



LA BANQUE MONDIALE
BIRD • IDA | GROUPE DE LA BANQUE MONDIALE



Eaux
Souterraines
au Sahel



RÉVÉLER LE POTENTIEL SOCIO-ÉCONOMIQUE DES ÉCOSYSTÈMES DÉPENDANT DES EAUX SOUTERRAINES AU SAHEL

Agriculture oasienne au Kanem, dans le Tchad occidental. ©Anna Jefferys/IRIN

NOTE THÉMATIQUE N°2

AVRIL 2023

INTRODUCTION

La faune et la flore produisent des biens et des services indispensables au développement humain, notamment de la nourriture, des médicaments, de l'énergie et du bois de construction. La dégradation des écosystèmes et des milieux naturels peut avoir des conséquences profondes et dévastatrices. La pandémie de COVID-19 a montré au monde entier comment la détérioration de ces écosystèmes pouvait favoriser l'apparition de zoonoses virales et entraîner des coûts sanitaires, économiques et sociétaux considérables pour l'être humain.

Les ressources en eau du Sahel sont essentiellement souterraines. Les écosystèmes dépendants des eaux souterraines (GDE pour leur acronyme en anglais) sont donc indispensables à la survie des populations, et donnent lieu à une multitude d'interactions sociales et d'activités économiques. **Les moyens de subsistance des populations et leurs activités économiques dépendent de la santé des écosystèmes.** Les écosystèmes dépendants des eaux souterraines sont une source directe de biens et de services pour l'homme : poissons, bétail, plantes, médicaments, bois, ou encore stockage et purification de l'eau. Ils ont des avantages indirects qui tiennent à la préservation de la biodiversité et des habitats et paysages à des fins sociales, culturelles, esthétiques, éthiques et économiques. Les GDE sont également essentiels à la survie de diverses espèces protégées et figurent en bonne place dans les sites couverts par la Convention de RAMSAR relative aux zones humides.

L'activité humaine s'inscrit pleinement dans ces systèmes socio-écologiques. Malgré les services écosystémiques qu'ils rendent et leur contribution au développement socio-économique, **les GDE du Sahel sont méconnus et leurs besoins en eaux souterraines sont rarement pris en compte dans les politiques d'aménagement du territoire.**

Les écosystèmes dépendant des
eaux souterraines au Sahel sont
encore mal connus.

DÉFINITION DES ÉCOSYSTÈMES DÉPENDANT DES EAUX SOUTERRAINES

Les GDE sont des écosystèmes qui doivent avoir un accès continu ou intermittent aux eaux souterraines pour répondre en tout ou partie aux besoins en eau nécessaires à la survie des plantes et des animaux, à leurs processus écologiques et au maintien des services écosystémiques. Certains écosystèmes dépendent exclusivement des eaux souterraines, tandis que d'autres bénéficient aussi de sources d'eau. La composition chimique et la température constante des eaux souterraines sont notamment cruciales pour certaines espèces.

Les eaux souterraines alimentent les écosystèmes qui en dépendent par un processus naturel de drainage. Il s'agit du mouvement par lequel elles passent du sous-sol vers la surface pour alimenter les sols, les cours d'eau, les lacs ou les sources. La préservation de ce flux d'eau souterraine, nécessaires à la satisfaction des besoins des GDE, est indispensable à la pérennité de ces écosystèmes précieux.

Les eaux souterraines alimentent les écosystèmes par les moyens suivants :

- Drainage vers les sols
- Drainage vers un cours d'eau de surface qui alimente son débit de base (par exemple, rivières et ruisseaux pérennes ou saisonniers).
- Drainage vers une masse d'eau de surface (par exemple, zones humides, lacs et étangs).
- Drainage vers la mer par les fonds marins le long de la côte
- Évaporation du sol ou évapotranspiration sous l'effet de l'absorption par les plantes.

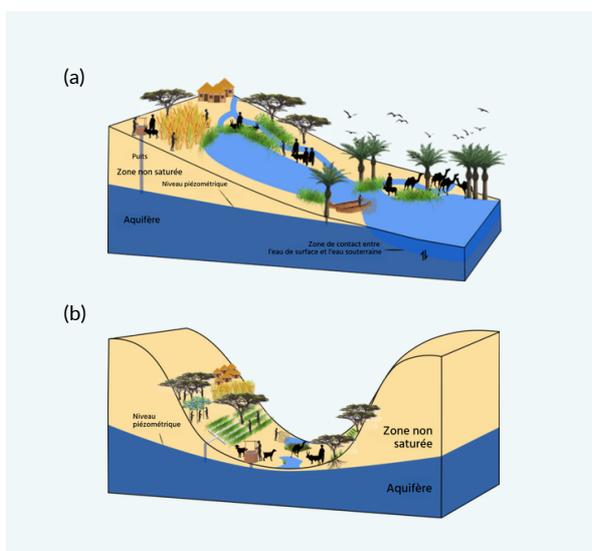
Les GDE sont des ressources environnementales uniques d'une valeur écologique internationale, qui ont également une immense valeur économique et sociale pour les populations et les éleveurs.

TYPLOGIES DES GDE

Les GDE du Sahel sont classés suivant quatre grandes catégories géographiques : les eaux de surface intérieures, les écosystèmes côtiers et marins, les oasis et sources, et la végétation terrestre.

1. Écosystèmes des eaux de surface intérieures

Ces GDE se situent à proximité des grands fleuves, lacs, marécages et oueds¹ sahéliens et sont propices à l'activité agricole. Les eaux souterraines jouent un rôle essentiel, car elles complètent les eaux de surface utilisées pour l'irrigation, maintiennent le débit de base des eaux de surface et constituent une source d'eau pour les populations et le bétail.



Écosystèmes d'eaux de surface intérieures : écosystèmes fluviaux et lacustres (a) et écosystèmes de zones humides (b)

1.1. Écosystèmes fluviaux et lacustres

Grâce aux fortes interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines, la flore et la faune ont des habitats offrant des ressources abondantes et diversifiées. Parmi la flore on compte notamment le papyrus, la spiruline, les roseaux et les arbres et arbustes épineux. La faune se compose d'oiseaux, de poissons, de bétail (par exemple chameaux, bœufs, moutons, chèvres, ânes et volaille) et de faune sauvage (comme les éléphants, les sitatunga et les hippopotames). Les flux d'eaux souterraines apportent des nutriments et régulent la température, ce qui favorise l'agriculture, la pêche et la pisciculture. La petite agriculture de palmiers dattiers, de maïs, de sorgho, de niébé et la production de fourrage se développent sur les rives des rivières et des lacs. Ces écosystèmes sont une source permanente de pâturage et d'eau pour le bétail transhumant pendant les saisons sèches. L'activité économique florissante de ces milieux favorise également le développement de l'art et de l'artisanat.



Delta intérieur du Niger au Mali. ©Christiane Spinnewyn

1.2. Écosystèmes des zones humides

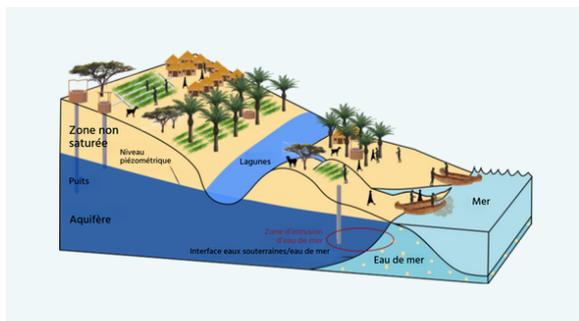
Les zones humides se situent souvent dans les vallées sèches ou les grandes plaines alluviales. Les flux d'eaux souterraines sont essentiels au maintien de leur superficie de base. Ces zones servent également à capter les eaux de pluie et de ruissellement du bassin versant. Elles favorisent l'agriculture à petite échelle (par exemple, légumes, céréales et tubercules), les vergers (par exemple, mangue, goyave, agrumes et banane) aussi bien que l'élevage et le pastoralisme. Les eaux souterraines permettent de poursuivre la production de cultures (par exemple, tomates, oignons et pommes de terre) pendant la saison sèche, lorsque les réservoirs d'eau de surface s'assèchent.

¹ Vallée, ravin ou lit de cours d'eau en Afrique du Nord et en Asie du Sud-Ouest qui reste sec sauf pendant la saison des pluies.

² Ce phénomène survient pendant la saison sèche, lorsqu'aucune pluie/eau de surface ne vient alimenter la zone humide et que l'évaporation est élevée.

2. Écosystèmes côtiers et marins

Ces écosystèmes se trouvent sur le littoral et au large des côtes.



Écosystèmes côtiers et marins



Pêcheurs imragués dans le parc national du Banc d'Arguin (Mauritanie). ©PNBA

2.1. Écosystèmes côtiers

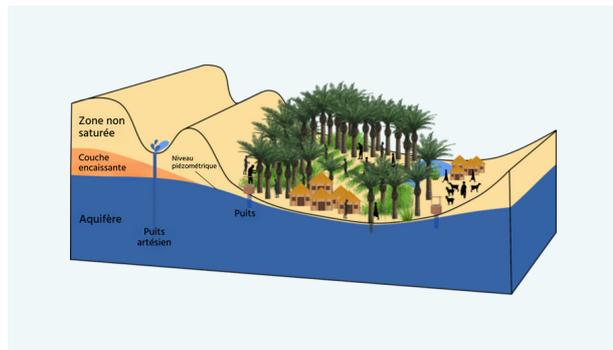
Les écosystèmes côtiers comprennent les bancs de sable, les dunes, les marais, les lagunes et les mangroves et sont alimentés à la fois par l'eau de mer, les précipitations, les eaux de surface et les eaux souterraines depuis les aquifères. Les mangroves, qui ont besoin d'eau salée et saumâtre, servent d'habitat à plusieurs espèces aquatiques et semi-aquatiques et produisent d'importants services écosystémiques comme la capture du carbone et la réduction du méthane atmosphérique, la filtration de l'eau et la protection contre l'érosion côtière et les ondes de tempête. Les écosystèmes côtiers sont propices à la chasse, à la pisciculture, à l'extraction de sel et à la sylviculture commerciale. L'agriculture et l'horticulture à haut rendement sont aussi pratiquées couramment le long des côtes sahéniennes, grâce souvent aux nappes perchées qui sont des lentilles d'eau douce flottant au-dessus d'eaux souterraines salées.

2.2. Écosystèmes marins côtiers

Les eaux souterraines douces drainées vers l'océan se mélangent à l'eau de mer en zone côtière, ce qui favorise les frayères et la pêche côtière en général.

3. Écosystèmes des sources et des oasis

Les eaux souterraines alimentent les oasis et les sources des déserts sahélo-sahariens, principalement grâce aux nappes sub-affleurantes ou affleurantes et parfois aux flux artésiens des aquifères captifs. Elles peuvent être minéralisées ou douces. Dans ce contexte aride, les eaux de surface des gueltas³, des lacs, des étangs et des marécages dépendent exclusivement des eaux souterraines et ne sont que rarement alimentées par les précipitations.



Écosystèmes des oasis et des zones voisines des sources

Les écosystèmes des oasis et des sources peuvent être fortement anthropisés, les eaux souterraines servant ici aux usages domestiques et à l'agriculture irriguée, qui est la principale activité économique et de subsistance au Sahel. L'existence conjointe de sols fertiles et d'eaux souterraines favorise les plantations commerciales de palmiers dattiers et de vergers, de jardins potagers, de céréales et de fourrage, d'herbes aromatiques et médicinales, ainsi que l'élevage de bétail (chameaux, moutons, chèvres et zébus). Certaines oasis sont devenues des centres commerciaux et des carrefours culturels. La plupart ont un riche passé et ont préservé leur artisanat traditionnel, ce qui attire le tourisme culturel et l'écotourisme.



Oasis de Taouaz, Adrar mauritanien. ©François Bertone

³ Une guelta désigne une dépression ou une cuvette naturelle creusée dans la roche, dans laquelle l'eau s'accumule sans écoulement apparent. Elle peut être permanente et résister à la saison sèche si elle est alimentée par une source souvent invisible (généralement située en dessous du niveau des eaux de surface).

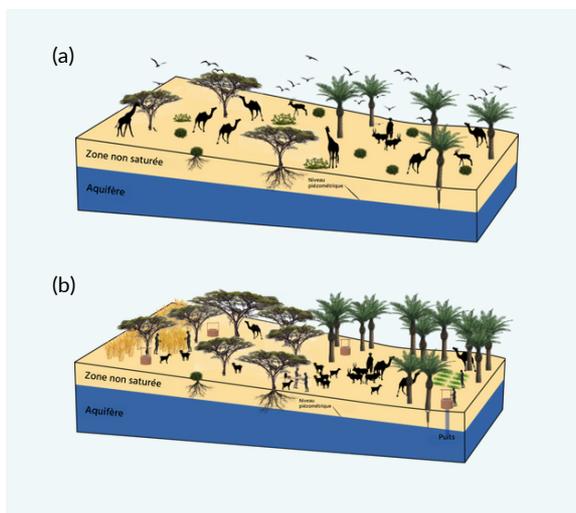
La faune et la flore peuvent se développer et trouver refuge dans les paysages désertiques environnant les sources et les oasis. Au Sahara et au Sahel, ces zones ne sont généralement pas liées aux établissements humains, et ne connaissent pas d'autres activités humaines que le transit ou la transhumance pastorale.



Guelta d'Archeï (Tchad). ©Isabelle Boutriau

4. Écosystèmes de végétation terrestre

Ces écosystèmes abritent des espèces qui se développent sous des climats très divers et qui dépendent de ressources continues ou intermittentes d'eaux souterraines. Ils subviennent aussi aux besoins d'autres espèces qui ne dépendent pas de ces dernières.



Écosystèmes terrestres : écosystèmes à végétation éparse (a) et écosystèmes forestiers et sylvestres (b)

4.1. Écosystèmes à végétation éparse

Les écosystèmes terrestres sporadiques composés d'arbres et d'arbustes se trouvent dans les déserts (en dehors des zones humides) ou dans des régions caractérisées par des saisons sèches prolongées. Un grand nombre des espèces végétales qui les composent ont de longues racines qui leur permettent de puiser les eaux souterraines dans les couches profondes. Elles assurent de multiples fonctions au niveau du paysage et de l'écosystème, comme la stabilisation des dunes, la redistribution de l'eau dans le sol, la fertilisation de ce dernier, et offrent un abri et de la nourriture à la faune et au bétail transhumant.

4.2. Écosystèmes des zones boisées et forestières

Ces écosystèmes résultent d'une amélioration par l'homme de la catégorie des écosystèmes précédents. Ils sont constitués de parcs agroforestiers et agropastoraux gérés et/ou plantés de certaines espèces qui fournissent du fourrage, de la nourriture, du bois et des médicaments. Ils sont également associés à la transhumance pastorale.



Troupeau de bovins à l'ombre d'un acacia, Kanem (Tchad). ©Alexandre Ickowicz

ÉCOSYSTÈMES DÉPENDANTS DES EAUX SOUTERRAINES EN BORDURE DU DÉSERT : MÉCANISME DE REDISTRIBUTION HYDRAULIQUE

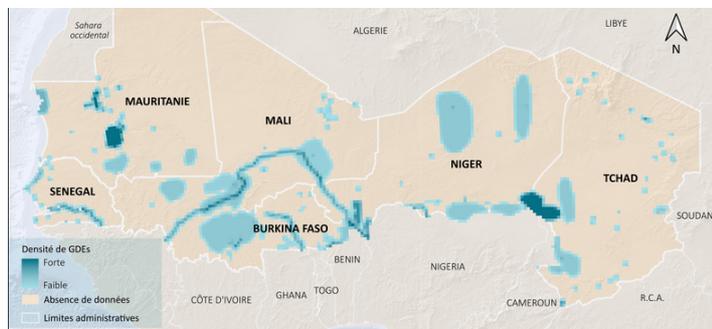
On entend par redistribution hydraulique le processus par lequel certaines plantes à racines profondes puisent de l'eau dans les couches inférieures du sol, plus humides, et la font remonter vers les couches supérieures du sol, plus sèches. Ce mécanisme, bénéfique à la fois pour l'arbre qui achemine l'eau et pour les végétaux environnants à racines peu profondes, est observé dans de nombreux écosystèmes et environnements où cohabitent arbres et graminées. Des études récentes sur la circulation de la sève dans les racines pivotantes et les racines latérales des arbres montrent que les racines pouvaient aussi redistribuer, de façon descendante ou latérale, l'eau des couches superficielles humides vers les régions plus sèches du sol.

De nombreuses variétés d'arbres présentes au Sahel se servent de ce mécanisme. Ainsi, le *Vitellaria Paradoxa* (karité) et le *Parkia Biglobosa* (néré) seraient capables de redistribuer respectivement 73 et 247 litres d'eau par arbre et par jour (Bayala *et al.*, 2008). Le *Vachellia Tortilis* (acacia) peut pomper plus de 20 litres par jour dans la nappe phréatique et la mettre à la disposition des organismes vivant à la surface (Do *et al.*, 2008). De nombreuses herbes comestibles qui poussent sous sa cime sont consommées par l'homme qui commercialise ses gousses et ses graines nutritives.

Ces variétés, et d'autres arbres et arbustes dépendant des eaux souterraines, forment les forêts claires sahéniennes et procurent de l'ombre et du fourrage au bétail transhumant pendant la majeure partie de la saison sèche.

CARTOGRAPHIE DES GDE DANS LE SAHEL OCCIDENTAL ET LE SAHEL CENTRAL

La cartographie réalisée en 2020 et 2021 a permis de recenser 123 GDE dans le Sahel occidental et le Sahel central (Rambhunjun *et al.*, sous presse). La carte ci-dessous indique l'emplacement de certains d'entre eux dans les six pays du Sahel, mais beaucoup d'autres doivent encore être localisés et décrits.



Densité des écosystèmes dépendant des eaux souterraines dans le Sahel occidental et le Sahel central (Auteur P. Rambhunjun). ©World Bank

PROCHAINES ÉTAPES

- 1 Il est impératif de renforcer les connaissances sur les caractéristiques hydrogéologiques et écologiques des GDE du Sahel occidental et du Sahel central et d'évaluer l'impact de leur dégradation sur le bien-être des populations et des pays.** Ces écosystèmes et leur contribution à l'économie régionale revêtent une importance essentielle, mais ils sont encore peu connus, compris et décrits. Ils sont de ce fait rarement pris en compte dans les politiques et les plans d'aménagement du territoire et des ressources naturelles.
- 2 Il convient de procéder à une évaluation systématique des principaux GDE** afin de comprendre leur dépendance vis-à-vis des eaux souterraines et de déterminer leur composition chimique de base et la contribution socio-économique des services écosystémiques qu'ils rendent, compte tenu du changement climatique.
- 3 La protection des GDE du Sahel** et leur prise en compte dans la réglementation, la planification, la mise en valeur et la gestion des ressources terrestres et hydriques, permettront d'exploiter leur potentiel et de ne pas mener d'activités susceptibles de compromettre leur intégrité et leurs fonctions.
- 4 Il est nécessaire de prévoir des dispositifs juridiques et institutionnels** permettant de préserver les GDE. Il importe de mettre en place un système de suivi des GDE afin de d'évaluer les impacts des activités humaines sur leurs évolutions et de prendre les mesures nécessaires pour préserver leurs services écosystémiques. Les dispositions juridiques peuvent donner lieu à la création de zones protégées autour des GDE dans le but de préserver la qualité des eaux souterraines et de réduire leur dégradation.

BIBLIOGRAPHIE

Bayala J., Heng L.K., van Noordwijk M., Ouedraogo S.J., 2008. Hydraulic redistribution study in two native tree species of agroforestry parklands of West African dry savanna. *Acta Oecologica*, 34(3), 370–378.

Do, F.C., Rocheteau, A., Diagne, A.L., Goudiaby, V., Granier, A., Lhomme, J.-P., 2008. Stable annual pattern of water use by *Acacia tortilis* in Sahelian Africa. *Tree Physiology* 28(1), 95–104.

Rambhunjun P., Bertone F., Rossignol A., Sou M. A typology for Sahelian groundwater-dependent ecosystems [*In Press*].

Cette note a été élaborée à partir des travaux approfondis de Précila Rambhunjun, géographe consultante. Ce projet a été financé par le programme de Coopération pour les eaux internationales en Afrique (CIWA), fonds fiduciaire multi-donateurs qui soutient les efforts déployés par les pays riverains d'Afrique subsaharienne pour contribuer à une croissance durable, inclusive et à l'épreuve des aléas climatiques en s'attaquant aux obstacles à une gestion et à une mise en valeur concertées des eaux transfrontalières. CIWA bénéficie de généreuses contributions de la Commission européenne, du Danemark, de la Norvège, des Pays-Bas, du Royaume-Uni et de la Suède.

Cette série de Notes thématiques du CIWA présente les recherches effectuées et les données obtenues à ce jour. Elle apporte ainsi des éléments utiles à l'examen d'une question importante et intéressante pour l'action publique. Ce document a été préparé par les services de la Banque mondiale avec la contribution de collaborateurs externes et doit être mentionné comme tel. Les observations, interprétations et opinions qui y sont exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de la Banque mondiale, de son Conseil des Administrateurs ou des pays que ceux-ci représentent.

Les Notes thématiques de cette série sont disponibles à l'adresse suivante <https://www.ciwaprogram.org/resources/>.

NOUS VOUS INVITONS À CONSULTER NOTRE SITE :

www.ciwaprogram.org et
www.ciwaprogram.org/fr ou suivez-nous sur
Twitter [@ciwaprogram](https://twitter.com/ciwaprogram)

POUR EN SAVOIR PLUS, VEUILLEZ CONTACTER

François Bertone fbertone@worldbank.org
Aurelie Rossignol arossignol@worldbank.org
Mariam Sou ydakouresou@worldbank.org

© 2023 | Coopération pour les eaux internationales en Afrique | Pôle mondial d'expertise en eau | Groupe de la Banque mondiale, 1818 H Street, NW Washington, DC, États-Unis