

Les grès cambriens de l'Ennedi

Contexte géologique

A l'est du Tchad affleure sur de vastes étendues un bouclier précambrien, constitué essentiellement de gneiss, migmatites et granites. Ce socle a subi une érosion très poussée à la fin de l'orogénèse panafricaine et se présente sous la forme d'une pénéplaine (Sonet, 1963). Au nord, il est recouvert par des formations à dominante gréseuse composant la série continentale du BET. Cette fiche décrit la partie inférieure cambrienne (540-480 Ma), appelée la Formation de l'Ennedi (Hissene Mahamoud, 1986).

Stratigraphie

Dans l'Ennedi, la partie inférieure du Cambrien repose en discordance angulaire sur le socle. Elle y est très bien développée avec, succédant à un niveau de base coloré conglomératique, une puissante série des grès à dragées de quartz, suivies de grès à rares pastilles de quartz. Cette formation inférieure, d'une épaisseur d'environ 120 mètres, est relativement résistante à l'érosion grâce à son ciment siliceux et limoneux et forme des falaises verticales. Ces grès continentaux sont typiques d'une sédimentation en milieu fluvial à chenaux en tresses. La formation présente des changements latéraux de faciès, avec des sédiments à grains grossiers en bordure et des grains devenant plus réguliers et fins vers le centre du bassin.

La partie supérieure de la Formation de l'Ennedi est représentée, au sommet des buttes, par des grès à ciment feldspathique, plus tendres, s'érodant en



Les grès cambriens de l'Ennedi formant la falaise tassilienne. La rupture de pente avec les éboulis marque le contact avec le socle, altéré et décomposé en boules granitiques.

formes arrondies décrites sous le terme de «peau d'éléphant» ou «en morille». Leur puissance est d'environ 50 mètres. Ces grès se forment sous un environnement sédimentaire similaire à la base de la série.

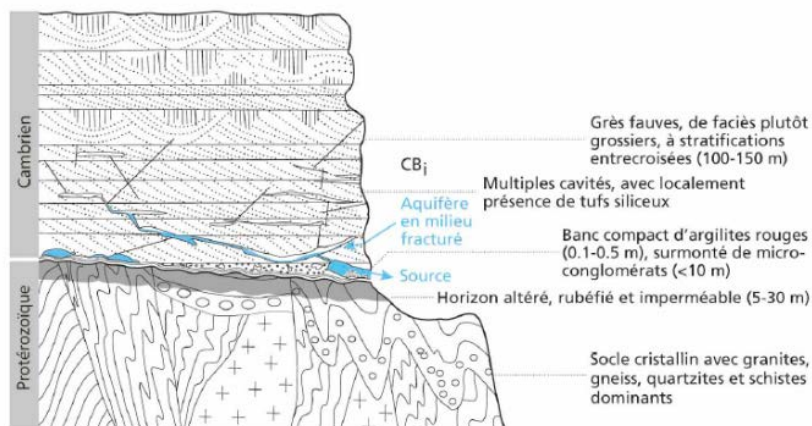
Le sommet de la série est marqué par l'apparition de bancs très durs à ciment d'hématite, rouge lie de vin à la cassure. Ces bancs résistent à l'érosion et permettent le développement de figures d'érosion appelés « cheminée de fée », la partie supérieure très dure protégeant les couches inférieures. Il s'agit de dépôts périglaciaires attribués à l'Ordovicien.



La série cambrienne inférieure avec des grès à stratifications entrecroisées et de multiples cavités. Guelta d'Archeï.

Sédimentologie

Un levé détaillé de la base de la série près du puits de Sania (Lat 16°34'N, Long 22°12'E) a mis en évidence que le socle précambrien a subi une forte altération latéritique avant que les grès fluviaux ne s'y déposent. Sur une dizaine de mètres, les granites sont foliés et altérés, parfois franchement kaolinisés, avec des niveaux rouges, indiquant une oxydation profonde sous la surface d'un ancien paléosol. La sédimentation commence par une couche d'argilite rouge, dense, très dure, à ciment probablement riche en hématite. Elle est suivie par quelques 10 à 40 cm d'un (micro)conglomérat à éléments anguleux et matrice d'hématite, indiquant un court transport et un remaniement sur place de produits de l'érosion du socle. Ces premiers sédiments sont recouverts de nombreux bancs de grès fauves de près de 80 cm d'épaisseur, qui contiennent des lits de gravier formant une série de strates parallèles, évoluant vers une structure plus massive dans laquelle les éléments



Stratigraphie et hydrogéologie du Cambrien de l'Ennedi (MEH, 2014).
Les eaux de pluie s'infiltrent et circulent au travers de grès poreux et karstifiés, alimentant une nappe régionale au toit du socle.

grossiers sont distribués aléatoirement dans une fine matrice. La suite de la série cambrienne est constituée d'une alternance monotone de grès moyens avec de rares graviers centimétriques et des lits de graviers dans une matrice sableuse.

Ecoulement souterrain

Les grès de la série cambrienne au contact avec le socle sont remarquables par leurs très nombreuses ouvertures de taille décimétriques, permettant à de grandes quantités d'eau de circuler très rapidement. Le socle représentant un niveau nettement plus imperméable que les grès fissurés, l'eau circulera horizontalement à son toit jusqu'à des exutoires. Des observations faites dans les parois à la guelta d'Archeï (Lat. 16°54'N, Long. 21°46'E) montrent l'existence de traces de paléokarsts. Ces anciens karsts se seraient formés par l'érosion hydrique de grès et la dissolution chimique de leur ciment. Un tel phénomène s'expliquerait par les conditions d'oxydo-réduction qui régissaient l'environnement jusqu'au Carbonifère. Les massifs de grès ont ensuite été exposés à des épisodes de pluviosité importante lors des optimums climatiques tertiaires et quaternaires, et les eaux de pluies ont réutilisé ce réseau et continué le travail d'érosion. Ces drains sont encore actifs, comme le souligne l'observation, à leur exutoire, de micro-deltas fossilisés et de tufs siliceux.

Chimie de l'eau

Les analyses chimiques effectuées dans l'Ennedi, notamment à la guelta d'Archeï, de Bachikélé et à Déli indiquent que les eaux souterraines des grès cambriens sont très peu minéralisées, avec des conductivités de 60 à 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, suggérant que seules des eaux récentes, issues de la recharge par la pluie, circulent dans ce système karstique. L'interprétation des données isotopiques, deutérium et oxygène-18, confirme cette hypothèse, avec une signature proche de la ligne des eaux météoriques.

Note: Ces résultats scientifiques ont été acquis lors de la mission de terrain Ennedi, tenue en février 2013 et organisée conjointement par le Ministère et l'UNOSAT, avec le concours des hydrogéologues de SUPSI et de l'Université de N'Djaména. Le fonds KFH a permis de couvrir les frais d'analyses.

Références

- Hissene Mahamoud, A., 1986. Geologie und Hydrogeologie des Erdis-Beckens, NE-Tschad. Berliner geowiss. Abh., vol. 76, 67p.
- MEH, 2014. Carte de reconnaissance hydrogéologique du Tchad au 1:500 000, feuille ND-34-NE Wadi Fira Est. Produit réalisé par UNITAR et swisstopo, Genève et Berne.
- Sonet, J., 1963. Carte géologique de reconnaissance des états d'Afrique équatoriale: Feuille Niéré ND-34-NE au 1/500 000 – Carte et notice explicative. BRGM-IERGM, 79p.

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 Y. Haeberlin, M.-A. Bünzli, M.-L. Vogt, S. Pera
<http://reseau-tchad.org/>



REPUBLIQUE DU TCHAD
MINISTÈRE 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

Version 1.2, 19 janvier 2016