

# **CONNAITRE SON SYSTEME POUR LE MIEUX GERER : BILAN HYDRIQUE DE LA VALLEE DU M'ZAB**

Ali TALEB BAHMED<sup>1</sup>, Youcef DEJJAL<sup>2</sup>, Pr. Souad BOUZID-LAGHA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene, Algérie

<sup>2</sup> Université de Liège, Belgique

Ali\_taleb\_b@yahoo.fr

## **Résumé :**

Avec la découverte des eaux fossiles dans les années 1950s, la vallée du M'zab a connu une transformation continue de son aménagement de l'espace et des habitudes de consommation et d'utilisation de la ressource en eau. L'établissement d'un bilan hydrique permet de bien comprendre le fonctionnement du système dans l'approche actuelle de gestion de la ressource, ainsi que le rôle et l'influence de chaque élément de ce système.

En partant de plusieurs hypothèses sur les paramètres naturels de calcul du bilan (précipitations, évapotranspiration, ruissellement et infiltration), des conditions aux limites et des conditions initiales, la comparaison entre les apports et les prélèvements ont donné un bilan légèrement positif de 1,219 Hm<sup>3</sup>/an. Les taux d'extraction d'eau à partir des différents aquifères sont déterminés, ainsi que l'affectation de ces eaux sur les différents secteurs. Les résultats du bilan dévoilent l'importance de l'aquifère superficielle dans la satisfaction des besoins en eau de la vallée, qui sont évalués à 86,109 Hm<sup>3</sup>/an, en impliquant l'impératif de la planification pour l'étude, la réhabilitation et la valorisation des eaux de cette aquifère.

Mots clés : Nappe superficielle, nappe albienne, eau fossile, bilan hydrique, gestion des ressources en eau.

## **INTRODUCTION :**

Avec la découverte de l'eau fossile de la région du M'zab, la vallée a connu à partir des années 1950s une mutation urbaine qui a transformé l'aménagement de la ville ancestrale et la relation des gens avec l'eau et ses différents éléments a profondément changé.

Dans cette région du Sahara septentrionale (vallée du M'zab), la nappe superficielle a constitué, depuis très longtemps, la seule source d'alimentation en eau. Contrairement à la nappe albienne profonde, cette nappe est considérée comme stratégique du fait qu'elle est renouvelable, puisque elle est réalimentée par les écoulements temporaires de surface.

La gestion inadéquate des ressources en eau de surface et souterraines, ont provoqué, à l'amont de la ville de Ghardaïa, une baisse considérable du niveau piézométrique pouvant provoquer le tarissement de certains ouvrages de

captage. Cependant qu'à l'aval, on observe une remontée de l'eau en surface, pouvant déclencher un déséquilibre des systèmes écologiques naturels et produire des détériorations du tissu urbain, ainsi que l'apparition de problèmes de santé liés aux eaux stagnantes.

Ceci, sans oublier la pollution des eaux de cette nappe par les rejets désordonnés des eaux usées domestiques et industrielles dans les fosses septiques. Ce phénomène est apparu suite à la mutation urbaine qui a connu cette région suite à une évolution plus accentuée de la population, et la transformation de la palmeraie, jadis dédiée seulement à l'agriculture, en une zone urbaine.

La compréhension du système global de gestion permet de bien cerner les différents éléments du système actuel de gestion de la ressource en eau, et permet d'identifier les moyens les plus efficaces dans l'amélioration et le développement des différents systèmes de gestion.

## HYPOTHESES ET METHODES :

Le bilan hydrique constitue une méthode clé pour une compréhension globale et préliminaire du système avant toute proposition de solutions pour la gestion.

L'étendue horizontale de la zone d'étude est liée aux limites superficielles du bassin versant de la vallée du M'zab. Dans cette partie de l'étude, on étudie le bilan hydrique global de toute la zone d'étude, cette zone est délimitée par le bassin versant qui a pour exutoire le point aux coordonnées UTM (X=591 978,72 m Y= 3 583 592,48 m, Z=387,20 m), cet exutoire de l'oued est à l'aval de la commune de El Atteuf, et son bassin versant comporte la globalité de l'oued M'zab et ses affluents, ainsi que la nappe superficielles de la vallée du M'zab. Le bassin versant a une superficie de 2478 km<sup>2</sup>.

Le bassin hydrologique est circonscrit par les lignes de crêtes topographiques, délimitant le bassin versant d'un cours d'eau et de ses affluents. Il correspond donc, en surface au bassin hydrographique. Il est admis que ses limites se superposent au mieux, à celles du bassin hydrogéologique. Ces conditions sont en générale réalisées pour les grandes unités, de l'ordre de quelques centaines au millier de Km<sup>2</sup>. (G. Castany, 1982)

D'un point de vue géologique, l'affleurement est constitué des calcaires du turonien et des alluvions du quaternaire au fond des oueds. Ces deux couches contiennent l'essentiel de l'aquifère superficiel, sur laquelle se porte notre étude. Le cénomanien, par sa composition lithologique (argiles gypseuses, argiles avec intercalations de calcaires marneux et gypse, argiles avec intercalations de calcaire compact et calcaire marneux et de gypse) constitue une assise imperméable à ces deux couches, d'une manière à engendrer une discontinuité

hydrogéologique naturelle entre l'affleurement et les couches profondes.

Avant tout calcul de bilan, la délimitation du milieu d'étude est indispensable pour bien déterminer les apports, les pertes, les réserves et les prélèvements d'eau à considérer dans le bilan hydrique. De ce fait, le bilan hydrique sur notre zone d'étude considère dans l'axe vertical le système d'étude qui est constitué par le sol naturel, les plantes et la couche qui comporte la nappe superficielle, à savoir les couches géologiques du quaternaire et du turonien. Il s'étend horizontalement sur tout le bassin versant hydrologique.

L'expression mathématique pour le calcul du bilan hydrique est déterminée par une évaluation des débits d'apports, des débits d'écoulement et la différence de réserve. Elle est définie par les paramètres donnés dans l'équation suivante:

$$P = ETR + Q + I \quad (1)$$

Avec P: les précipitations, ETR : l'évapotranspiration réelle, Q : Ruissellement et I : Infiltration.

Le bilan est établi pour un pas de temps annuel, en prenant les moyennes annuelles pour chaque paramètre.

Afin de d'élaborer le bilan hydrique, on a énoncé plusieurs hypothèses:

- Le calcul des apports d'eau est établi par la moyenne annuelle des précipitations dans notre région d'étude, qui est de 69,8 mm, avec la considération que cette moyenne tombe d'une manière homogène sur toute la surface du bassin versant.

- Les eaux souterraines constitue un apport au système étudié sont évaluées à partir d'un rapport de l'ANRH établie en juin 2005, avec une correction par excès de 17 % sur une période de 10 ans pour les besoins d'AEP. La correction est justifié

par l'augmentation de la consommation qui est due à l'accroissement de la population avec la supposition que la dotation est stable. D'après l'étude de S. Hamouti et L. Bensmail, le taux d'accroissement de la population est évalué à 1,6 % annuellement.

- Les afflux et les reflux des nappes limitrophes vers la nappe superficielle de la zone d'étude considérée sont négligés.

- La vallée ne reçoit aucun débit extérieur d'eau surfacique conventionnelle ou non-conventionnelle.

- L'évaluation de l'évaporation de l'eau à partir de la région d'étude est divisée en deux parties selon l'occupation du sol du terrain. La première partie est dédiée aux parcelles agricoles, souvent occupée par une culture étagée, basée sur la phoeniculture. Du fait de l'agriculture, on suppose que la végétation est bien irriguée et ne souffre d'aucune restriction hydrique. Par cette hypothèse, on s'approche de la condition de calcul de l'ETP, et pour cela, on considère que l'évaporation des terrains agricoles est égale à l'ETP. L'ETP est prise

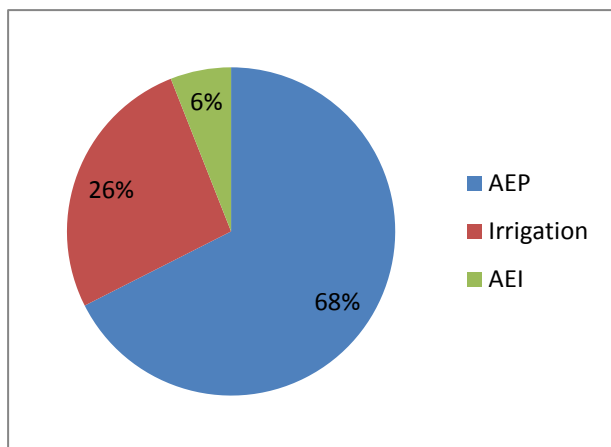


Figure 1: Affection des eaux fossiles de la nappe du Continental Intercalaire

comme la moyenne des résultats obtenus par les différentes formules de calcul (Turc, Thornthwaite, Blaney et Criddle et Boutoutaou) et elle est égale à 2141,5 mm/an.

La deuxième partie, qui constitue la grande majorité (98,9 %) de la surface de la zone d'étude est considérée comme un terrain naturel démuné de toute végétation. L'évaluation de l'évaporation à partir de cette surface est effectuée par l'analyse des précipitations et du ruissellement.

Le seuil de déclenchement de ruissellement est pris pour des pluies journalières supérieures à 7,5 mm. Ces pluies participent par la moitié du total des hauteurs annuelles de précipitations (S. Goudjil & D. Kaci, 2009). En plus, ces pluies de hauteurs supérieures à 7,5 mm/j se produisent en moyenne 2,5 fois par an. Et du fait de la nature imperméable de l'affleurement des terrains nus constitués de roche calcaire dolomitique, on considère que l'infiltration est nulle sur ces terrains.

En prenant compte de tous ses paramètres l'hypothèse d'homogénéité spatiale (pour les terrains nus) est émise pour l'estimation de l'évaporation.

Pour un événement pluvial, qui dure généralement moins d'une journée, on a :

Si  $P < 7.5 \text{ mm} \Rightarrow$  pas d'écoulement  
 $\Rightarrow \text{ETR} = P$  et  $P_{\text{efficace}} = 0 \text{ mm}$

Si  $P > 7.5 \text{ mm} \Rightarrow$  Il y a écoulement  
 $\Rightarrow \text{ETR} = 7,5 \text{ mm}$  et  $P_{\text{efficace}} = P - 7,5$

Donc, on calcule la hauteur évaporée des terrains nus par la formule suivante :

$$H_{E.T.N} = 0,5 H_{P.An} - 2,5 * 7,5$$

Donc :  $H_{E.T.N} = 53,65 \text{ mm}$ .

Et la pluie efficace est évaluée à 16,15 mm/an.

- Dans le calcul du bilan hydrique global de la région d'étude, on considère que les eaux usées constituent une perte au système hydrique d'étude. Donc, on apprécie les débits atteignant l'aval de la zone d'étude acheminés par le réseau d'assainissement.

Le volume des eaux usées rejetées s'estime à 80 % de la consommation d'eau domestique et industrielles.

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS :**

L'estimation des précipitations a donné un apport annuel moyen de 172,964 Hm<sup>3</sup>/an, et la pluie efficace moyenne annuelle est évaluée à 41,494 Hm<sup>3</sup>/an.

L'extraction des eaux fossiles souterraines de la nappe du continentale intercalaire pour toutes usages confondus est estimée à 37,090 Hm<sup>3</sup>/an.

L'évaporation annuelle moyenne globale est évaluée à 190,310 Hm<sup>3</sup>/an, avec 30,9% d'évaporation issue des terrains agricoles et 69,1% des terrains nus lors des événements pluvieux.

Les rejets d'eaux usées, qui constituent une perte au système, représentent 7,9% des pertes total du système qui sont évaluées à 206,715 Hm<sup>3</sup>/an.

Les calculs établis sur une base d'une moyenne annuelle pour tous les paramètres présentent une balance hydrique globale légèrement positive de 3,339 Hm<sup>3</sup>/an, Cette valeur représente 1,59 % de l'apport global au système hydrique étudié.

La balance hydrique positive peut être due aux pertes par drainage souterrain de la nappe superficielle (non comptabilisées) vers l'aval de l'exutoire du bassin versant, ainsi que vers les nappes limitrophes.

Les calculs montrent clairement que l'eau fossile du Continental Intercalaire couvre 43,1 % des besoins en eau de la zone d'étude évalués à 86,109 Hm<sup>3</sup>/an. L'autre part des besoins est couverte par la nappe superficielle très sollicitée par les agriculteurs pour l'irrigation de leurs parcelles agricoles.

L'analyse du bilan hydrique permet d'estimer que 7,525 Hm<sup>3</sup>/an d'eaux non-pluviales atteignent la nappe superficielle. Ces quantités proviennent essentiellement des eaux d'irrigation d'origine fossile, ainsi que des rejets désordonnés d'eaux usées domestiques.

## **CONCLUSION :**

L'élaboration du bilan hydrique de a permis de bien apprécier les quantités d'eau qui circulent dans le système hydrique de la vallée du M'zab.

Le bilan met l'accent sur l'importance de la nappe libre (superficielle) dans l'approvisionnement des besoins hydriques en dépit de sa gestion anarchique et non-planifiée.

Une étude plus approfondie du système de fonctionnement de la nappe, des besoins de chaque secteur et leurs évolution, ainsi que de l'aménagement hydraulique de la vallée constituerait une opportunité pour améliorer le système et développer une approche de gestion intégrée et durable des ressources hydriques de la région.

## **REFERENCES**

### **BIBLIOGRAPHIQUES :**

1. S. Goudjil & D. Kaci, 2009, Recalibrage d'un tronçon de l'oued M'zab, Département d'hydraulique, Ecole nationale polytechnique d'Alger.
2. G. Castany, 1982, Hydrogéologie (Principes et méthodes), Ed. Dunod.
3. L. Bensmail, S. Hamouti, 2011, Développement urbain face au risque d'inondation, cas de la vallée du M'zab, Université des sciences et technologies de Houari Boumediene.