

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/295080063>

Drainage karstique de la chaîne calcaire du Djurdjura (Grande Kabylie, Algérie). Alimentation et interaction entre composantes évaporitique et carbonatée

Conference Paper · September 1997

CITATIONS

0

READS

973

5 authors, including:



Mania Jacky

Université de Lille

142 PUBLICATIONS 1,646 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Jacques-Noël Mudry

Université de Franche-Comté

182 PUBLICATIONS 3,123 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Drainage karstique de la chaîne calcaire du Djurdjura (Grande Kabylie, Algérie). Alimentation et interaction entre composantes évaporitique et carbonatée

Malek Abdesselam *, Hocine Lami *, Jacky Mania **, Jacques Mudry **, Aigoun C. * & Pierre Chauve **

* Université de Tizi Ouzou, Route de Hasnaoua 15000 Tizi Ouzou, Algérie

* Université de Franche-Comté, Laboratoire de Géologie Appliquée, 1 place Leclerc 25000 Besançon, France

Résumé

Le Djurdjura, dominé par les puissantes barres calcaires du Lias inférieur, est un empilement d'écaillles N70, découpées par des accidents N140. Les unités hydrogéologiques forment des bandes longitudinales est-ouest limitées au sud par les flyschs et le trias imperméable et au nord par le socle kabyle, les marnes du Miocène et un cône fluvial. La karstification ancienne (grottes perchées...), l'enfoncement vertical des circulations et leur drainage vers l'ouest traduisent l'exhaussement du massif (mouvements post-villafranchiens) responsable du climat "périglacière méditerranéen" auquel il est soumis (gélifraction, dissolution ...).

Les analyses isotopiques montrent un gradient altitudinal des teneurs en tritium (+0,22 UT par 100 m) et en oxygène-18 (-0,37 ‰ par 100 m), couplé à un gradient pluviométrique de +60 mm/100 m. L'excès en deutérium par rapport à la droite météorologique mondiale est imputable à des apports pluvieux de l'est méditerranéen. Les influences européennes ou sahariennes sont également mises en évidence.

Une typologie de l'alimentation des émergences a été proposée à partir du traçage isotopique naturel de la molécule d'eau (altitude des impluviums) et des faciès chimiques rencontrés : émergences de l'épikarst (bicarbonaté calcique) et participation d'une composante triasique (chloruré sodique).

Abstract

The Djurdjura, dominated by the lower Liassic thick and massive limestones layers is a pile of N70 trending thrust sheets which are cut by N140 faults. The hydrogeological units form est-west longitudinal bands which are limited by flyschs and impermeable Triassic layers in the south and by the Kabylia basement, Miocene marls and a fluvial cone in the north. The old karstification (hanging caves), the vertical deepening of waterflows and their drainage to westwards reflect the uplift of the massif (post-Villafranchian movements) which is responsible for its 'periglacial mediterranean' climate (gelivation, dissolution ...).

The isotopic analyses show an altitudinal gradient of tritium (+0,22 UT per 100 m) and oxygen-18 (-0,37 ‰ per 100 m), coupled with a rain gradient of +60 mm per 100 m. The deuterium excess versus the world meteorological line is due to eastern-mediterranean precipitations. The European or Saharian influences are also demonstrated.

A typology for alimentation of emergences is proposed by the means of natural isotopic tracing of water molecule (altitude of intake area), and hydrochemical facies : epikarst springs (calcic and bicarbonated type) and participation of a Triassic component (sodium chloride type)

1. Présentation générale

La chaîne calcaire du Djurdjura se situe au nord de l'Algérie, à 100 km à l'est d'Alger et à moins de 50 km au sud du littoral méditerranéen (Fig.1). C'est une chaîne de montagnes récente fortement soulevée avec des versants à la verticale de plus de 1000 m de dénivellée. Elle s'étend selon une direction E-W sur environ 50 km. Sa largeur est très réduite (entre 1 et 10 km). L'altitude des crêtes oscille entre 1200 et 2308 m, (point culminant Tamgout Lalla Khedidja). Cette disposition lui donne l'allure d'une muraille haute avec des arêtes rigides et déchiquetées. Elle domine la grande dépression de Mechtras-Boghni-Dra El Mizan vers le Nord.

Le Djurdjura, par sa position, son altitude, ses importantes précipitations, ses sommets enneigés plusieurs mois chaque année et par l'absence d'activité humaine (sans habitations ni agriculture) est considéré comme une importante réserve d'eau. Il peut constituer une région de référence pour la qualité des eaux de pluie, des sources et des rivières.

Nous ferons ici la présentation de la structure et du fonctionnement d'un karst de montagne en zone méditerranéenne où l'alimentation par la neige et les structures conditionnent les écoulements.

2. Contexte géologique et géomorphologique

Le Djurdjura, est formé par un ensemble de dorsales, sous forme d'unités structurales de direction est-ouest, à plans axiaux redressés et déversés vers le Sud. Il est encadré par le socle cristallin et cristallophyllien de Grande Kabylie au Nord et par les flyschs qu'il chevauche à sa limite méridionale. Il est constituée par un ensemble sédimentaire allant du Paléozoïque supérieur au Cénozoïque où les calcaires massifs du Lias inférieur et de l'Eocène sont dominants. Ces

derniers sont redressés à la verticale par la néotectonique. Les autres ensembles sont formés, pour le Trias, de grès, argiles et gypse (non reconnu en surface) et de marno-calcaires essentiellement, pour le reste de la série.

Les terrains tendres forment de profondes vallées entre les grandes masses calcaires. Des talus d'éboulis, des glaciers rocheux et des cônes de déjections quaternaires s'étalent à la base des pentes.

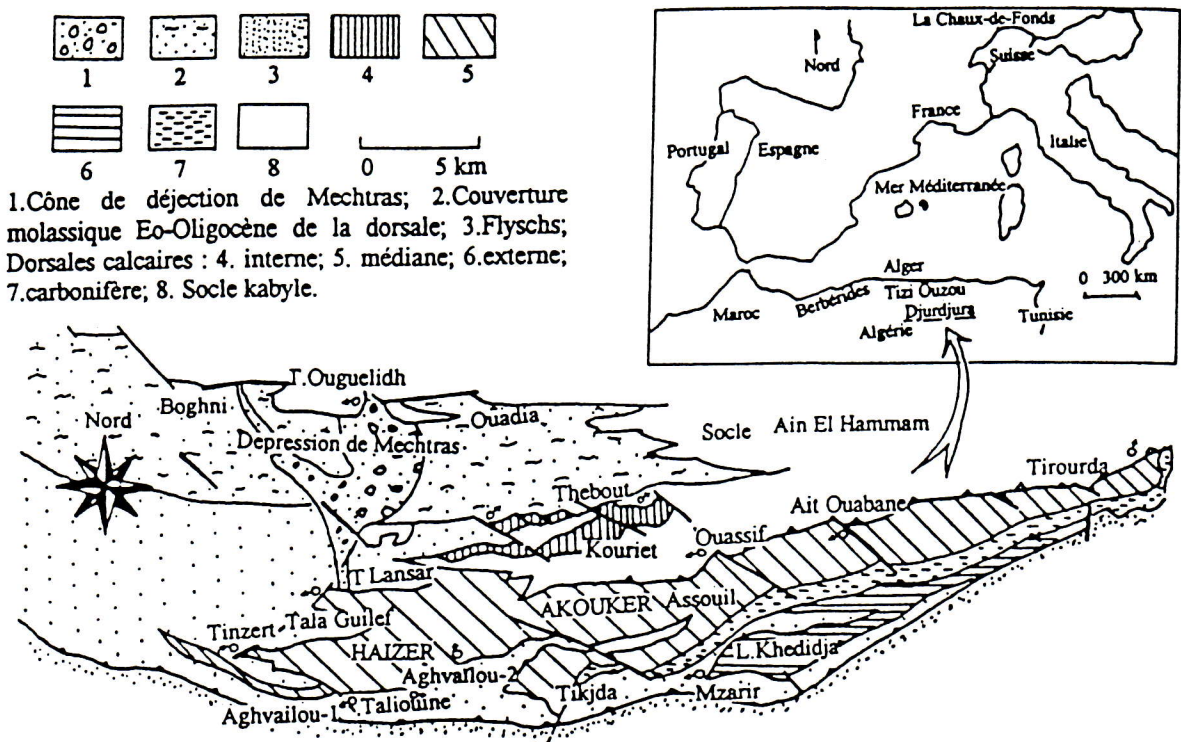


Figure 1 : Situation et contexte géologique du Djurdjura, et position des sources (d'après Naak, 1988).

Le Djurdjura est un karst de type haut-alpin supraforestier. Il est soumis à un climat "périglaciaire de montagne méditerranéenne". Les précipitations (près de 2000 mm/an) sont dominées par la neige (75 % sur les sommets). La couverture neigeuse dure plus de 5 mois de fin novembre à fin avril-mai.

La grande densité des formes karstiques de surface, l'intense fracturation et les fissures ouvertes par la décompression, favorisent l'infiltration d'une grande proportion des précipitations (75 %) en particulier dans les dolines, les couloirs karstiques (agouni) et les puits verticaux (tesserefts). La fonte de la neige fournit des débits comparables à celui de pertes massives et assure l'alimentation des réseaux. Au cours des traçages réalisés sur l'Haizer (Abdesselam, 1990 et 1995), le débit au point d'injection était de l'ordre de 11/s alors qu'il était supérieur à 1 m³/s à la source de Tinzert.

Le fort relief et la structure géologique conditionnent des circulations verticales avec de forts gradients hydrauliques. L'abaissement d'axe vers l'Ouest est recoupé par les accidents de direction N40 et N140. Les principales émergences se situent généralement aux extrémités ouest des unités structurales qu'elles drainent aux points les plus bas. Les expériences de traçage ont permis de montrer les relations entre les massifs et les émergences (Birebent, 1948; Collignon 1981; Abdesselam 1990 et alt et 1995). On retrouve les sources de Tinzert, Mendes, Theboub et Mzarir à l'extrémité ouest des massifs de l'Haizer, Azerou Bouarous, Ait Yereine et Lalla Khedidja respectivement. Dans la partie orientale de la chaîne, la dorsale médiane est drainée vers l'est (Ait Ouabane) au contact avec les schistes du socle kabyle. L'absence de relations transversales entre les différentes unités structurales, a également été mise en évidence: elles constituent des unités de drainage indépendantes. Les niveaux imperméables, formés par les marnes et argiles du Trias, du Jurassique supérieur et du Crétacé et les flyschs, forment le mur des aquifères.

Le débit spécifique est supérieur à 37 l/s/km² (37,1 à Tinzert, 37 à Mzarir et 40,7 l/s/km² à Souk Djema) soit un rendement de plus de 1,1 million de m³/km².

3. Apports des isotopes

Les analyses isotopiques sur les eaux des pluies, montrent un gradient altitudinal des teneurs en tritium (+0,22 UT par 100 m) et en oxygène-18 (-0,37‰ par 100 m), couplé à un gradient pluviométrique de +60 mm/100 m. Nous avons pu ainsi reconnaître les zones d'alimentation des sources (fig 2) et le cheminement des eaux. Ces circulations souterraines sont représentées sur la figure 3.

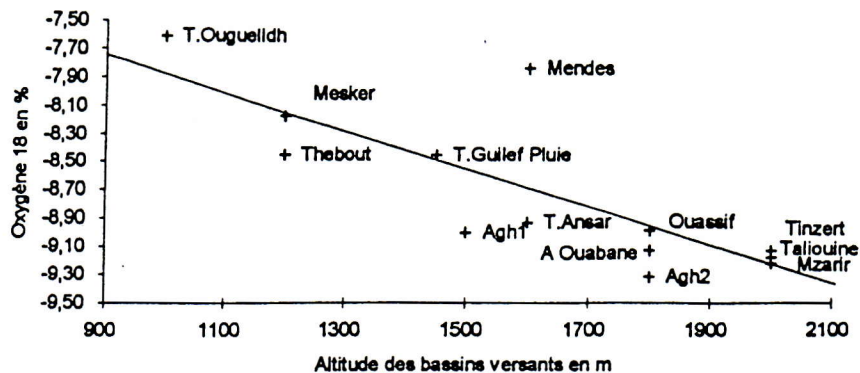


Figure 2 : Répartition des teneurs en oxygène 18 des eaux de sources avec l'altitude des bassins versants.

On distingue des groupes d'émergences selon leur appartenance aux différentes unités structurales et l'altitude de leur bassin d'alimentation. Tinzert, Taliouine, Aghvaïlou-2, Ait Ouabane, Ouassif et Mzarir forment un premier groupe à impluvium élevé. Le deuxième ensemble regroupe les sources Thebout, Tabourt Lansar, T.Oughelidh et Mesker. L'altitude de ces émergences est plus faible, ainsi que leurs bassins versants.

Tala Oughelidh présente les valeurs les plus fortes et émerge à l'altitude la plus basse. Son alimentation est à la fois assurée par les précipitations directes à basse altitude et les infiltrations venant de la vidange des karsts à l'amont (fig.3).

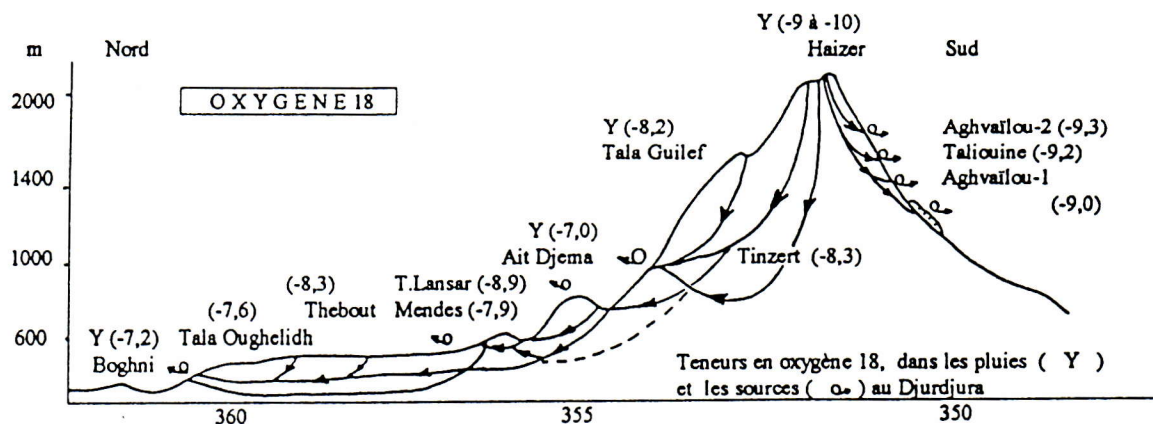


Figure 3 : Alimentation et circulations des eaux souterraines dans le Djurdjura

Les teneurs en deutérium, malgré le peu de mesures réalisées (eaux des sources et un seul échantillon de pluie à Tala Guilef à 1450m d'altitude) donnent la même information que l'oxygène 18.

Le Tritium donne la même répartition des sources. Les teneurs en Tritium des sources sont proches de celles des précipitations. La similitude de ces teneurs indique que les eaux aux émergences sont récentes et datent des épisodes pluvieux de la saison ou tout au moins de l'année.

La relation oxygène18 / deutérium (sur les eaux des sources) forme une droite d'équation proche de celle des précipitations mondiales : $d \text{ } ^2\text{H} = 7,1 \text{ d } ^{18}\text{O} + 11,4$

L'excès en deutérium ($d = 11,4$) par rapport à la droite météorique mondiale est imputable à des apports pluvieux de l'est méditerranéen ($d = 14,5$ Latium-Italie; $d = 13,4$ Alexandrie-Egypte, Fontes, 1976). L'influence des perturbations liées aux masses d'air océanique arrivant par le Nord-Ouest et celles descendant de la mer du Nord et passant par la France est prépondérante (expliquant l'importance des neiges).

5. Mise en évidence de deux composantes hydrochimiques

L'examen des variations des éléments chimiques sur des diagrammes séquentiels montre le caractère dilué (en hautes eaux) et concentré en basses eaux, ou à l'avant des crues (effet de chasse). A la source de Tinzert, les concentration en Ca^{++} et HCO_3^{--} (exprimées en mg/l) sont relativement constantes (fig. 4a). En revanche leur pourcentage, à chaque instant, dans les minéralisation s'apparente à l'hydrogramme de la source. Leur part augmente en hautes eaux, à la suite de la dilution des autres éléments (Cl^- , Na^+ , SO_4^{--} , Mg^{++} et K^+). Le faciès de l'eau change et devient bicarbonaté calcique franc. Elle diminue en basses eaux pendant que les autres éléments augmentent. On distingue ainsi nettement la

participation de deux composantes, l'une bicarbonatée calcique liée à l'épikarst et l'autre triasique avec un faciès chloruré sodique.

En basses eaux, Tinzert montre un faciès chloruré sodique. En hautes eaux, lorsque les autres éléments sont dilués, la part des bicarbonates augmente (fig.4a) lui conférant un faciès bicarbonaté calcique. Cette réponse chimique démontre la participation d'une composante "profonde", influencée par la présence d'une semelle formée par le Trias salifère. Ceci est bien visible en basses eaux, alors qu'en crue une infiltration typiquement bicarbonatée calcique, en provenance de l'épikarst se surimpose à la composante triasique.

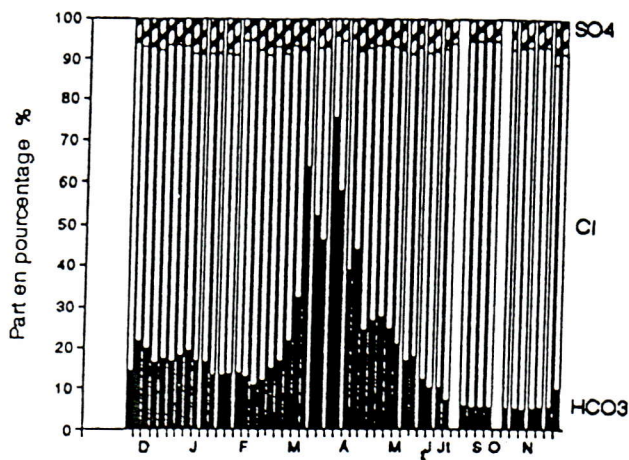
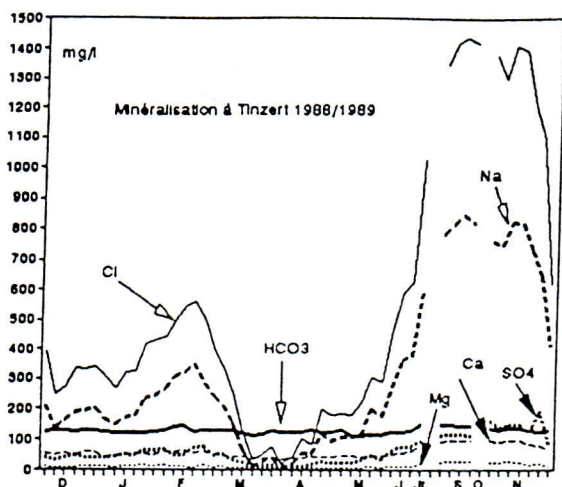


Figure 4 : Evolution des éléments chimiques majeurs (en mg/l) et des bicarbonates (en %) dans la minéralisation à la source de Tinzert.

6. Conclusion

L'utilisation simultanée des observations structurales, des traçages artificiels, isotopiques naturels de la molécule d'eau et des faciès chimiques ont permis de comprendre la structure et le fonctionnement d'un massif calcaire dans un contexte de haute montagne alpine.

La région du Djurdjura, donc le centre de l'Algérie du nord, au vu de l'excès en deutérium ($d=11.4$) par rapport à la droite météorique mondiale, est essentiellement sous l'influence des perturbations climatiques qui proviennent du nord et du nord-ouest.

L'utilisation d'un seul paramètre isotopique (le tritium, l'oxygène 18 ou le deutérium) permet d'évaluer l'altitude de recharge des systèmes karstiques indépendants.

Dans le Djurdjura, l'alimentation est assurée par les hauts reliefs. Le drainage karstique est guidé par la structure de la chaîne sous de forts gradients hydrauliques. Le tritium montre que la vidange est rapide. On y distingue une composante bicarbonatée calcique liée à l'épikarst constituant l'essentiel de l'écoulement, mais visible seulement en hautes eaux, et une composante chlorurée sodique liée à une semelle triasique qui limite le karst noyé en profondeur.

Références :

- ABDESSELAM, M. 1995. Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidental (Grande Kabylie Algérie). Thèse Univ. Franche-Comté, Besançon, 237p.
- ABDESSELAM, M., LAMI, H., MANIA, J., CHAUVE, P. & BROQUET, P. 1988. Etude de l'aquifère karstique du Djurdjura (Algérie). Coll. Hydrologie en pays calcaire. 29-30 sept. Besançon, France. Ann. Scient. Univ. de Besançon, mémoire hors série, 6: 229-236.
- ABDESSELAM M., LAMI, H. & MANIA, J. 1990. Le Djurdjura, aquifère karstique de montagne de type alpin (Algérie). Inter. Conf. on Water resources in mountainous regions. 27 Aout-1 sept. Lausanne, Suisse. Mémoires of the 22nd Congress of IAH, 22: 434-443.
- COLLIGNON, B. & MAIRE, R. 1984. Le massif du Djurdjura. Eléments de synthèse sur l'hydrogéologie et la spéléogénèse. Spelunca 15: 1-10.
- MUDRY, J., BLAVOUX, B., DRAY, M. & VUYLSTEEK, G. 1990. Différentiation du fonctionnement hydrodynamique de deux sources du massif karstique du Niffion (Haute Savoie) à partir des données physico-chimiques et isotopiques. Internat. Conf. on Water resources in mountainous regions. 27 Aout-1 sept. Lausanne, Suisse. Mémoires of the 22nd Congress of IAH, 22: 375-382.
- NAAK, M. 1988. Etude géologique de la dorsale interne du Djurdjura. Interprétation généralisée à l'ensemble de la chaîne et proposition d'un modèle d'évolution géodynamique de ce tronçon de la paléomarge continentale kabyle. Thèse magister, Univ. Alger, 145 p.
- QUINIF, Y. 1976. Contribution à l'étude morphologique des karsts algériens de type haut-alpin. Rev. Géog. Phys. Géol. Dynam. 18(1): 5-18.