



Approvisionnement en eau et prévision de l'offre et de la demande en eau dans une région du Sud de la Méditerranée à l'aide du modèle WEAP

Azzedine Hani¹, Samir Hani, Nabil Bougherira, Larbi Djabri, Hicham Chaffai

Laboratoire des Ressources en Eau et Développement Durable, University Badji Mokhtar Annaba, Algérie

Résumé

La province d'Annaba, située dans le nord-est de l'Algérie, est confrontée à d'importants défis environnementaux, notamment la pénurie d'eau, en raison de la forte croissance démographique et du développement socio-économique, qui entrave la réalisation des objectifs de développement durable liés à l'eau. Dans ces régions, les décideurs ont besoin de méthodologies leur permettant d'élaborer une vision commune de l'avenir des ressources en eau, de se préparer aux incertitudes et de s'adapter à des défis en constante évolution. Cette recherche vise à évaluer la disponibilité et la demande en eau selon plusieurs scénarios susceptibles de se concrétiser à l'avenir, en tenant compte de facteurs incertains tels que le changement climatique, les options politiques, le développement technologique et l'évolution des comportements humains, à l'aide du modèle WEAP (Water Evaluation and Planning System). Les résultats de l'étude indiquent un écart important entre l'offre et la demande en eau, entraînant une demande non satisfaite substantielle. De plus, les résultats démontrent que la pénurie d'eau affecte déjà certaines zones agricoles. Ils soulignent la nécessité d'élaborer des stratégies à long terme pour le pire des scénarios et de renforcer la préparation à toutes les mesures d'intervention. Plusieurs solutions adaptatives sont proposées dans le cadre de cette recherche, qui peuvent aider les gestionnaires de l'eau à gérer des défis hydriques complexes et interdépendants.

Mots clés : Offre, Demande en eau, demande non satisfaite, WEAP, Annaba (Algérie)

Water supply and forecasting of water supply and demand in a region of the Southern Mediterranean using the WEAP mode

Abstract

The province of Annaba, located in northeastern Algeria, faces significant environmental challenges, particularly water scarcity, due to rapid population growth and socio-economic development, which hinders the achievement of water-related sustainable development goals. In these regions, policymakers need methodologies that enable them to develop a shared vision for the future of water resources, prepare for uncertainties, and adapt to constantly evolving challenges. This research aims to assess water availability and demand under several scenarios likely to materialize in the future, taking into account uncertain factors such as climate change, policy options, technological development, and evolving human behavior, using the WEAP (Water Evaluation and Planning System) model. The study's results indicate a significant gap between water supply and demand, resulting in substantial unmet demand. Furthermore, the findings demonstrate that water scarcity is already affecting some agricultural areas. They emphasize the need to develop long-term strategies for worst-case scenarios and to strengthen preparedness for all response measures. Several adaptive solutions are proposed in this research, which can help water managers address complex and interconnected water challenges.

Keywords: Water supply, demand, unmet demand, WEAP, Annaba (Algeria)

¹ Corresponding author: . azzedine.hani@univ-annaba.dz

INTRODUCTION

La région d'Annaba est confrontée actuellement à une grave pénurie d'eau. Elle se distingue également par de nombreux conflits d'usage entre les agriculteurs, les industriels et les services de distribution d'eau potable. De plus, la demande en eau ne cesse d'augmenter en raison de sa croissance démographique et socioéconomique importante.

Seule une démarche intégrée offre la possibilité de gérer les ressources hydriques de la région dans le respect du milieu naturel, des intérêts des citoyens et de ceux des acteurs économiques. Les recherches envisagées répondent à cette nécessité d'intégration, depuis la localisation et l'évaluation des ressources souterraines, jusqu'à la protection de leur qualité, mais tout en évaluant les éventuels effets néfastes. Elles contribuent ainsi à la mise en œuvre de la politique actuelle de développement durable, qui se déploie via un certain nombre de directives dont celle sur l'eau. Mais au-delà, elles s'inscrivent dans le plan adopté au sommet du développement durable de Johannesburg.

Dans cette recherche, on envisage d'élaborer un modèle hydrologique (WEAP) qui devrait permettre de représenter la variabilité climatique et les évolutions des usages de l'eau. WEAP permet, en effet, d'établir une relation entre les ressources en eau disponibles et leurs exploitations selon les différentes utilisations. Le modèle permet de prévoir l'impact et l'évolution des paramètres liés à l'eau comme la demande en eau, la demande non satisfaite, La mise en œuvre de ce modèle nécessite, bien entendu, une base de données riche avec une configuration du bassin étudié et ses cours d'eau, des séries de données météorologiques, des débits des oueds, etc....

MATERIELS ET METHODE

Site étudié

D'une superficie de près de 1 439 km², la région d'étude est située dans la partie Nord-Est de l'Algérie. Elle compte 6 Daïra réparties en 12 communes (Figure 1).



Figure 1. Situation de la plaine d'Annaba.

Sur le plan litho-stratigraphique, la région d'Annaba est caractérisée par des formations métamorphiques et sédimentaires allant du quaternaire au primaire. Ce sont essentiellement des graviers, argiles, sables, calcaires, gneiss...

Du point de vue Hydrogéologique, la région d'Annaba est caractérisée par 2 principaux types d'aquifères : l'aquifère superficiel, constitué d'argile sableuse et limon et un aquifère profond constitué par des graviers (Figure 2).

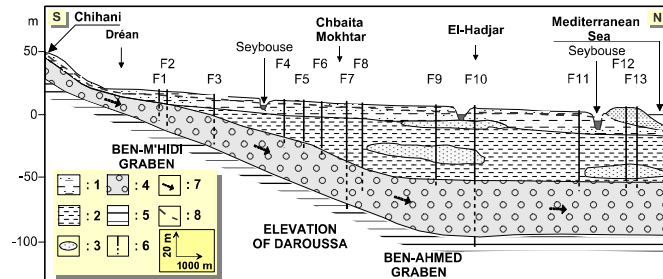


Figure 2. Coupe transversale de la plaine d'Annaba. Légende : 1 : argile sableuse (aquifère superficiel) ; 2 : argiles détritiques plio-quaternaires ; 3 : sable ; 4 : galets et graviers (aquifère profond) ; 5 : argile numidienne ; 6 : forage ; 7 : sens d'écoulement des eaux souterraines ; 8 : niveau piézométrique de l'aquifère profond.

La région est caractérisée par un climat méditerranéen marqué par un hiver doux et humide ainsi qu'un été chaud et sec. Sa pluviométrie annuelle est d'environ 660 mm avec un pic de précipitations en décembre et janvier (90-110 mm). Les mois les plus froids sont janvier et février et les mois les plus chauds sont juillet et août.

Selon les estimations, la population d'Annaba est d'environ 630 000 habitants en 2010, avec une densité plus élevée dans les communes de l'Est.

La superficie agricole utile de la wilaya d'Annaba s'étend sur 48 177 ha, soit environ 35% de la superficie totale. Les cultures pratiquées comprennent le maraîchage, l'arboriculture, les grandes cultures et les cultures industrielles.

Les industries hautement concentrées de la ville comprennent l'acier, les engrais chimiques, la transformation des tomates, la transformation des métaux, les produits laitiers, ...

WEAP a été utilisé comme outil de modélisation hydrologique visant à promouvoir une gestion des ressources en eau intégrée et durable. Le logiciel permet de confronter les ressources et les besoins en envisageant plusieurs scénarios de gestion. Il est d'accès facile simple à utiliser et nécessite moins de données.

Méthodologie

Il s'agit de i) quantifier les ressources en eau superficielles et souterraines, ii) recenser les besoins en AEP, AEI et IRR, et de, iii) confronter ces ressources et ces demandes en eau à l'aide du modèle WEAP selon plusieurs scénarios sur une période allant de 2010 – 2050.

La numérisation des éléments nécessaires dans le modèle a permis d'obtenir le schéma de la figure 3.

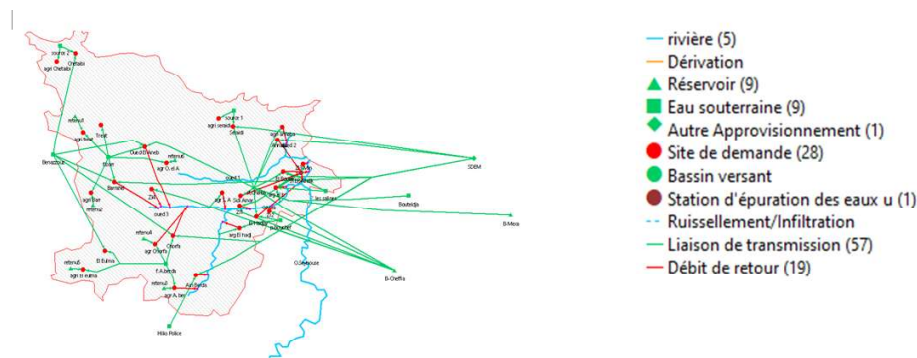


Figure 3. Représentation schématique des sites de demande et des ressources en eau du sous bassin de la basse Seybouse.

L'introduction des données relatives aux sites de demande se fait de la manière suivante :

1) Sites de demande domestique :

- Nombre habitants pour l'année de référence (2010)

- Taux d'accroissement
- Dotation : 150 litres / jour / hab
- 2) Sites de demande agricole :
 - Superficies des terres irriguées (2010)
 - Dotation : 5000 m³ / hectare / an
- 3) Sites de demande industriel :
 - Taux de consommation annuelle d'eau des zones industrielles

Les informations liées aux différentes ressources en eau sont assignées au modèle de la manière suivante :

 - Ressources en eau superficiels (les barrages (El-Tarf et les retenues collinaires)
 - Ressources en eau souterraines (les forages et puits et les sources)
 - Ressources en eau non conventionnelles (station de dessalement, SDEM de K. Eddraouche, El-Tarf et la station de traitement des eaux usées, STEP d'Allélick Annaba)

L'élaboration des scénarios et Hypothèses clés est la suivante :

 - Scénario de référence (S-R) avec un taux d'accroissement démographique : 1 % et une augmentation des superficies irriguées et des unités Industrielles de 1 %.
 - Scénario pression sur la ressource (S-PR) : avec un taux d'accroissement démographique de 3 % puis d'une augmentation de 2 % des superficies irriguées et 2 % des besoins en en eau Industrielles.
 - Scénario dessalement eau de mer (S-DEM) : un apport de 160.000 m³/j pour AEP dans la région d'Annaba (juillet 2025).
 - Scénario Gestion de la Demande(S-GD) : avec une réduction du taux de fuites de 20 %, une économie d'eau de 20 % pour l'AEP et industrie et 30 % dans l'irrigation et réutiliser les eaux de la STEP pour l'Industrie et l'agriculture.
 - Scénario Combiné(S-PR-GD-DEM)

RESULTATS ET DISCUSSION

La demande totale en eau par scénario (2050) :

La demande totale en eau par scénario en 2050 serait de 140 millions de m³ pour les scénarios SDEM et de référence (SR), de 98 millions de m³ pour le scénario gestion de la demande (SGD), de 280 millions de m³ pour le scénario pression sur la ressource (SPR) ET DE 227 millions de m³ pour l'ensemble des scénarii pression sur la ressource, gestion de la demande et dessalement (figure 5).

L'eau distribuée globale :

Selon la figure 5, les volumes d'eau distribuées seraient en 2050 de : 111 millions de m³ pour le SDEM, 81 millions de m³ pour le SGD, 110 millions de m³ pour le SPR, 197 millions de m³ pour les SPR-GD-DEM et 107 millions de m³ pour le scénario de référence (SR).

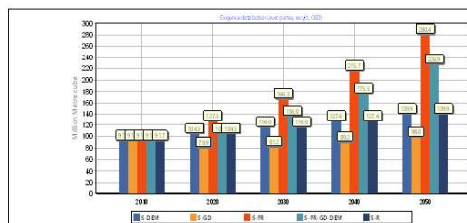


Fig. 4. Demande totale en eau par scénario (2050).

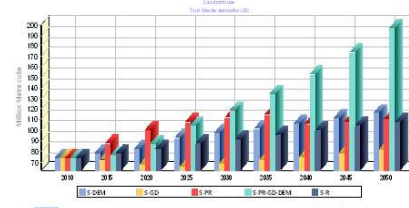


Fig. 5. Evolution de l'eau distribuée globale (2050).

Evolution de la Demande Non Satisfaite (DNS) globale :

Si l'on prend la notion de DNS (Demande Non Satisfaite), égale à quantité eau demandée - la quantité distribuée, alors on obtient l'histogramme de la figure 6.

- En 2050, le manque à gagner dans le cadre du SPR serait quatre fois supérieur au scénario de référence.
- Dessalement de l'eau de mer, la réutilisation des eaux usées de la STEP et la gestion efficace de la demande réduiraient d'une manière significative la DNS.

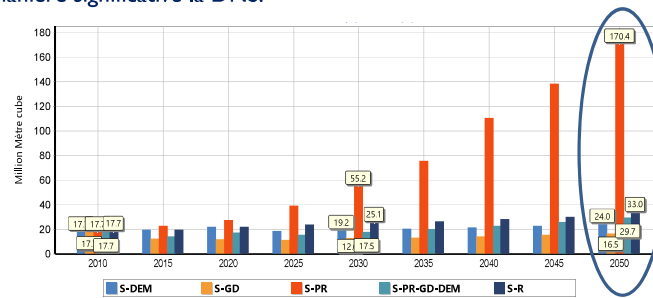


Fig. 6. Evolution de la Demande Non Satisfaite (DNS) globale.

CONCLUSIONS

Avec l'apport de la station de dessalement, le problème de l'AEP de la région d'Annaba est *pratiquement maîtrisé*. Le scénario gestion de demande (S-GD avec utilisation des eaux de la STEP) permet de satisfaire totalement la demande en eau industrielle.

Par contre, pour l'irrigation, l'utilisation des eaux de la STEP ne permet pas de répondre complètement aux besoins. Pour y remédier, un appoint à partir du futur barrage Mahcha est indispensable.

Références

- [1] Bouklia-Hassane R., Djilali Y., El-Bari Tidjania A., 2014. Prospects for a larger integration of the water resources system using WEAP model: a case study of Oran province, Desalination and Water Treatment, Volume 57, Issue 13, March 2016, pages 5971-5980,
- [2] Hani S., 2024. Raréfaction et sécurisation de l'eau dans un bassin méditerranéen sous contraintes de réchauffement climatique et de croissance démographique. Thèse Doct. Univ ; Badji Mokhtar Annaba. 132 p.