



LES RESSOURCES EN EAU DANS UNE REGION SEMI ARIDE ET DEVELOPPEMENT DURABLE, CAS DE LA REGION DE DJEMILA NORD-EST ALGERIEN

WATER RESOURCES IN SEMI ARID AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT, CASE DJEMILA NORTHEAST ALGERIAN REGION

KHEMMOUDJ K.¹, BENDADOUCHE H.², MERABET S.³

¹ Faculté des Sciences de la Nature et la Vie, Université de Béjaia, Algérie

² Laboratoire du Génie de la Construction et de l'Architecture (LGCA),
Université de Béjaia,

³ Laboratoire d'Hydraulique Appliquée et Environnement, Université de Béjaia, Algérie

Khemmoudjkaddour@yahoo.fr

RESUME

La gestion intégrée des ressources en eau est donc un processus systématique pour le développement durable, l'attribution et le suivi de l'utilisation des ressources en eau dans le contexte des objectifs sociaux, économiques et environnementaux. Elle diffère de l'approche sectorielle qui s'applique dans de nombreux pays. Le manque de relations intersectorielles entraîne une gestion et une mise en valeur non coordonnées des ressources en eau et aussi des conflits et du gaspillage. Djemila ville antique baptisée par les romains auquel ils ont développé un système de gestion des ressources en eau basé sur la répartition dans les trois secteurs de l'époque : l'agriculture, les thermes et l'alimentation en eau potable pour la population et l'armée. La ressource en eau exploitée et le captage des sources des calcaires cénomaniens, les marno-calcaire du Maestrichtien et les calcaires de Ypresien du cœur de l'anticlinale de la nappe de Djemila. Les mêmes sources sont exploitées depuis l'époque romaine à ce jour mais les techniques de gestion sont différentes. On constate une exploitation anarchique sans stratégies, ce qui rend la ressource en eau insuffisante pour l'agriculture, l'alimentation en potable et l'industrie. Comme perspective de gestion intégrée des ressources en eaux (GIRE), on propose un processus de planification pour répondre au besoin futur de la ressource en eau dans la région.

Mots clés : GIRE, eau, gestion, Djemila, Algeria

ABSTARCT

Integrated management of water resources is a systematic process for the sustainable development, allocation and monitoring of the use of water resources in the context of social, economic and environmental objectives. It differs from the sectoral approach that applies in many countries. When the responsibility of drinking water based on an agency for water to another for irrigation and yet another for the environment, the lack of inter-sectoral linkages leads management and development uncoordinated resources water, resulting in conflict and waste. Djemila ancient city named by the Romans which they have developed a system of management of water resources based on the distribution in the three sectors of the time the agriculture , baths and drinking water for the population and army. Water resources exploited and capture sources Cenomanian limestone, the limestone-marl and limestone of Maastrichtian and Ypresian in the heart of the anticline of the web Djemila. The same sources have been exploited since Roman times to the present time, but the managements techniques differ from one time to another, or finds an anarchic exploitation strategies without making the resource Insufficient water for agriculture, drinking and units of building materials (brick). Perspective as integrated water resources management (IWRM) proposes a planning process to meet the future needs of the water resources in the region.

Key Words: GIRE, Water, Management, Djemila, Algeria

INTRODUCTION

La gestion intégrée des ressources en eau est un concept logique et séduisant. Sa base est que les nombreuses différentes utilisations des ressources en eau sont interdépendantes. De fortes demandes en irrigation et des flots de drainage fortement pollués signifient moins d'eau douce pour la boisson ou pour l'utilisation industrielle. Les eaux usées municipales et industrielles contaminées polluent les fleuves et menacent les écosystèmes. Si on doit laisser de l'eau dans un fleuve pour protéger la pêche et les écosystèmes, on pourra en prélever moins pour la production agricole. Il y a une abondance d'exemples par rapport à ce thème de base pour soutenir l'utilisation non régulée des ressources en eau rares. La gestion est employée dans son sens le plus large. Elle souligne que nous devons non seulement nous concentrer sur la mise en valeur des

ressources en eau mais que nous devons gérer consciemment la mise en valeur de l'eau de manière à assurer son utilisation durable à long terme pour les générations futures. Djemila ville antique baptisée par les romains auquel ils ont développé un système de gestion des ressources en eau basé sur la répartition dans les trois secteurs de l'époque l'agriculture, les bains et l'alimentation en eau potable pour la population et l'armée (Boukhenouf A. 2006). La ressource en eau exploitée provient des calcaires Sénoniens, les marno-calcaires du Maestrichtien et les calcaires de l'Yprésien (Villa 1975). Les mêmes sources sont exploitées depuis l'époque romaine à ce jour, mais les techniques de gestion diffèrent d'un temps à un autre. On constate une exploitation anarchique sans stratégies ce qui rend la ressource en eau insuffisante pour l'agriculture, alimentation en potable et les unités de matériaux de construction (briqueterie).

REGION D'ETUDE

La région de Djemila (la belle chez les arabes et Cuicul chez les romains) est située au Nord –Est Algérien avec un relief très désordonné. Les points culminants dépassent rarement 1200 m, djebel Laithou 1284m, Djebel Terker Aouedj 1238 m et Moul el Djediane 1225 m. Au sud, Chouf Aissa Ben Zir 1402 m (Fig.1)

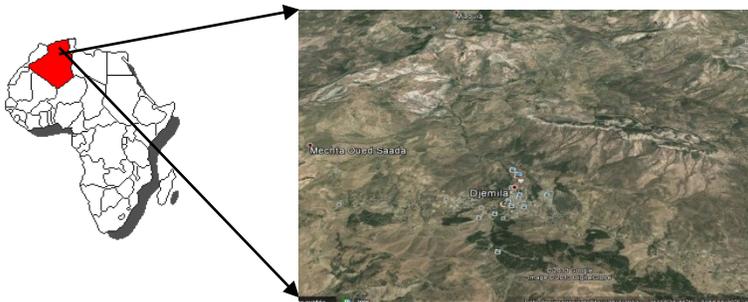


Figure 1 : Situation de la région de Djemila

La géologie de la région de Djemila est caractérisée par la présence des alluvions (sables, graviers et limons sombres) formant un mince ruban tout le long des principaux oueds qui se confondent avec le lit des oueds.

Géologiquement, la région de Djemila est très complexe, caractérisée par la présence de plusieurs unités (nappes géologiques).

On distingue du haut en bas :

- La nappe numidienne, la nappe ultra tellienne, unité tellienne supérieure à matériel eocène, la nappe de Djemila proprement dite et la fenêtre penitellienne de Djebel el Halfa.
- La nappe de Djemila est caractérisée par les plis couchés horizontaux de la barre calcaire cénonanien (Villa 1980).

Les eaux de surface sont drainées par oued Djemila et ses affluents ; oued Guergour, Bitame, Kharouba, Ouachoume, Reggada et oued Mouroudj (Fig. 2)

La température moyenne sur une période de 30 ans est 24°C, avec un minimum enregistré au mois de janvier de -10 °C et le maximum au mois d'aout avec une température de 28 °C. L'évapotranspiration réelle (ETR) est de 384 mm, l'infiltration est de 32 mm/an.

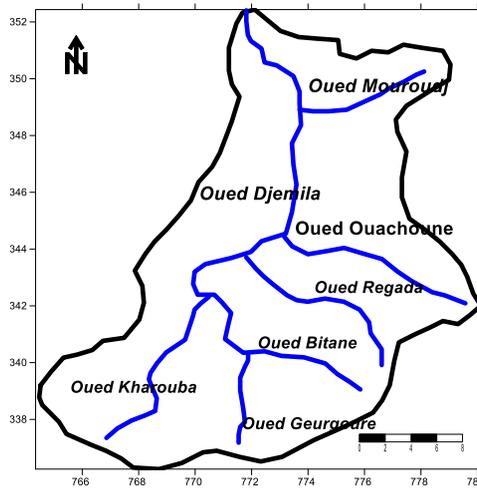


Figure 2 : Carte de réseau hydrographique de la région de Djemila

HYDROGEOLOGIE DE LA REGION

Une étude hydrogéologique a été menée durant la période des basses eaux et hautes eaux en 2013, celle-ci nous a confirmé la présence de trois aquifères dans la région :

- L'aquifère superficiel des alluvions et sables, dont l'épaisseur varie entre 5 et 12m. Les paramètres hydrodynamiques sont variables ; La

transmissivité est de l'ordre de $3.4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ et la perméabilité est de $3.8 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$.

- L'aquifère des marno-calcaires de l'ultra maestrichtien dont l'épaisseur varie entre 150m et 250m. Les paramètres hydrodynamiques sont caractérisés par une transmissivité de l'ordre de $4.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ et une perméabilité de l'ordre de $5.8 \cdot 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$.
- L'aquifère des calcaires du Maestrichtien qui constitue le réservoir le plus important dans la région. Il est très développé dans l'anticlinale de Djemila, au centre de la région et à Medjounes avec une épaisseur de 250 m.

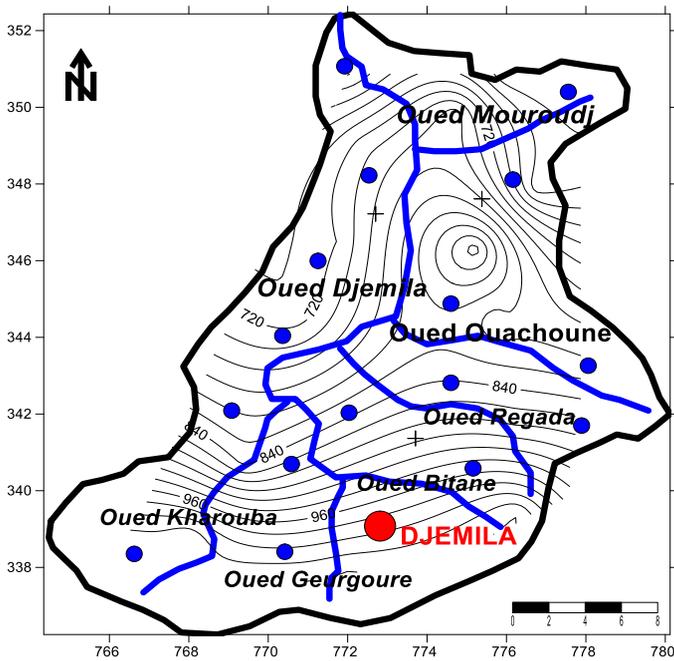


Figure 3 : Carte piézométrique de la région de Djemila (hautes eaux, Mars 2013)

Les formations carbonatées de la fenêtre de Djebel El Halfa localisées au Sud de la région ne sont pas explorées mais elles constituent un réservoir très important en eau.

La campagne piézométrique (fig.3) montre un sens d'écoulement du Sud vers le Nord.

MATERIELS ET METHODES

Une campagne d'échantillonnage a été réalisée en hautes eaux (mars 2013) afin de déterminer les paramètres physicochimiques des eaux souterraines ; 25 points d'eau ont été choisis dont 20 puits et 5 sources. La température, le pH, l'Oxygène dissout et le potentiel oxydo redox (Eh) ont été mesurés sur le terrain par un multi paramètres WMW (P3 Multiline pH/LFSET). Par la suite, les échantillons ont été analysés au laboratoire pour leurs constituants chimiques. Ceci a été réalisé par des méthodes standards suggérées par l'association américaine de santé (APHA, 1989). Les paramètres Ca, Mg, HCO₃, et Cl ont été analysés par titration volumétrique. La concentration du Ca et du Mg ont été estimées par titration 0,05 N et 0,01 N et l'EDTA. Les bicarbonates HCO₃ et Cl par titration du H₂SO₄ et AgNO₃, la concentration de Na et K a été mesurée à l'aide d'un photomètre à flamme (Modèle: Systronics photomètre de flamme 128). Les sulfates par la méthode turbidimétrique. Les nitrates, NO₃, ont été analysés par colorimétrie avec un Spectrophotomètre UV-Vis. Les solutions standards pour les analyses ci-dessus ont été préparées à partir des sels respectifs de réactifs analytiques.

RESULTATS ET DISCUSSION

L'étude du chimisme des eaux a pour but d'identifier les facies chimiques des eaux, leur degré de potabilité, ainsi que leur aptitude à l'irrigation. Elle permet aussi de suivre l'évolution spatiale des paramètres physico-chimique et d'estimer leur origine en les corrélant avec la géologie et la piézométrie (Fehdi et al. 2009).

Sachant que la minéralisation des eaux dans les différents aquifère peut provenir : des apports météoriques (pluies et évaporation), de l'acquisition des éléments chimiques par la dissolution et l'altération, des minéraux de réservoir, des apports de surface (lessivage du sol et lixiviation de la matière organique), des processus d'échanges de base entre les eaux et le milieu aquifère.

Le tableau.1 montre la variabilité et l'ordre de grandeur des différents paramètres physico-chimiques des eaux souterraines à l'échelle de la région étudiée. Les valeurs des écarts types des variables sont inférieures à la moyenne ce qui explique l'homogénéité dans le type d'eau. Trois facies hydrochimiques caractérisent les eaux souterraines de la région (Figure 4) :

Comportement de substances humiques de l'eau du barrage Zit El Amba au cours de la coagulation-floculation en présence de sulfate d'aluminium et de charbon actif

- Les eaux bicarbonatées calciques au Nord et au centre de la région (formations carbonatées).
- Les eaux chlorurées calciques, localisées au Sud-Ouest de la région (formations gypsifères du Trias)
- Les eaux sulfatées calciques au Sud Est de la région (formations marno-calcaires du Maestrichtien)

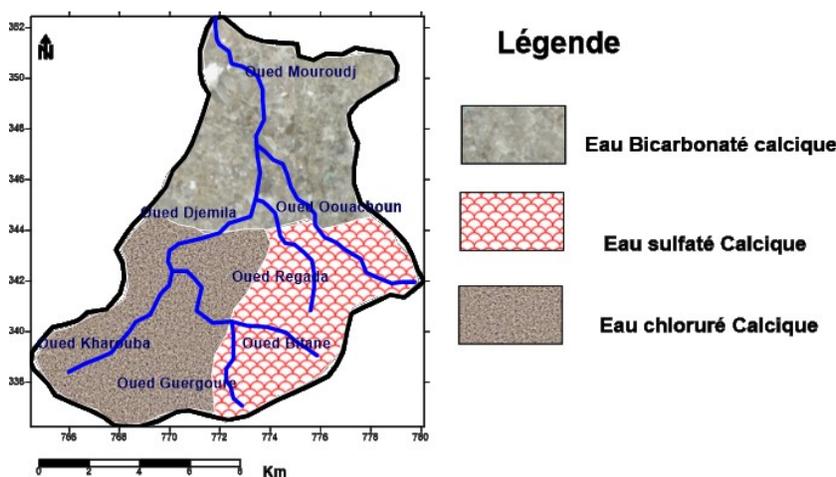


Figure 4 : carte des facies hydrochimiques des eaux souterraines Mars 2013

Tableau 1 : L'analyse statistique descriptive (en mg/l)

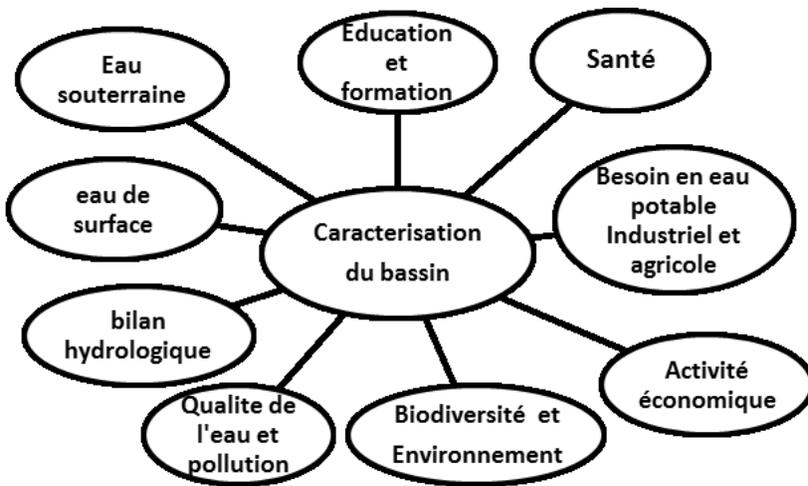
Variables	Min	Max	Moy	SD	OMS
T°C	10	21	15.2	10.3	25
EC	389	1285	458	256	400
O _{Dissous}	1.5	4.3	3.3	3.1	3
pH	7.2	8.2	7.3	0.5	6.5-9.2
Eh	123	350	156	33	250
Ca	54	125	94	9.30	270
Mg	8	13	10	5.4	50
Na	15	125	67.66	46.88	150
K	6	12	9.33	2.65	12
HCO ₃	67.6	225	108.33	35.33	250
SO ₄	70	96	85	13.10	250
Cl	17	168	125	79.11	200
NO ₃	3.5	145	31	27.60	50

EC : Conductivité électrique en $\mu\text{s cm}^{-1}$

Le développement et la gestion de l'eau devraient être fondés sur une approche participative impliquant les usagers, planificateurs et décideurs à tous les niveaux.

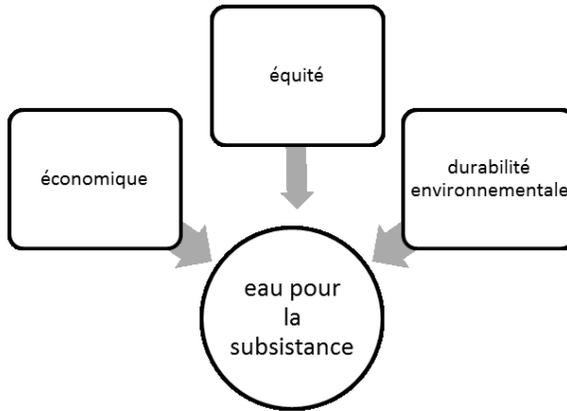
Pour tous ses différents usages, souvent antagonistes ou concurrents, l'eau a une dimension économique, c'est pourquoi, elle doit être considérée comme un bien économique. L'application des principes de base de la GIRE dans la région de Djemila nous donne le schéma directeur suivant :

Caractérisation, contrôle, suivi dans un bassin versant



Subsistance des ressources en eau

- Liens entre le genre et la durabilité environnementale
- Liens entre le genre et l'efficacité économique
- Liens entre le genre et l'équité sociale



Application de la GIRE et développement durable.

La Gestion Intégrée des Ressources en Eau intervient dans un cadre holistique, prenant en Compte :

- Toutes les ressources en eau (dimension spatiale) ;
- Tous les intérêts (dimension sociale) ;
- Tous les acteurs (dimension participative) ;
- Tous les niveaux (dimension administrative) ;
- Toutes les disciplines nécessaires (dimension institutionnelle) ; La durabilité (dans tous les sens du terme : environnementale, politique, sociale, Culturelle, économique, financière et juridique).



CONCLUSION

L'application de la GIRE nous permet de résoudre les problèmes de l'eau dans la région de Djemila à long terme et de rendre les lois et des modalités de financement, ainsi que la mise en place d'institutions publiques stables dans le domaine de la gestion de l'eau. Elle contribue également à un meilleur fonctionnement des règles et des institutions qui régissent l'eau. Faire apprendre le citoyen l'éducation de la notion d'appartenance à un bassin versant, constitution du conseil local de l'eau (Citoyen, experts scientifiques et les responsables locaux), intégrer le rôle de la femme comme axe principale pour une gestion durable de la ressource en eau dans la région.

BIBLIOGRAPHIE

- APHA (1989). Standard methods for examination of water and wastewater. 17th ed. American public health association, Washington D.C.
- BOUKHENOUF A. (2006). Caractérisation des mortiers archéologiques, le cas des sites historiques de Djemila et la Citadelle d'Alger, mémoire de magister université Mohamed Bougara, Boumerdes 111p.
- CARLIER M. (1980). Hydraulique générale et appliquée, Eyrolles Editeur / Paris 565p
- CHARNAY B. (2010). Pour une gestion intégrée des ressources en eau sur un territoire de montagne 504pp.
- FEHDI C. et al. (2009). Caractérisation hydrochimique des eaux souterraines du complexe aquifère Morset Laouinate région Nord de Tébessa, Sud Est Algérien, Afrique science 5 (2) 217-231.
- MORIZOT P. (2003). Echanges commerciaux entre la côte méditerranéenne et à l'intérieur du Maghreb au IIe siècle vus au travers du tarif Zaria communication 18p.
- RENES ARRUS (1985). L'eau en Algérie, OPU 388p.
- SAMY A. et al. (2009). Manuel de gestion intégrée des ressources en eau par bassin 103pp.
- VILLA (1980). La chaîne alpine d'Algérie orientale et les confins Algéro-tunisiens Thèse de doctorat es sciences nat univ P et M Curie. Paris VI France 665.
- YVONNE ALLAIS (1938). Djemila, les belles lettres, 95 boulevard Raspail 40p.