



Revue des principaux résultats des travaux sur le Continental Intercalaire, Cas de bassin Occidental

Youcef HAKIMI ^{1*}, Philippe ORBAN ¹, Pierre DESCHAMPS ², Serge BROUYERE ¹

Introduction

L'eau était toujours l'enjeu principal de toute civilisation ; et les zones arides sont les endroits les plus en démunis au monde. Sa disponibilité en quantité et en qualité demeure un défi que les responsables soulèvent constamment et que tentent de résoudre.

Le Sahara est l'une des régions les plus arides au monde (<< 100 mm/an). Les conditions climatiques hostiles exigent une totale dépendance vis-à-vis des eaux souterraines pour l'approvisionnement en eau (UNESCO, 1972). Le Système Aquifère de Sahara Septentrional y est, en effet, la principale ressource en eau pour la consommation humaine, l'agriculture et l'industrie. C'est un empilement d'aquifères transfrontaliers partagés entre l'Algérie, la Libye et la Tunisie. Il est composé principalement de deux aquifères : le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT) (OSS, 2003).

Le CI, sujet de cette étude, couvre une superficie de plus de 1 millions de km² et a une épaisseur moyenne de 350m (Ould Baba Sy, 2005). En effet, ces caractéristiques varient énormément en fonction de l'emplacement (OSS, 2003). Cet aquifère renferme un volume d'eau évalué à 20.000×10⁹ m³ (Ould Baba Sy, 2005). Ces énormes réserves sont cependant quasi-fossiles (Besbes et al., 2004), d'où la nécessité d'une parfaite connaissance pour assurer une gestion meilleure et durable de la ressource.

Depuis la fin du XIX^{ème} siècle où on a commencé à exploiter massivement ces nappes, leur état a considérablement évolué. Plusieurs travaux ont contribué à la caractérisation quantitative et qualitative du CI à échelle régionale. On en retenir deux conclusions majeures :

- 1- Le sous-bassin du Grand Erg Occidental et le piémont sud de l'Atlas Saharien sont les principales aires de recharge du CI (Castany, 1982) avec une contribution de l'ordre de 50% (Petersen, 2014).
- 2- L'aquifère du CI est fortement influencé par l'exploitation qu'on peut qualifier sans hésitation comme « une surexploitation » vu qu'elle a des effets néfastes considérables sur la nappe. Quantitativement, on assiste, ces dernières décennies, à un rabattement importants des niveaux piézométriques (Castany, 1982). On a constaté également la disparition de l'artésianisme ainsi que le tarissement des sources à plusieurs régions du Sahara Septentrional

¹ Université de Liège, Belgique, Département ArGenCo, UR *Urban and Environmental Engineering*, secteur GEO³, Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement.

² IRD, CEREGE UM 34, 13545, Aix-en-Provence, France.

* Email: youcef.dedjell@doct.uliege.be

Le Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement

(OSS, 2003). La baisse du niveau piézométrique peut ainsi atteindre 2m par an en Algérie (OSS, 2003). Qualitativement, une tendance à la salinisation a été signalée à différents endroits par plusieurs travaux dont les causes restent à investiguer (UNESCO, 1972 et OSS, 2003).

Les études consacrées au Grand Erg Oriental et encore plus au Sud Tunisien sont assez nombreuses. Ceci contraste avec une méconnaissance du fonctionnement hydrodynamique et hydrochimique de l'aquifère, en particulier à **échelle local**, au niveau du Grand Erg Occidental et à la partie centrale correspondant à la Dorsale du Mzab où, à titre d'exemple, les eaux du CI assurent 88% des besoins en eau de la région de Ghardaïa (Achour, 2010; Benkenzou, 2014).

Partant de ce constat, une étude visant l'amélioration des connaissances concernant le CI est plus qu'indispensable. Dans cet optique, ce travail consiste, en première phase, à une synthèse bibliographique des travaux sur l'ensemble de l'aquifère ; une lecture plus attentive est consacrée pour ceux qui ont touché le sous-bassin occidental.

Méthodologie de travail

Afin de structurer notre synthèse, nous l'avons partagée sur 3 thématiques (A, B et C), puis dans chacune d'entre eux, les travaux sont présentés par ordre chronologique croissant, depuis le plus ancien jusqu'au plus récent. Les thématiques et les travaux concernés sont :

A. Caractérisation géologique et hydrogéologique :

- Savornin, J. (1930). Les Territoires du Sud de l'Algérie, Esquisse Géologique et Hydrologique. *Ropprt pour le Gouvernement Général de l'Algérie, Alger*. 67p.
- Kilian, C. (1931). Des principaux complexes continentaux du Sahara. *Comptes Rendus sommaire de la Société Géologique de France*, 9: 109–111.
- Savornin, J. (1947). Le plus grand appareil hydraulique du Sahara (Nappe artésienne dite de l'Albien). *Travaux IRS*, 5, 25–66.
- Gautier, M. (1951). La ressource aquifère albienne. *Bulletin de liaison Saharienne*, 3, 10–14.
- Cornet, A., & Gouskov, N. (1952). Données sur l'hydrogéologie algérienne, Les eaux du Crétacé inférieur continental dans le Sahara Algérien. *XIXème Congrès Géologique International, La géologie et les problèmes de l'eau en Algérie*, 11, 144–171.
- Cornet, A. (1964). Introduction à l'hydrogéologie saharienne. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, 5(1), 5–72.
- Busson, G. (1970). Le Mesozoïque Saharien 2ème partie: Essai de synthèse des données des sondages Algero-Tunisiens, Tome 2. *Ser. Geol. CNRS Paris*. pp. 483–602.
- Castany, G. (1982). Bassin sédimentaire du Sahara septentrional (Algérie, Tunisie). Aquifères du Continental intercalaire et du complexe terminal. *Bull. BRGM*, 2(2), 127–147.

Le Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement

B. Caractérisation hydrochimique et isotopique:

- Conrad, G., & Fontes, J. C. (1970). Hydrologie isotopique du Sahara nord-occidental. In IAEA (Ed.), *Isotope Hydrology*, 405–419.
- Gonfiantini, R., Conrad, G., Fontes, J. C., Sauzay, G., & Payne, B. R. (1974). Etude isotopique de la nappe du Continental Intercalaire et de ses relations avec les autres nappes du Sahara septentrional. In IAEA (Ed.), *Isotope techniques in groundwater hydrology*, 227–241.
- Sonntag, C., Klitzsch, E., Lohnert, E. P., El-Shazly, E. M., Munnich, K. O., Junghans, C., Thorweihe, U., et al. (1978). Palaeoclimatic information from deuterium and oxygen-18 in carbon-14-dated north saharian groundwaters. *Isotope hydrology*, 569–581.
- Guendouz, Abdelhamid. (1985). Contribution à l'étude géochimique et isotopique des nappes profondes du Sahara nord-est septentrional, Algérie. *Thèse de Doctorat, Paris Sud*. 228p.
- Moulla, A. S., & Guendouz, A. H. (1996). A Survey of Rainwater Chemical and Isotopic. *Séminaire International sur l'Application des techniques isotopiques dans le domaine des ressources en eau et en sol*. Mahdia, Tunisie.
- Guendouz, A., Moulla, A. S., Edmunds, W. M., Shand, P., Poole, J., & Zouari, K. (1997). Palaeoclimatic information contained in groundwaters of the Grand Erg Oriental, North Africa. *Proc. Int. Symp. "Isotope Techniques in the Study of Past and Current Environmental Changes in the Hydrosphere and the Atmosphere"*, 555–571. IAEA, Vienna,
- Moulla, A. S., Guendouz, A., & Cherchali, M. E. H. (2002). Contribution des isotopes à l'étude des ressources en eau souterraines transfrontalières en Algérie Méthodologie générale. *Proceedings of the International Workshop*, 55–67. Tripoli, Libya.
- Edmunds, W. M., Guendouz, A. H., Mamou, A., Moulla, A., Shand, P., & Zouari, K. (2003). Groundwater evolution in the Continental Intercalaire aquifer of southern Algeria and Tunisia: trace element and isotopic indicators. *Applied Geochemistry*, 18(6), 805–822.
- Moulla, A. S., & Guendouz, A. (2003). Etude des ressources en eau souterraines en zones arides (Sahara algérien) par les méthodes isotopiques. *Proc. Int. Symp. Hydrology of the Mediterranean and Semiarid Regions*, 35–42. Montpellier. IAHS (Ed.).
- Guendouz, A., & Michelot, J. L. (2006). Chlorine-36 dating of deep groundwater from northern Sahara. *Journal of Hydrology*, 328(3–4), 572–580.
- Guendouz, A., Moulla, A. S., & Michelot, J. L. (2009). Carbon-14, chlorine-36 and noble gases in deep groundwaters from north-eastern Sahara (Algeria): Palaeoclimatic implications. *Proc. Conf. Groundwater and Climate in Africa*, 234–240. IAHS-AISH Publication, 334.
- Chkir, N., Guendouz, A., Zouari, K., Hadj Ammar, F., & Moulla, A. S. (2009). Uranium isotopes in groundwater from the continental Intercalaire aquifer in Algerian Tunisian Sahara (Northern Africa). *Journal of Environmental Radioactivity*, 100(8), 649–656.
- Moulla, A. S., Guendouz, A., Cherchali, M. E.-H., Chaid, Z., & Ouarezki, S. (2012). Updated geochemical and isotopic data from the Continental Intercalaire aquifer in the Great Occidental Erg sub-basin (south-western Algeria). *Quaternary International*, 257, 64–73.
- Petersen, J. O. (2014). *Traçage isotopique (36Cl, 4He, 234U) et modélisation hydrogéologique du Système Aquifère du Sahara Septentrional. Application à la recharge Quaternaire du Continental Intercalaire. Thèse de doctorat Geosciences de l'environnement*. Aix-Marseille. 286p.
- Petersen, J. O., Deschamps, P., Hamelin, B., Fourré, E., Gonçalves, J., Zouari, K., Guendouz, A., et al. (2018). Groundwater flowpaths and residence times inferred by 14C, 36Cl and 4He isotopes in the Continental Intercalaire aquifer (North-Western Africa). *Journal of Hydrology*, 560, 11–23.
- Hakimi-Dedjell, Y., Orban, P., Chettih, M., Brouyère, S. (2018) ; Pour une exploitation raisonnée des ressources eau souterraines du Sahara algérien, région de Ghardaïa : État des lieux et recommandations. *Geo-Eco-Trop*. Accepté en cours d'impression.

Le Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement

C. Aspects gestion et modélisation

- UNESCO. (1972). Etude des Ressources en Eau du Sahara Septentrional, Rapport sur les résultats du projet, conclusions et recommandations. 66p.
- UNESCO. (1972). Etude des Ressources en Eau du Sahara Septentrional, Plaquette 2 : La nappe du Continental Intercalaire – Modele mathématique. 44p.
- OSS. (2003). Le système aquifère du Sahara septentrional : une conscience de bassin, volume 2 : Hydrogéologie. 151p.
- Besbes, M., Babasy, M., Kadri, S., Latrech, D., Mamou, A., Pallas, P., & Zammouri, M. (2004). Conceptual framework of the North Western Sahara Aquifer System. *Proceedings of the International Workshop Shared Aquifer Resources, UNESCO, Tripoli, Libya, 2- 4 June 2002*, 163–169.
- Ould Baba Sy, M. (2005). Recharge et paléo recharge du système aquifère du Sahara Septentrional. *Thèse de doctorat, Faculte des Sciences de Tunis, Departement de Geologie*. 271p.
- Achour, M. (2010). Premières mesures piézométriques en utilisant les nouveaux piézomètres captant la nappe du CI dans la wilaya de Ghardaïa. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), Ouargla. Rapport intérieur. 14p.
- Gonçalvès, J., Petersen, J., Deschamps, P., Hamelin, B., & Baba-Sy, O. (2013). Quantifying the modern recharge of the “fossil” Sahara aquifers. *Geophysical Research Letters*, 40(11), 2673–2678.
- Benkenzou, D. (2014). Monographie de la wilaya de Ghardaïa. Rapport de la direction de la programmation et du suivi budgétaires. 178p.
- Gonçalvès, J., Vallet-Coulomb, C., Petersen, J., Hamelin, B., & Deschamps, P. (2015). Declining water budget in a deep regional aquifer assessed by geostatistical simulations of stable isotopes: Case study of the Saharan “Continental Intercalaire.” *Journal of Hydrology*, 531, 821–829.

N. B.

- Comme nous l'avons déjà sus-mentionné, nous avons pris en considération uniquement les travaux qui ont étudié le bassin occidental.
- La liste risque de ne pas être exostive parce que nous avons repris seulement les travaux publiés.

Résultats et recommandations

Ce travail, nous a permis d'atteindre deux objectifs :

- 1- Retracer l'historique de l'évolution des connaissances concernant le CI, tout au moins dans la région de Ghrdaïa.
- 2- Dégager les problématiques qui ont besoin encore d'une investigation soit de la part des chercheurs ou même des administrateurs.

Ainsi, nous réalisons que le CI est un aquifère potentiel constituant le pilier de tout développement socio-économique des régions sahariennes, d'où la nécessité d'une gestion rationnelle et durable de cette précieuse ressource. La responsabilité est partagée entre la communauté scientifique et les services administratifs concernés et la coordination entre ces différents intervenants est indispensable.