

Des images satellite aux cartes hydrogéologiques du Tchad

Contexte

Le projet ResEau vise à mettre à disposition des acteurs de la gestion des ressources en eau du Tchad une information exhaustive et de qualité sur la nature, l'extension et le potentiel des aquifères. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de rassembler les données existantes sur la géologie, l'hydrologie et les sols du Tchad, d'identifier les zones où l'information est lacunaire et de les combler en générant des données additionnelles. Vu l'étendue du territoire tchadien et la difficulté d'accès de certaines régions, il est utopique d'en réaliser une couverture intégrale par des relevés de terrain. Dans ce contexte, les capteurs satellite, optiques et radar, apportent des données à moindre coût pour une interprétation géologique, structurale et hydrogéologique du territoire.

Méthode

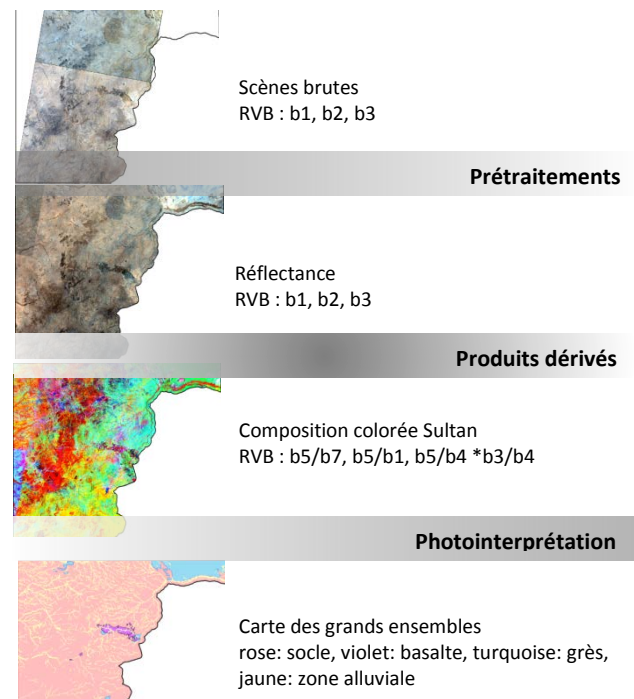
Une méthodologie a été développée pour produire des cartes hydrogéologiques à partir d'images satellite avec un nombre limité de vérités terrain. Elle est applicable aux territoires peu végétalisés du Tchad, à savoir le nord et l'est du pays.

- **Etape I :** Des grands ensembles géologiques sont délimités par photointerprétation puis subdivisés en unités lithologiques selon différents critères pétrographiques et contextuels.
- **Etape II :** un hydrogéologue convertit en termes hydrogéologiques les unités lithologiques sur la base de leur nature et des connaissances locales, puis les classe selon leur productivité potentielle en aquifères et formations.

- **Etape III :** les diverses unités sont représentées sur un fond de carte avec les points d'eau pour produire une carte hydrogéologique.

Interprétation des images satellite

A l'échelle des cartes à produire (1:200 000 et 1:500 000), les images satellite les plus appropriées sont les scènes LANDSAT-7/8 et ASTER, grâce à la variété de leurs canaux. Après calibration des images, des produits dérivés sont calculés sur des ratios de bandes (compositions colorées de Sultan et al., 1987) ou en composantes principales (ACP).



Des images LANDSAT à la carte des grands ensembles géologiques, exemple de la carte Wadi Fira Est.

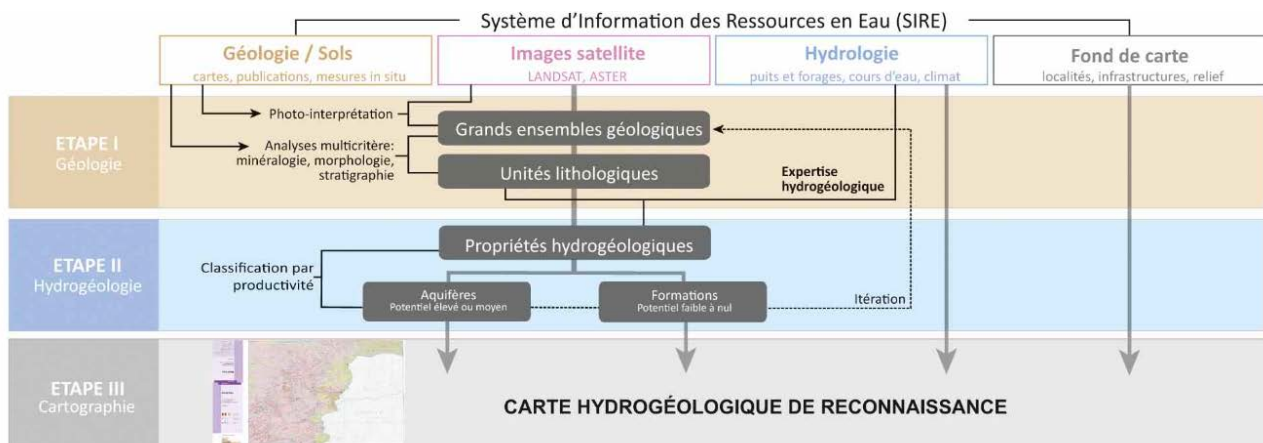



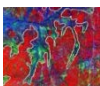


Schéma méthodologique pour l'élaboration des unités hydrogéologiques et de la carte.

Ces produits permettent de mettre en évidence un maximum d'information sur la géologie et les sols, plus précisément sur la patine superficielle des roches ou leur produit d'altération. C'est par photo-interprétation de ces images colorées que les dépôts fluviaux, les contacts socle/grès et socle/roches volcaniques ont été délimités. Ils correspondent aux ensembles géologiques structurant le territoire.

Ensemble	Produits	Signatures
Dépôts fluviaux	images haute résolution sous Google Earth et Bing	
Roches volcaniques	compositions colorées Sultan, ACP (LANDSAT)	
Grès	composition colorée Sultan (LANDSAT), pentes et modèle numérique de terrain	
Socle cristallin	compositions colorées Sultan, ACP (LANDSAT)	

Clé d'interprétation des grands ensembles géologiques.

Une subdivision fine de ces ensembles est ensuite effectuée, en se basant sur différents critères dont la morphologie (pente, plateau, rupture), les relations stratigraphiques et de recoupement, les relations de voisinage (lithologies aux alentours) et contextuelles (sols, couverture végétale), et les textures, tels que foliations. Les échantillons de terrain, des données exogènes (anciennes cartes) et les fonds d'images Bing et Google Earth sont utilisés en appui pour pallier à certaines difficultés d'interprétation. Les modèles numériques de terrain servent à la compréhension des failles et des modelés gréseux. Dans le SIG, le choix a été fait de travailler avec des lignes, pour des raisons de topologie et pour faciliter les corrections et mises à jour ultérieures. Le logiciel ToolMap (Schreiber et al., 2009) a été utilisé à cette fin pour modéliser, vectoriser et exporter sous forme de polygones l'information géologique.

Conversion en unités hydrogéologiques

Les unités hydrogéologiques sont une interprétation des lithologies selon leur potentiel en eau, défini par:

- leur nature (détritique, carbonaté, altérite, volcanique, métamorphique, intrusif)
- leur porosité (roche meuble, consolidée),
- leur granulométrie (taille des grains), et
- leur perméabilité, c'est-à-dire la capacité à laisser circuler l'eau.

Il est aussi tenu compte de l'état de la roche (altérée, fissurée, fracturée ou karstique), de la géométrie des couches ainsi que des débits des puits et forages, de leur piézométrie et de leur fréquence au sein de l'unité, sans oublier les précipitations régionales pour quantifier la recharge. Par synthèse et expérience, l'hydrogéologue est capable d'attribuer aux unités des potentiels aquifères variables.

Cartographie et conclusions

Les cartes obtenues mettent la priorité sur les eaux souterraines, puis les eaux de surface et enfin la géologie, avec un fond de carte standard. Elles offrent une synthèse novatrice de l'hydrogéologie des régions investiguées à une échelle relativement grande et aux détails inconnus jusque-là. Malgré leur contenu en partie spéculatif, elles permettent aussi bien d'évaluer de manière relativement précise la nature, l'extension et l'importance des ressources en eau de ces régions que d'en préparer la planification de leur usage.

Références

- Schreiber, L., Ornstein, P., Sartori, M., Kühni, A., 2009. ToolMap – "Sion" method: development of a new GIS Framework for digital geological mapping. 6th EUREGEO, Munich 2009, Proceedings, I, p. 89–90. www.toolmap.ch
- Sultan, M., Arvidson, R.E., Sturchio, N.C., Guinness, E.A., 1987. Lithologic mapping in arid regions with Landsat TM data: Meatiq dome, Egypt. Bull. Geol. Soc. A., v. 99, p. 748-762.

Ce document a été réalisé dans le cadre de la phase 1 du programme ResEau Tchad. Ce programme résulte d'une demande du Ministère de l'Hydraulique (MHPV, anc. MHRU) auprès de la Coopération suisse (DDC). L'Institut des Nations Unies pour la Formation et la Recherche (UNITAR) et son programme opérationnel pour les applications satellitaires, UNOSAT sont chargés de sa mise en œuvre, ainsi que de la création d'un Système d'Information des Ressources en Eau (SIRE) et de l'élaboration de cartes hydrogéologiques.

Auteurs M. Aubert, A. Kraiem-M., Y. Haerberlin, J. Tschopp
<http://reseau-tchad.org/>



REPUBLIQUE DU TCHAD
 MINISTRE DE L'HYDRAULIQUE
 PASTORALE ET VILLAGEOISE



Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederazione Svizzera
 Confederaziun svizra

Direction du développement
 et de la coopération DDC



unitar
 United Nations Institute for Training and Research

UNOSAT