

# LES RESSOURCES EN EAU PROFONDE DU DÉSERT DU SAHARA ET DE SES CONFINS ARIDES ET SEMI-ARIDES

*À l'échelle mondiale, le stock d'eau douce décroît continuellement du fait d'une surexploitation des ressources en eau souterraine de nombreux pays, pour l'irrigation agricole, et, notamment, des eaux fossiles de grands aquifères non renouvelés, souvent seule ressource régionale d'importance (essentiellement Moyen-Orient et Afrique septentrionale). Leur utilisation s'apparente alors à une exploitation de type minier, avec, à plus ou moins long terme, un risque important d'épuisement. L'Afrique septentrionale abrite de nombreux grands aquifères transfrontières non ou peu alimentés. Et malgré les réserves colossales présentes en profondeur dans la vaste région saharienne, l'impact de la surexploitation rend indispensable une gestion rationnelle.*

En dehors des grands bassins fluviaux, la présence d'eau douce dans les zones arides ou désertiques de la bande saharo-sahélienne, sous la forme de lacs ou de sources (oasis), est souvent exclusivement liée à l'émergence d'eaux souterraines profondes, considérées comme fossiles, car accumulées lors des périodes pluvieuses du Quaternaire, il y a des milliers, voire des centaines de milliers d'années. Leur surexploitation par l'homme (par drainage et pompage), ou leur vidange naturelle, conduit à l'assèchement et/ou à la salinisation de ces zones humides et, par voie de conséquence, à la disparition de leur biodiversité. La préservation des ressources en eaux souterraines profondes constitue ainsi un facteur important pour lutter contre la désertification.

## Aquifères saharo-sahéliens : hydrogéologie et méthodes d'étude

Il existe de nombreux indices (peintures rupestres, outils, etc.) de la présence ancienne de zones peuplées, avec de l'eau en abondance et une végétation dense, dans les régions sahariennes et subsahariennes. Les réservoirs souterrains pouvaient alors se remplir à partir des reliefs centraux du Sahara jouant un rôle de château d'eau, ou par infiltration des grandes étendues lacustres.

Actuellement, le Sahara et le Sahel regorgent d'importantes quantités d'eau stockées en profondeur, héritées de ces périodes anciennes. La géochimie et l'hydrologie isotopique (en particulier datations au carbone-14 et Krypton-81) ont montré qu'il s'agissait d'eaux anciennes alimentées par les pluies lors de périodes qui bénéficiaient de climats plus humides que ceux d'aujourd'hui (Holocène et Pléistocène tardif). Les oasis du désert représentent les seuls restes visibles du fonctionnement hydrologique de ces époques. Ils constituent les points de sortie naturels de ces aquifères profonds, sous l'effet de la pression de l'eau infiltrée il y a plusieurs milliers d'années.

Ces aquifères sont localisés dans de vastes bassins sédimentaires. Plusieurs se trouvent dans la zone sahéenne (sénégal-mauritanien, Taoudenni, Tchad, Iullemeden). Plus petits que ceux de la zone nord-saharienne (Grès Nubiens, Sahara septentrional), ils bénéficient d'une réalimentation locale par les grands fleuves (Sénégal, Niger, Chari) ; ils sont aussi associés à des

ressources superficielles réalimentées par des précipitations plus abondantes mais soumises à de fortes variations périodiques.

Trois exemples illustrent ces systèmes : le *Nubian sandstone Aquifer* (NSAS) et le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) pour la zone saharienne et le bassin du lac Tchad pour le Sahel.

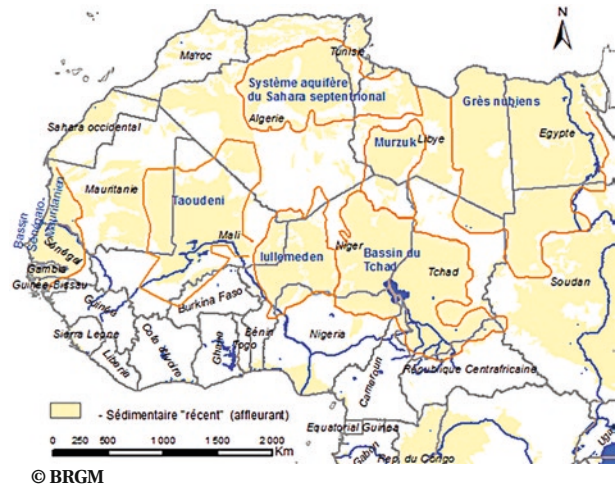
**Le NSAS** couvre une superficie d'environ 2,2 millions de km<sup>2</sup> sur quatre pays (Soudan, Tchad, Égypte, Libye). Il constitue une des plus grandes réserves d'eau douce souterraine du monde (stock de 370 000 km<sup>3</sup>) datant du Quaternaire ancien. De nombreuses études, géologique, hydrogéologique, hydrochimique et isotopique, réalisées dans les années 1970 et 1980, ont ouvert la voie à la modélisation numérique de son fonctionnement et à la simulation de son évolution selon différents scénarios d'exploitation. Citons le modèle global (2000) du Centre pour l'Environnement et le Développement pour la Région Arabe et l'Europe et celui de l'Agence internationale de l'énergie atomique, intégrant une composante paléohydrologique (2009). Des modèles locaux ont aussi été réalisés autour des grands champs de captage en Lybie ou en Égypte. Ces modèles s'accordent à dire que **l'exploitation envisagée pour les années à venir ne met pas en péril la réserve globale sur une période de plusieurs centaines d'années**. En revanche, des dommages locaux sont à craindre près des champs de captage du fait d'un rabattement local trop important de la nappe (baisse du niveau piézométrique).

**Les aquifères du bassin du Tchad** se rencontrent dans les sédiments d'origine continentale sur trois quarts de la superficie du bassin orographique du lac Tchad (Tchad, Cameroun, Niger, Nigeria, République centrafricaine). Ils renferment une réserve en eau considérable répartie entre :

- ① un aquifère superficiel dans les formations quaternaires (épaisseur de 50 à 180 m). Bien étudié depuis les années 1940, il constitue actuellement la principale source d'approvisionnement en eau de la région ;
- ② le système profond, moins connu, constitué par l'aquifère du Continental Terminal connecté avec les niveaux du Pliocène inférieur. Peu exploité, à l'exception des limites sud et nord du bassin où il est artésien, sa réserve exploitable est estimée entre 70 et 145 millions de m<sup>3</sup> par an (évaluation incertaine en l'absence de modélisation, rendue difficile par le manque de données).



**Le SASS** couvre environ un million de km<sup>2</sup> (Algérie, Lybie, Tunisie). Il est constitué de deux grands réservoirs, de bas en haut : le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT). La synthèse des études menées depuis les années 1950 a abouti à un premier modèle (1972) qui, enrichi de nouvelles données (années 2000), a permis de reconstituer le fonctionnement du système aquifère, d'estimer une recharge globale de 36 m<sup>3</sup>/s et de proposer des scénarios d'exploitation jusqu'à l'horizon 2050. Tous montrent un impact important de l'exploitation sur l'aquifère pouvant représenter jusqu'à huit fois les ressources renouvelables. Ces résultats issus d'une collaboration entre pays concernés, sous l'égide de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (projet SASS I), ont conduit les pays à renforcer leur collaboration (SASS II) afin d'élaborer des recommandations opérationnelles pour une gestion durable de la ressource en eau.



© BRGM

Aquifères	Pays	Superficies (10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> )
Système aquifère des grès nubiens	Égypte, Libye, Soudan, Tchad	2 200
Système aquifère du Sahara septentrional	Algérie, Libye, Tunisie	1 000
Bassin du lac Tchad	Niger, Nigeria, Tchad, Cameroun, République centrafricaine	1 500
Système aquifère du Taoudeni (SAT) et des Iullemeden (SAI)	Bénin, Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Nigeria, Algérie	SAT : 2 000 SAI : 500
Bassin de Murzuk	Algérie, Libye, Niger	450
Bassin sénégalo-mauritanien	Mauritanie, Sénégal, Gambie, Guinée-Bissau	340

Principaux aquifères profonds de l'Afrique septentrionale (Seguin et Gutierrez, 2016)

## Gestion durable des grands aquifères fossiles

L'épuisement progressif de la ressource, lié au déséquilibre entre recharge et décharge (naturelle ou artificielle), et ses conséquences environnementales, posent la question de la durabilité de l'approvisionnement en eau. Face aux besoins croissants des populations, une bonne maîtrise de la gestion de la ressource en eau souterraine est nécessaire. L'évaluation du volume d'eau disponible et une bonne connaissance de l'origine et de l'âge des eaux souterraines, aident à définir les meilleures stratégies d'exploitation et à limiter l'impact des prélèvements. Cet impact est dépendant de la position des ouvrages de captage par rapport aux zones de recharge et de décharge de la nappe. Les outils mathématiques et numériques aident à comprendre le fonctionnement des hydro-systèmes et l'évolution de la ressource en eau selon différents scénarios d'exploitation. Ils servent ainsi d'outils de gestion du potentiel de la ressource en fonction des besoins et développements économiques projetés. L'incertitude sur les modèles impose, toutefois, de surveiller l'évolution (débits, niveaux piézométriques) de la ressource.

**La quasi-totalité des grands aquifères subsahariens s'étendent sur plusieurs pays. Leur bonne gestion nécessite une approche transfrontalière.** Pour favoriser les processus d'entente et de négociation entre États concernés, un cadre international est indispensable. Actuellement, la Résolution 63/124 de l'assemblée générale des Nations Unies promeut deux règles fondamentales :  
 ① une utilisation équitable et raisonnable de la ressource ;  
 ② veiller à ne pas causer de dommage significatif.

**Une gestion concertée doit s'accompagner de la création d'organisations intergouvernementales et bénéficiant du soutien d'acteurs non étatiques.** Cette coopération nécessite des moyens financiers conséquents aux niveaux national et international pour couvrir les dépenses d'investissement et de renouvellement des installations, les frais d'exploitation, de maintenance et d'entretien. La gestion rationnelle des ressources en eau souterraines peut aussi s'appuyer sur le concept de « gestion intégrée des ressources en eau » (GIRE), encore peu utilisé au niveau transfrontalier du fait de contraintes naturelles, administratives, économiques et sociales, propres aux pays saharo-sahéliens.

**Trouver un mode de gestion homogène entre États se heurte à de nombreuses difficultés** liées parfois à de vieilles inimitiés historiques ou à l'absence de volonté politique. À cela s'ajoutent des capacités techniques, financières, institutionnelles et administratives diverses selon les pays. Par ailleurs, la priorité est souvent donnée aux contraintes économiques plutôt qu'à celles environnementales.

Le droit international est actuellement peu contraignant et dans les faits, il s'agit plutôt d'une gestion concertée pour gérer les problèmes de concurrence entre différents usages et acteurs en essayant de limiter les dégradations environnementales et les conflits sociaux. ■

**Auteur**

**Yves Travi**, (Hydrogéologue, hydrochimiste, isotopiste, Avignon Université, France)

**Directeur de la publication**

**Jean-Luc Chotte**, Président du CSFD

**Coordination éditoriale**

**Isabelle Amsellem** (Agropolis Productions)

**Réalisation graphique**

**Frédéric Pruneau** (Pruneau Production)

**Impression**

**LPJ Hippocampe** (Montpellier, France)

à 1 000 exemplaires

**Dépôt légal** : à parution

**ISSN** : 1959-1004 (imprimé)

et 2493-6235 (numérique)

© CSFD Juillet 2021

Cette fiche est issue du *Dossier thématique du CSFD n°14*. Les ressources en eau profonde du désert du Sahara et de ses confins arides et semi-arides (2020). [www.csf-desertification.org/dossier](http://www.csf-desertification.org/dossier)



**Comité Scientifique Français de la Désertification**

Agropolis International  
 1000 avenue Agropolis  
 F-34394 Montpellier CEDEX 5  
 Tél. : +33 (0)4 67 04 75 75  
 Fax : +33 (0)4 67 04 75 99  
[csfd@agropolis.fr](mailto:csfd@agropolis.fr)  
[www.csf-desertification.org](http://www.csf-desertification.org)