

Mission scientifique Borkou 2015

Principaux résultats et travaux effectués

Ce rapport, à l'intention des acteurs et décideurs du domaine de l'eau au Tchad, présente brièvement les principaux résultats obtenus lors de la mission scientifique Borkou 2015. Il a été rédigé à l'issue des activités de terrain et des discussions avec les acteurs locaux, qui ont été réalisées à Faya, Kirdimi, Bini Erde et Kouroudi. Trois thèmes sont développés: (1) les ressources en eau, avec une approche contextuelle et des notes sur la qualité de l'eau et leur gestion, (2) les aspects de formation des cadres et de la délégation régionale, et (3) les données acquises sur le terrain à des fins cartographiques. Une analyse plus fine des résultats sera publiée ultérieurement, lorsque l'ensemble des données de terrain aura été consolidé.

Cette mission scientifique s'est tenue dans le cadre du projet ResEau et a eu lieu du 20 janvier au 4 février 2015. Les participants étaient cinq collaborateurs du Ministère de l'Élevage et l'Hydraulique, un hydrogéologue de l'Université de Mongo et deux collaborateurs d'UNITAR, soutenus par une équipe logistique (3 chauffeurs et un cuisinier) et des guides locaux.

1 RESSOURCES EN EAU - CONTEXTE, QUALITÉ ET GESTION

Lors de la mission, six contextes hydrogéologiques du Borkou ont été étudiés (Fig. 1). Une brève présentation des observations de terrain est effectuée site par site, par ordre décroissant d'importance de la ressource en eau.

A) Les palmeraies de Faya et Kirdimi-Aïn Galaka

Les ressources en eau des palmeraies Faya et Kirdimi-Aïn Galaka sont abondantes et proviennent d'une nappe phréatique à l'interface entre les argilites et grès et d'une nappe profonde dans les grès. Le contexte géologique indique que l'alternance argilites-grès qui forme les dépressions dans lesquelles sont situées les palmeraies correspond au Silurien ou à la base du Dévonien, tandis que les grès sous-jacents appartiennent au Cambrien. Les collines et rochers au-dessus des palmeraies sont généralement d'âge dévonien. Ces horizons argileux font probablement office de bouchon étanche, ce qui a permis la préservation de nappes sur de larges étendues. Parfois, ces horizons sont recouverts par quelques mètres des dépôts lacustres récents, un mélange grisâtre de diatomites et argiles. La géologie régionale, complexe, avec blocs abaissés et rehaussés à proximité des palmeraies, s'explique aussi par la présence d'importantes failles.

La nappe superficielle, exploitée par des puits de 4 à 6 mètres de profondeur, présente une eau souvent trouble dans les périmètres urbanisés, et plus claire à l'écart des zones habitées. Il semble que les niveaux statiques aient baissés de 2 à 3 mètres depuis les relevés effectués au début des années 1990, suite à la forte exploitation de cette ressource. Des contaminations anthropiques (nitrates) ont été constatées, et s'expliquent souvent par la proximité des latrines avec les puits.

La nappe profonde est sise dans les grès cambriens, qui constitue l'aquifère le plus intéressant du Borkou (le même qu'à Fada, Archéï dans l'Ennedi et à Zouar au sud-ouest du Tibesti), en raison des débits, de la faible

salinité des eaux et de son renouvellement probable par les eaux météoriques. Toutefois, l'eau profonde à Faya est très ferrugineuse et nécessite un traitement avant consommation. Ce traitement est effectué par l'AEP de Faya, mais l'eau courante n'était disponible que de 6h à 10h au moment de notre passage. Cela a pour conséquence que certains forages équipés de pompes manuelles, récemment construits, ne sont guère utilisés par les habitants et que ces derniers prennent l'eau de la nappe phréatique pour eau de boisson.

Aussi bien à Faya qu'à Kirdimi, quelques forages profonds présentent un artésianisme, et ils s'écoulent librement avec de forts débits ($> 10 \text{ m}^3/\text{h}$). Parfois, ils sont exploités pour l'irrigation des palmeraies par des chenaux, d'autres fois, ils forment des mares. Toutefois, ces forages ne semblent pas contrôlés, et une irrigation mal gérée pourrait accroître le risque de salinisation et de destruction des sols cultivables.

B) Les palmeraies du Nord-Borkou (de Kouroudi à Yarda)

Les populations résidentes et nomades des palmeraies de Kouroudi à Yarda (<2000 hab.) disposent d'une eau abondante, limpide et fraîche (<20°C) à très faible profondeur, à laquelle ils accèdent par des puisards communautaires. La nappe libre est sise dans des grès saccharoïdes entre des couches d'argilites étanches, attribuées au Silurien. Dans les cuvettes, des croûtes salines traduisent l'évaporation de la nappe phréatique, et un trou réalisé à la pelle à ces endroits permet d'atteindre l'eau à 80 cm; plus rarement, l'eau affleure sous forme de petites mares. Il n'y a pas d'ouvrages permettant de connaître l'existence d'une nappe profonde à Kouroudi ou Yarda. Toutefois, le contexte hydrogéologique est similaire à celui des palmeraies de Faya, les argilites siluriennes préservant la nappe et les grès cambriens constituant en profondeur l'aquifère majeur de la région.

A ce jour, il n'y a qu'un faible impact anthropique sur la ressource, en raison du moindre développement de la zone et de sa relative inaccessibilité. Il s'agira donc de préserver cette ressource, notamment en évitant toute pollution par des latrines ou des fûts de carburant en contact direct avec la nappe. La seule agriculture pratiquée à large échelle est celle des palmiers-dattiers dans les couloirs interdunaires. Le maraîchage reste une pratique anecdotique, malgré l'abondance d'eau et les sols sablo-argileux.

C) Le Continental Terminal sous l'Erg du Djourab

L'Erg du Djourab est situé à la marge septentrionale du bassin du Lac Tchad. Quelques points d'eau ont été aménagés le long de la piste de Faya à Kouba Olanga. Ces points d'eau captent une nappe générale dans le Continental Terminal, dont l'alimentation reste sujette à discussion (eau du Lac Tchad?). Au l'endroit le plus bas le long de la piste, l'eau est affleurante (puits km110 à 198 m). En raison de la forte évaporation, les eaux des puits échantillonnés présentent une forte salinité.

D) Les Grès de Nubie à Bini Erde

Bini Erde est un important point d'eau du Nord-Borkou, déjà mentionné sur les cartes de Tilho (1920), qui se situe dans une plaine alluviale à l'exutoire de plusieurs cours d'eau temporaires issus du Tibesti. Cette plaine s'est formée dans un graben et dans le compartiment abaissé par des failles majeures affleure du Continental Intercalaire (Grès de Nubie), qui joue le rôle d'aquifère. Les puits et un nouveau forage captent une nappe à 15 mètres de profondeur dans des grès rouges, probablement protégée par les argiles alluvionnaires. Ces ouvrages présentent des débits qui suffisent à la consommation humaine du village et l'abreuvement de troupeaux de camélidés et du petit bétail. Le nouveau forage, dans la propriété du sous-préfet, sert à la fois au remplissage de citernes et à l'irrigation d'un jardin. Ce jardin est la seule exploitation agricole rencontrée dans cette région.

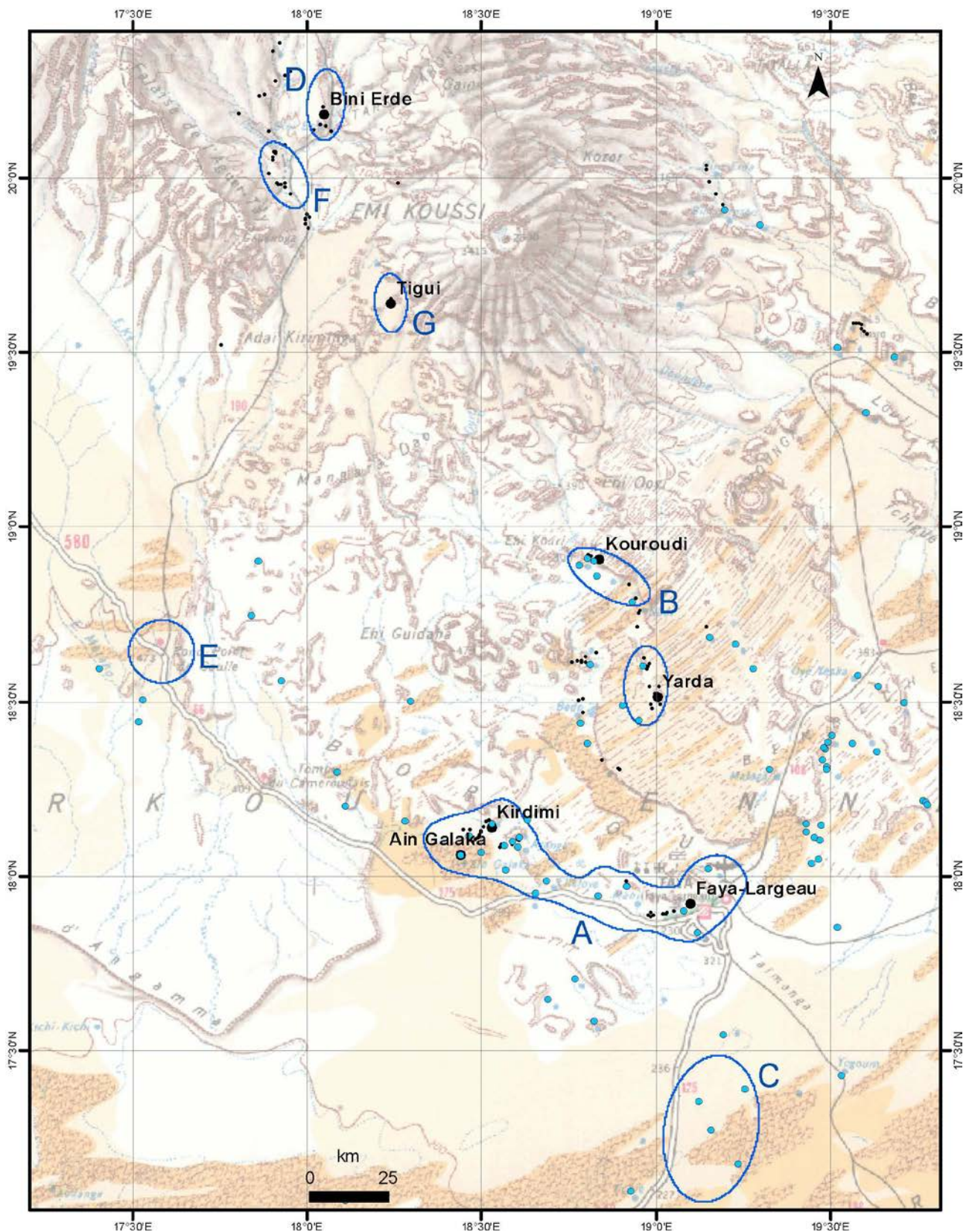


Fig. 1 – Carte topographique du Tchad et localisation des six contextes hydrogéologiques étudiés au Borkou. A) Les palmeraies de Faya et Kirdimi-Aïn Galaka, B) Les palmeraies du Nord-Borkou (de Kouroudi à Yarda), Le Continental Terminal sous l’Erg du Djourab, D) Les Grès de Nubie à Bini Erde, E) Le puits de Rond-Point de Gaulle, F) Les alluvions de l’Enneri Misky et ses affluents, G) Les enneris du flanc sud-ouest de l’Emi Koussi

La qualité chimique des eaux est toutefois à contrôler, car les tests semi-quantitatifs effectués in-situ ont montré de fortes salinités et des contaminations aux nitrates. L'origine de l'eau est incertaine, un apport météorique étant probable vu le contexte hydrologique.

E) Le puits de Rond-Point de Gaulle

Ce puits cimenté isolé, à mi-chemin sur la piste Faya-Zouar, a été creusé dans les grès cambriens. Il atteint une nappe profonde à 50 m, mais aucun échantillon n'a pu être prélevé. Il est dans un contexte similaire à celui des puits de Kondor, vers Fada. L'eau circule probablement au-dessus de l'interface entre les grès et le socle cristallin.

F) Les alluvions de l'Enneri Misky et ses affluents

Les ouadis des vallées du Tibesti sont appelés enneris en langue gorane. L'un des plus importants enneris est l'Enneri Misky, qui naît au pied des tarsos (hauts plateaux), s'écoule du nord vers le sud et, à la latitude 20°N, dans son cours inférieur, entaille les roches métamorphiques du socle. C'est dans cette vallée encaissée, à la végétation arborée et au bois mort, que des puits traditionnels ont été creusés. L'eau y a été trouvée en quantités limitées à 25 m de profondeur. Il s'agit d'une eau très trouble, provenant probablement de lentilles sablo-argileuses dans une séquence alluviale à dominance argileuse. Ces puits servent à l'alimentation d'une population de quelques centaines de personnes, dispersées le long de la vallée principale et de quelques vallées secondaires. La recharge de ces petites nappes alluviales est aléatoire et s'effectue lors des épisodes de crues, qui surviennent généralement 2 à 3 fois en moyenne sur une période de 10 ans.

G) Les enneris du flanc sud-ouest de l'Emi Koussi

Cette région au pied de l'Emi Koussi, à population très éparse, dispose de ressources en eau très limitées, taries au moment de notre passage. A Tigui, les puits traditionnels dans les enneris et la guelta, décrits en eau en janvier 2014, ne l'étaient plus en janvier 2015. A Onnour, les habitants avaient déserté leur campement, les puits étant secs depuis plus de 2 ans. Les forages effectués dans des grès sous-jacents aux enneris près du village avaient aussi été négatifs. Divers facteurs expliquent que la recharge des nappes alluviales est pratiquement nulle, mais la très faible pluviométrie, la rareté des écoulements, et la probable absence d'un bouchon argileux, en sont les principaux.

2 RENFORCEMENT DES CAPACITÉS ET DÉLÉGATION RÉGIONALE

Les objectifs pédagogiques durant la mission étaient d'offrir de la formation pratique aux participants et de permettre un échange d'expériences et de connaissances entre les personnels du Ministère de l'Élevage et de l'Hydraulique, de la délégation régionale à Faya, de l'Université de Mongo, et d'UNITAR.

Les activités de formation sur le terrain ont consisté à :

- Utiliser le GPS Juno et collecter des informations terrain à l'aide de fiches digitales sur les points d'eau et sites géologiques visités.
- Prendre des mesures des niveaux statiques des nappes à l'aide de piézomètres et mesurer sur site les paramètres physico-chimiques simples de l'eau de puits (conductivité, température, pH, turbidité)
- Conduire des analyses semi-quantitatives (nitrates, fer, sulfates, dureté, etc.) des eaux de puits.
- Prélever des échantillons d'eau en vue de faire des analyses cations/anions et isotopiques.
- Participer aux levés de coupes géologiques, plus particulièrement des formations à dominante gréseuse d'âge cambrien à dévonien, et aux discussions s'y rapportant.

- Partager l'information hydrogéologique et géologique disponible sur la zone (cartes, coupes, articles), qui avait été regroupée sous forme de dossiers imprimés.

Plusieurs sessions de débriefing ont été organisées entre les différents experts afin d'échanger les résultats et mettre en perspective les considérations géologiques avec les échantillonnages des eaux souterraines. Cette approche a permis de mieux comprendre la nature des aquifères rencontrés au Borkou (voir chapitre 1).

A l'issue de la mission, un entretien a eu lieu avec le Secrétaire Général du Gouverneur du Borkou, en l'absence du Gouverneur. Les résultats de la mission lui ont été communiqués, des exemplaires de cartes hydrogéologiques (notamment la feuille Ennedi) lui ont été remis et quelques recommandations lui ont été formulées pour renforcer la délégation régionale et prendre des dispositions pour une meilleure gestion de la ressource. Les constats suivants, divers, ont notamment été posés:

- Lors de la campagne de terrain à Faya, il s'est avéré que la plupart des ouvrages récents, notamment les forages effectués par le programme PNSA ne sont pas répertoriés et donc absent de la base de données SITEAU du Ministère. Cela pose la question du suivi et contrôle dans la réalisation de nouveaux ouvrages en ville.
- Les données et informations disponibles au Ministère à N'Djaména n'ont pas été décentralisées, il n'y avait aucune documentation disponible à Faya, suite au départ de l'ancien délégué. Les rapports et cartes en notre possession ont été gracieusement donnés à la délégation.
- Les tests semi-quantitatifs réalisés sur le terrain ont eu un fort écho auprès des résidents, par leur côté immédiat et didactique. Il serait souhaitable d'équiper la délégation d'un laboratoire mobile, et qui plus est, d'y ajouter la composante bactériologique.
- Une action se doit d'être entreprise à Faya pour améliorer la qualité de l'eau de consommation humaine, la nappe phréatique étant sujette à la contamination par les latrines et l'eau en profondeur étant de manière générale trop ferrugineuse.
- Le délégué régional, nouvellement en poste et issu de la filière vétérinaire, a fait aussi part de la faiblesse du service en termes de personnel dans le domaine de l'eau, matériel et moyens roulants. Grâce à la mission scientifique, il a toutefois bénéficié d'une formation accélérée à l'hydrogéologie et aux méthodes de terrain.

3 LEVES DE TERRAIN ET CARTOGRAPHIE

L'objectif scientifique de la mission Borkou 2015 était un appui aux travaux cartographiques par des mesures hydrauliques, hydrogéologiques sur les ouvrages, des analyses chimiques ciblées sur les eaux, la validation terrain d'interprétations d'images satellite et la compréhension des contextes hydrogéologiques, lithologiques et structuraux des points d'eau. Il s'agissait aussi d'aborder une des thématiques eau définie comme prioritaire de la phase I, à savoir les palmeraies du Borkou et leur aquifère des Grès Primaires, ressource abondante mais donc l'origine exacte reste sujette à discussion.

Collecte d'informations géologiques

Les méthodes suivantes ont été mises en œuvre pour collecter de l'information géologique:

- Tout au long du parcours, des vérifications ont été entreprises, de manière ponctuelle, sur les interprétations des unités géologiques réalisées à partir des images satellite ASTER et LANDSAT, des modèles numériques de terrain et des anciennes cartes et notamment les limites. Environ 800 sites géologiques ont été répertoriés dans les GPS et/ou photographiés. Ces observations permettent de poser la clé d'interprétation entre lithologies, compositions colorées/textures, reliefs topographiques

et d'identifier d'éventuelles erreurs, omissions ou confusions.

- 45 échantillons de roche des séries gréseuses ont été collectés pour analyses pétrographiques, dont 30 seront analysés en lames minces par un consultant.
- 3 coupes géologiques détaillées, plus particulièrement des formations à dominante gréseuse d'âge cambrien à dévonien, ont été levées à proximité des palmeraies (Faya, N'Gourma, Kouroudi), pour renforcer leur caractérisation pour la cartographie et l'hydrogéologie.

L'information acquise est actuellement en cours de traitement et de consolidation et sera publiée dans un rapport ultérieur et/ou sous forme de fiches techniques.

Points d'eau, échantillonnages et analyses

Comme décrit précédemment, six contextes hydrogéologiques très différents ont été rencontrés au cours de la mission, et c'est à ces endroits qu'ont été conduits les travaux de terrain sur les points d'eau. Les méthodes suivantes ont été mises en œuvre:

- 40 points d'eau ont été étudiés. Des mesures des niveaux statiques des nappes à l'aide de piézomètres ont été réalisées et les paramètres physico-chimiques simples de l'eau de puits ont été mesurés (conductivité, température, pH, turbidité). Des tests semi-quantitatifs, à l'aide de bandelettes ont également été effectués (dureté, nitrates, sulfates, fer).
- 29 échantillons d'eau ont été prélevés en vue de faire des analyses chimiques (cations/anions) et isotopiques en laboratoire afin. Les analyses seront effectuées à l'Université de Neuchâtel, et permettront de mieux connaître le cycle de l'eau et son origine.
- Les contextes hydrogéologiques, lithologiques et structuraux des puits/forages et sources/mares à Faya-Largeau, Kirdimi, Kouroudi, Yarda, Enneri Misky et Bini Erde ont été analysés afin de caractériser les différents aquifères et préciser leur géométrie et fonctionnement. Les premiers résultats ont été présentés sous le chapitre 1 de ce rapport.

L'information acquise est actuellement en cours de traitement et de consolidation et sera publiée dans un rapport ultérieur et/ou sous forme de fiches techniques.

Rédaction des cartes et Système d'Information sur les Ressources en Eau

La rédaction de la carte hydrogéologique de reconnaissance Ounianga au 1:500 000, de la feuille Aïn Galaka au 1:200 000 et de la feuille spéciale Faya bénéficiera des données collectées durant cette mission. Sur les cartes principales, ce sont tout particulièrement les limites des unités hydrogéologiques qui seront affinées, voire corrigées, les données sur les points d'eau qui seront complétées ainsi que quelques pistes, qui seront ajoutées. Les textes explicatifs et encarts gagneront en clarté et précision, grâce aux observations et synthèses hydrogéologiques conduites sur le terrain et aux analyses chimiques et isotopiques des eaux. Il est prévu de préparer ces cartes au 1^{er} semestre 2015.

Toutes les informations collectées seront disponibles, avec plus de détail, dans le Système d'Information sur les Ressources en Eau (SIRE). Les données concernant les ouvrages seront également intégrées dans la base de données SITEAU du Ministère.

Yves Haerberlin, Maëlle Aubert, UNITAR

Genève, le 12 février 2015, version 1.1