



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Abbès Laghrou Khenchela Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie Et Environnement

Spécialité : Ecologie Fondamentale Et Appliquée

Thème

**MODELISATION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN
EAUX AU NIVEAU DE LA WILAYA D'OUM EL BOUAGHI
(NORD-EST ALGERIEN)**

Presenté par :

- Drouai Qamar
- Rihani Wissem

Devant le jury :

- **Président : BERKANI CHERIFA** MCA Univ.Abes Laghrou Khenchela
- **Encadreur : DALI NAOUEL** MCA Univ.Abes Laghrou Khenchela
- **Examineur : LARBAA RABAH** MCA Univ.Abes Laghrou Khenchela

Année universitaire : 2023-2024

Remercîments

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu, le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail. La première personne que nous tenons à remercier est notre encadrante, Pr.Dali Naouel, pour l'orientation, la confiance, la patience et ses bonnes explications, qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury :Madame Berkani Cherifa et Monsieur Larbaa Rabeh, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions. Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui, par leurs compétences, nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chères mères (Malika et Zahia) et mes pères (Ibrahim et Tayeb), que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sentiments sincères. Je leur dédie ce travail en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices, en reconnaissance de leurs patiences illimitées, de leur encouragement continu et de leur aide.

Mes chères sœurs, Lamia et Siham.

Mes frères, Soufiane, Oussama et Wail.

Ma chère binôme, Wisseme.

Et à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, pour que ce travail soit possible

Dédicace

Je dédie ce travail :

À la femme qui m'a portée toute ma vie et qui m'a enveloppée de gentillesse. À la femme la plus extraordinaire et la plus douce du monde : Ma mère Malika. J'exprime mon profond amour.

À celui qui a été et qui est toujours pour moi le modèle, la référence : Mon père Abd El Malek. Je lui exprime mon profond respect et j'espère avoir été à la hauteur. Ma joie est que tu sois fier de moi.

À mes chères sœurs Hadil et Manar.

À mes frères Rabié, Housseem, Youness et Raouf.

À ma chère binôme Draoui Qamar.

À mes chères meilleures amies Chaima Belaghmas et Ikram Hasbi Rania Boudeaa et sana weld Amar Merci pour votre présence, votre soutien et pour m'avoir encouragée à aller plus loin.

À tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi.

Table des matières

I.INTRODUCTION	1
II.METHODE DE TRAVAIL	4
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	4
2.2. LA GEOMORPHOLOGIE	6
2.3. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE	7
2.4. LA PEDOLOGIE	7
2.5. LE CLIMAT	8
2.6 RESSOURCES EN EAU.....	9
2.6.1.RESSOURCES EN EAUX SUPERFICIELLES.....	9
2.6.2. LES EAUX SOUTERRAINES	10
2.7. APERÇU SOCIOECONOMIQUE.....	11
2.7.1. LA POPULATION	11
2.7.2. AGRICULTURE	13
2.7.3 INDUSTRIE	13
2.8. PRESENTATION DE LOGICIEL WEAP	13
2.8.1. DESCRIPTION DU LOGICIEL	14
2.8.2. LES OBJECTIFS DU LOGICIEL	14
2.8.3. APPROCHE DE WEAP	15
III.RESULTATS ET DISCUSSION.....	16

3.1. APPLICATION DE WEAP SUR LA WILAYA D'OUM EL BOUAGHI	17
3.1.1. ÉTABLISSEMENT DE LA ZONE D'ETUDE	17
3.1.2. CREATION DU COMPTE COURANT	17
3.1.3. CREATION DES SCENARIOS WEAP	23
3.1.3.1. SCENARIO 1 : REFERENCE	23
3.1.3.2. SCENARIO 2 : GESTION DE LA DEMANDE (GD)	27
V. CONCLUSION	32

LISTE DE FUGURES

Figure 1:Situation géographique et administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi (Gagui et al.,2023).	5
Figure 2:Carte de la feuille d'OUM EL BOUAGHI (Dinar et khiari ,2023).	7
Figure 3:réseau hydrographique de la wilaya d'Oum El Bouaghi (Arour ,2023).	8
Figure 4: carte simplifiée les zones bioclimatiques de l'est algérien (cote , 1998 in Bazri 2015)	9
Figure 5:Modèle conceptuel du système de gestion des eaux de la Wilaya d'Oum El Bouaghi sous WEAP(Prise d'écran).	18
Figure 6:Niveau d'activité annuelle par site de demande pour l'année 2010.	20
Figure 7: Prélèvement maximal des nappes souterraines ,l'eau de surface,et l'eau non conventionnelles pour l'année 2010.	22
Figure 8 : demande en eau pour l'ensemble des sites de demande au niveau d'O.E.Bouaghi pour le scénario Référence.	24
Figure 9: exigence de distribution de l'ensemble des sites de demande au niveau d'O.E.Bouaghi pour le scénario Référence.	24
Figure 10: exigence de distribution de chaque branche scénario Référence.	25
Figure 11: exigence de distribution de chaque secteur en pourcentage pour le scénario Référenc. .	25
Figure 12: la demande non satisfaite de tout site de demande pour le scénario Référence.	26
Figure 13: demande en eau pour l'ensemble des sites pour le scénario Gestion de la demande	28
Figure 14: exigence de distribution de l'ensemble des sites pour le scénario Gestion de la demande.	28
Figure 15: exigence de distribution de chaque branche pour le scénario Gestion de la demande. ...	29
Figure 16: exigence de distribution de chaque secteur en pourcentage pour le scénario Gestion de la demande.	29
Figure 17: demande non satisfaite pour le scénario Gestion de la demande.	30
Figure 18 : Coparaison de l'exigence de distribution de l'eau pour le sénario Référence et le sénario Gestion de la demande.	30

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1.Découpage administratif de la Wilaya d'Ou El Bouaghi (DPSB,2023).....	5
Tableau 2:station de traitement des eaux polluées.....	11
Tableau 3: répartition de la population par commune d'après le recensement d'année 2008 (source:DPSB).....	11
Tableau 4: répartition des sols agricoles au niveau de la wilaya d'Oum El Bouaghi (D.S.A.O.E.Bouaghi.	13
Tableau 5: les données utilisées par WEAP pour la modélisation des sites de demande sur le compte actuel.....	19
Tableau 6:.....	21
Tableau 7: les données utilisées par WEAP pour la modélisation des barrages sur le compte actuel.	22
Tableau 8: Evaporation nette au niveau de la wilaya d'Oum El Bouaghi pour l'année 2010.	22
Tableau 9:les information nécessaires pour la modélisation du barrage d'Ourkiss sur WEAP.	26
Tableau 10:les information nécessaire pour la modélisation des STEP sur WEAP,	27
Tableau 11:Projection du déficit en eau pour le scénario Refrence et le scénario Gestion de la demande en 2050.	31

Liste des sigles et abréviations

AEP: Alimentation en Eau Potable

ANBT: Agence Nationale des Barrages et Transferts

ANRH : L'agence Nationale des Ressources Hydrauliques

BV : bassin versant

°C : unité de mesure (degré Celsius)

DPSB: La direction de la programmation et du suivi budgétaires

GD : gestion de la demande

hab. : Habitant

Hm³ : Symbole de l'hectomètre cube, unité de mesure de volume valant 10⁶ mètres cubes.

HR : un sigle, qui signifie « Ressources humaines »

Max : Abréviation de maximum

Min : l'abréviation de minimum

ONM: L'Office national de la météorologie

SAU : La superficie agricole utilisée

SBV : Sous Bassin Versant

SEI: Stockholm Environment Institute

SIG: système d'Information Géographique

STEP : Station dépurative

T° : sigle de température

WEAP: Water Evaluation And Planning

Résumé

La wilaya d'Oum El Bouaghi, située dans la région des Aurès en Algérie, fait face à des défis de gestion des ressources en eau dans un contexte de climat semi-aride. Cette étude a utilisé le logiciel WEAP (Water Evaluation and Planning System) pour modéliser deux scénarios de gestion des ressources en eau dans la wilaya :

Scénario de Référence (R) : Projection de la demande en eau sans gestion active.

Scénario de Gestion de la Demande (GD) : Projection de la demande en eau avec gestion active des pertes et recyclage.

Les résultats montrent que dans le scénario de Référence, la demande en eau et la demande non satisfaite augmentent de manière exponentielle, en particulier pour le secteur agricole. Cependant, dans le scénario de Gestion de la Demande, la demande en eau tend à se stabiliser avec une légère augmentation par rapport au scénario de Référence.

En 2050, la wilaya d'Oum El Bouaghi serait confrontée à un déficit en eau de plus de 1680 Mm³/an dans le scénario de Référence. Mais avec une politique de gestion active des ressources en eau, ce déficit pourrait être réduit de moitié, atteignant environ 560 Mm³/an.

Bien que ce volume reste important, cette réduction significative montre l'impact positif que peut avoir une gestion active de la demande en eau, notamment à travers le recyclage et la diminution des pertes. Le déficit serait attribué à 50% au secteur agricole.

WEAP est un outil convivial et intégré pour la planification des ressources en eau.

Mots clés : Oum El Bouaghi , Ressources en eau, WEAP, Déficit en eau , Gestion de la demande.

المخلص

تواجه ولاية أم البواقي، الواقعة في منطقة الأوراس في الجزائر، تحديات في إدارة الموارد المائية في مناخ شبه جاف. استخدمت هذه الدراسة برمجية WEAP (نظام تقييم وتخطيط المياه) لنمذجة سيناريوهين لإدارة الموارد المائية في الولاية:

السيناريو المرجعي (R): إسقاط الطلب على المياه دون إدارة نشطة.

سيناريو إدارة الطلب على المياه (GD): سيناريو إدارة الطلب على المياه مع إدارة نشطة للفاقد وإعادة التدوير. تُظهر النتائج أنه في السيناريو المرجعي، يزداد الطلب على المياه والطلب غير الملبى بشكل كبير، لا سيما بالنسبة للقطاع الزراعي.

ومع ذلك، في سيناريو إدارة الطلب، يميل الطلب على المياه إلى الاستقرار، مع زيادة طفيفة مقارنة بالسيناريو المرجعي. في عام 2050، ستواجه ولاية أم البواقي عجزاً مائياً يزيد عن 1680 مليون م³/سنة في السيناريو المرجعي. ومع ذلك، مع وجود سياسة نشطة لإدارة الموارد المائية، يمكن أن ينخفض هذا العجز إلى النصف ليصل إلى حوالي 560 مليون م³/السنة.

على الرغم من أن هذا الحجم لا يزال كبيراً، إلا أن هذا الانخفاض الكبير يظهر الأثر الإيجابي الذي يمكن أن تحدثه الإدارة الفعالة للطلب على المياه، لا سيما من خلال إعادة التدوير وتقليل الفاقد. يمثل القطاع الزراعي 50% من العجز. ويعد برنامج المياه والتخطيط المائي أداة سهلة الاستخدام ومتكاملة لتخطيط الموارد المائية.

الكلمات المفتاحية: أم البواقي، الموارد المائية، برنامج العمل المائي العالمي، العجز المائي، إدارة الطلب على المياه.

The wilaya of Oum El Bouaghi, located in the Aurès region of Algeria, faces water resource management challenges in a semi-arid climate. This study used WEAP (Water Evaluation and Planning System) software to model two scenarios for water resource management in the wilaya:

Reference scenario (R): projected water demand without active management.

Demand Management Scenario (GD): projected water demand with active management of losses and recycling.

The results show that in the Reference scenario, water demand and unmet demand increase exponentially, particularly for the agricultural sector.

However, in the Demand Management scenario, water demand tends to stabilize, with a slight increase compared to the Reference scenario.

In 2050, the wilaya of Oum El Bouaghi would face a water deficit of over 1680 Mm³/year in the Reference scenario. However, with an active water resource management policy, this deficit could be halved to around 560 Mm³/year.

Although this volume remains substantial, this significant reduction shows the positive impact that active water demand management can have, particularly through recycling and reducing losses. 50% of the shortfall is attributed to the agricultural sector. WEAP is a user-friendly, integrated tool for water resource planning.

Key words: Oum El Bouaghi, Water resources, WEAP, Water deficit, Demand management.

I.INTRODUCTION

L'Algérie est placé dans la catégorie des pays pauvres en ressources en eau au regard du seuil de pénurie fixé par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), ou du

seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³ /habitant/an (Sahnoune et al,2013). La politique algérienne de gestion de l'eau s'est, depuis une dizaine d'années, davantage orientée vers la mobilisation de nouvelles ressources que vers l'amélioration de la qualité de l'eau. La priorité a été donnée au développement de l'offre et non à la gestion de la demande (Benblidia, 2011).

Les effets du changement climatique seront ressentis par l'homme principalement à travers son impact sur les ressources en eau mondiales, y compris les eaux souterraines (Green, 2011).

Les régions les plus touchées en Algérie sont les Hauts Plateaux et la Steppe. Elles constituent des zones de transition entre le nord et le sud du pays et couvrent environ 70 % des terres viables du nord. Elles constituent un véritable potentiel agricole et assurent la sécurité alimentaire du pays.

La wilaya d'Oum El Bouaghi, fait partie des hauts plateaux algériens. Dans le cadre du SNAT (Schéma National d'Aménagement du Territoire) à l'horizon 2030 et 2050, le développement de cette wilaya est principalement orienté vers le secteur agricole. Pour répondre à cette ambition économique, le PNE pour 2030 prévoit dans son programme de multiples projets de mobilisation des ressources en eau (Dali, 2009). Le FAO recommande la modélisation comme outil de prévision des ressources en eau, de simulation et d'optimisation de la gestion des ressources en eau.

Cette contribution à travers ce mémoire a pour objectif d'analyser l'efficacité d'une politique de gestion des ressources en eau qui repose sur la maîtrise des pertes dans les réseaux d'alimentation en eau potable et les systèmes d'irrigation. La méthode utilisée repose sur l'utilisation du modèle WEAP (Water). Le système d'évaluation et de planification, créé par SEI (Stockholm Environment Institute), simule l'offre et la demande. Ce logiciel d'optimisation permettra de fournir des éléments de réponse à la problématique de la gestion de l'eau à l'échelle d'un bassin, notamment l'évaluation des exigences d'eau pour chaque domaine d'application.

Afin d'accomplir ces objectifs, ce mémoire est organisé en quatre chapitres. Il commence avec une introduction et se termine par une conclusion. Les trois chapitres sont comme suit

:

- Le premier chapitre (Méthode de travail) : est consacré à une présentation de la zone d'étude.
- Le second chapitre : ressources et demande en eau.

- Résultat et discussion : présentation du logiciel WEAP et la modélisation des ressources en eau d'Oum EL Bouaghi sur WEAP. Et faire 2 scénarios Besoin en eau à chaque site de demande : A : « Scénario 1 : référence » .B « Scénario 2 : Gestion de la demande ».

-

II.METHODE DE TRAVAIL

2.1. Situation géographique

La Wilaya d'Oum El Bouaghi est située dans la région des Aurès en Algérie, à une altitude de 891 mètres et couvre une superficie de 6188km² . La ville est le chef-lieu de la wilaya du même nom, qui est l'une des 48 wilayas d'Algérie. Les coordonnées géographiques de la ville sont 35° 52' 39" Nord, 7° 06' 49" Est (Fig.1). La wilaya d'Oum El Bouaghi est délimitée au nord par la wilaya de Constantine, au sud par la wilaya de Khenchela, à l'est par les

wilayas de Guelma et Souk Ahras, à l'ouest par la wilaya de Mila, au sud-ouest par la wilaya de Batna et au sud-est par la wilaya de Tébessa. La wilaya est située entre 7° 4' 59 est de longitude et entre 35° 49' 59 Nord de latitude. D'après DPSB, La wilaya compte 29 communes et 12 daïras (Tableau 1).

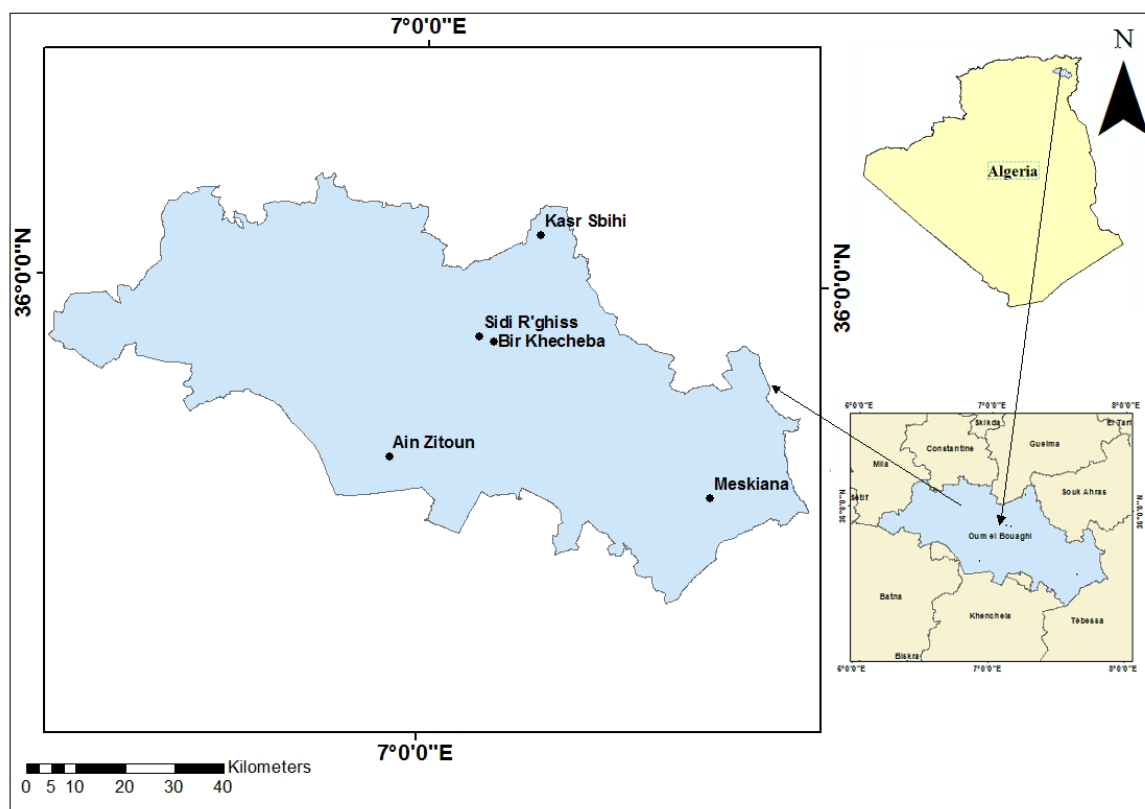


Figure 1: Situation géographique et administrative de la wilaya d'Oum El Bouaghi (Gagui et al., 2023).

Tableau 1. Découpage administratif de la Wilaya d'Ou El Bouaghi (DPSB, 2023).

Daïra	Commune	Superficie (Km²)
OUM EL BOUAGHI	Oum El Bouaghi	414
	Ain Zitoun	740
AIN BABOUCHE	Ain Babouche	192
	Ain Diss	131
KSAR SBAHI	Ksar Sbahi	169

AIN BEIDA	Ain Beida	52
	Berriche	336
F'KIRINA	F'krina	326
	Ouled Nini	193
MESKIANA	Meskiane	196
	Blalla	179
	R'hia	162
	Behair Chergui	114
DHALAA	Dhalaa	200
	Djazia	198
AIN M'LILA	Ain M'lila	239
	Ouled Gacem	144
	Ouled Hamla	155
AIN FAKROUN	Ain Fakroun	264
	Bougrara Saoudi	307
AIN KERCHA	Ain Kercha	154
	Hanchir Toumghani	102
	Harmelia	148
SIGUS	Sigus	210
	Amiria	162
SOUK NAAMANE	Souk Naamane	230
	Ouled Zaoui	125
	Bir Chouhada	149

2.2. La Géomorphologie

La Wilaya d'Oum El Bouaghi est située dans la région des Hautes Plaines Constantinoises, au pied des premières hauteurs du Tell constantinois, qui déterminent au Nord les longues arêtes de la Chebket Es Sellaoua. Elle est bordée au Nord-Ouest par la masse du Djebel Guérioun et au Nord-Est par les Hautes plaines de Berriche et d'Aïn Beida (Fig.2) ; vers le Sud, elle s'étend sur les chotts constantinois et s'élève à 800 m d'altitude (Ferroudj et Benzeguouta, 2019). Le point le plus élevé de la Wilaya d'Oum El Bouaghi est le Djebel Guerioun, culminant à 1 729 mètres d'altitude près d'Aïn M'lila (Beneddine, 2018).

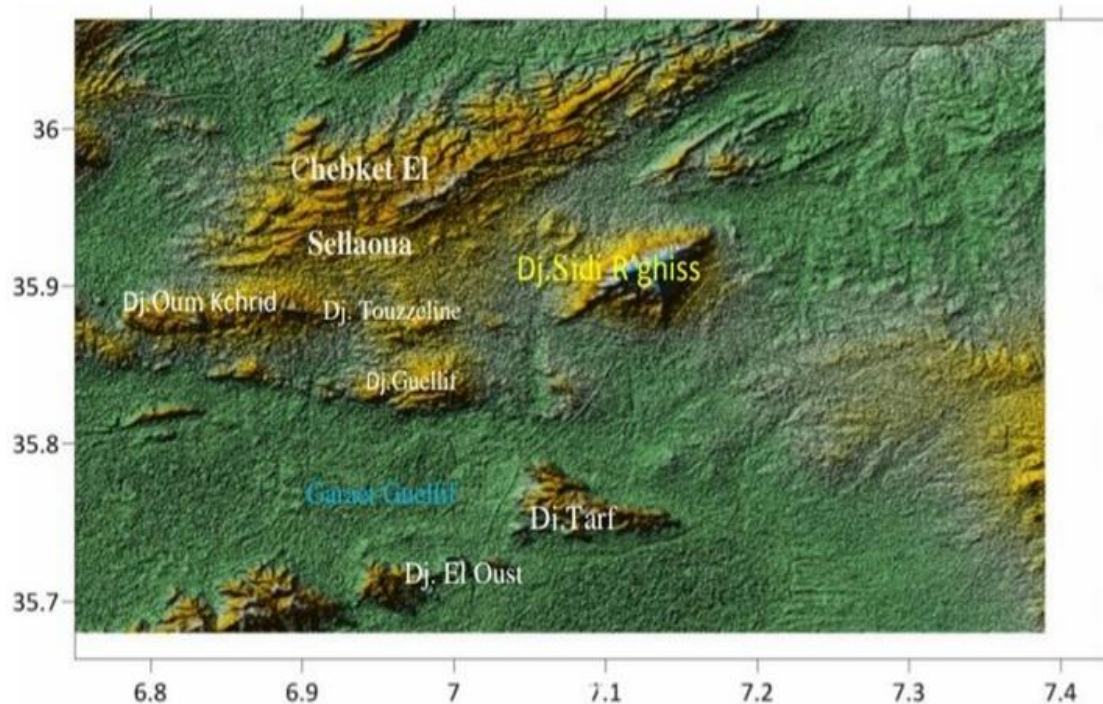


Figure 2: Carte de la feuille d' OUM EL BOUAGHI (Dinar et khiari ,2023).

2.3. Le réseau hydrographique

La wilaya d'Oum El Bouaghi est dotée d'un réseau hydrographique principalement endoréique avec des écoulements, qui convergent vers les chotts du Sud-Est et du Sud. au Nord de l'axe sidi R'ghis-Touzzeline les oueds coulent vers le nord (Fig.3).

2.4. La pédologie

la wilaya d'Oum El Bouaghi est marquée par une grande variété de sols et de conditions climatiques, ce qui influence fortement la végétation et la biodiversité de la région. Les sols salins sodiques sont courants dans la région, en particulier dans les bassins fermés (Sebkhas et chotts), tandis que les sols du mont de Sidi R'ghis sont en majorité calcaire-argileux l'existence ; le sol riche en minéraux tel que le Fer " Sols ferrugineux ", Sol carbonaté légèrement salé, il existe également des sols argilo-calcaires acides et fins permettant l'infiltration des eaux (Allaoua,2015).

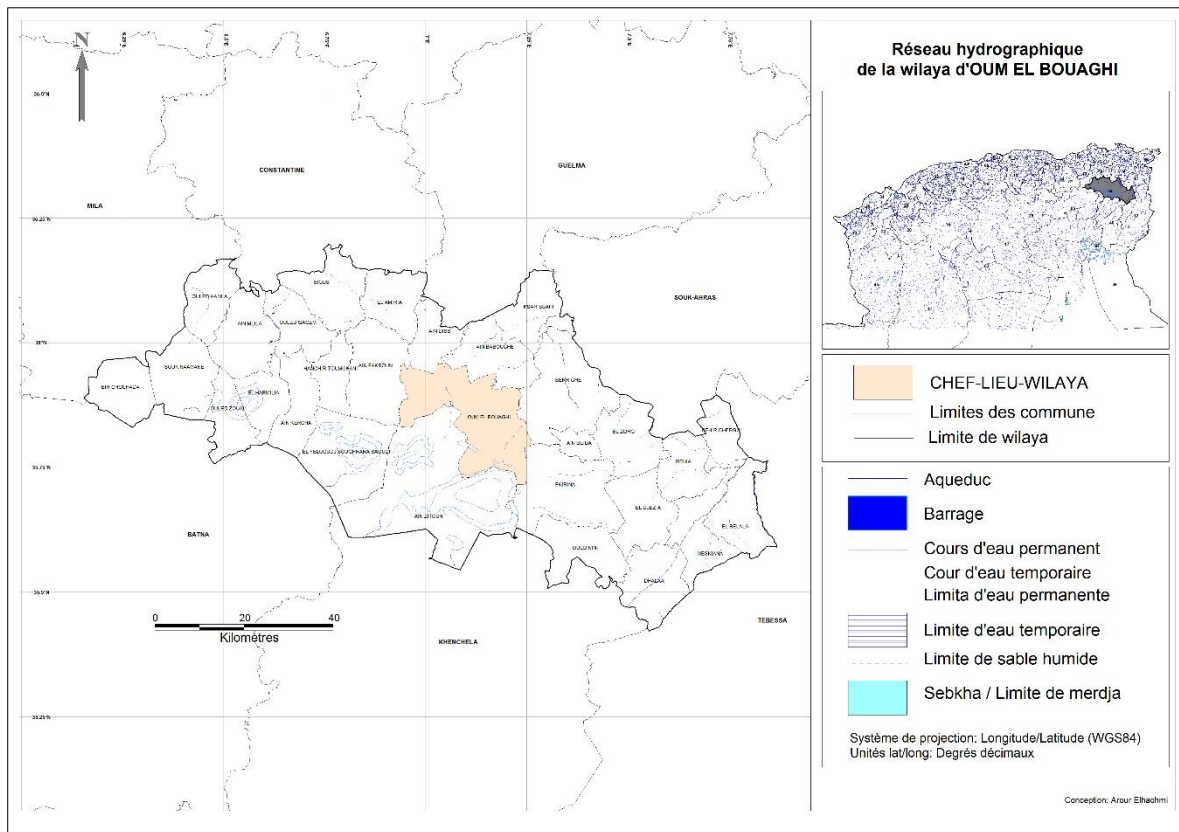


Figure 3:réseau hydrographique de la wilaya d'Oum El Bouaghi (Arour ,2023).

2.5. Le climat

La wilaya d’Oum El Bouaghi bénéficie d’un climat continental, semi-aride. Froid et pluvieux durant l’hiver, chaud et sec durant l’été. D’après la Direction Generale Des Forets de la Wilaya d’Oum El Bouaghi, les précipitations annuelles moyennes sont de l’ordre de 392mm/an. La T° moyenne annuelle varie de 3,31°C en février à 25,33°C en juillet, la maximale est enregistrée durant le mois d’Août: 38,27°C et la moyenne minimale estimée à 2,07°C est enregistrée en décembre. Les vents dominants sont de SudOuest, d’Ouest et de Nord-Ouest. La pluviométrie minimale annuelle est de 107,7mm et la maximale de 392 mm.

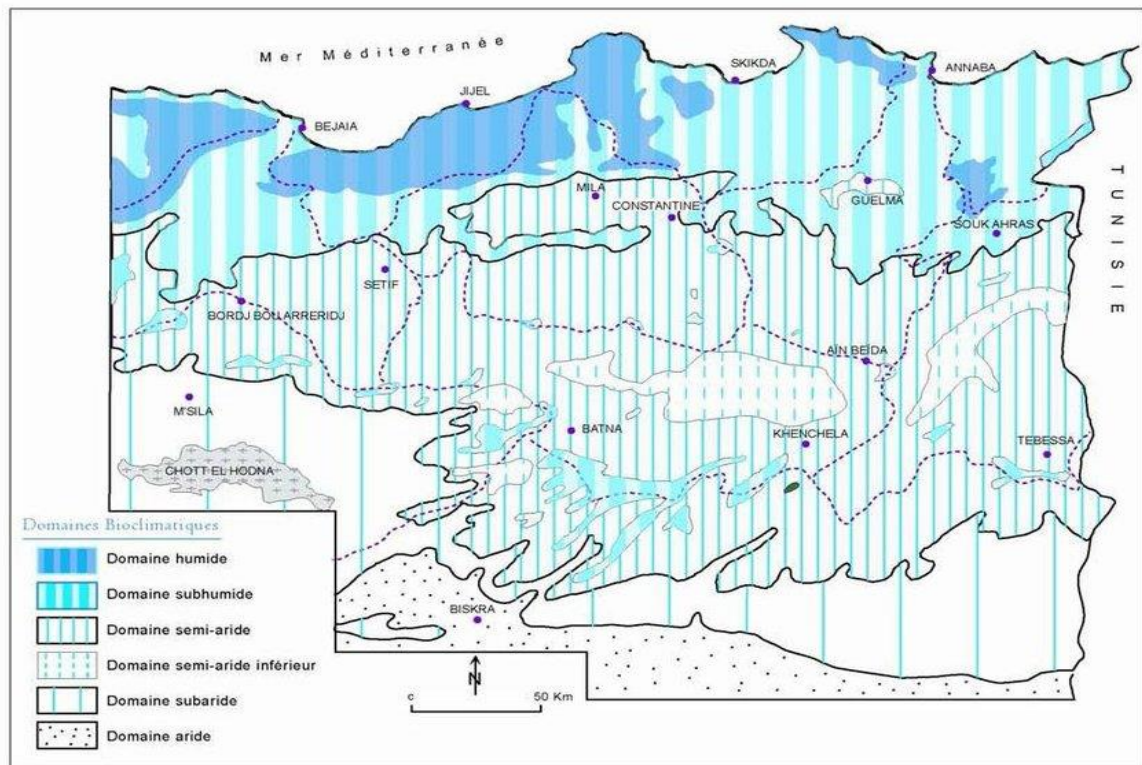


Figure 4: carte simplifiée les zones bioclimatiques de l'est algérien (cote , 1998 in Bazri 2015) .

2.6. Réseau hydrographique

La wilaya d'Oum El Bouaghi est traversée par plusieurs oueds qui sont tous des oueds temporaires et dont les principaux sont Oued Cherf et Oued Bouhamdane. Oued Cherf prend sa source dans les monts des Aurès et traverse la wilaya du sud au nord. Oued Bouhamdane, affluent le plus important de l'oued Seybouse après l'oued Cherf, naît sur le revers méridional de l'Atlas Tellien dans un milieu semi-aride. Il résulte de la jonction de deux cours d'eau, les oueds Sabbath et Zenati, et reçoit dans sa rive gauche l'oued El Hamira. Cependant, les caractéristiques lithologiques du bassin versant, composé de roches perméables comme les alluvions dans le cas d'Oued Cherf, favorisent l'infiltration et diminuent le volume d'eau ruisselée (Gouaidia,2008).

2.6 Ressources en eau

2.6.1.Ressources en eaux superficielles

La mobilisation des eaux de surface est assurée essentiellement par 2 barrages : barrage d'Ourkiss, , barrage Ain Dalia .

-Barrage d'Ourkiss

Le barrage d'Ourkiss esst un barrage reservoir, situé dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, à environ 14 km au sud de la ville d'Ain Fakroun.Mise e service en 2016. La capacité utile de cet ouvrage de 67.7 Hm³ en vue de stocker et régulariser les transferts en provenance de Beni Haroun via le réservoir d'Oued Athmania,destiné à l'AEP des villes d'Oum bouaghi, Ain Beida, Ain Fakroun, Ain Kercha, Ain Ml'ila (ANBT,2024), aliment 500000 habiatants en eau potable dans les communes de Ain Mlila, Ain Kercha, Henchir Toumghani, Oum El Bouaghi, Ain Beeida et Ain Fakroun.

-Barrage Ain Dallia

Situé à 10 km en amont de Souk Ahras,mise en servise en 1987 avec Apports moyens annuels 37 Hm³ dont 31 Hm³ actuellement envasé à 70 il n'alimente plus la wilaya d'Oum El Bouaghi.

2.6.2. Les eaux souterraines

La wilaya d'Oum El Biuaghi s'approvisionne en eau potable en grande partie des eaux souterraine de la nappe souterraines de ce qu'on appelle la la plaine de la région d'Oum El Bouaghi - Ain El Beida ; la plaine est située dans la wilaya d'Oum El Bouagui, entre cette dernière ville et celle d'Ain Beida,Elle est limitée au nord par la Chebket Es Selloua, Guelbet El Rhamoul, à l'ouest par les Djebel Amrane, et Fedjoudj, au sud par le Djebel Taffrent, et l'est par les Djebels Tiguilaline, Targuelt etKhanga ; sa superficie est de 1891.4 km².Selon l'estimation faite par l'ANRH et ENERGOPROJEKT (2009) les ressources en eau de la région de Oum El Bouagui-Ain Beida sont de l'ordre de 63.11 Hm³/an.

2.6.3. Ressources en eau non conventionnelles

La wilaya d'Oum El Bouaghi dispose de plusieurs stations de traitement des eaux usées pour lutter contre la pollution des eaux.Une station d'épuration des eaux usées a été réalisée dans la ville d'Oum El Bouaghi par l'Office National de l'Assainissement (ONA). Cette station vise à traiter les eaux usées de la ville avant leur rejet dans la nature.

Une autre station d'épuration est en cours de réalisation dans la commune d'Ain M'lila. Avec une capacité de traitement de 25 000 m³ par jour, elle desservira près de 163 000 habitants des communes d'Ain M'lila et Ouled Kacem elle est devenu operationnelle en octobre 2023. La station d'épuration des eaux usées (STEP) de la ville d'Ain Beïda, a été inaugurée le 2 août 2016 par le ministre des Ressources en eau. Cette station a une capacité de traitement des eaux usées pour 200 000 habitants. Elle permettra également d'irriguer 200 hectares de terres agricoles et de préserver les eaux souterraines de la région des risques de pollution.

Tableau 2:station de traitement des eaux polluées.

La wilaya	La commune	Le nom de Step	Cap total (q/hab.)	Le lieu de rejet
Oum El	Ain Beida	Ain Beida	200 000	Les Oueds
Bouaghi	Ain M'Lila	Ain M'Lila	100 000	

2.7. Aperçu socioéconomique

2.7.1. La population

La population totale de la wilaya d'Oum El Bouaghi est estimée à 763 114 habitants d'après le recensement 2018 ; avec une densité de 123 habitants /km² et un taux de croissance de la population est de 3% en 2018.

$$\text{Taux de croissance de la population} = (\text{Variation de la population sur une période} / \text{Population de départ}) \times 100$$

Où :

La variation de la population correspond à la différence entre la population finale et la population initiale sur la période considérée.

Tableau 3: répartition de la population par commune d'après le recensement d'année 2008 (source:DPSB).

Comune	Recensement de la population 2008	Estimation de la population 2018	Taux de croissance
---------------	--	---	---------------------------

OUM EL BOUAGHI	85 063	96 176	0.13064435
AIN BEIDA	124 742	141 286	0.13262574
AIN M'LILA	93 616	106 088	0.13322509
BEHIR CHERGUI	1 975	2 197	0.11240506
EL AMIRIA	10 839	12 025	0.10941969
SIGUS	18 682	21 776	0.16561396
EL BELALA	2 532	2 689	0.06200632
AIN BABOUCHE	16 990	19 363	0.13967039
BERRICHE	18 564	21 249	0.14463478
OULED HAMLA	13 884	16 031	0.15463843
DHALAA	11 988	13 496	0.12579246
AIN KERCHA	34 275	39 535	0.15346462
HENCHIR TOUMGHANI	24 094	26 666	0.10674857
EL DJAZIA	3 967	4 227	0.06554071
AIN DISS	2 848	3 084	0.08286517
F'KIRINA	12 891	14 681	0.13885657
SOUK NAAMANE	25 282	28 880	0.14231469
ZORG	2 382	2 662	0.11754828
EL FEDJOUJ BOUGHARA	4 304	4 715	0.09549257
OULED ZOUAI	5 158	5 596	0.08491663
BIR CHOUHADA	9 640	11 107	0.15217842
KSAR SBAHI	12 438	14 116	0.13490915
OUED NINI	5 391	6 095	0.13058802
MESKIANA	29 902	34 292	0.14681292
AIN FAKROUN	58 383	66 967	0.1470291
RAHIA	2 771	2 944	0.06243233
AIN ZITOUN	6 108	6 566	0.07498363
OULED GACEM	7 374	8 153	0.10564144
EL HARMILIA	8 406	9 388	0.11682132

2.7.2. Agriculture

La wilaya d'Oum El Bouaghi est une wilaya à vocation agricole. D'après la direction de l'agriculture d'Oum E Bouaghi, la surface agricole générale est 515482 ha ; 360 885 ha est une SAU ; dont 38 885 est une superficie irriguées , Les terres improductives estiment à 32 033 hectares et 122 564 ha de pacages.

Tableau 4: répartition des sols agricoles au niveau de la wilaya d'Oum El Bouaghi (D.S.A.O.E.Bouaghi).

Cultures Herbacées	Sols au Repos (Hectares)	Prairies Naturelles (Hectares)	Vignes (Hectares)	Plantations Fruitières (Hectares)	Total S.A.U. (Hectares)	Sols Irrigués (Hectares)	Sols Improductives (Hectares)	Pacages et Parcours (Hectares)	Total (Hectares)
220120	137884	670	2	2 209	360 885	38 762	32 033	122 564	515 482

2.7.3 Industrie

Au total, la wilaya d'Oum El Bouaghi dispose de deux zones industrielles d'une superficie totale de 292 hectares, ainsi que 20 zones d'activités couvrant 409 hectares, dont 9 déjà viabilisées. Ces industries jouent un rôle essentiel dans le tissu économique de la wilaya d'Oum El Bouaghi.

La wilaya d'Oum El Bouaghi dispose de quelques unités de production dans divers secteurs, tels que les matériaux de construction, les produits cosmétiques, le montage d'appareils électroménagers, la production des boissons non alcoolisées, la production de pâtes alimentaires, la minoterie, etc.

2.8. Présentation de logiciel WEAP

WEAP est un logiciel qui permet de planifier intégralement les ressources en eau pour les microordinateurs. Il offre une structure claire, souple et conviviale pour les analyses des données. politiques. WEAP est de plus en plus utilisé par des professionnels de l'eau pour ajouter des modèles, des bases de données, des feuilles de calcul et d'autres logiciels (SEI, 2007).

2.8.1. Description du logiciel

Les États-Unis, le Mexique, le Brésil, l'Allemagne, le Ghana, le Burkina Faso, Madagascar et la Thaïlande ont déjà adopté le logiciel WEAP. Les chercheurs du Stockholm Environment Institute (SEI) ont développé le WEAP ou « Système d'évaluation et de planification des eaux » à Tellus Institute 11 Arlington Street, Boston, MA U2116-3411 USA. Les chercheurs sont Jack Seiber, modèle de systèmes d'eau ; Chris Swartz, assistant de recherche et Annette Huber-Lee, directeur du programme des eaux du Stockholm Environment Institute (ENEH).

2.8.2. Les objectifs du logiciel

Selon Rakotondrabe, 2006, l'évaluation des problèmes particuliers de l'eau est intégrée dans un contexte global. Il prend en compte différentes facettes : entre les exigences et l'approvisionnement, entre la quantité et la qualité de l'eau, et entre les objectifs de développement économique et les exigences de l'écologie. Les buts de ce système d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP) sont :

- d'intégrer ces aspects dans un outil concret pour gérer les ressources en eau, en tenant compte de la prochaine projection.
- d'étudier différentes approches pour le développement et la gestion de l'eau.
- d'offrir un système de gestion des demandes ou des besoins en eau ainsi que des informations sur le maintien de l'approvisionnement.
- de simuler différentes situations des ressources en eau en simulant la demande, les ressources disponibles, les flux et le stockage, ainsi que les sources de pollution, les traitements et les décharges. (Messahel, 2005).

L'objectif est d'étudier le développement socio-économique en examinant toutes les possibilités de développement et de gestion de l'eau, en prenant en considération les multiples utilisations et concurrences des systèmes aquatiques. Pour réaliser ces objectifs, il est nécessaire d'avoir le modèle.

2.8.3. Approche de WEAP

WEAP fonctionne sur le principe de base de l'équilibre de l'eau et peut être appliqué aux systèmes municipal et agricole, à une simple source d'eau ou à un système complexe de bassin versant transfrontalier. WEAP peut simuler une gamme large de composantes naturelles et d'ingénierie de ces systèmes, y compris le ruissellement d'eau de pluie, le flux de base, et la recharge de la nappe phréatique à partir de la précipitation; les analyses de demande sectorielle, la conservation de l'eau; les droits à eau et l'allocation des priorités, les opérations du réservoir; la production hydroténergétique; le traçage de la pollution et la qualité de l'eau; l'évaluation de la vulnérabilité et les conditions de l'écosystème. Le module d'analyse financière permet aussi à l'utilisateur d'explorer les comparaisons coût-bénéfices des projets (SEI, 2007).

La structure des données et le niveau de détail peuvent être facilement personnalisés pour répondre aux exigences d'une analyse particulière et pour refléter les limites imposées lorsque les données sont limitées.

WEAP21 peut décrire l'infrastructure liée à l'eau et les arrangements institutionnels d'une région dans un environnement de planification complet, neutre et axé sur les résultats, qui peut éclairer les stratégies et aider à évaluer les services écosystémiques d'eau douce (Yates et al.2005).

III. Résultats et discussion

3.1. Application de WEAP sur la wilaya d'Oum El Bouaghi

3.1.1. Établissement de la zone d'étude

Cette étape implique la création d'une carte détaillée de la zone d'étude, généralement réalisée à l'aide de logiciels de cartographie géographique (SIG). Comme couche fond nous avons inséré la carte du découpage administratif de la wilaya l'Oum El Bouaghi en commune sous forme de Shape.

3.1.2. Création du compte courant

Dans cette étude, nous utilisons l'année 2010 comme année de compte courant, car elle est la base de référence utilisée par le ministère des ressources en eau pour l'actualisation du plan national de l'eau à l'horizon 2050 (PNE, 2010). Cette année a été choisie en raison de la collecte massive de données sur le secteur de l'eau effectuée par le ministre des ressources en eau à cette époque. Ce choix permet de bénéficier des données les plus précises et de créer un scénario qui est en ligne avec le plan national de l'eau.

a- Numérisation des données nécessaires du compte courant

Pour la création du compte courant, les étapes suivantes sont réalisées dans WEAP :

Numérisation des éléments du système hydrologique, notamment :

- Les cours d'eau
- Les barrages
- Les ressources en eau souterraine
- Les sites de demande en eau

Saisie des données nécessaires pour chaque composant du système, en cliquant avec le bouton droit de la souris sur les éléments numérisés correspondants. Ces données peuvent inclure :

Les caractéristiques physiques (longueur des rivières, capacité des barrages, etc.)

Les informations sur les demandes en eau (secteurs, volumes, etc.)

Calibrage du modèle en ajustant les paramètres pour que les résultats du compte courant reproduisent fidèlement la situation hydrologique réelle de l'année de référence choisie. Cette étape de création du compte courant est cruciale pour s'assurer que le modèle WEAP représente de manière précise le système étudié, permettant ainsi des analyses de scénarios fiables par la suite.

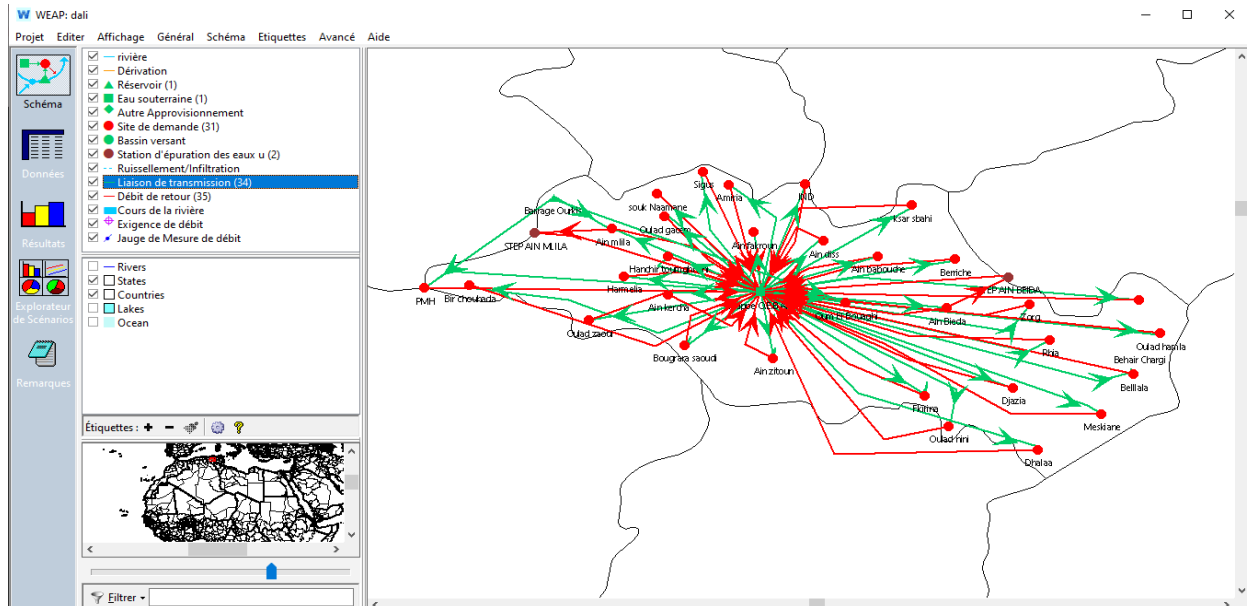


Figure 5:Modèle conceptuel du système de gestion des eaux de la Wilaya d'Oum El Bouaghi sous WEAP(Prise d'écran).

b- Les données traitées par WEAP, pour la création du compte courant

Les données collectées et portées dans WEAP concernent pour la création du compte actuel sont :

- Sites de demandes avec leur emplacement : urbains (ville), zone de culture zone industrielle ;
- La distribution et ressources : eaux souterraines exploitées, barrages, tracés de rivières, lieux de captage (site de l'offre).

- **Sites de demande**

Les données nécessaires pour cette rubrique sont résumées dans le tableau 5

- Niveau d'activité annuelle :
 - Nombre d'utilisateurs de l'eau pour des motifs domestiques ou industriels
 - Surface agricole
 - Niveau d'activité en 2010 calculé à partir du générateur d'expression GrowthFrom (taux de croissance % ; 2008 ; nombre d'habitants en 2008) (Fig.6).
- Consommation annuelle ou niveau de consommation d'eau par unité d'activités :
- Variation mensuelle ou part mensuelle de la demande annuelle : Dotation unitaire domestique : D'après L'office mondial de santé la quantité minimale pour une bonne hygiène de vie est fixée à 250 l/j/hab (OMS, 2016), D'après l'annuaire

Tableau 5: les données utilisées par WEAP pour la modélisation des sites de demande sur le compte actuel.

Sites de Demandes	Niveau d'activité Annuelle		Consommation Annuelle	Variation Mensuelle	Taux de Consommation	Le taux de perte	Gestion de la demande
	Nombre D'habitants	Taux de croissance					
Commune							
Oum El Bouaghi	85 063	3%	39.42 m ³ /an/per)*	Proportionnel au nombre de jours dans un mois	20%	50%	0%
Ain Beida	124 742						
Ain M'lila	93 616						
Behir Chergui	1 975						
El Amiria	10 839						
Sigus	18 682						
El Belala	2 532						
Ain Babouche	16 990						
Berriche	18 564						
Ouled Hamla	13 884						
Dhalaa	11 988						
Ain Kercha	34 275						
Henchir Toumghani	24 094						
El Djazia	3 967						
Ain Diss	2 848						
F'kirina	12 891						
Souk Naamane	25 282						
Zorg	2 382						
El Fedjoudj Boughara	4 304						
Ouled Zouai	5 158						
Bir Chouhada	9 640						
Ksar Sbahi	12 438						
Oued Nini	5 391						
Meskiana	29 902						
Ain Fakroun	58 383						
Rahia	2 771						
Ain Zitoun	6 108						
Ouled Gacem	7 374						
Site Agricoles	Hectares		5100 m ³ /hectares	Nov. - Mai 0% Juin 25% Juill. 30% Aout 25 Sep. 10% Oct. 10%	96%		
Zone Industrielle		1	815200 (m ³ /an) 36500 (m ³ /an)	Proportionnel au nombre de jours dans un mois	/		

- La dotation nette moyenne domestique et autres usages, pour le bassin versant de Gareat El Traf est égale à 106 l/hab/jour.
- La fixation des besoins normatifs pratiques d'irrigation de la PMH pour l'année 2010, au niveau de la wilaya d'Oum El Bouaghi, a été faite à partir des calculs de l'inventaire PMH-SOGREAH 2010, qui a calculé les besoins théoriques des assolements moyens à partir de la méthode classique FAO Penman révisée. La demande normative des PMH au niveau dépend du besoin normatif et de l'efficacité du système d'irrigation à l'amont de la parcelle et à la parcelle. Elle est fixée à 5100 m³/ha.
- Taux de consommation ou pourcentage du débit d'entrée consommé
- Taux de perte : Pertes de distribution dans un site à la demande et pertes non comptabilisées pour les demandes
- L'efficacité de l'eau potable correspond à la part de l'eau produite et distribuée et qui est payée par l'utilisateur. L'indicateur mesure à la fois l'efficacité physique des réseaux de distribution d'eau potable (taux de pertes ou rendement) et l'efficacité économique, c'est-à-dire l'aptitude des gestionnaires de réseaux à recouvrir les coûts auprès de l'utilisateur.

L'étude de tarification de l'eau à usage domestique et industriel, réalisée par le groupement SOGREAH/ICEA en 2002, a établi, une valeur moyenne du rendement de distribution de l'eau potable de 50 %.

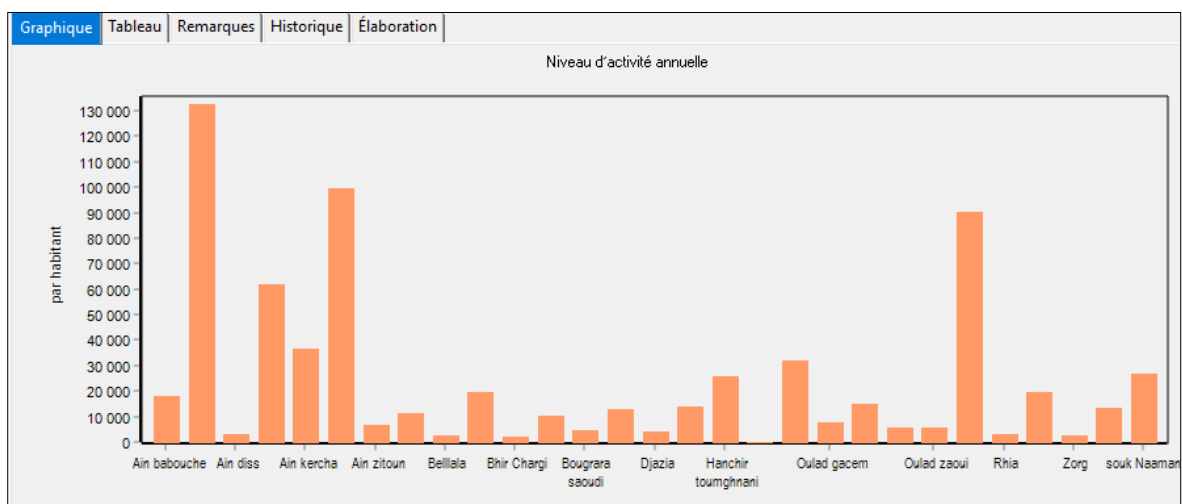


Figure 6: Niveau d'activité annuelle par site de demande pour l'année 2010.

- **Ressources en eaux et distribution**

Les ressources en eau sont constituées par les eaux souterraines, l'eau de surface, et les eaux non conventionnelles

- **Ressources en eau souterraines**

- Les données nécessaires aux ressources en eau souterraines concernent donc :

- la capacité de stockage qui indique la capacité maximale théorique de l'aquifère, vue que nous ne disposons pas de cette donnée, WEAP nous suggère de ne pas l'introduire ;
- le stockage initial correspond la quantité d'eau stockée dans l'aquifère au début de la simulation ; vue que nous ne disposons pas de cette donnée, WEAP nous suggère de ne pas l'introduire ;
- la recharge naturelle de la nappe : au niveau de la plaine Oum El Bouaghi Ain el Beida se fait pendant 7 mois par an (à partir du mois de novembre jusqu'au mois de mai) (Paragraphe).
- le prélèvement maximal : dans cette étude que le prélèvement maximal correspond à la recharge naturelle de la nappe

Tableau 6:

Unité hydrogéologique	Capacité de stockage	Stockage Initial	Recharge naturelle (Mm3/mois)	Prélèvement maximal (Mm3/mois)	Méthode
Région d'Om El Boughi -Ain El Beida	/	/	2.52	2.52	Specify GW-SW (interaction eau souterraine – eau de surface)

- **Barrages**

Le seul barrages qui sont fonctionnel en l'an 2010 est celui de Dalia.

Les données qu'il faut fournir à WEAP pour la modélisation des barrages sont :

- le débit entrant ;
- la capacité de stockage ou la capacité totale du barrage ;
- stockage initial ;
- évaporation nette moyenne mensuelle,

L'évaporation nette elle est égale à l'E (évaporation) - P (précipitation) à la surface de la retenue.

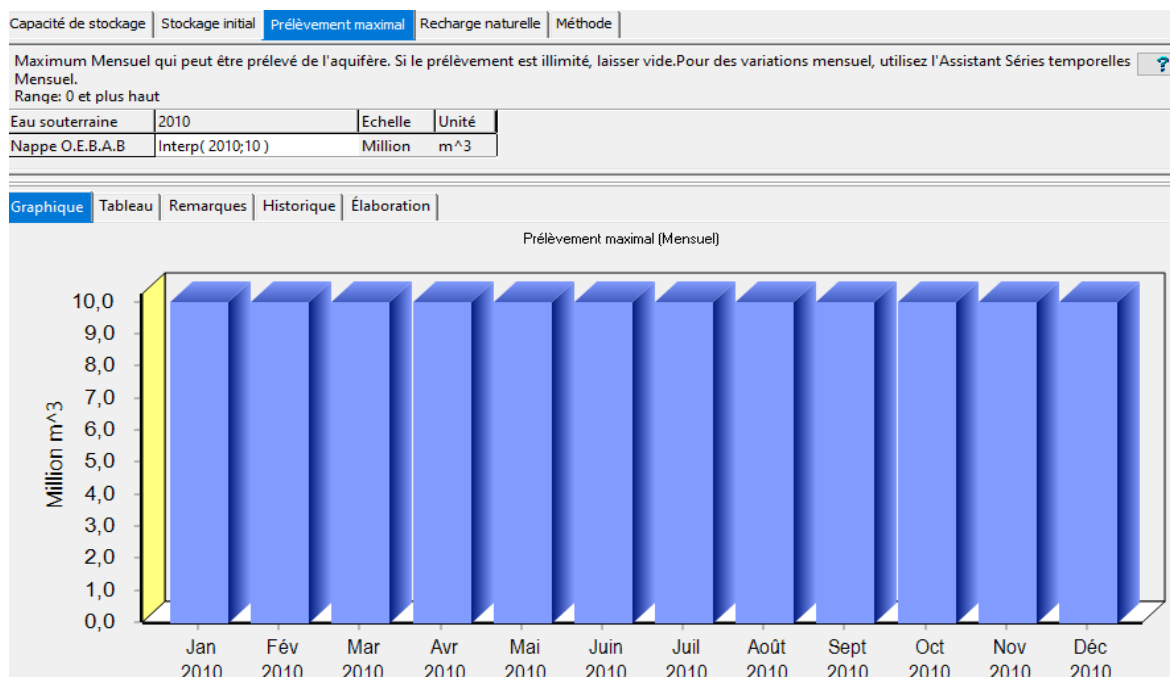


Figure 7: Prélèvement maximal des nappes souterraines, l'eau de surface, et l'eau non conventionnelles pour l'année 2010.

Tableau 7: les données utilisées par WEAP pour la modélisation des barrages sur le compte actuel.

	Date de mise en service	Débit entrant (m ³ /s)	Capacité de stockage (Mm ³ /an)	de Stockage initial (Mm ³ /an)
Barrage d'Ourkiss	2015	1.6 hm ³ /an 0.05 m ³ /s	67.7	22

Tableau 8: Evaporation nette au niveau de la wilaya d'Oum El Bouaghi pour l'année 2010.

Mois	Précipitation moy mensuelle (mm)	ETP moy mensuelle (mm)	Evaporation nette (mm)
Jan	99,8	13,5	-86,3
Fév.	75,6	15,5	-60,1
Mars	61,2	29,2	-32
Avr.	67	43,1	-23,9
Mai	57,7	81,3	23,6
Juin	23,3	118,1	94,8
Juil.	8,5	156,9	148,4
Août	28,1	154,1	126
Sept.	35,1	103,7	68,6

Oct.	35,8	68,9	33,1
Nov.	64,3	33,1	-31,2
Déc.	97,4	17,5	-79,9

(Source : ANRH, 2015)

3.1.3. Création des scénarios WEAP

Dans la présente partie nous allons étudier l'équilibre entre la disponibilité et la demande future de l'eau à l'aide du système WEAP «Évaluation et planification de l'eau». Nous allons prendre en compte les facteurs économiques et climatiques, dans le but de :

- Evaluer la performance de la politique nationale de la gestion des ressources en eau, représentée par le Plan National de l'eau, face à la demande croissante de l'eau. Nous allons aussi évaluer la capacité d'une politique de gestion e la demande ;
- Appliqué le concept de la gestion de la demande comme étant une solution durable aux déséquilibre offre/demande d'eau.

Nous avons choisi d'analyser 2 scénarios de gestion des ressources en eau sur WEAP. Cette analyse prend deux axes :

- Scénario 1 : Référence (**R**)
- Scénario 2 : Gestion de la demande (**GD**)

3.1.3.1. Scénario 1 : Référence

La période de référence du modèle de gestion utilisée est comprise entre 2010 et 2050, avec un pas de temps mensuel en prenant l'année 2010 comme année de base. C'est un scénario de simulation de l'évolution du système déjà crée dans le compte courant sans intervention humaine ni changement climatique, nous préservons les paramètres des structure déjà existant en 2010 .Pour l'évolution de la taille de la population s'inscrivent dans la continuité des taux calculés sur la période 1998 – 2008.

➤ Demande en eau des différents sites

La demande en eau dans les années à venir pour l'ensemble des sites de demande est présentée dans la figure .

.Le diagramme (Fig.8) montre la demande mensuelle en eau (sans pertes, recyclage ou GSD) en milliards de litres de 2010 à 2050.

D'après le graphe, la demande en eau augmentera dans les années à venir pour le scénario

Référence. La demande en 2050 peut aller jusqu'à plus de 110 Million m³. Soit une augmentation de 50%.

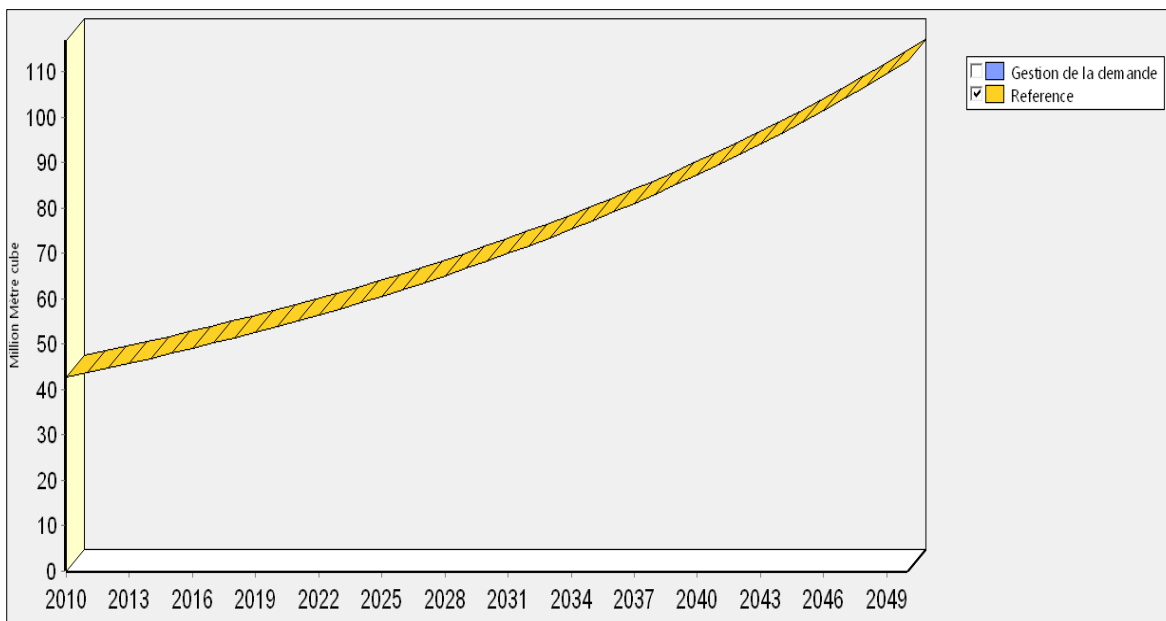


Figure 8 : demande en eau pour l'ensemble des sites de demande au niveau d'O.E.Bouaghi pour le scénario Référence.

➤ **Exigence de distribution**

L'exigence de distribution représente sur WEAP la demande en eau avec les pertes des réseaux de distribution pour l'AEP et pour L'IRR. Elle est présentée par la figure 11 ci-dessous.

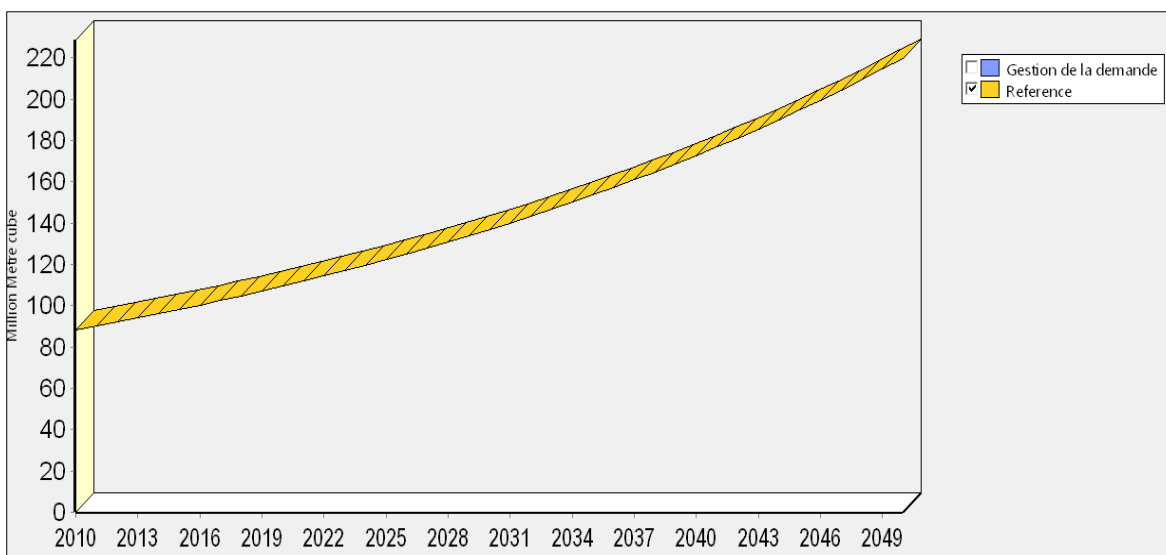


Figure 9: exigence de distribution de l'ensemble des sites de demande au niveau d'O.E.Bouaghi pour le scénario Référence.

L'exigence de distribution augmentera dans les années à venir pour le scénario Référence.
Elle passe de 90 Milliard m³ à 220 Milliard m³ en 2050

➤ Répartition de la demande en eau par secteur

L'exigence de distribution de chaque site de demande dans le scénario Référence est présentée dans la figure ci-dessous.

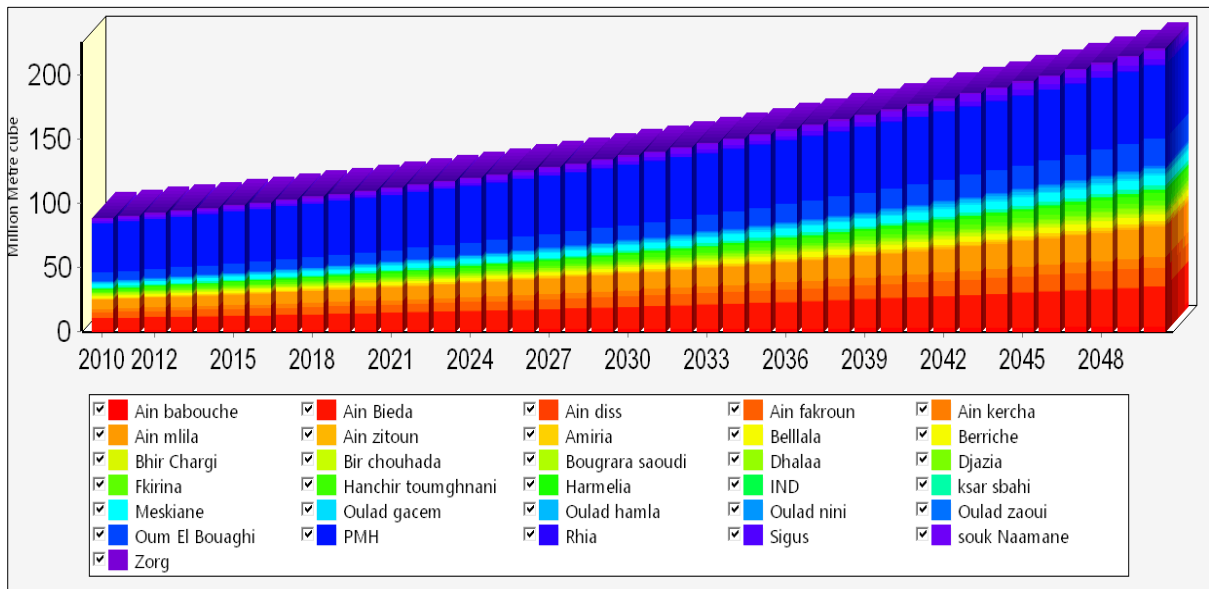


Figure 10: exigence de distribution de chaque branche scénario Référence.

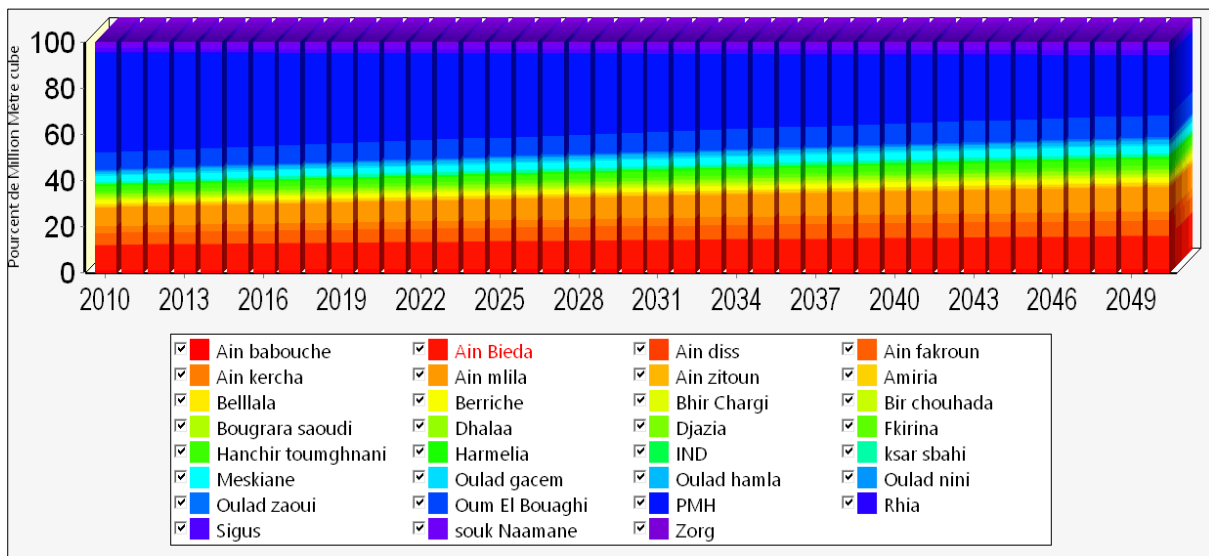


Figure 11: exigence de distribution de chaque secteur en pourcentage pour le scénario Référence.

Les graphes montrent une fois de plus que l'agriculture est le plus grand secteur consommateur d'eau dans la wilaya d'Oum El Bouaghi dans le scénario Référence. Soit une consommation de 90 Million m³ en 2010 jusqu'à 220 Million m³ en 2050 (plus de 95%).

➤ **Demande non satisfaite**

La demande non satisfaite de chaque site de demande est présentée par la figure .. ci-dessous.

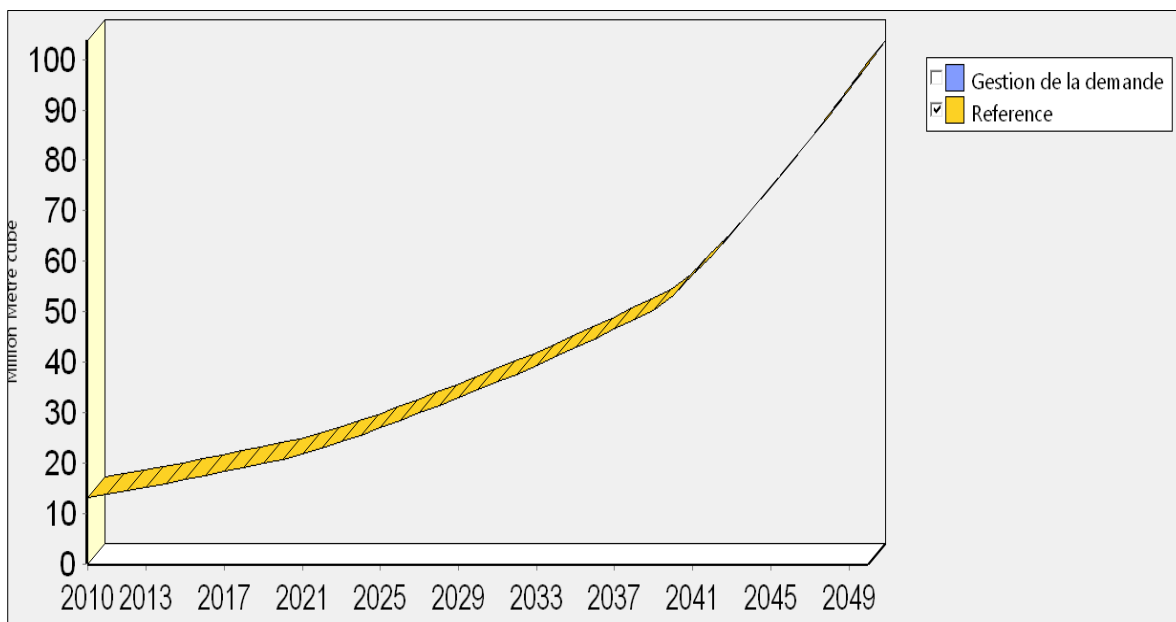


Figure 12: la demande non satisfaite de tout site de demande pour le scénario Référence.

D'après le graphe, la demande non satisfaite augmentera dans les années à venir pour le scénario Référence. La demande non satisfaite en 2050 peut dépasser 95 million m³ plus de 45% de la demande non satisfaite est perdu à travers les pertes d'eau au niveau des réseaux de distributions.

Tableau 9: les informations nécessaires pour la modélisation du barrage d'Ourkiss sur WEAP.

Barrage	Date de mise en service	Débit entrant (m ³ /s)	Capacité de stockage (Mm ³ /an)	de Stockage initial (Mm ³ /an)
Barrage d'Ourkiss	2015	1.6 hm ³ /an 0.05m ³ /s	67.7	22

Tableau 10: les informations nécessaires pour la modélisation des STEP sur WEAP,

STEP	Année de mise en service	Capacité de traitement (Mm ³ /j)	de Consommation (%)
Ain El Beida	2016	28 000	80
Ain M'Lila	2023	24 000	80

3.1.3.2. Scénario 2 : Gestion de la demande (GD)

L'objectif de ce scénario est de réduire la demande en eau, sans pour autant augmenter l'offre, en mettant l'accent sur l'amélioration des performances des réseaux de distribution et l'adoption de pratiques d'irrigation plus économes en eau dans le secteur agricole.

Ce scénario vise à maintenir l'offre en eau telle que définie dans le scénario de référence, tout en modifiant la demande en eau des différents secteurs à travers les mesures suivantes:

- Réduction des pertes dans le réseau de distribution d'eau potable à 20% en 2050, contre un niveau actuel plus élevé.
- Baisse du taux de pertes dans les réseaux de distribution d'eau potable, passant de 50% actuellement à 20% en 2050.
- Diminution des pertes d'eau au niveau des parcelles agricoles, de 45% en 2010 à 10% en 2050, grâce à la mise en œuvre de techniques d'irrigation plus efficaces, comme le goutte-à-goutte ou l'irrigation par pivot avec une distribution basse au niveau des racines des végétaux.

➤ Demande en eau des différents sites

La demande en eau dans les années à venir pour l'ensemble des sites de demande est présentée dans la figure ci-après.

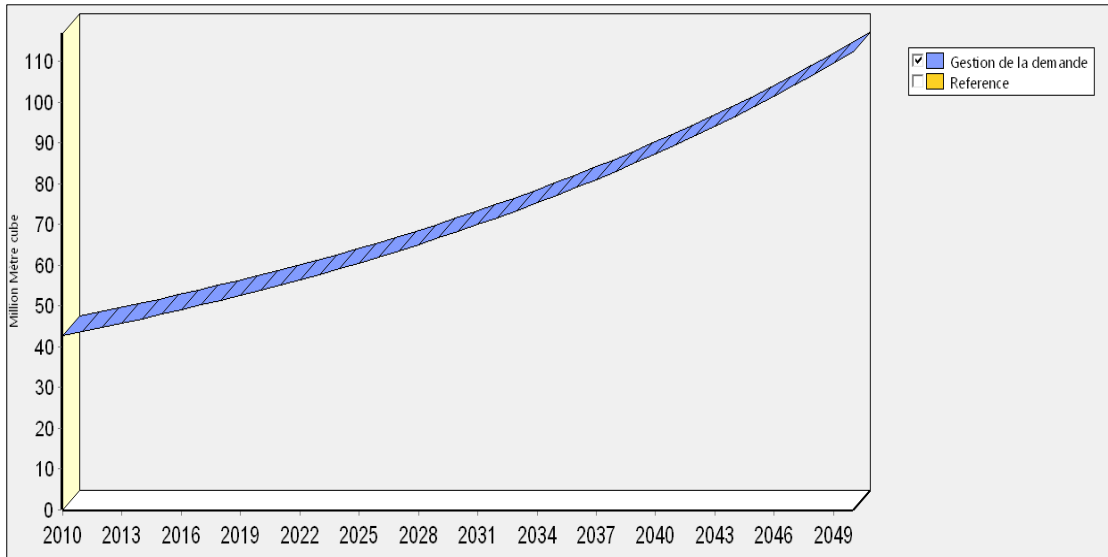


Figure 13: demande en eau pour l'ensemble des sites pour le scénario Gestion de la demande

- D'après le graphe, la demande en eau augmentera dans les années à venir pour le scénario Gestion de la demande. La demande en 2050 peut aller jusqu'à plus de 110 Milliard m^3 .

➤ **Exigence de distribution**

L'exigence de distribution de chaque site de demande est présentée par la figure 14 ci-dessous.

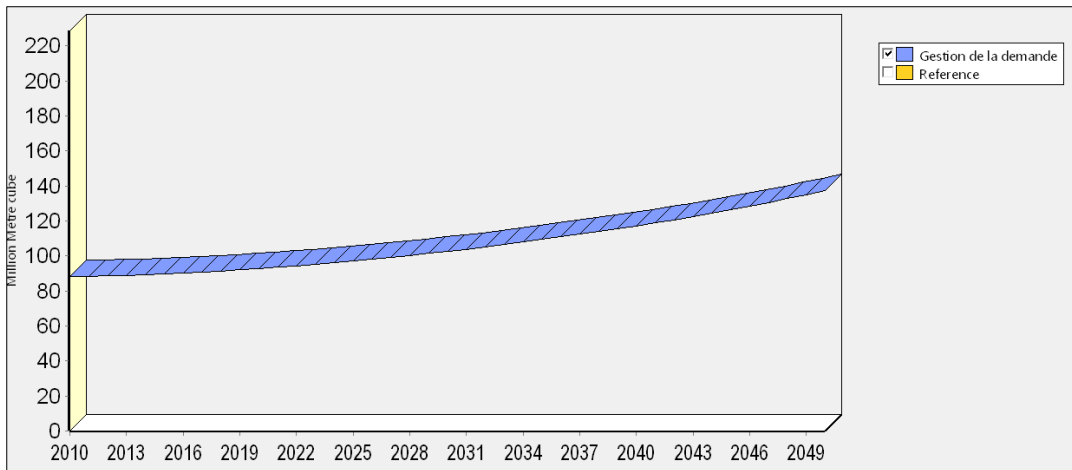


Figure 14: exigence de distribution de l'ensemble des sites pour le scénario Gestion de la demande.

D'après le graphe, l'exigence de distribution est augmentée avec l'augmentation de la demande en eau. l'exigence de distribution en 2050 peut aller jusqu'à plus de 120 Million m^3

➤ **Répartition de la demande en eau par secteur**

L'exigence de distribution de chaque site de demande dans le scénario Gestion de la demande est présentée dans la figure ci-dessous.

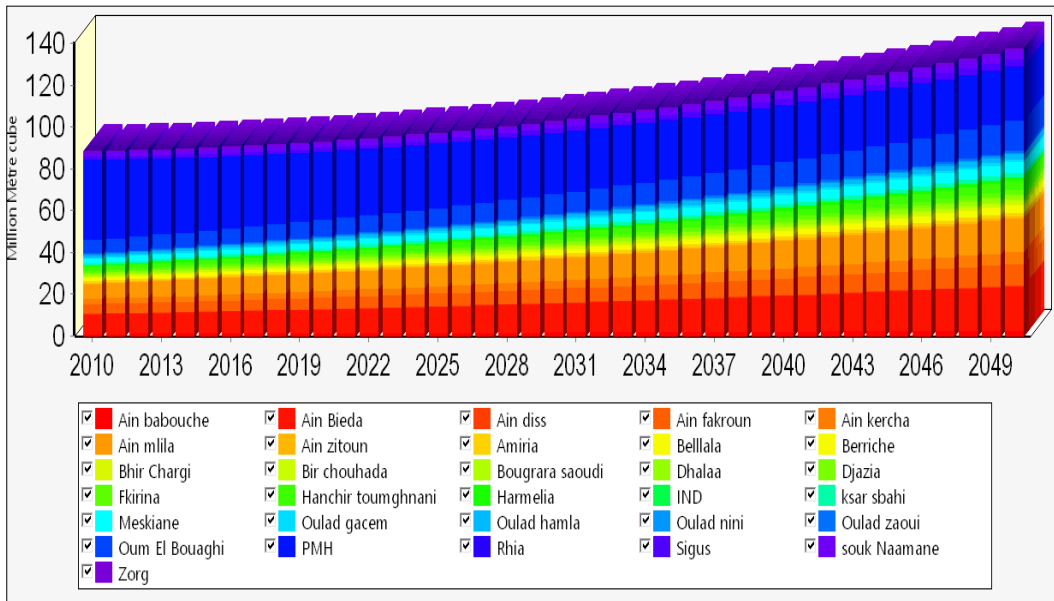


Figure 15: exigence de distribution de chaque branche pour le scénario Gestion de la demande.

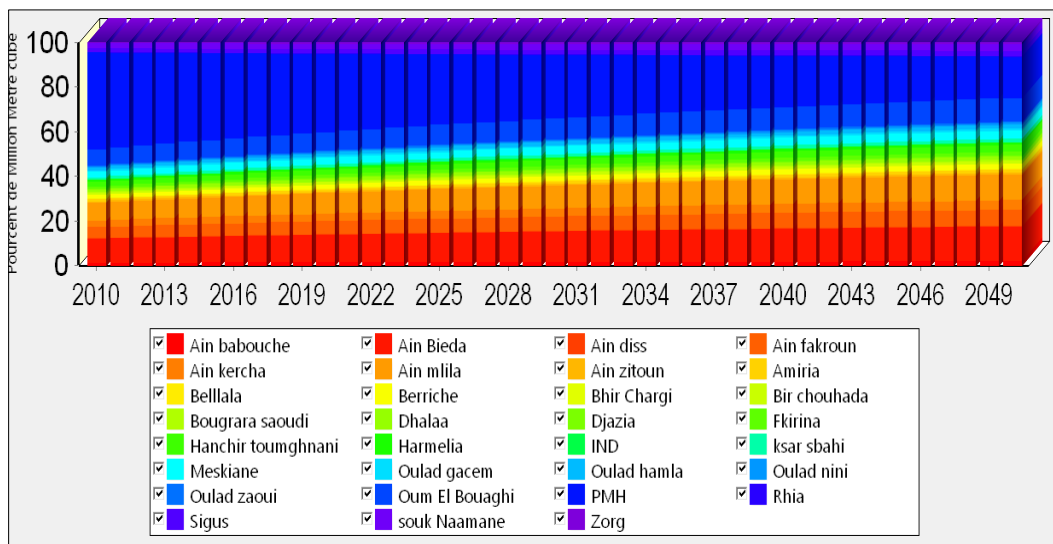


Figure 16: exigence de distribution de chaque secteur en pourcentage pour le scénario Gestion de la demande.

Les graphes montrent une fois de plus que l'agriculture est le plus grand secteur consommateur d'eau dans la wilaya d'Oum El Bouaghi dans le scénario Gestion de la demande. La consommation sera plus de 90 Million m³ en 2010, jusqu'à plus de 130 million m³ en 2050 (plus de 95%).

➤ Demande en eau non satisfaite

Pour le scénario Gestion de la demande, la demande en eau non satisfaite pour le scénario gestion de la demande reste stable avec une légère augmentation pour passer de 14 millions m³ à 22 million m³ (Fig.17).

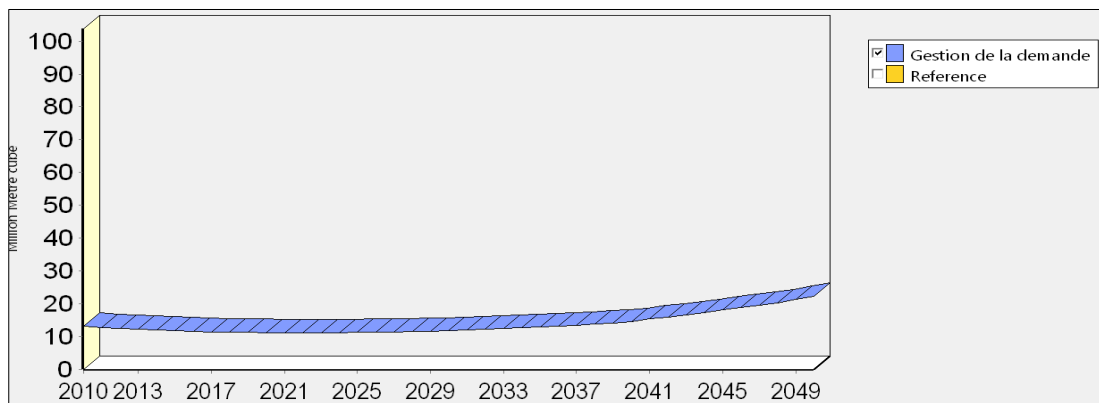


Figure 17: demande non satisfaite pour le scénario Gestion de la demande.

3.2. Comparaison entre les deux scénarios projetés

Pour les deux scénarios projetés l'exigence de distribution qui est la vraie demande en eau ne cessera d'augmenter mais avec une différence bien marquée. Si on adopte une politique de gestion de la demande nous arriverons à freiner considérablement cette augmentation et au lieu d'avoir un triplement de cette dernière (Fig.18), nous aurons une augmentation de 20% environ et qui pourra être compensée par une mobilisation des eaux de surface par l'augmentation du volume transféré à partir du barrage de Beni Haroun vers le barrage de Ourkiss par exemple.

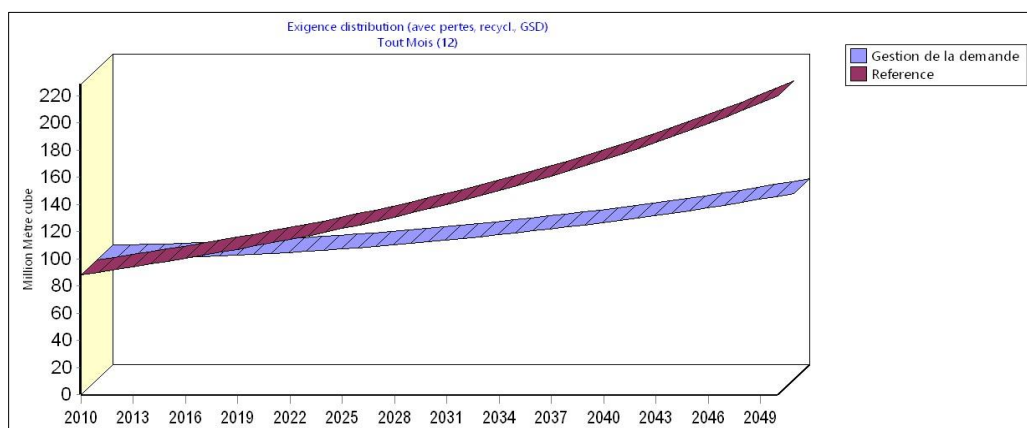


Figure 18 : Comparaison de l'exigence de distribution de l'eau pour le scénario Référence et le scénario Gestion de la demande.

En 2050, la wilaya d'Oum El Bouaghi sera confronté à un déficit en eau de plus de 1680 Mm³/an, pour le scénario Référence, alors que si on adopte une politique de gestion des ressources en eau (recyclage et diminution des pertes des eaux au niveau des sites de demande), ce déficit sera 3 fois moins (environ 560 Mm³/an), bien que ce volume reste important en termes de déficit. ce déficit sera attribué à 50 % au secteur agricole.

Tableau 11: Projection du déficit en eau pour le scénario Référence et le scénario Gestion de la demande en 2050.

	Deficite en eau (AEP,IND,IRR)	Deficite en eau (AEP,IND,IRR)
Sénario Référence	1680.9073	817.657
Dénario Gestion de la demande	562.60221	259.59

V.CONCLUSION

La wilaya d'Oum El Bouaghi est située à l'Est du pays, dans la région des Aurès ; cette wilaya est délimitée au nord par la wilaya de Constantine , au sud par la wilaya de Khenchela , à l'est par les wilaya Guelma et Sog Ahras , a l'ouest par la wilaya de Mila, au sud-ouest par wilaya de Batna et au sud-est par tebassa ,avec une superficie 6188km². La wilaya de Oum El Bouaghi est caractérisée par un climat continentale et semi-aride avec des précipitations annuelles moyennes de l'ordre de 392mm/an et une La température moyenne annuelle qui varie de 3,31° à 25,33°C.

La wilaya s'appuie pour son alimentation en eau pour les différents secteurs sur deux ressources :

- Les eaux souterraines de la plaine Oum El Bouaghi-Ain El Beida d'une capacité de 63.11 Hm³/an.
- Le barrage d'Ourkiss qui s'alimente du transfert d'eau à partir du barrage de Beni Haroun, il a une capacité de 67.7 Hm³.
- Pour les eaux non conventionnelles, la wilaya a bénéficié de deux STEP, à Ain Beida et à Ain M'lila d'une capacité de 300000(q/hab.)

Les secteurs demandeurs d'eau au niveau de la wilaya d'Oum E Bouaghi sont

- l'irrigation qui est le secteur le plus consommateur d'eau avec une superficie irriguée de 38762 hectares.
- La demande en eau domestique (AEP) avec un nombre d'habitants 763114 habitants
- La demande en eau industrielle, avec une deux zones industrielles d'une superficie totale de 292 hectares.

Pour la modélisation de la planification des ressources en eau avec une projection à moyen terme nous avons utilisé WEAP (Water Evaluation and Planning System) est un outil convivial et intégré idéal pour nos objectifs d'étude.

Nous avons analysé deux scénarios de gestion des ressources en eau sur WEAP. Cette analyse prend deux axes :

- Scénario 1 : Référence (**R**)
- Scénario 2 : Gestion de la demande (**GD**)

Les résultats de l'étude montrent qu'au rythme actuel, la demande en eau et la demande non satisfaite avec le scénario Référence croissent d'une manière exponentielle surtout pour l'agriculture dans les années à venir elle passe de en 2010 à en 2050.

tandis que pour le scénario Gestion de la demande, la demande en eau tendent à se stabilisé avec une légère augmentation en coparaison avec le sénario Refrence et elle passe de en 2010 à En 2050.

En 2050, la wilaya d'Oum El Bouaghi sera confrontée à un déficit en eau de plus de 1680 Mm³/an dans le scénario Référence. Cependant, si une politique de gestion des ressources en eau est adoptée, notamment à travers le recyclage et la diminution des pertes d'eau au niveau des sites de demande, ce déficit pourrait être réduit de moitié, atteignant environ 560 Mm³/an. Bien que ce volume reste important en termes de déficit, cette réduction significative montre l'impact positif que peut avoir une gestion active de la demande en eau. De plus, ce déficit sera attribué à 50% au secteur agricole.

Les efforts de mobilisation de ressources en eau vont atteindre leurs limites physiques et économique la concentration dans les années à venir doit se diriger vers la gestion de la demande en eau. Dans ce cadre, le logiciel WEAP21 restera un outil assez performant pour une gestion intégrée des ressources en eau, et pourra un outil d'aide à la prise de décision.

Références bibliographiques

- Allaoua, N., Hafid, H., Merzoug, D., Ghouraf, N., & Houhamdi, M. (2015). Evaluation of physic-chemical quality of well water in the area of OUM El-Bouaghi (High Plains of Eastern Algeria) characterization and analysis in principal component. *Advances in Environmental Biology*, 9(18), 63-72.
- Benblidia, M. (2011). L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique. *Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales PNUE/PAM, Etude nationale, Algérie, 2011*, 9-12.
- Beneddine, Z. (2018). Inventaire de la faune de l'oued Mekerra (région de Sidi Bel Abbés); impact de la pollution sur sa biodiversité (Doctoral dissertation).
- Dali, N 2009. Ressources et gestion intégrée des eaux du bassin de Garaet El Tarf (W. KHENCHELA), Magister thesis. university. Annaba, Algeria.
- DES FORETS, D. G. (2005). 5-Garaet Guellif (Wilaya d'Oum El Bouaghi).
- Dinar H., Khiari A.,(2023).Geologie et geomorphologie de djebelsidi r'ghis. Indication sur son evolution au tertiaire et quaternaire (Doctoral dissertation).
- Ferroudj, F., & Benzeguouta, M. S. (2019). Application de la prospection électrique à l'étude des formations géologique de la région d'Oum El Bouaghi.
- Gagui, F., Laamari, M., Tahar-Chaouche, S., & Merzoug, D.(2023). Aphids and their parasitoid Hymenoptera in Oum El Bouaghi Province (Algeria), 148 (2), 47-54.
- Gouaidia, L. (2008). influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des parametres physico-chimiques des eaux d'une nappe en zone semi aride, cas de la nappe de Meskiana Nord-Est Algerien (Doctoral dissertation, Université de Annaba-Badji Mokhtar).
- Green, T. R., Taniguchi, M., Kooi, H., Gurdak, J. J., Allen, D. M., Hiscock, K. M., & Aureli, A. (2011). Beneath the surface of global change: Impacts of climate change on groundwater. *Journal of Hydrology*, 405(3-4), 532-560.
- Rakotondrabe, 2006, Etude l'évaluation des problèmes particuliers de l'eau est intégrée dans un contexte global
- Sahnoune, F., Belhamel, M., Zelmat, M., & Kerbachi, R. (2013). Climate change in Algeria: vulnerability and strategy of mitigation and adaptation. *Energy Procedia*, 36, 1286-1294.
- Stockholm Environment Institute .(2007). WEAP: water evaluation and Planning System User Guide, Stockholm Environment Institute, Boston, MA.
- Yates, D., Sieber, J., Purkey, D., & Huber-Lee, A. (2005). WEAP21—A demand-, priority-, and preference-driven water planning model: part 1: model characteristics. *Water international*, 30(4), 487-500.
- Zair, N. (2009). Etude hydrogéologie et problèmes de vulnérabilité des nappes aquifères dans la région d'oum El-Bouaghi (Doctoral dissertation, Annaba).

Sites internet

<https://www.ensbSiteiotech.edu.dz/images/thesesmemoires/thesedoctoratAlimaBENTELLI S.pdf>

https://interieur.gov.dz/Monographie/detail_axe.php?type=potentialite&wilaya=4