



ANALYSE ET SIMULATION DE SCENARIOS ALTERNATIFS DE DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES EN EAU DE LA WILAYA D'ORAN SUR L'HORIZON DU MOYEN-LONG TERME

BOUKLIA-HASSANE R., YEBDRI D.

Laboratoire d'hydrologie et de gestion des ressources en eau «Hydre»
Département d'Hydraulique, USTO, ALGERIE

rachidboukλια@yahoo.fr

RESUME

Ce travail est une contribution à la gestion des ressources en eau dans la Wilaya d'Oran à l'aide d'une analyse prospective sur l'horizon 2012-2030. Quatre secteurs dans la modélisation sont distingués : les ménages, les services publics, l'industrie et le secteur agricole. Concernant la demande d'eau potable et industrielle, le travail simule à travers des variantes alternatives les effets de l'évolution des paramètres de base du modèle (croissance démographique, taux de raccordement des habitations, taux d'occupation par logement, niveau des revenus, choix technologiques industriels,...). Le secteur agricole est ensuite intégré dans le système hydraulique. Après avoir évalué l'évolution des besoins en eau d'irrigation par la méthode de la FAO, les simulations d'un modèle *rainfall-runoff* montrent que c'est surtout le traitement du retour des eaux provenant des ménages et des collectivités et son utilisation par le secteur agricole qui permettront de résoudre la question de l'eau dans la Wilaya. Globalement, les simulations montrent que le traitement de 60% des eaux rejetées par le secteur des ménages, des services collectifs et de l'industrie permet, à côté de la mise en place d'un GPI, une croissance de 5,5% des superficies agricoles irriguées de la Wilaya sur l'horizon 2012-2030.

Mots clés : simulation, ressources en eau, modèle WEAP, scénarios alternatifs.

INTRODUCTION

L'eau est une ressource rare alors qu'elle est nécessaire pour les besoins humains mais aussi pour le développement économique des pays. La Wilaya d'Oran est une région qui ne dispose que d'une faible infrastructure de mobilisation pour subvenir, à l'aide de ses ressources propres, à ses multiples besoins en eau pour les différents secteurs.

Cependant, avec une population estimée à 1,5 millions d'habitants qui croît au taux de 1,9% par an, une superficie irriguée de 6080 ha et un tissu industriel en développement, la Wilaya d'Oran est appelée à jouer un rôle économique important dans le développement de l'Algérie au cours des années à venir. Pour faire face aux besoins futurs en eau de la Wilaya, les projections et l'évaluation de scénarios alternatifs demeurent indispensables.

Dans ce cadre, le modèle WEAP (Water Evaluation and Planning System) est utilisé pour évaluer l'impact de différents scénarios d'ordre infrastructurel, managérial ou technologique sur la demande en eau de la Wilaya d'Oran pour la période 2011-2030. Dans ce qui suit, on expose la méthodologie adoptée dans cette étude à travers la description de l'outil de modélisation. Ensuite, on présente les résultats des différentes simulations opérées. Celles-ci nous permettront alors de proposer quelques directives du développement futur des ressources en eaux de la Wilaya d'Oran.

METHODOLOGIE

Description du modèle WEAP

Dans cette étude, l'outil de modélisation retenu est le modèle WEAP élaboré par le 'Stockholm Environment Institute'. Il est basé sur une représentation du système hydrologique sous forme de réseau où les nœuds (bassins versants, sites de demande, différentes sources d'approvisionnement) sont mis en relation par des liaisons de transmissions, des liaisons de retour ou par les processus d'écoulement d'eau (ruissellement ou infiltration). Chaque site de demande est affecté d'un niveau de priorité ainsi que d'un système de préférence de ses sources d'approvisionnement possibles permettant ainsi une grande variété dans la gestion de la demande de ressources en eau suivant la politique de l'eau retenue (SEI,2010).

L'évapotranspiration, les besoins en irrigation et les écoulements dans les bassins versants sont représentés dans WEAP à l'aide de plusieurs modèles parmi lesquels le modèle de la FAO et le modèle *rainfall-runoff* que nous utilisons dans cette étude.

Description des ressources en eau de la Wilaya d'Oran

Au plan de ressources en eau conventionnelles, la Wilaya d'Oran se caractérise par un réseau hydrographique très peu développé sachant qu'une grande partie de la Wilaya appartient au bassin endoréique de la Sebkhah d'Oran et une irrégularité des eaux superficielles rendant difficile la fonctionnalité des retenues collinaires existantes. A partir des années quatre vingt, la Wilaya a connu un cycle de sécheresse chronique qui a affecté le niveau des réserves en eau de manière durable. Ceci explique que la Wilaya d'Oran est jusqu'à présent alimentée en eau à partir principalement de ressources externes parfois très éloignées de la Wilaya. (Beni Bahdel et la prise de la Tafna à l'Ouest et Fergoug et Gargar à l'Est).

Au plan des ressources non conventionnelles, la sécheresse qu'a connue la Wilaya a conduit à la mobilisation de nouvelles ressources notamment le dessalement de l'eau de mer et l'épuration des eaux usées. La wilaya d'Oran s'est ainsi dotée de stations de dessalement d'eau de mer (SDEM) sur son territoire (la SDEM Kahrama d'Arzew, des Dunes et celle de Bousfer). D'autres SDEM situées en dehors du territoire de la Wilaya alimente cette dernière (Chatt el Hilal dans la Wilaya d'Ain-Témouchent et celle de la Macta dans la Wilaya de Mostaganem). Une unité de déminéralisation est également en service à Brédéah. Des stations d'épuration des eaux résiduelles (STEP) ont été également installées (El Kerma, Ain-Turck et Béthioua) pour contribuer aux besoins du secteur de l'agriculture. Pour l'heure cependant, le réceptacle des eaux traitées reste la Sebkhah ou la mer (Direction de la Planification d'Oran, 2009).

Au plan des ressources souterraines, la Wilaya d'Oran comprend principalement trois grandes unités hydrogéologiques : (i) la nappe de la plaine côtière d'Ain Turk constituée d'aquifères multicouches avec nappe libre et un ou plusieurs aquifères profonds ; (ii) la nappe de la plaine de Brédéah en bordure de la Sebkhah d'Oran, s'étendant à la partie orientale de la Plaine de la M'Léta (Tafraoui, Oued Tlétat) ; (iii) le complexe karstique de Murdjadjo comprenant le Djebel Murdjadjo et son extension géologique à l'Est.

Modélisation

La structure hydraulique de la Wilaya montre que celle-ci est compartimentée en deux segments indépendants : les ressources destinées à l'AEP et l'industrie d'une part et les ressources destinées au secteur agricole d'autre part. C'est ainsi que dans cette étude, la modélisation a été faite d'une manière séparée pour ces deux compartiments du système hydrique. Dans la dernière section de ce travail, un scénario d'intégration de ces secteurs est présenté.

APPLICATION DU MODELE WEAP

Le modèle WEAP est utilisé pour étudier le développement futur des ressources en eaux de la Wilaya d'Oran. L'application de ce logiciel consiste à choisir en premier lieu un compte courant qui servira en même temps d'année de base. Ensuite, un scénario de référence est établi pour simuler l'évolution de l'hydrosystème sans intervention des acteurs ou modification des besoins unitaires ('as is'). Par suite, on établit des scénarios de type 'what if ?' qui altèrent le scénario de référence et permettent d'évaluer les effets de changements dans la politique de l'eau, des besoins unitaires, des technologies ou des infrastructures dans les secteurs industriels ou agricole (SEI, 2010).

Le secteur des ménages et de l'industrie

Etant donnée la déconnection actuelle du système hydraulique, le logiciel a été appliqué d'abord pour le secteur des ménages, des collectivités et de l'industrie pour la prévision à l'horizon 2030 des besoins en eau de ces secteurs de la Wilaya. L'année de base retenue est 2010 et le calibrage du modèle avec les données de cette année nous a permis de reproduire exactement par le modèle WEAP la situation hydrique de la Wilaya hors du secteur de l'agriculture au cours de cette année.

Scénario de référence

Le scénario de référence retenu est un prolongement de la tendance sans changements majeurs. Il fait croître les prélèvements des ménages et de l'industrie respectivement au taux de croissance de la population et de la taille du secteur de l'industrie. Les besoins des services collectifs sont indexés sur ceux des ménages. C'est ainsi qu'en l'absence d'intervention, le déficit en eau en 2030 s'élèvera à 54 millions de m³ par an dont 15 millions pour les ménages et collectivités et 39 millions m³ pour l'industrie, ce qui met gravement en danger le développement de la Wilaya.

Les variantes du modèle

Le scénario de référence est un scénario passif car les responsables des ressources en eau sont supposés n'avoir pris aucune action permettant de faire face à l'augmentation de la population et de l'industrie. Cependant, la réalité est que des projets sont en cours dans la Wilaya telle que l'extension projetée du dessalement d'eau de mer et du traitement des eaux usées. D'un autre côté, ce

scénario suppose que les besoins unitaires en eau sont constants tout au long de la période de simulation. Or, la disponibilité plus grande de logements, la migration de la population vers les villes nécessitent un accès plus large à l'eau potable à travers un plus grand taux de raccordement sans compter les besoins unitaires qui vont croître avec le progrès dans le niveau de vie entraînant une demande globale encore plus grande. Dès lors, les différents secteurs seront-ils satisfaits par les infrastructures projetées dans la Wilaya ? Celles-ci permettent-elles de parvenir à terme à l'autosuffisance hydrique de la Wilaya ? La réponse à ces questions passe par la simulation de scénarios alternatifs mixtes regroupant trois évolutions majeures :

- l'accroissement des besoins unitaires en eau des différents sites de demande ;
- l'accroissement des ressources en eau ;
- et l'amélioration de la gestion des ressources en eau.

Exploitation des résultats

L'accroissement des besoins et des ressources en eau ainsi que l'amélioration de leur gestion permettent de satisfaire les besoins de l'ensemble des secteurs consommateurs hors agriculture avec un taux de recouvrement de 100% en 2030. Par ailleurs, l'introduction d'une STEP avec une forte capacité de traitement et l'amélioration de la gestion des ressources en eau permet d'augmenter les débits de retour de la STEP. Toutefois, si les différents utilisateurs seront approvisionnés sans avoir recours aux transferts entre 2014 et 2022, la nécessité de ces transferts externes reprend à partir de 2023 jusqu'à 2030 (Figure 1). Par conséquent, la wilaya d'Oran n'arrivera pas à réaliser une auto suffisance hydrique même dans ce scénario d'accroissement des ressources où elle aura encore recours aux transferts.

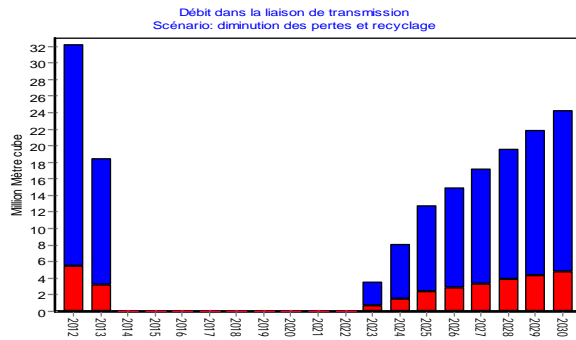


Figure 1: Evolution du recours aux transferts externes: étude de variante
Bleu : Liaison de transmission depuis Transferts vers Ménages
Rouge : Liaison de transmission depuis Transferts vers Collectivités

Le secteur de l'irrigation

Le bilan hydrique

Les paramètres suivants, évalués suivant diverses sources, ont été utilisés pour dresser le bilan hydrique de la Wilaya d'Oran en 2010.

Tableau 1 : Paramètres du bilan hydrique retenus

	Côtier Ain Turck	Nappe de Brédéah	Complexe du Murdjadjo	Partie Nord d'Arbal
Taux de précipitation effective	0,8	0,8	0,8	0,8
Fraction de surface irriguée	0,029	0,061	0,021	0,032
Taux d'efficience d'irrigation	0,7	0,7	0,7	0,7
Fraction de ruissellement de surface	0,25	0,25	0,25	0,25
Coefficient cultural (Kc)	0,43	0,45	0,42	0,43

Les besoins en irrigations requis ont été estimés par l'approche dite 'ET₀KC' de la FAO (Allen R.G., et al. 2003). Avec ces paramètres, le bilan hydrique s'établit comme suit (Figure 2):

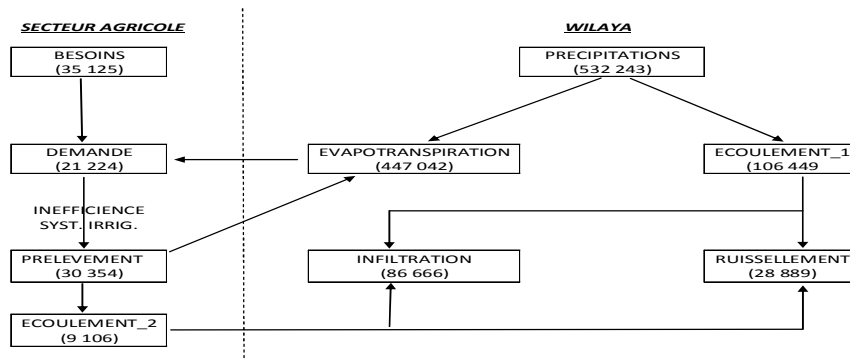


Figure 2 : Bilan hydrique de la Wilaya d'Oran (en milliers de m³)

Face à ces besoins en irrigation, les prélèvements requis sont en inadéquation avec les ressources mobilisables. Le tableau 2 ci dessous confronte les ressources renouvelables et mobilisables avec les prélèvements opérés.

Tableau 2 : Confrontation entre les prélèvements et les ressources mobilisables

Unités hydrogéologiques.	Ressource de surface mobilisable (10 ³ m ³)	Prélèvement (10 ³ m ³)	Taux d'exploitation des ressources de surface	Ressource aquifère mobilisable (10 ³ m ³)	Prélèvement (10 ³ m ³)	Taux exploitation des nappes
Côtier Ain Turck	1 803	440	24%	5408	3132	58%
Nappe de Brédéah	2 867	0	0%	8600	14681	171%
Complexe du Murdjadjo	8 170	0	0%	24509	12448	51%
Partie Nord d'Arbal	467	0	0%	1401	92	7%
Total Wilaya	13 306	440	3%	39918	30354	76%

On constate la très faible exploitation des ressources en eau de surface due au faible réseau hydrographique. Par ailleurs, l'exploitation des ressources en eau souterraines montre une surexploitation réelle de la nappe de Brédéah puisque le taux d'exploitation dépasse 170%.

Scénario de référence et étude des variantes

Dans le scénario de référence établi pour le secteur agricole, on a maintenu constant tous les paramètres du modèle sauf la superficie irriguée qu'on suppose croître au taux de 3% par an. Par ceci, la superficie irriguée passera de 6.085 ha aujourd'hui à 10.990 ha en 2030. Les tensions sur les ressources en eau vont être encore plus fortes (figure 4).

En moyenne pour l'ensemble de la Wilaya, le taux d'exploitation des nappes souterraines passera de 76% actuellement à 137% en 2030 avec un pic de 308% de surexploitation pour la nappe de Brédéah.

Le scénario alternatif supposé est mixte et intègre la demande et la production d'eau. On simule une amélioration de l'efficacité du système d'irrigation qui fait passer progressivement le taux d'efficacité de 70% en 2011 à 85% en 2030 à travers une généralisation du mode d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte. Par suite la réduction des prélèvements prévue en 2030 sera de 9.38 millions de m³.

En relation avec la production, on introduit un projet de Wilaya, non encore formalisé, de réalisation de plusieurs retenues collinaires (D.P.O., 2010) permettant d'augmenter l'utilisation du ruissellement de surface pour l'irrigation des plantations. Ces réalisations permettront de mobiliser un volume de 1,718 millions de m³ par an d'eau de ruissellement qui seront autant de volume qui soulageront les nappes dans les unités hydrogéologiques concernées.

Ces volumes sont, comme on le voit, loin de constituer à eux seuls une solution à la question de l'irrigation agricole alors même que nous avons supposé une croissance modérée du secteur agricole (3%/an). Il faut rappeler à ce titre la faible densité du réseau hydrographique de la Wilaya d'Oran ainsi que la faiblesse des précipitations qui ne permettent pas d'envisager une solution dans le long terme uniquement dans ce sens.

Pour une plus grande intégration du système hydrique de la Wilaya

C'est en intégrant les secteurs AEP et irrigation, actuellement découplés, qu'on envisage la question de l'irrigation dans la Wilaya. En 2030, les rejets des seuls ménages seront de 66 millions de m³ par an. La solution adéquate dans le moyen-long terme réside sans aucun doute dans le recours à l'irrigation par les eaux traitées par la station d'épuration des eaux usées (STEP).

Etant donné les capacités importantes envisagées de la nouvelle STEP d'El-Kerma, on a envisagé la création d'un Grand Périmètre Irrigué (GPI) dans la région de Tafraoui (7000 hectares) étendu à un autre GPI de 1000 ha à Brédéah (Direction de la Planification d'Oran, 2010). Les simulations faites en augmentant, pas à pas, le taux de croissance de référence des superficies

agricoles irriguées montrent que le dimensionnement de la STEP est compatible avec un taux de croissance des superficies irriguées de 5.5% par an sur la période 2012-2030. A ce taux, les rejets de la STEP vers la mer s'amortissent et s'annulent en 2030 (figure 3) avec un taux d'exploitation des nappes à 100% en 2030 (figure 4) et un recouvrement optimal pour tous les sites de demande.

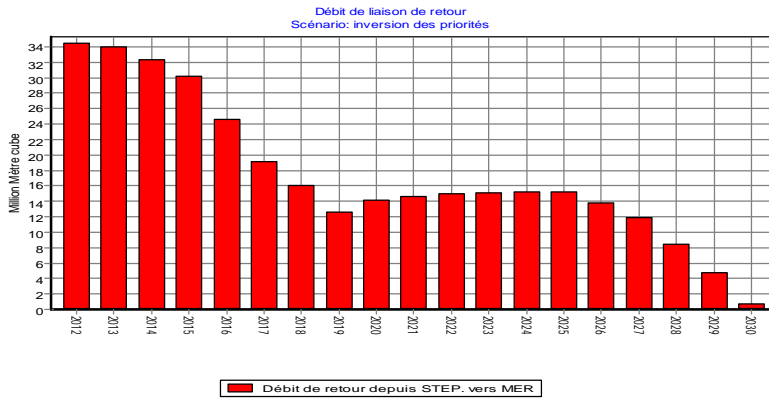


Figure 3 : Volume des rejets de la STEP vers la mer : étude de variante

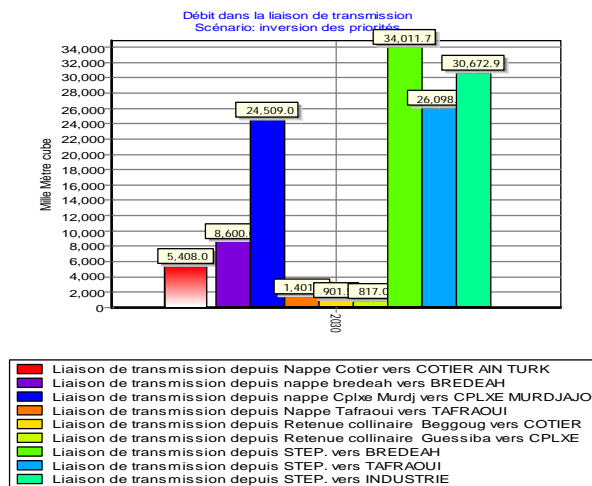


Figure 4 : Exploitation des nappes et de la STEP : étude de variante

CONCLUSION

Par ce travail on a tenté de montrer l'importance de l'étude prospective de la gestion des ressources en eau dans la Wilaya d'Oran sur un horizon temporel de

long terme ainsi que l'apport de la modélisation dans le traitement de l'évolution du système hydraulique de la Wilaya et les bénéfices qu'on peut en tirer. Les modèles de simulation de la demande d'AEP et d'irrigation, intégrés dans WEAP, nous ont permis d'estimer les besoins en eau futurs de l'ensemble des secteurs utilisateurs de la Wilaya. Ce faisant, est apparue la vulnérabilité de la Wilaya non seulement au regard de l'équilibre entre production d'eau et demande mais aussi de l'autosuffisance hydrique de la Wilaya dont les ressources en eau externes représentent actuellement plus de 53% du total. La mise en place de STEP a permis le recouvrement d'un caractère intégré du système hydrique de la Wilaya d'une part, et la préservation des ressources en eau renouvelables tout en assurant le développement économique à travers la croissance du secteur agricole d'autre part.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN R.G., PEREIRA D., RAES M.S. (2003). Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and drainage, paper 56.
- BLANEY H.F., CRIDDLE W.D. (1950). Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data, USDA, Soil Conservation Service (SCS),.
- DIRECTION DE LA PLANIFICATION D'ORAN (D.P.O.). (2010). Monographie de la Wilaya d'Oran.
- MINISTERE DES RESSOURCES EN EAUX. (2006). Etude d'actualisation du Plan National de l'Eau en Algérie, Alger.
- MOUNIR Z.M., CHUAN MING MA., AMADOU I. (2011). Application of Water Evaluation and Planning (WEAP): A Model to Assess Future Water Demands in the Niger River (In Niger Republic), Modern Applied Science, Vol. 5, n°1.
- SANCHEZ-TORRES E.G., OSPINA-NOREÑA J.E., GAY-GARCIA C. (2011). Vulnerability of water resources to climate change scenarios, Impacts on the irrigation districts in the Guayalejo-Tamesí river basin, Tamaulipas, México, *Atmósfera*, Vol. 24, n°1, 141-155.
- SI-LAARBI, ZAKAD, AYATI (2005). Ressources en Eau : Bilan Diagnostic, Etat des Lieux et Tendances, Rapport préparatoire au Schéma National d'Aménagement du Territoire.
- SOGREAH (2009). Inventaire de la Petite et Moyenne Hydraulique de la Wilaya d'Oran' Ministère des ressources en eau, Alger.
- STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE (SEI). (2011). WEAP user guide, Stockholm.