ca](mailto:Michel.Yergeau@usherbrooke.ca)

Mots clés : télédétection optique et Radar, Gestion de l'eau, Linéaments hydrogéologiques, Fusion de données

## I. Contexte et enjeux de l'étude

La gestion de la ressource en eau constitue actuellement, et à l'échelle mondiale, un enjeu de premier ordre pour les grandes institutions internationales (ONU, OMC, Banque Mondiale,...). La raréfaction de cette ressource vitale pour l'homme, dans un contexte de changements climatique aux conséquences mal définies, impose des politiques durables pour sa gestion. Les causes de cette raréfaction sont principalement liées à une utilisation croissante de la ressource à l'échelle mondiale. L'agriculture, qui est la principale activité consommatrice d'eau douce (70%, FAO, 2003) doit ainsi continuellement s'adapter à la croissance de la population mondiale (8,3 milliards d'habitants en 2030 selon les estimations) et nécessite des volumes d'eau de plus en plus conséquents. L'industrie, qui comptabilise 20% des prélèvements d'eau est également en pleine expansion à l'échelle mondiale avec les pays émergents, enfin l'urbanisation accélérée des sociétés accroît fortement les demandes en eau quotidiennes (10% des prélèvements). C'est pourquoi, selon la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture), les tensions entre usagers (agriculteurs, consommateurs, industriels,...) vont continuer d'accentuer les pressions sur la ressource (FAO, 2006).

Ces différentes pressions sur la ressource en eau apparaissent encore plus exacerbées dans les milieux semi-arides, là où la ressource se fait déjà rare. La recherche de nouvelles réserves en eau douce constitue ainsi une priorité pour ces régions afin de favoriser entre autres, le développement économique de ces dernières. Concernant les réserves en eau douce disponible (sous forme liquide), actuellement évaluées à environ 9 millions de km<sup>3</sup>, la plus grande partie est localisée dans les eaux souterraines (Pidwirny, 2006). L'exploitation de ces aquifères est cependant rendue très difficile de part la complexité des transferts hydrogéologiques souterrains (qui dépendent notamment de la nature des roches, la structure géologique, la pluviométrie, la connectivité entre les failles, etc.). Parmi les techniques visant à optimiser la localisation de nappes d'eau souterraines, les campagnes de terrain avec des mesures aux sols apparaissent comme étant les plus efficaces mais elles s'avèrent coûteuses d'un point de vue financier (matériel de forage, compétences diverses,...) et en temps. Dans les pays semi-arides de l'Afrique de l'ouest, de grandes campagnes d'investigations d'aquifères souterrains sont ainsi difficiles à réaliser. Une autre technique basée sur le

traitement d'images de télédétection offre une alternative intéressante. Elle repose sur la détection automatique des linéaments (failles structurales) de l'image, elle permet de cartographier les linéaments dits *potentiellement hydrogéologiques* et ainsi cibler géographiquement les futures campagnes de forages. Des études effectuées en Afrique de l'Ouest ont montré que ces recherches préliminaires permettaient d'accroître les taux de réussite de 50% à 80% (Amesz et Lausink, 1984, Zall et Russel, 1979).

## II. Méthodologie et résultats attendus

Le travail proposé ici est localisé sur Niamey et ses environs, région caractérisée par un climat semi aride et confrontée à deux grands types de problème de gestion de sa ressource en eau :

- une pollution des eaux (nitrates, bactéries,...)
- une faible disponibilité de sa ressource surtout en saison sèche (octobre –mai)

Dans le cadre de cette étude visant à spatialiser des zones à fort potentiel hydrogéologique, nous proposons ici de développer une méthodologie basée sur la fusion de données spatialisées afin d'optimiser la détection de linéaments hydrogéologiques propices à de futures forages d'eau souterraine.

Les données utilisées sont des images de télédétection de type optique (Landsat ETM+) et hyperfréquences (Radarsat-1, ERS, Envisat). Nous évaluerons dans un premier temps les potentialités de la multi angularité et de la polarisation des données radar pour la détection automatique des contours réalisée à partir de l'algorithme de Canny. Cet algorithme offre en effet des résultats satisfaisants avec les données optiques et hyperfréquences prises séparément (Argialas et Mavrantza, 2004 ; Desjardins *et al.*, 2000 ; Mostapha et Bishta, 2005). Associé à ces traitements, un Système d'Information Géographique avec des données de type géophysique (géologie, occupation du sol,...) permettra d'affiner l'analyse et détecter les linéaments de type hydrogéologiques. Pour cela, nous utiliserons dans un deuxième temps, le modèle de fusion de données de Dempster-Shafer, règle de combinaison de type probabiliste qui permet de fusionner différentes sources d'information et de produire des résultats avec des niveaux d'incertitude (Corgne *et al.* 2004, LeHegarat *et al.*, 2006). Cet aspect apparaît particulièrement important pour la problématique étudiée et permettra de construire des cartes de confiance sur la probabilité d'avoir un linéament détecté comme étant potentiellement hydrogéologique et donc intéressant pour de futures prospections d'aquifères souterrains.

## Bibliographie

- HERMANS L., RENAULT D., EMERTON L., PERROT-MAITRE D., KHOA N., SMITH L., 2006, Stakeholder-oriented evaluation to support water resources management processes, FAO Water Reports.
- PIDWIRNY M., 2006, The hydrologic cycle, *Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition*.
- AMESZ B. and LAUSINK A., 1984, Satellite sensing aid upper Volta's drilling, *World Water*, pp. 21–24
- ZALL O. and RUSSEL O., 1979, Ground water exploration programs in Africa, *Satellite hydrology American water resource association*, vol. 5, pp. 416–425
- ARGIALAS D. and MAVRANTZA O., 2004, Comparison of edge detection and Hough transform techniques for the extraction of geologic features, *IAPRS, ch. XXth ISPRS Congress*, pp. 790 – 796
- DESJARDINS R., IRIS S., ROY D., LEMIEUX G., and TOUTIN T., 2000, Efficacité des données de Radarsat-1 dans la reconnaissance des linéaments: un bilan, *Canadian Journal of Remote Sensing*, vol. 26 No 6, pp. 537–548.

- MOSTAFA M.E. and BISHTA A.Z., 2005, Significance of lineament patterns in rock unit classification and designation: a pilot study on the Gharib-Dara area, northern Eastern Desert, Egypt, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 26, No. 7, pp. 1463–1475
- LE HEGARAT-MASCLE S., SELTZ R., HUBERT-MOY L., CORGNE S. and STACH N., 2006, Comparison of performance of change detection by evidential fusion in four application cases, *International Journal of Remote Sensing*, vol. 27, No 16, pp. 3515–3532.
- CORGNE S., HUBERT-MOY L., MERCIER G., and DEZERT J., 2004, Application of DS<sub>m</sub>T for land cover change prediction. In SMARANDACHE F., DEZERT J.: *Advances and Applications of DS<sub>m</sub>T for information Fusion. From Evidence to Plausible and Paradoxical Reasoning for Land Cover Change Prediction*, American Research Press, Rehoboth, pp.371-382.
- <http://www.gallup.unm.edu/~smarandache/DSmT.htm>