



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche  
scientifique  
Université Abbas Laghrou-Khenchela



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département : Ecologie et Environnement

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en  
Protection des écosystèmes

### Thème

Contribution du système d'information Géographique  
(WEAP) dans la gestion des ressources en eau au  
niveau du bassin versant d'Oued Chemora, Wilaya de  
Batna (Nord-Est Algérien)

Présenté par :

**HAMLAOUI Karima**

**AMRANE Rahma**

Devant le jury composé de

Président : BOULABEIZ Mahrez	M.C.B	Université de Khenchela
Encadreur : DALI Naouel	M.C.B	Université de Khenchela
Examineur : Daifallah Tarek	M.C.B	Université de Khenchela

Promotion : 2018/2019

---

## Remerciement

*Nous remercions avant tout ALLAH tout puissant, de nous avoir guidé toutes les années d'étude et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.*

*Nous sommes ravis d'étendre nos sincères remerciements à l'égard de notre encadreur, Madame DALI Naouel, pour sa confiance, ses remarques ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance, qui n'a ménagé aucun effort pour la bonne réussite de ce travail.*

*Nous exprimons, aussi, toutes nos gratitudeux aux membres du jury de la commission de suivi de ce travail notamment, Monsieur BOULABEIZ et Monsieur DAIFALLAH. A tous nos enseignants qui nous ont initiés aux valeurs authentiques, en Signe de notre profond respect.*

*Nous remercions aussi toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à ce travail.*

---

## DEDICACE

*A mes parents, pour vos mains qui ont tant travaillées, pour vos sourires qui m'ont tant réchauffé, Pour vos yeux qui furent parfois mouillés, Pour vous qui m'avez tant aimé.*

*A mon cher amie, mon mari et mon frère : Chaher, merci pour votre confiance et votre amour qui m'a permis de devenir la personne que je suis.*

*A mes sœurs Hayat, Nabila et Zaineb; A mon petit prince mon frère Abd El Mou'iz; A ma tante Chahra-zed et ma cousine Asma et A toute ma famille, merci de votre tendresse, votre gentillesse et de votre soutien toute ma vie.*

*A mes merveilleuses amies avec lesquelles j'ai vécue des beaux moments au cours de mon cursus à l'université: Chams, Aicha, Rahma, Radhia et Sara je vous aime beaucoup.*

*A mes amies de la promotion de master Protection Des Ecosystèmes : Roumaissa, Chahira, Amira, Nour, Nadjet, Manel et Imane.*  
*A tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.*

**Karima**

---

## DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail à l'esprit de ma mère immaculée, j'aurai aimé que tu sois  
avec moi en ce moment, j'ai vraiment besoin de toi*

*A mon père qui m'a toujours soutenu*

*A mon beau-frère Ammar.*

*Mes merveilleuses sœurs mon rire et l'espoir de ma vie Sara, Amina*

*A la personne la plus proche de mon cœur Hamida*

*A mes proches amis : Rima, Ahlem, Halima, Chayma, Afaf, Karima, Chams, Aicha,*

*A mes collègues au département de l'écologie et l'environnement de l'Université de*

*Khenchela : Romayssa, Manel, Chahira, Nadjjet, Nour, Amira et Imane*

*Je n'oublie pas, enfin d'exprimer ma profonde reconnaissance à tous ceux ou celles qui  
ont contribué de près ou de loin la réalisation de ce modeste travail.*

***Rahma***

---

## Résumé

Avec le développement industriel et agricole dans le monde aujourd'hui, l'eau reste l'élément essentiel à la continuité de ce développement. Cela fait que le taux de la demande en eau augmente progressivement chaque année tout ça devant des ressources en eaux limitées.

Le bassin versant d'Oued Chemora situé au Nord-Est Algérien, sous un climat semi-aride est une région à vocation agricole, ce qui fait de ce secteur le premier demandeur en eau. Pour subvenir à ce besoin de multiples projets de mobilisation des ressources en eau sont placés à savoir, barrage, Transfert d'eau et station de traitement des eaux usées.

Dans notre étude, nous avons utilisé le système d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP) recommandé par la FAO comme une alternative inévitable à la prévision des ressources en eau et à la simulation de l'offre et de la demande. Les résultats ont montré que la mobilisation des ressources en eau dans la zone d'étude trouvera dans le futur proche ses limites physiques et économiques. Pour résoudre ce problème, il est nécessaire de lier les priorités des années à venir à une politique de gestion de la demande en eau

**Les mots clés :** Oued Chemora - Ressources en eau-Semi-aride – WEAP - Gestion de la demande.

## ملخص

مع التطور الصناعي والزراعي في العالم اليوم، تظل المياه هي العنصر الأساسي لاستمرارية هذا التطور. ونتيجة لذلك يزداد معدل الطلب عليها تدريجياً كل عام أمام إلى الموارد المائية المحدودة.

يقع حوض وادي الشمرة في الشمال الشرقي للجزائر، يسوده مناخ شبه جاف، وهو منطقة زراعية، مما يجعل هذا القطاع أول مقدم لطلب الحصول على المياه، ولتلبية هذه الحاجة وضعت مشاريع متعددة لتعبئة الموارد المائية وهي السدود، نقل وتحويل المياه وكذا محطة معالجة مياه الصرف الصحي.

في دراستنا، استخدمنا نظام تقييم وتخطيط المياه الموصى به من منظمة الأغذية والزراعة (WEAP)، كبديل للتنبؤ بإمدادات المياه ومحاكاة العرض والطلب. أظهرت النتائج أن تعبئة الموارد المائية في منطقة الدراسة سوف تجد في المستقبل القريب حدودها المادية والاقتصادية. ولحل هذه المشكلة، من الضروري ربط أولويات السنوات القادمة بسياسة إدارة الطلب على المياه.

**الكلمات المفتاحية:** واد الشمرة- موارد المياه شبه الجافة - WEAP - إدارة الطلب.

---

## **Abstract**

With the industrial and agricultural development in the world today, water remains the essential element for the continuity of this development. As a result, the rate of water demand is gradually increasing every year all the way to limited water resources.

The Oued Chemora watershed located in the northeast of Algeria, under a semi-arid climate is an agricultural region, which makes this sector the first applicant in water. To meet this need of multiple projects of mobilization of the resources in water are placed namely, dam, water transfer and sewage treatment plant.

In our study, we used the FAO-recommended Water Assessment and Planning System (WEAP) as an unavoidable alternative to water supply forecasting and supply and demand simulation. The results showed that the mobilization of water resources in the study area will find in the near future its physical and economic limits. To solve this problem, it is necessary to link the priorities of the coming years to a water demand management policy.

**Key words:** Oued Chemora - Water Resources-Semiarid - WEAP - Demand Management.

---

## SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE .....	3
1.1. Situation géographique.....	4
1.2. Aperçu géologique .....	5
1.3. Contexte climatique.....	6
1.3.1. Etude des précipitations.....	6
1.3.2. Etude des températures.....	8
1.3.3. Le vent.....	9
1.3.4. Humidité relative.....	9
1.4. Aperçu socio-économique.....	10
1.4.1. Démographie .....	10
1.4.2. Economie.....	11
Chapitre II : RESSOURCE ET DEMANDE EN EAU .....	12
2.1. Les eaux souterraines .....	13
2.1.1. L'aquifère gréseux du Miocène .....	13
2.1.2. L'aquifère calcaire du Crétacé supérieur .....	13
2.1.3. L'aquifère des calcaires du Crétacé inférieur.....	13
2.2. Les eaux de surface .....	14
2.2.1. Les barrages.....	14
2.2.2. Réseau hydrographique .....	14
2.3. Ressources en eaux non conventionnelles .....	16
2.4. La demande en eaux pour les différents secteurs .....	16
2.4.1. Eau domestique .....	16
2.4.2. L'agriculture.....	18
Chapitre III : Modélisation hydrologique par WEAP .....	20
3.1. Outil WEAP (Système d'évaluation et Planification des Eaux) .....	21
3.1.1. Présentation du logiciel WEAP .....	21
3.1.2. Principaux objectifs du logiciel.....	21
3.1.3. Acquisition du logiciel .....	21
3.1.4. Structure du programme.....	22
3.1.5. Fonctionnement du logiciel.....	25
3.2. Application du modèle « WEAP21 » sur le bassin versant d'Oued Chemora.....	26

---

3.2.1. Présentation des données.....	26
Chapitre IV : RESULTATS ET DISCUSSION.....	31
4.1. Création des scénarios.....	32
4.1.1. Scénario Référence.....	32
4.1.2. Scénario Gestion de la demande .....	35
CONCLUSION GENERALE .....	38

---

## Liste des abréviations

<b>AEP :</b>	Alimentation en Eau Potable
<b>ANRH :</b>	Agence nationale des ressources hydrauliques
<b>°C :</b>	Degré Celsius
<b>FAO :</b>	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
<b>GSD :</b>	Gestion de la demande
<b>Ha :</b>	hectare
<b>Hm<sup>3</sup> :</b>	Hectomètre cube
<b>IRR :</b>	Irrigation
<b>Km<sup>2</sup> :</b>	kilomètre carré
<b>m<sup>3</sup>/s :</b>	mètre cube par seconde
<b>NE :</b>	Nord-Est
<b>NO :</b>	Nord-Est
<b>P (mm) :</b>	précipitations (millimètre)
<b>SAU :</b>	Surface Agricoles Utile
<b>SE :</b>	Sud-Est
<b>SO :</b>	Sud-Ouest
<b>T :</b>	Température
<b>WEAP:</b>	Water Evaluation and planning System

---

## Liste des figures

Figure 1. Localisation géographique du bassin versant d'Oued Chemora.....	4
Figure 2. Carte géologique du bassin versant d'Oued Chemora.....	6
Figure 3. Histogramme des précipitations moyennes mensuelles (Station d'Ain Skhouna 1983-2013). .....	7
Figure 4. Histogramme des précipitations moyennes saisonnières (1983-2013).....	8
Figure 5. Histogrammes des températures moyennes mensuelles (1983-2013). .....	9
Figure 6. Réseau hydrographique du bassin versant d'Oued Chemora. ....	15
Figure 7. Structure du programme. ....	22
Figure 8. Fenêtre cartographie WEAP. ....	23
Figure 9. Base de données.....	24
Figure 10. Le bassin versant d'Oued Chemora avec les éléments de la modélisation par WEAP.....	27
Figure 11. Consommation d'eau annuelle de chaque site de demande (capture d'écran).....	28
Figure 12. Débits des oueds du bassin versant d'Oued Chemora (capture d'écran). ....	29
Figure 13. Débit entrant des barrages.....	30
Figure 14. La demande en eau pour l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario Référence. ....	32
Figure 15. Exigence de distribution dans l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario référence. ....	33
Figure 16. Exigence de distribution de chaque site de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario référence. ....	33
Figure 17. Exigence de distribution de chaque site de demande en pourcent au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario référence .....	34
Figure 18. Demande non satisfaite dans l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario référence.....	34
Figure 19. Demande en eau de l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande.....	35
Figure 20. Exigence de distribution dans l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande. ....	36
Figure 21. Exigence de distribution de chaque site de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande.....	36
Figure 22. Exigence de distribution de chaque site de demande en pourcent au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande. ....	37
Figure 23. Demande non satisfaite dans tout site demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande .....	37

---

## Liste des tableaux

Tableau 1. Précipitations moyennes saisonnières (1983-2013) .....	7
Tableau 2. Valeurs des températures moyennes mensuelles enregistrées à la station d'Ain Skhouna (1983-2013).....	8
Tableau 3. Vitesses moyenne du vent, enregistré à la station d'Ain Skhouna (1983-2013). ....	9
Tableau 4. Humidité relative moyennes, enregistrées à la station d'Ain Skhouna (1983-2013). .....	10
Tableau 5. Nombre d'habitant par communes.....	10
Tableau 6. La distribution des surfaces agricoles utiles selon les 08 communes.....	11
Tableau 7. Alimentation en eau potable au niveau du bassin versant d'Oued Chemora.....	17
Tableau 8. La destination des débits exploités au niveau du bassin versant d'Oued Chemora.	18
Tableau 9. La dispersion des zones irriguées à partir des eaux souterraines et des eaux de surface au niveau du bassin versant d'Oued Chemora (pour l'année de base 2010). ....	19
Tableau 10. Sites de demande avec les infirmations.....	27
Tableau 11. Le débit des deux oueds permanents.....	28
Tableau 12. Débit et capacité de stockage des barrages.....	29

# **INTRODUCTION GENERALE**

---

L'eau, or bleu et source de vitalité, est l'un des enjeux majeurs du XXIème siècle, bien que 70% de la surface du globe soient recouvertes d'eau, à peine 25% seulement sont constituées d'eau douce. De ce fait, plus d'un milliard d'habitants de la planète n'ont toujours pas accès à l'eau potable (**RKOTONDRABE, 2007**).

Les ressources en eaux de superficielles et souterraines, sont l'une des richesses capitales du pays. L'eau reste une ressource limitée et vulnérable qui est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement. Sa protection et sa bonne gestion sont donc une nécessité (**AHMED AMMAR, 2014**).

L'Algérie compte 17 bassins-versants. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants (**DALI, 2009**).

La réduction des volumes de pertes en eau sur le réseau représente, pour le service de l'eau, un enjeu majeur qui s'inscrit pleinement dans la politique de développement durable. En effet, une stratégie de gestion des pertes efficace permet de réduire le volume prélevé sur la ressource, de réaliser les économies d'énergie liées à la production et à l'élévation du volume perdu (**BAGHLI, 2018**).

L'objectif de cette contribution consiste à étudier l'efficacité d'une politique de gestion des ressources en eau basée sur la maîtrise des pertes au niveau des réseaux d'alimentation en eau potable ainsi que les systèmes d'irrigation. La démarche adoptée est basée sur l'application du modèle WEAP (Water Evaluation and planning System), développé par SEI (Stockholm Environment Institute) simulant 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 :

- Evaluation des besoins en eau par chaque secteur d'utilisation.
- Modélisation, et recommandé par le FAO en tant qu'outil de prévision des ressources en eau simulation et optimisation de la gestion des ressources en eau. Pour atteindre ces objectifs, le présent mémoire est structuré en quatre chapitres il débute par une introduction et s'achève par une conclusion. Les quatre chapitres sont comme suit :
- Le premier chapitre, est consacré à une présentation de la zone d'étude ;
- Le second chapitre, ressources et demande en eau ;
- Le troisième chapitre, présentation du logiciel WEAP ;
- Le quatrième chapitre est consacré à la modélisation des ressources en eau du bassin d'Oued Chemora sur WEAP.

# **CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE**

## 1.1. Situation géographique

Le bassin versant de Oued Chemora, se situe au nord-est algérien dans la région des Aurès, il occupe la majorité de la partie orientale de la Wilaya de Batna jusqu'au nord-ouest de la Wilaya de Khenchela, Il appartient au bassin des hauts plateaux constantinois avec une surface de 759 Km<sup>2</sup>. Selon la classification de l'ANRH, il porte le numéro du code 07-04.

Il s'étend sur huit communes parmi les soixante-six communes qui forment la wilaya de Batna, et qui sont : Chemora, Oued Taga, Tazoult, Ouyoun el Assafir, Ouled Fadhel, Timgad, Fougoum et Arris. Il s'étend entre la longitude 6°15'-7°35' E, et la latitude 35°22'-35°30' S.

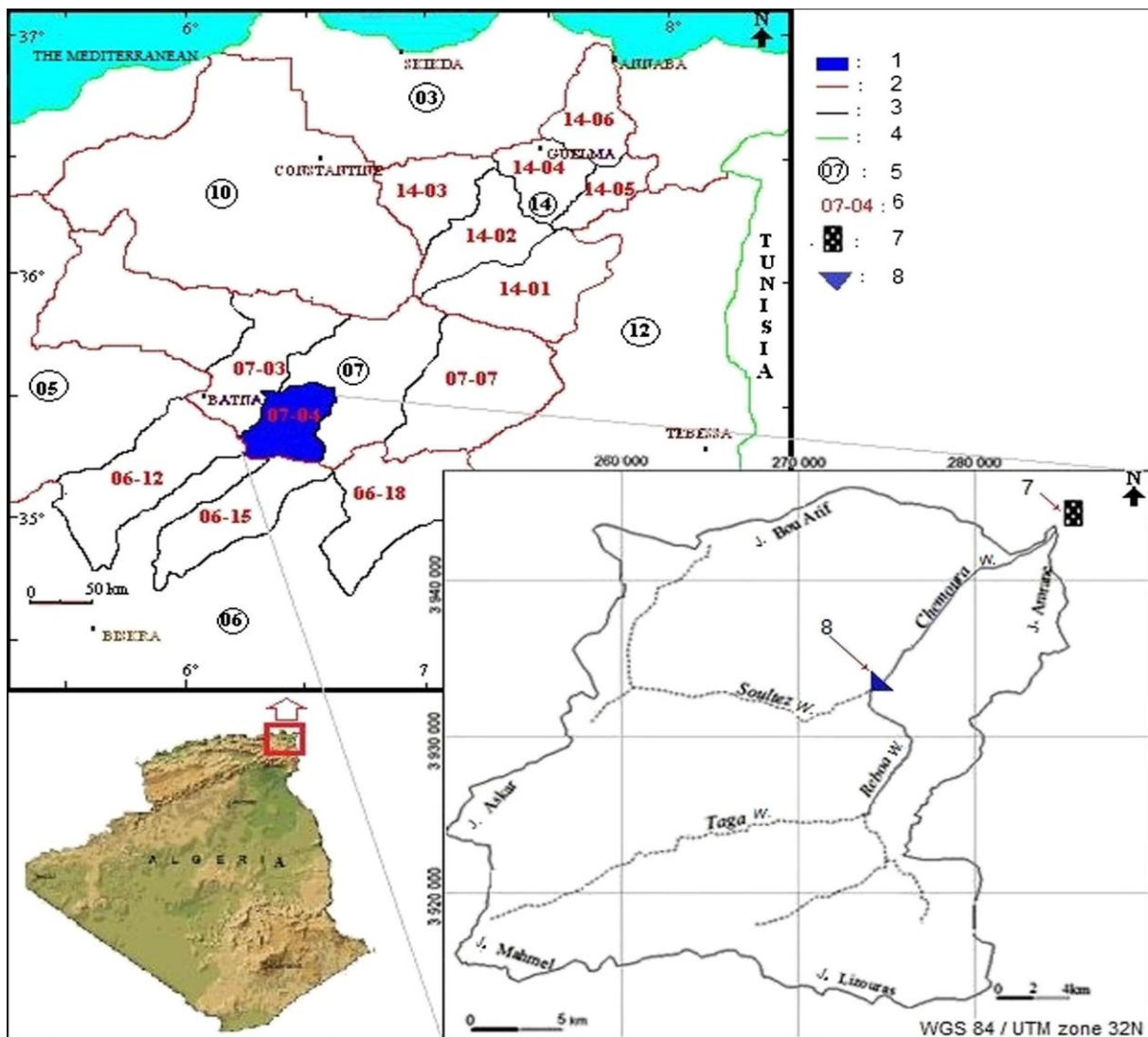
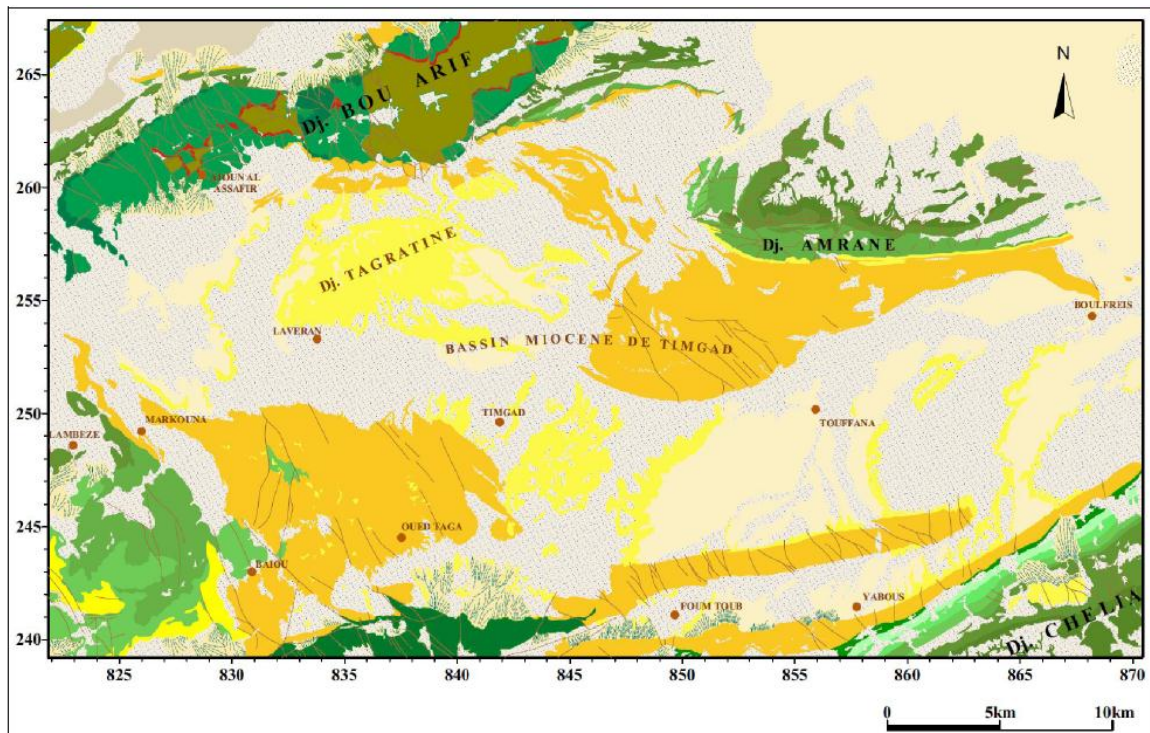


Figure1. Localisation géographique du bassin versant d'Oued Chemora.

1&2, limites des bassins versants ; 3, limites des sous-bassins versants ; 4, limites du pays ; 5, code de bassin versant selon l'ANRH ; 6, code de sous-bassin hydrographique selon l'ANRH ; 7, station hydrométrique ; 8, barrage K. El Medouar (GUIDOUM, 2014).

## 1.2. Aperçu géologique

Le bassin versant d'Oued Chemora s'étend sur un synclinal de direction est-ouest, formée essentiellement par des formations argilo gréseuses du Miocène qui s'étalent sur de grandes étendues et reposent en discordance sur des séries du Crétacé (Turonien-Cénomanién-Campanien) par l'intermédiaire de niveaux détritiques le plus souvent grossiers. Du point de vue structural, le Miocène s'est déposé généralement sur une surface d'érosion formant ainsi une suite de dépressions parfois très profondes (plus de 900m). La présence de nombreuses failles témoigne d'une intense activité tectonique affectant à la fois les formations du Miocène et du Crétacé, formant un réseau de fracturations avec les directions principales sont NE-SW et NW-SE (Cité in: **LEBCHEK et MENANI, 2018**).



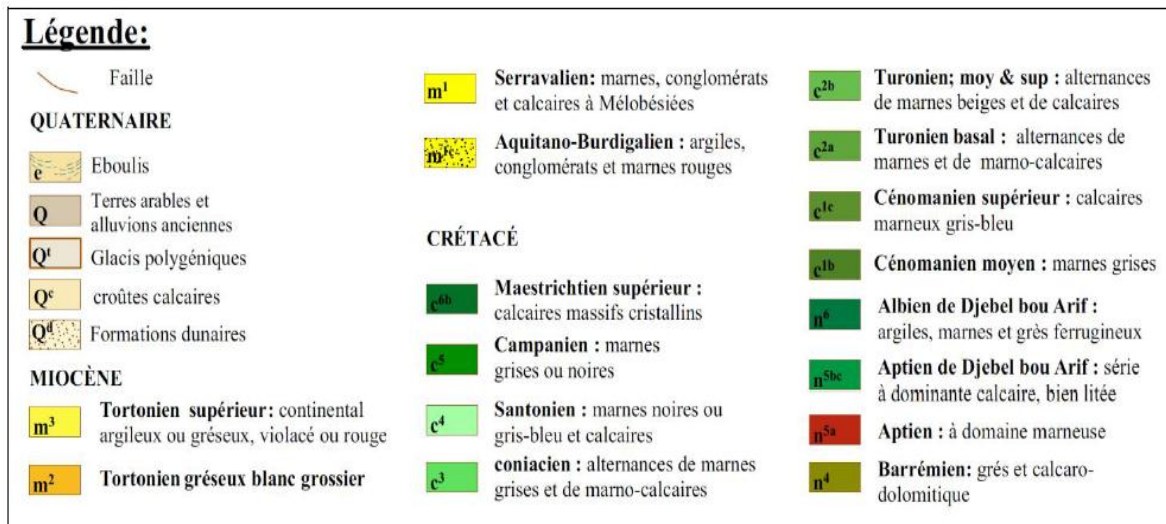


Figure 2. Carte géologique du bassin versant d'Oued Chemoura

Assemblage réalisé à partir des cartes géologiques de Tazoult, Touffana, Ain el ksar, et Boulhelet.

Cartes géologiques initiales réalisées par VILA & GUELLAL 1973.

### 1.3. Contexte climatique

Le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère (température, pluie, vent,...). L'irrégularité spatio-temporelle du climat de la région peut avoir des conséquences plus ou moins graves sur la production agricole et les facteurs climatiques sont les plus difficiles à modifier de façon notable (RAMADE, 2003).

#### 1.3.1. Etude des précipitations

Les précipitations englobent toutes les formes d'eau qui tombent sur la surface de la terre.

##### 1.3.1.1. Etude des précipitations moyennes mensuelles

Le tableau 01 donne les valeurs moyennes mensuelles des précipitations, mesurées à la station météorologique d'Ain Skhouna, sur la période allant de 1983-2013.

Tableau 1. Précipitation moyen mensuelles (Station météorologique d'Ain Skhouna 1983-2013)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	totale
P (mm)	31.15	21.95	28.2	33.97	34.98	18.00	7.49	19.51	32.19	22.08	21.29	28.04	300.8

(BOUKABA, 2015)

L'évolution des précipitations moyennes mensuelles de la station d'Ain Skhouna, pour la période 1983-2013 (Fig.3) montre que les valeurs de précipitations maximales sont marquées principalement, en mois de Mai avec un maximum de 34.98 mm, alors que le mois le plus sec est celui de juillet, avec une valeur enregistrée de 7.49 mm.

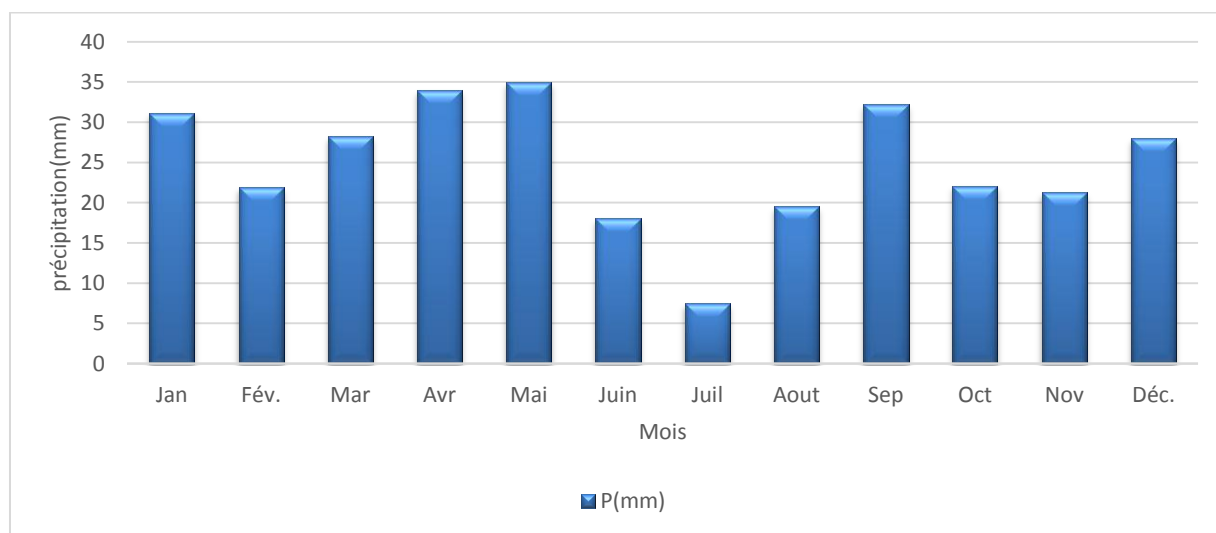


Figure 3. Histogramme des précipitations moyennes mensuelles (Station d'Ain Skhouna 1983-2013).

### 1.3.1.2. Etude des précipitations moyennes saisonnières

Les précipitations équivalentes à chaque saison mesurées à la station météorologique d'Ain Skhouna, sur la période allant de 1983-2013 sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1. Précipitations moyennes saisonnières (1983-2013)

saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne
P(mm)	81,14	97,15	45	75,56

(BOUKABA, 2015)

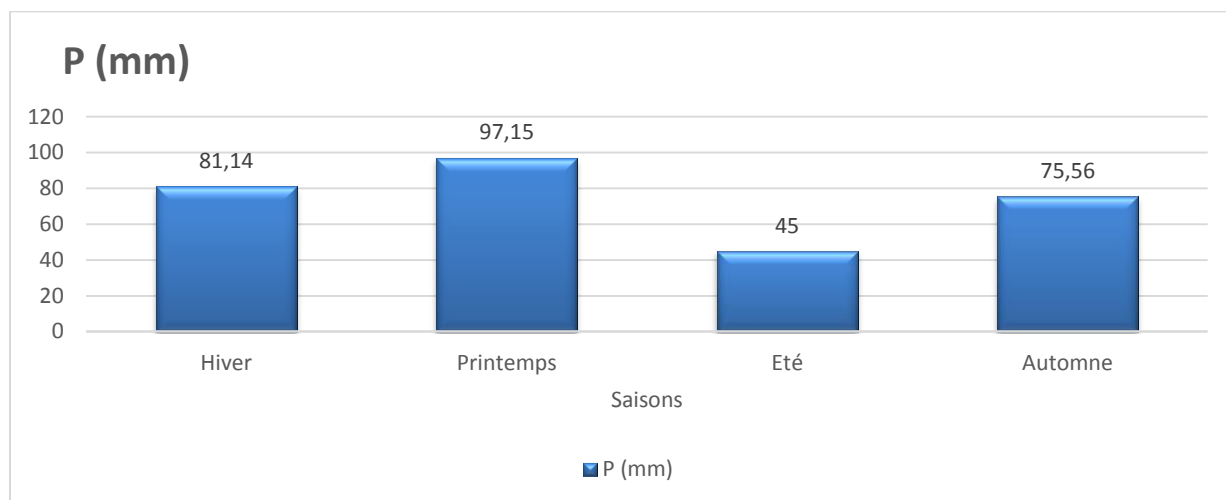


Figure 4. Histogramme des précipitations moyennes saisonnières (1983-2013).

La distribution saisonnière des précipitations (Fig.4) montre que l'été correspond à la saison la plus sèche. Le printemps étant la saison la plus humide.

### 1.3.2. Etude des températures

La température représente un facteur limitant de toute première, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique condition de ce fait la répartition de totale des espaces et de communautés d'être vivant dans la biosphère (RAMADE, 2003).

Tableau 2. Valeurs des températures moyennes mensuelles enregistrées à la station d'Ain Skhouna (1983-2013)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
T min (°C)	0,40	0,79	3,12	5,92	9,97	14,66	17,82	17,56	14,15	9,92	4,84	1,49
T max (°C)	11,54	12,89	16,33	19,77	25,22	31,35	35,16	34,55	28,76	23,30	16,58	12,29
T moy(°C)	5,67	6,67	9,78	13,05	17,92	23,41	26,98	26,37	21,41	16,50	10,54	6,63

-T min en °C : Moyennes mensuelles des températures minimales.

-T max en °C : Moyennes mensuelles des températures maximales.

-T moy:  $(M+m)/2$  en °C : Températures moyennes mensuelles.

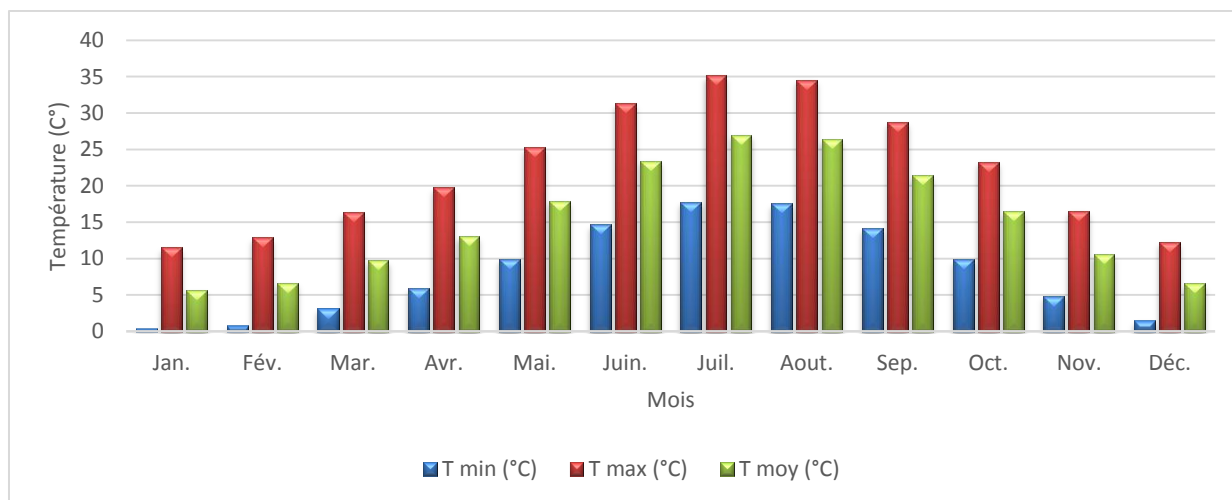


Figure 5. Histogrammes des températures moyennes mensuelles (1983-2013).

On note que la température moyenne mensuelle, la plus élevée, est celle du mois de juillet (26.98°C), tandis que la température la plus basse est celle du mois de Janvier (5.67°C).

### 1.3.3. Le vent

Le bassin versant d'Oued Chemoura est connue par l'action du Sirocco, vent du sud chaud et desséchant qui sévit principalement en été (**BOUKABA, 2015**). La vitesse moyenne maximale est 3.94 m/s en mois d'avril.

Tableau 3. Vitesses moyenne du vent, enregistré à la station d'Ain Skhouna (1983-2013).

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
V (m/s)	2,74	3,21	3,51	3,94	3,65	3,72	3,65	3,56	3,35	3,06	3,22	3,05	3.38

(**BOUKABA, 2015**)

### 1.3.4. Humidité relative

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant la période hivernale, correspondant notamment aux mois de janvier, février, novembre et décembre et qui peut aller jusqu'à 74%. La sécheresse de l'air s'établit en été, surtout au cours des mois de juillet et août ou son pourcentage ne dépasse pas 39% (Tab.4).

Tableau 4. Humidité relative moyennes, enregistrées à la station d'Ain Skhouana (1983-2013).

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>HR (%)</b>	74,08	68,33	63,08	60,54	56,12	46,14	39,70	43,29	56,16	61,16	67,37	73,58

(BOUKABA, 2015).

## 1.4. Aperçu socio-économique

### 1.4.1. Démographie

Le bassin versant d'Oued Chemora comprend huit communes (Chemora, Oued Taga, Tazoult, Ouyoun El Assafir, Ouled Fadhel, Timgad, Foum Toub et Arris). Parmi les huit communes, la commune la plus peuplée est celle d'Arris par un nombre d'habitant de 31 822, par contre la commune de Foum Toub qui est la moins peuplée (6 274 habitant) (Tab.5).

Le taux de croissance démographique est un indicateur démographique qui permet de connaître l'augmentation de la population à un moment donné.

A partir des RGPH (Recensement Général de la population et de l'Habitat) de 1998 à 2008, Le bassin versant d'Oued Chemora est environ 455 000, avec un taux de croissance annuel moyen de 1.25% ce taux varie largement d'une commune à l'autre

Une exploitation et un traitement des informations et données populations publiées par l'Office National des Statistiques (ONS), à partir des RGPH (Recensement Général de la population et de l'Habitat) de 1998 à 2008. Le bassin versant englobe environ 140151 habitants.

Tableau 5. Nombre d'habitant par communes.

Communes	Nombre d'habitant (2010)	Estimation de nombre d'habitant (2015)
<b>Chemora</b>	17 836	20 305
<b>Oued Taga</b>	19 015	21 550
<b>Tazoult</b>	28 947	32 865
<b>Ouyoun El Assafir</b>	12 276	14 360
<b>Ouled Fadhel</b>	11 502	13 243
<b>Timgad</b>	12 479	14 525
<b>Foum Toub</b>	6 274	07 049
<b>Arris</b>	31 822	36 270
<b>Totale</b>	140 151	160 167

(Source : SOFRECO, 2010)

---

### 1.4.2. Economie

L'économie dans la surface du bassin versant d'Oued Chemora est basée seulement sur l'agriculture.

Au niveau du bassin versant de d'Oued Chemora la surface agricole est de 71 939 hectares dont 3 506 hectares est une superficie irriguée, presque le tiers de cette superficie se trouve au niveau de la Commune d'Arris avec 1125 exploitations (Tab.6).

Tableau 6. La distribution des surfaces agricoles utiles selon les 08 communes

<b>Nom de la commune</b>	<b>SAU totale (ha)</b>	<b>Nb, exploit irrigation</b>	<b>Superficie irriguée (ha)</b>
<b>Chemora</b>	15 039	175	280
<b>Ouad Taga</b>	8 610	400	600
<b>Tazoult</b>	4 552	115	210
<b>Ouyoun El Assafir</b>	5 523	271	257
<b>Ouled Fadhel</b>	14 266	310	420
<b>Timgad</b>	10 636	165	185
<b>Foum Toub</b>	7 272	680	434
<b>Arris</b>	6 041	1 125	1 120
<b>Totale</b>	71 939	3 241	3 506

(Source : SOFRECO, 2010)

## **Chapitre II : RESSOURCE ET DEMANDE EN EAU**

---

## **2.1. Les eaux souterraines**

L'exploitation des eaux souterraines provient essentiellement de l'infiltration des eaux de pluie, piégées dans les roches réservoirs. Ce cortège de roche forme une nappe libre qui est recoupée par des forages (DJAIAZ, 2014).

Les coupes hydrogéologiques réalisées dans le bassin versant d'Oued Chemoura ont mis en évidence une lithologie contrastée et variée, organisée en structures plissées dont les pendages convergent vers le centre du bassin, favorisant l'accumulation des eaux souterraines (LEBCHEK et MENANI ,2018), déterminant ainsi un système aquifère de trois aquifères : l'aquifère gréseux du Miocène, l'aquifère calcaire du Crétacé supérieur et l'aquifère des calcaires du Crétacé inférieur.

### **2.1.1. L'aquifère gréseux du Miocène**

Une importante masse gréseuse d'âge tortonien étendue sur tout le territoire du synclinal, alternée des fois avec des passages de marne, se présente sous une allure ondulée, créant ainsi une suite de dépressions à remplissage argilo-marneux. Ces dernières sont d'une épaisseur variable atteignant 1000 m par endroits, principalement au centre de bassin (synclinal de Tagratine et la région d'Ouled Fadhel). Cet aquifère est le plus exploité vu son caractère artésien, son épaisseur importante qui peut dépasser les 200 m, son étendue ainsi que sa géométrie ondulée particulière. En terme de caractéristiques hydrodynamiques, que nous n'aborderons pas dans cette note, les transmissivités obtenues lors des essais de pompage sont de l'ordre de  $10^{-4}$  m/s<sup>2</sup> et des coefficients d'emmagasinement de  $10^{-4}$  à  $10^{-5}$  en conformité avec le caractère captif de l'aquifère. (LEBCHEK et MENANI ,2018)

### **2.1.2. L'aquifère calcaire du Crétacé supérieur**

Des calcaires massifs cristallins d'âge maastrichtien pouvant atteindre une épaisseur de 300m, forment la bordure sud du bassin (synclinal de R'dam, Dj.Chelia) et sont surmontés en discordance par les grès blancs du Miocène. Ces calcaires sont le siège d'écoulements souterrains dont l'exploitation est restreinte par rapport à l'aquifère gréseux et se limite aux bordures méridionales dans les régions de Oued Taga et Foug Toub. Vers le centre de la dépression de Timgad, ils n'ont même pas été détectés par reconnaissance géophysique (LEBCHEK et MENANI ,2018).

### **2.1.3. L'aquifère des calcaires du Crétacé inférieur**

Des calcaires aptiens occupent les parties en voûte des soulèvements anticlinaux du Djebel Bou Arif au bord nord du bassin. L'Aptien est représenté par l'association d'une assise marneuse basale de 70 m d'épaisseur déteinte beige-verdâtre et grise, surmontée par des

---

formations de calcaires épaisses d'environ 300 m, avec des variétés massives plésiomorphes et organogènes. L'exploitation de cet aquifère est limitée au versant sud et en bordure immédiate de Dj. Bou Arif (région de Ouyoun el Assafir), vu les pendages de plongement en profondeur sous les formations plus récentes (LEBCHEK et MENANI, 2018).

## **2.2. Les eaux de surface**

L'eau de surface est l'eau qu'on trouve dans les barrages, les lacs, les ruisseaux et les rivières. La majeure partie de l'eau de surface dans le monde s'évapore dans l'atmosphère, c'est la perte la plus grande d'eau de surface (KHETTAF, 2018).

### **2.2.1. Les barrages**

La mobilisation des eaux de surface est assurée essentiellement par deux barrages (Koudiet Medouar et Tagharist).

#### **a) Barrage de Koudiet Medouar**

La capacité utile est de  $74.3\text{Hm}^3$ , ce barrage est surdimensionné en vue de stocker et régulariser les transferts en provenance de Beni Haroun via le réservoir d'Oued Athmania. Le pourcentage des apports d'Oued Chemora régularisé par cet ouvrage est de 89 % soit  $18.5\text{Hm}^3/\text{an}$ . Ce volume renforcé par les transferts depuis Beni Haroun est destiné à l'AEP de Batna, Arris, Timgad et Khanchela.

#### **b) Barrage de Tagharist**

Situé entre les barrages de Koudiet Medouar et Foum El Ghiess cet ouvrage régularise  $4\text{Hm}^3$  soit environ 70% les apports. Cet ouvrage est destiné à l'irrigation de la plaine de Timgad et Ouled Fadhel avec un apport de  $2.5\text{Hm}^3$ .

### **2.2.2. Réseau hydrographique**

Le réseau hydrographique du bassin versant d'oued Chemora est caractéristique d'une zone semi-aride il s'agit en majorité d'oueds temporaires sauf les deux oueds permanents : Oued Chemora et Oued Reboa (Fig. 6).

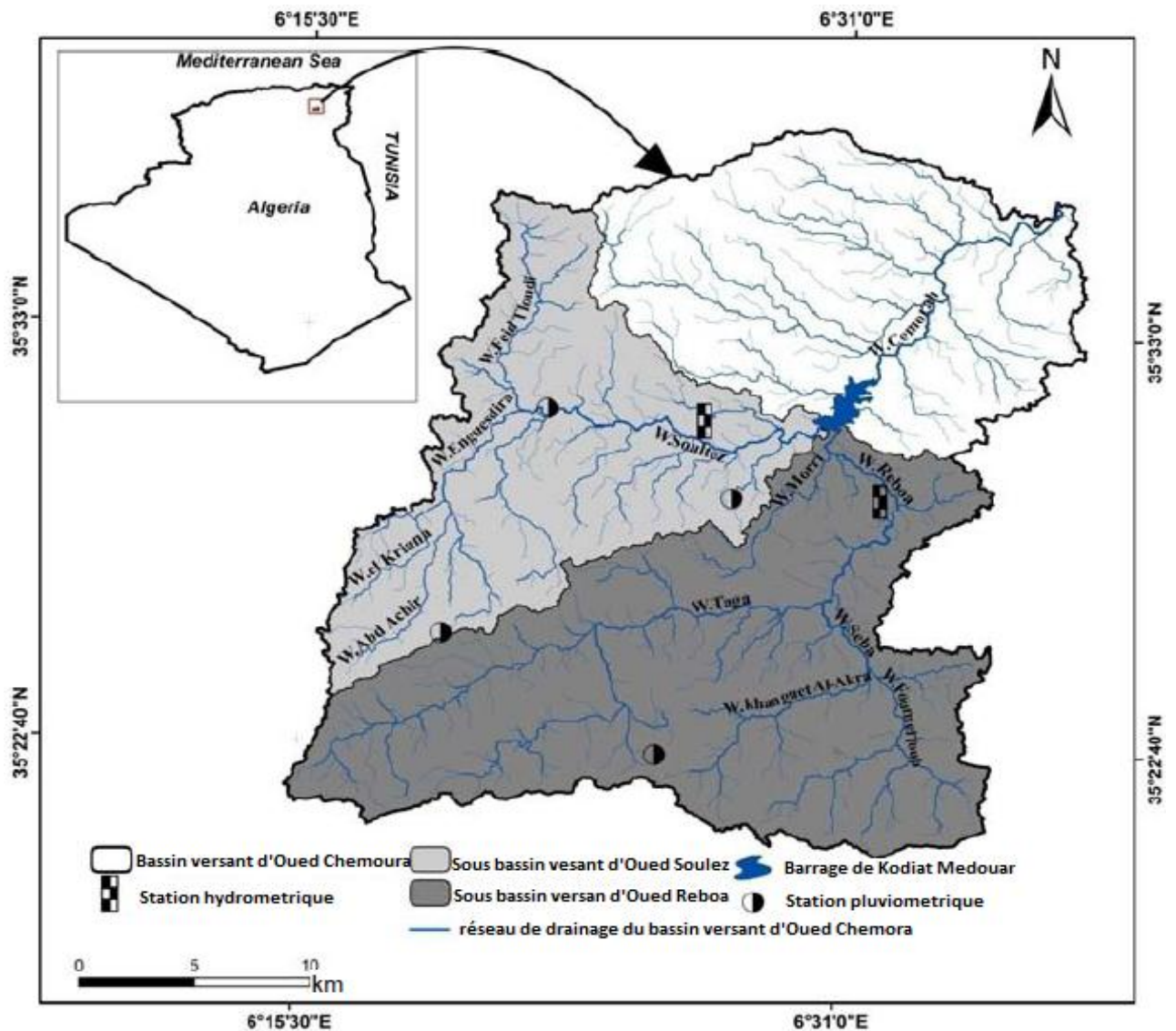


Figure 6. Réseau hydrographique du bassin versant d'Oued Chemora.

#### a) Oued Chemora

Oued Chemora qui prend sa source sur le versant de l'Aurès s'écoule dans un étroit couloir, entre les djebels Bou Arif et Fedjoudj, pour atteindre la plaine de Boulhilet au Nord. A l'issue de ce Foum, l'oued contourne son propre cône de déjection qui a causé le refoulement des deux sebkhas, Garaet Ank El Djemel à l'Est et Garaet Djendli à l'Ouest.

Cette zone a connu une irrigation de type traditionnelle basée sur un système de partage, entre utilisateurs, des épandages de crue. Il permettait, en aménageant des seds (diguettes) et des canaux d'irrigation, de faire profiter les terres des eaux de crue de l'oued Chemora.

Aujourd'hui, l'oued est capté en amont par le barrage de Koudiet Medouar. Le périmètre en projet devrait être irrigué à partir des eaux de Beni Haroun transitant par la retenue de Talizerdane ; L'oued Chemora a un débit de  $0,81\text{m}^3/\text{s}$  (MEBARKI, 2005).

---

### **b) Oued Reboa**

Oued Reboa est composé à la jonction de Oued Taga; en provenance des Monts Aurès allant de SO vers NE et Oued Seba qui résulte de la confluence de deux oueds: Oued Khanguetel-Akra et Oued Foum Toub. Oued Reboa change soudainement de direction (roche de grès) vers le au nord-ouest où il reçoit Oued Morri sur sa gauche puis reprend sa direction SW – NE pour se rencontrer Oued Soul (**BALLA, 2017**).Le débit d'Oued Reboa est de  $0.51\text{m}^3/\text{s}$  (**MEBARKI, 2005**).

### **c) Oued Soultez**

Oued Soultez est également le résultat de la jonction de deux oueds :Feid Tlouidi, originaire du nord-ouest de montagne de Tagratine et Oued et Enguesdira qui découle de la confluence de Oued El-Kriane et Oued Abdel Achir qui s'unit dans la Tagratine avant rencontre avec Oued Reboa(**BALLA, 2017**),et bien d'autre Oueds tel que : Oued Taga, Oued Foum Toub et oued Morri.

## **2.3. Ressources en eaux non conventionnelles**

Une seule ressources en eau existe au niveau du bassin versant objet d'étude, il s'agit de la station de traitement des eaux usées de Timgad .La mise en marche de la STEP a était assurée le 21 juillet 2009, (comme réception provisoire), alors que la réception définitive a était prononcée après deux ans de la réception provisoire .La capacité de la station en équivalent habitant est de 13 800 équivalent habitant , $14\ 000\text{m}^3/\text{j}$ .(**MEZILI et ACHOUR, 2017**).

## **2.4. La demande en eaux pour les différents secteurs**

Les besoins en eau se rapportent aux qualités nécessaires à utiliser pour assurer l'application des fonctions requises pour divers usages, usage domestique et public, usage industriel et usage agricole.

Notant que la demande en eau c'est la quantité d'eau qu'il faut mobiliser au niveau de la ressource pour couvrir le « besoin ».Entre la demande et besoins s'intercalent les pertes ou gaspillage du système de mobilisation de la quantité d'eau de tel ou tel usage (**DALI, 2009**).

### **2.4.1. Eau domestique**

Au niveau du bassin versant d'Oued Chemora il existe 140 151 habitat dans l'année de 2010, avec une dotation moyen de  $39.42\ \text{m}^3/\text{hab./an}$ , ce qui nécessite une mobilisation plus importante de la ressource en eau.

Tableau 7. Alimentation en eau potable au niveau du bassin versant d'Oued Chemora.

<b>Communes</b>	<b>Nombre d'habitant (2010)</b>	<b>Dotation m<sup>3</sup>/ personne/an</b>	<b>Perte (%)</b>
<b>Chemora</b>	17 836	39,42	30
<b>Oued Taga</b>	19 015	39,42	30
<b>Tazoult</b>	28 947	39,42	30
<b>Ouyoun El Assafir</b>	12 276	39,42	30
<b>OuledFadhel</b>	11 502	39,42	30
<b>Timgad</b>	12 479	39,42	30
<b>FoumToub</b>	6 274	39,42	30
<b>Arris</b>	31 820	39,42	30
<b>Totale</b>	140 151	39,42	30%

(Source : SOFRECO, 2010)

Au niveau du bassin versant d'Oued Chemoura, les eaux souterraines sont les ressources les plus utilisées, pour l'AEP et l'Agriculture. La destination des débits exploités au niveau du bassin versant d'Oued Chemora se diffère d'une région à une autre et d'une profondeur à une autre (Tab.8).

Tableau 8. La destination des débits exploités au niveau du bassin versant d'Oued Chemora.

<b>Commune</b>	<b>Débit exploité (l/s)</b>	<b>Profondeur (m)</b>	<b>Destination</b>
<b>Foum Toub</b>	05	182	AEP FoumToub
<b>Foum Toub</b>	05	90	AEP Tibikaouine
<b>Oued Taga</b>	08	200	AEP Affane
<b>Oued Taga</b>	03	42	AEP OuledBedda
<b>Oued Taga</b>	30	120	AEP Oued Taga
<b>Timgad</b>	17	96	AEP Timgad
<b>Timgad</b>	22	450	irrigation
<b>Timgad</b>	28	270	irrigation
<b>Timgad</b>	11	180	irrigation
<b>Timgad</b>	10	226	AEP FoumKraza
<b>Timgad</b>	15	70	AEP Ain Tarfa
<b>Chemora</b>	08	300	AEP OuledLamraoui
<b>Totale</b>	164	/	/

#### **2.4.2. L'agriculture**

L'eau constitue une ressource indispensable pour l'agriculture. Il n'y a pas de production agricole sans eau. La majeure partie des zones géographiques d'irrigation sont irriguées à partir des eaux souterraines avec une superficie de 2 255 hectares (Tab.9), alors que les superficies irriguées à partir des eaux de surface qui sont trop étroites avec seulement 1251 hectare.

Tableau 9. La dispersion des zones irriguées à partir des eaux souterraines et des eaux de surface au niveau du bassin versant d'Oued Chemora (pour l'année de base 2010).

Communes	Zone géographique d'irrigation (ha)	Superficie irriguées (ha)	
		A partir des eaux souterraines	A partir des eaux de surface
<b>Chemora</b>	280	205	75
<b>Oued Taga</b>	600	390	210
<b>Tazoult</b>	210	210	0
<b>Ouyoun El Assafir</b>	257	257	0
<b>Ouled Fadhel</b>	420	295	125
<b>Timgad</b>	185	77	108
<b>Foum Toub</b>	434	434	0
<b>Arris</b>	1 120	387	733
<b>Totale</b>	3 506	2 255	1 251

(Source : SOFRECO, 2010)

## Chapitre III : Modélisation hydrologique par WEAP

---

### **3.1. Outil WEAP (Système d'évaluation et Planification des Eaux)**

#### **3.1.1. Présentation du logiciel WEAP**

WEAP est un outil de planification intégrée des ressources en eau pour microordinateurs. Il fournit une structure compréhensive, flexible et d'utilisation facile pour les analyses des politiques. Un nombre croissant de professionnels de l'eau ont trouvé WEAP un ajout utile à leur boîte à outil de modèles, bases de données, feuilles de calculs et autres logiciels (SEI, 2008).

#### **3.1.2. Principaux objectifs du logiciel**

WEAP place l'évaluation des problèmes spécifiques de l'eau dans un cadre global. Il intègre plusieurs dimensions : entre les besoins et l'approvisionnement, entre la quantité et la qualité de l'eau, et entre les objectifs de développement économique et les contraintes environnementales.

Les objectifs de ce système d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP) sont :

- d'incorporer ces dimensions dans un outil pratique pour des ressources d'eau avec la projection future
- d'examiner des stratégies alternatives de développement et de gestion de l'eau
- de fournir un système de base de données pour la demande ou besoin en eau et les informations de maintien d'approvisionnement
- de prévoir certaines situations des ressources en eau en simulant la demande, les ressources exploitables, les écoulements et stockage, et les sources de pollutions, les traitements et décharges
- d'analyser le développement socio-économique en évaluant une gamme complète des options de développement et de gestion de l'eau, et en tenant compte des utilisations multiples et concurrentes des systèmes aquatiques (RAKOTONDRABE, 2007).

#### **3.1.3. Acquisition du logiciel**

Le logiciel WEAP est téléchargeable sur site : <http://www.weap21.org>. Il est fonctionnel excepté que le dispositif «économiser données» est handicapé. Une version Démo du logiciel est accessible à tout le monde. Par contre, pour le fonctionnel, il faut obtenir un permis ou licence d'utilisation pour les types d'utilisateur. Pour l'obtention, il faut remplir et envoyer un formulaire ((SEI, 2008).

L'SEI (Stockholm Environment Institute) envoie par e-mail le nom d'utilisateur et un code d'enregistrement, les instructions pour activer le logiciel WEAP et pour permettre le dispositif "économiser données" fonctionnel. Il est préférable que l'ordinateur soit relié à l'Internet car le WEAP a un forum d'utilisateur sur le site <http://forums.seib.org/weap>. Il faut un pseudo et

un mot de passe pour entrer dans ce forum. Le forum peut aider l'utilisateur pendant la mise en marche du logiciel, le traitement de données et la mise à jour du logiciel. Le permis d'utilisation est valide pour une durée déterminée.

A noter que l'IES peut publier des travaux de modélisation sous WEAP et souhaite avoir une version de la présente modélisation (RAKOTONDRABE, 2007).

### 3.1.4. Structure du programme

WEAP consiste en cinq vues principales : Schéma, Données, Résultats, Schémas Synoptiques et notes. Ces cinq vues sont présentées ci-après.

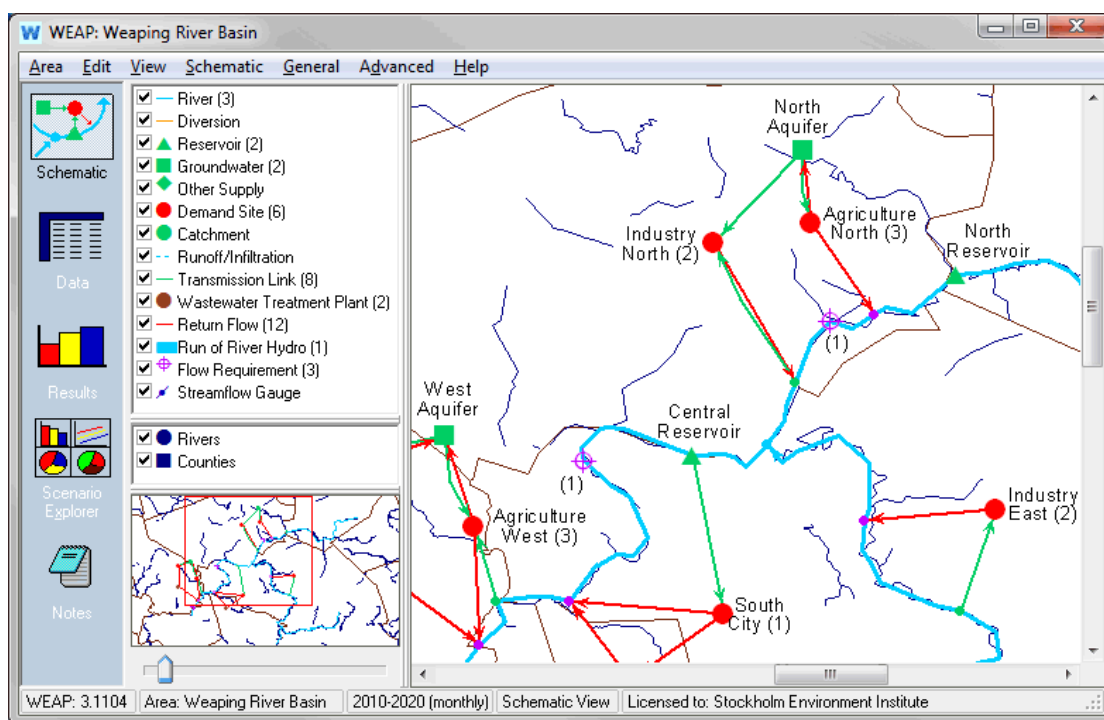


Figure 7. Structure du programme.

(Source : SEI, 2008).

#### 3.1.4.1. Cartographie

C'est le point de commencement pour toutes les activités dans WEAP (Fig.8). Elle sert à créer, éditer ou aussi ajouter des couches ArcView ou d'autres SIG standard de la zone d'étude comme couche de fond. Ainsi, on peut accéder rapidement à l'analyse des données et à l'affichage des résultats pour n'importe quel noeud en cliquant sur l'objet qui nous intéresse.

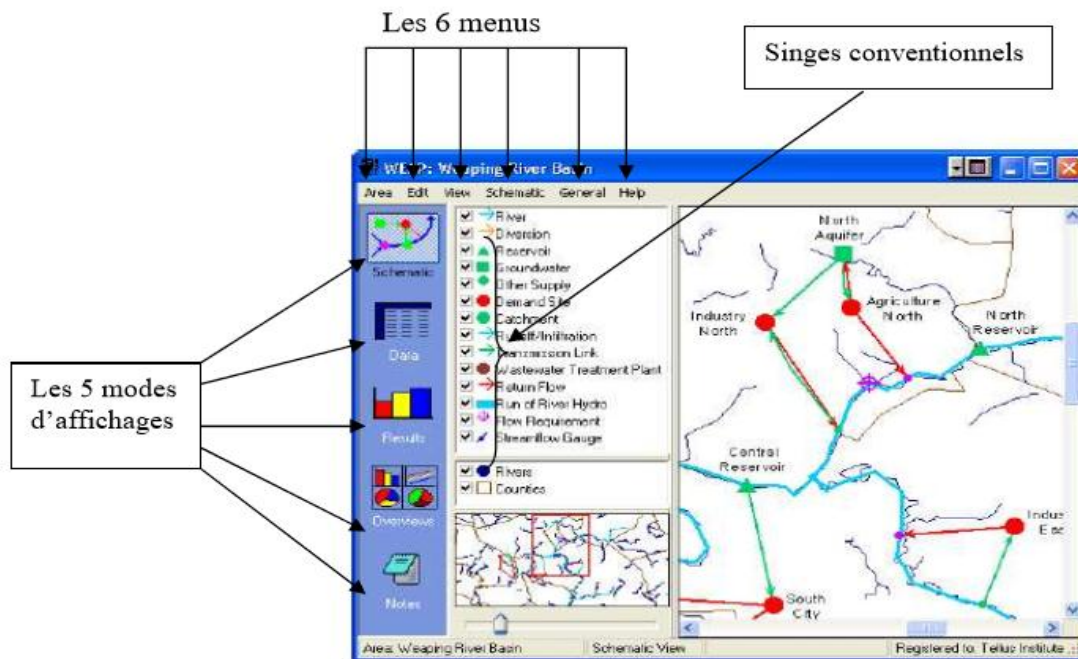


Figure 8. Fenêtre cartographie WEAP.

### 3.1.4.2. Base de données

C'est l'endroit pour la création des structures, du modèle et des suppositions de données. Pour l'affichage des données, l'écran est divisé en quatre carreaux

- a) **Sur la partie supérieure**, un lien hiérarchique (menu lien) est employé pour créer et organiser des structures de données dans six suppositions principales (1) : principale clé, sites de demandes, Hydrologie, approvisionnement et ressources, qualité de l'eau et d'autres suppositions. Par exemple, cliquer sur « site de demande » la branche lien du côté gauche de l'écran, les données pour tous les emplacements de demande apparaissent sur le côté droit de l'écran.
- b) **Sur la gauche inférieure**, un schéma du secteur apparaît. En cliquant sur l'élément qui apparaît sur le schéma, il sera accentué dans le lien et des données seront montrées dans les tables de saisie de données vers la droite (2). Quand on clique sur une branche dans le lien, l'élément associé clignotera brièvement.
- c) **Sur la partie droite supérieure**, une table de saisie de données apparaît. Cette table sert à écrire les expressions qui définissent les comptes courants (3), pour éditer des données et pour créer le modèle des rapports.

Au-dessus de ce tableau de saisie de données, il y a un ensemble de boutons donnant l'accès aux différentes catégories de variables liées à chaque branche.

d) **Au-dessus tableau de saisie de données**, un cadre de résultats apparaît, il représente graphiquement les données saisies dans la table de saisie de données.

Sur le côté droit, il y a un barre d'outil pour changer la forme du diagramme (couleurs, effets 3D, grilles, nombre de positions décimales, etc...)

Les données numériques peuvent être transférées directement dans Microsoft Excel

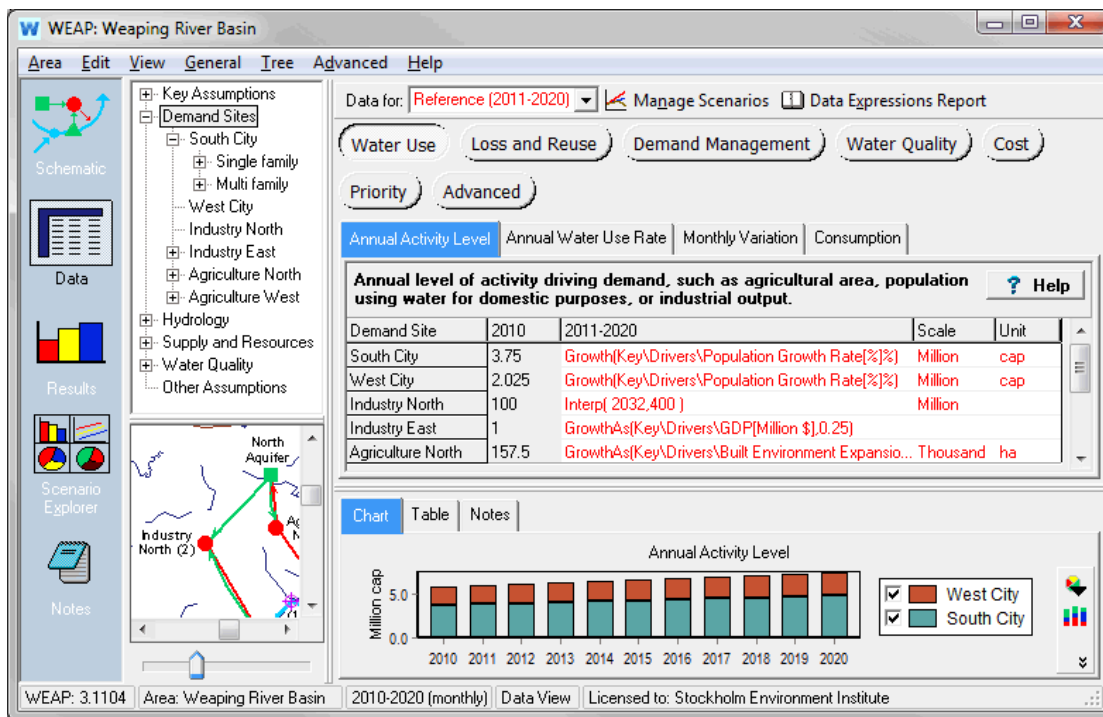


Figure 9. Base de données.

### 3.1.4.3. Présentation des résultats

C'est le menu qui permet d'afficher de façon détaillé et flexible toutes les sortes de modèles dans les diagrammes, les tables et le menu schéma. Cette présentation peut montrer une grande variété de diagrammes et de tables couvrant chaque aspect du système : demandes, approvisionnement et chargements environnementaux. Les résultats peuvent être exportés dans l'Excel

### 3.1.4.4. Représentation graphique

La représentation graphique (Fig.1d) est employée pour grouper l'ensemble des diagrammes "Favoris" et les tables (créés dans le menu résultat). Avec cette représentation, on peut examiner simultanément les différents aspects importants du système, tels que les demandes, le niveau de stockage, .... Les graphes peuvent être copiés dans Word.

---

### **1.4.5. Bloc-notes**

L'écran de notes est un outil simple de traitement de texte avec lequel on peut écrire des informations documentaires et des références pour chaque branche du lien. On peut importer les notes vers le texte (Microsoft Word) (RAKOTONDRABE, 2007).

### **3.1.5. Fonctionnement du logiciel**

WEAP fonctionne donc suivant cinq (5) étapes.

#### **3.1.5.1. Créer une zone d'étude**

Dans cette partie, il s'agit de créer une carte de la zone d'étude. On peut utiliser des cartes traitées avec des logiciels de traitement cartographique (SIG) en particulier ArcWiev. Cette carte va servir comme fond des dessins des éléments nécessaires pour pouvoir faire la simulation tels que :

Les emplacements urbains, les rivières, les sources d'eaux souterraines, les réservoirs, les barrages

Les industries, les sites agricultures et les autres types d'emplacement selon l'étude.

#### **3.1.5.2. Créer les hypothèses clés et références**

Puisque le logiciel pourrait faire une simulation basée sur le calcul de la demande et l'approvisionnement en eau, l'écoulement, l'infiltration, le stockage, et le traitement général de pollution, la qualité de l'eau, etc.... Il est donc primordial de créer la base de données avec les différentes hypothèses clés et les différents scénarios.

##### **A. Hypothèses clés**

Ce sont des variables définies par l'utilisateur du logiciel qui servent de clés principales pour faire l'analyse. Dans notre étude, nous avons quatre (4) hypothèses clés servant comme données de base pour le logiciel utilisation d'eau domestique, besoins en eau pour l'irrigation, pourcentage mensuel d'utilisation d'eau domestique, taux de croissance de la population pour l'année du scénario futur.

##### **B. Références Il est nécessaire d'avoir une année ou une période de référence pour servir de modèle.**

Toutes les données à utiliser doivent être comprises entre cette année ou période de référence.

#### **3.1.5.3. Proposer des Scénarios**

Dans WEAP, le scénario typique est composé de trois étapes une année de compte courant choisie comme année de référence du modèle dont on ajoute les données ou une période, un scénario de référence établi à partir du compte courant et sert pour simuler l'évolution, probable du système sans interposition, des autres scénarii pour évaluer les effets des

---

changements socioéconomiques, changements climatiques probables pour l'année ou projet futur.

#### **3.1.5.4. Saisir les données**

Les données sont à saisir en cliquant droite après avoir créé les éléments dans la zone d'études (placer les emplacements urbains, industriels, élevages,.....) ou en passant dans le menu d'affichage de la base de données.

#### **3.1.5.5. Présenter les résultats**

Les résultats se présentent sous forme de graphe et (ou) de tableau. On aura deux résultats à comparer : les résultats de l'année de référence et de l'année de scénario de changements climatiques (**RAKOTONDRABE, 2007**)

### **3.2. Application du modèle « WEAP21 » sur le bassin versant d'Oued Chemora**

L'acquisition des données à simuler constitue l'étape primordiale dans la réalisation de la modélisation dans le logiciel WEAP. Les données utilisées ici sont récoltées à partir d'une étude menée en 2010.

#### **3.2.1. Présentation des données**

##### **3.2.1.1. Présentation cartographique du modèle**

Dans WEAP, il existe déjà une carte du monde où on peut choisir et créer la zone d'étude.

En sélectionnant la carte d'Algérie puis on ajoute la limite du bassin versant d'Oued Chemora ensuite le réseau hydrographique et les sites de demande.

Le modèle cartographique du bassin versant d'Oued Chemora créé avec WEAP est présenté par la figure 10 ci-dessous.

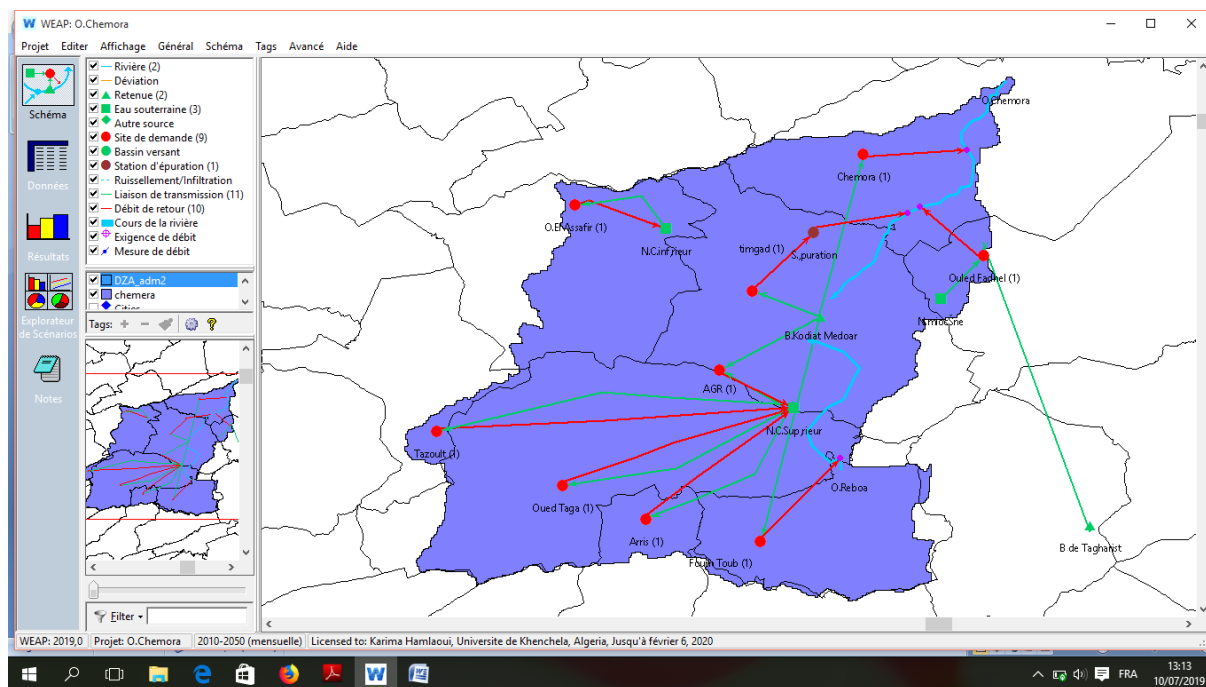


Figure 10. Le bassin versant d'Oued Chemora avec les éléments de la modélisation par WEAP.

### 3.2.1.2. Les sites de demande

Les données à entrer dans les sites de demande sont :

- le niveau d'activité annuelle représentant le nombre des personnes, des animaux et la surface cultivée consommateurs d'eau.
- la consommation d'eau annuelle ou la consommation d'eau par unité d'activité.
- la variation mensuelle ou la part mensuelle de la demande annuelle.
- la consommation représentant le pourcentage de débit disparu dans le système.

Les sites de demande avec leurs informations respectives sont présentés dans le tableau 10 ci-après.

Tableau 10. Sites de demande avec les infirmations

Site de demande	Niveau d'activité annuelle	Consommation d'eau annuelle	Variation mensuelle	Consommation (%)
<b>Domestique</b>	140 154 hab	39.42 m <sup>3</sup> /hab	Proportionnelle au nombre de jours dans un mois	15
<b>Irrigation</b>	3506 ha	4 500m <sup>3</sup> /hab	Proportionnelle au nombre de jours dans un mois	85

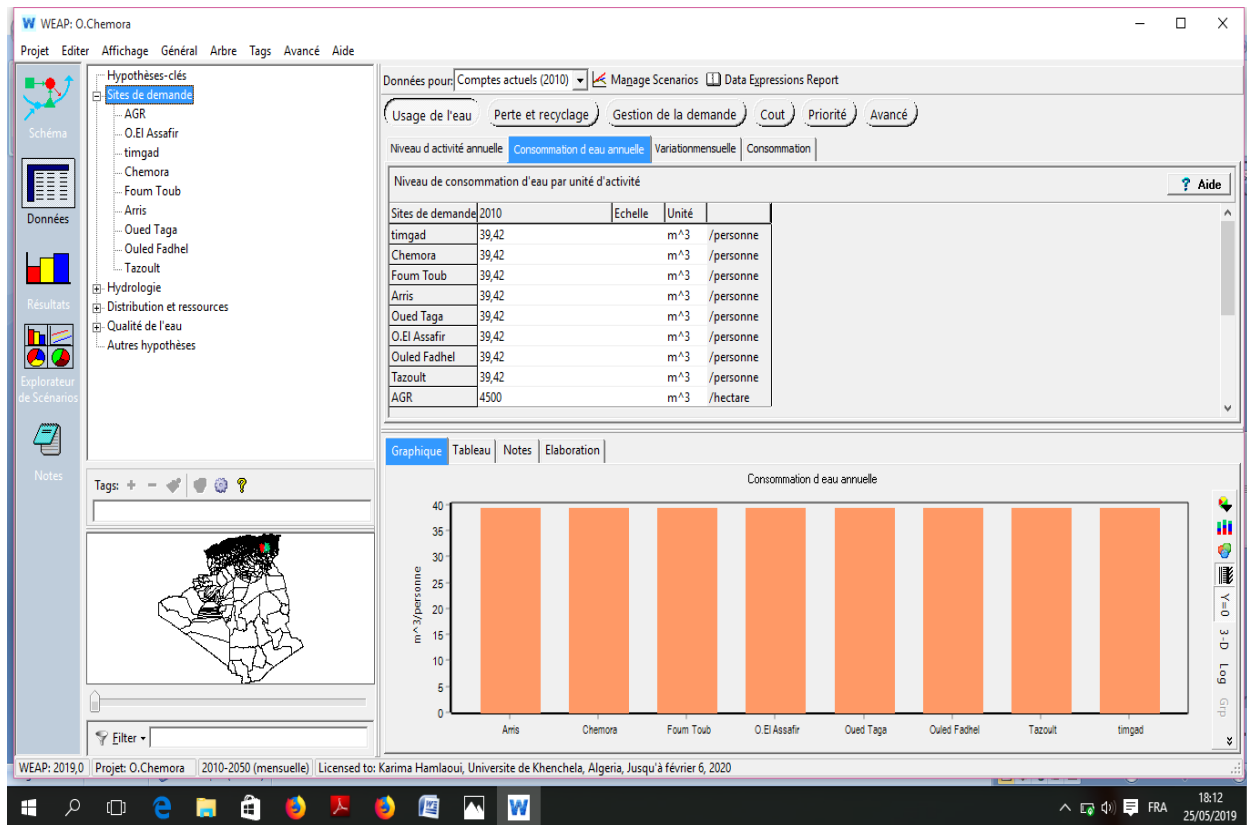


Figure 11. Consommation d'eau annuelle de chaque site de demande (capture d'écran).

### 3.2.1.3. Les eaux de surface disponible

Les deux oueds permanents (Chemora et Reboa) avec leurs quantités du débit montrant dans le tableau suivant :

Tableau 11. L'apport des deux oueds permanents.

Les oueds	L'apport annuel (Mm <sup>3</sup> /an)
Oued Chemora	25,54
Oued Reboa	16,08

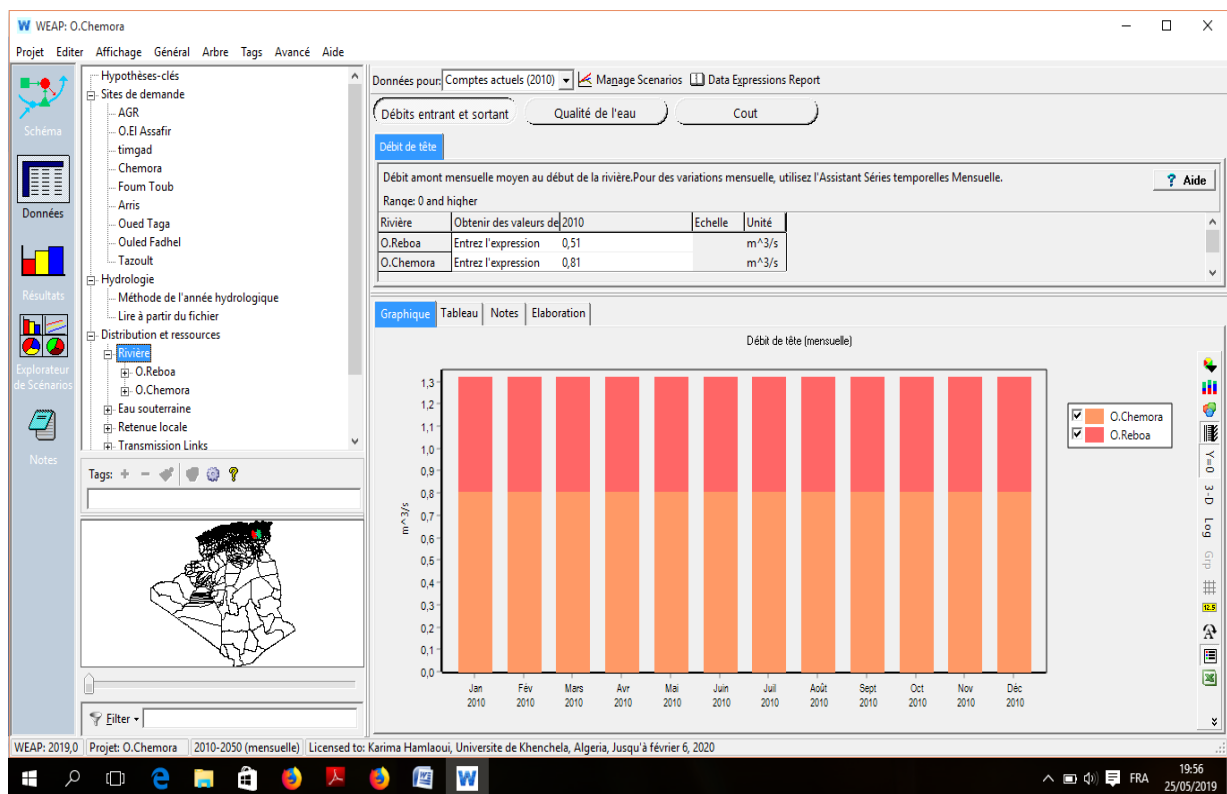


Figure 12. Débits des oueds du bassin versant d'Oued Chemora (capture d'écran).

Le débit des barrages et leurs capacités de stockage est d'un total de 78.3 Mm<sup>3</sup>(Tab.12)

Tableau 12. Débit et capacité de stockage des barrages

Barrage	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Capacité de stockage(Mm <sup>3</sup> )
Kodiat Medouar	0.58	74.3
Tagharist	0.08	4

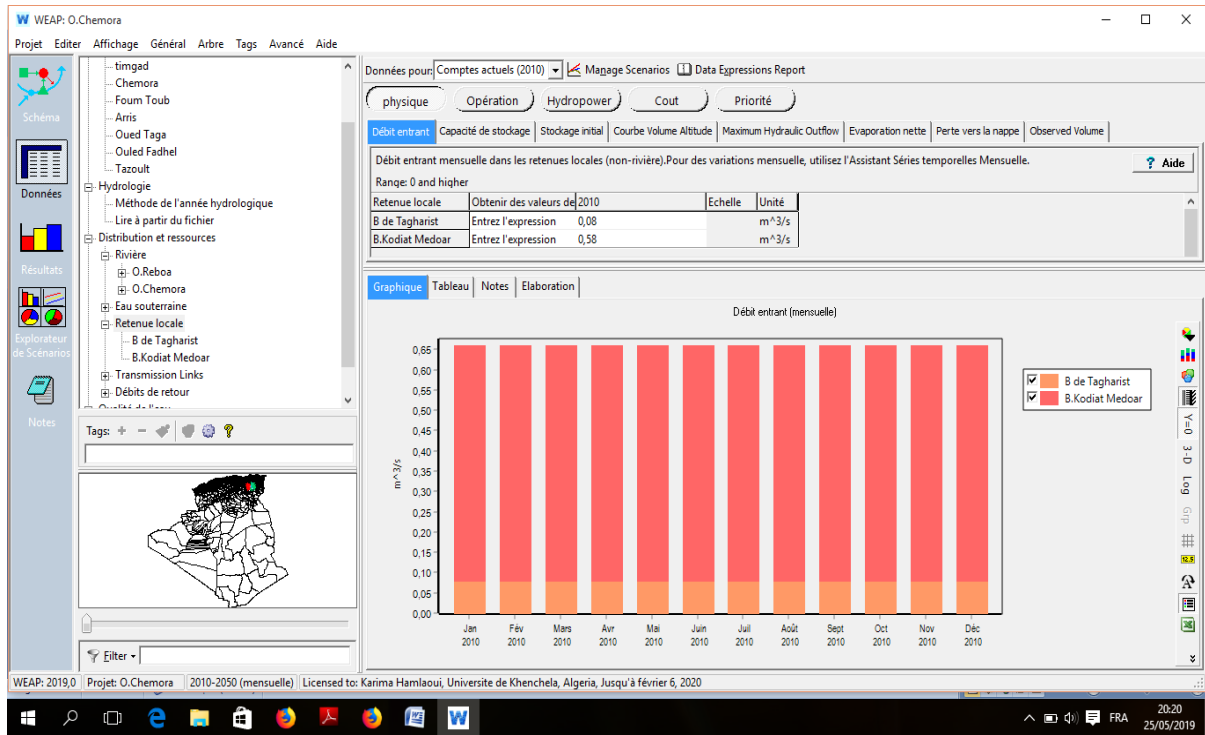


Figure 13. Débit entrant des barrages.

## **Chapitre IV : RESULTATS ET DISCUSSION**

## 4.1. Création des scénarios

### 4.1.1. Scénario 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 créé dans le compte courant sans intervention humaine ni changement climatique, nous préservons les paramètres des structure déjà existant en 2010.

#### 4.1.1.1. Demande en eau des différents sites

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

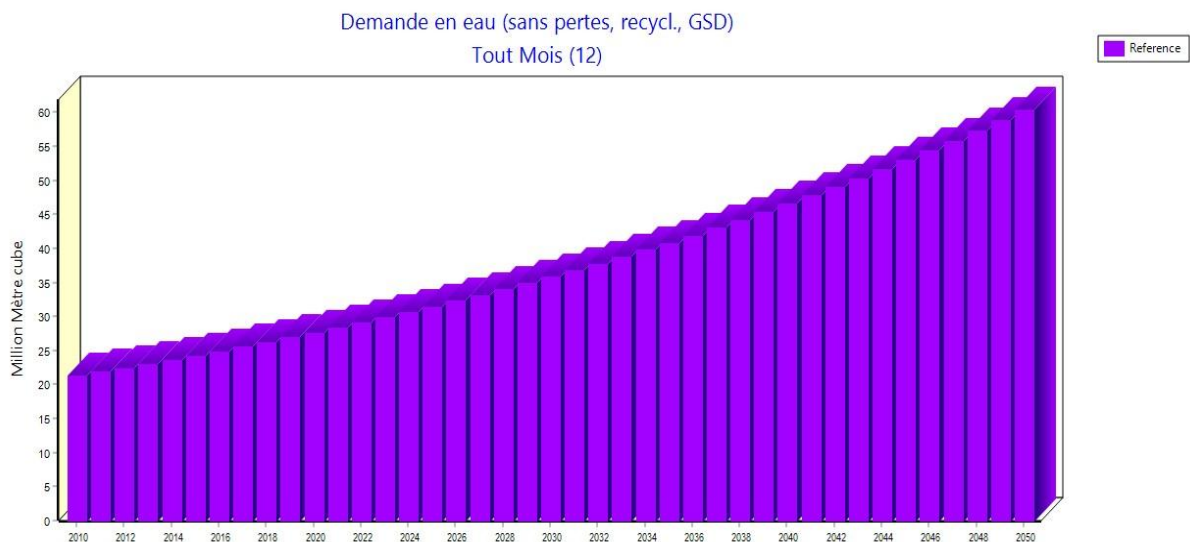


Figure 14. La demande en eau pour l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario Référence.

D'après la figure 14, la demande en eau dans les années à venir au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario Référence augmentera de 22 Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2010 jusqu'au plus de 62 Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2050.

#### 4.1.1.2. Exigence de distribution

Le graphe ci-dessous montre que l'exigence de distribution pour tous les sites de demande, avec pertes pour le scénario Référence, dans une augmentation continu de 38.3Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2010 jusqu'au 108.9 Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2050.

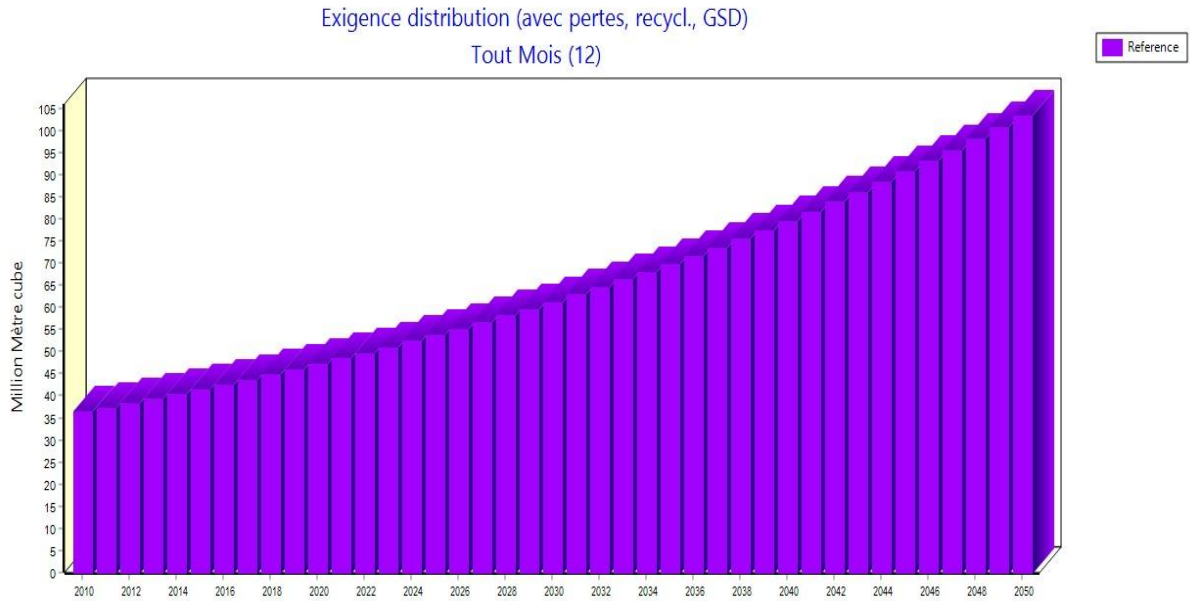


Figure 15. Exigence de distribution dans l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario référence.

#### 4.1.1.3. Répartition de la demande en eau par secteur

La répartition de la demande en eau par secteur pour le scénario référence est représenté dans la figure suivante

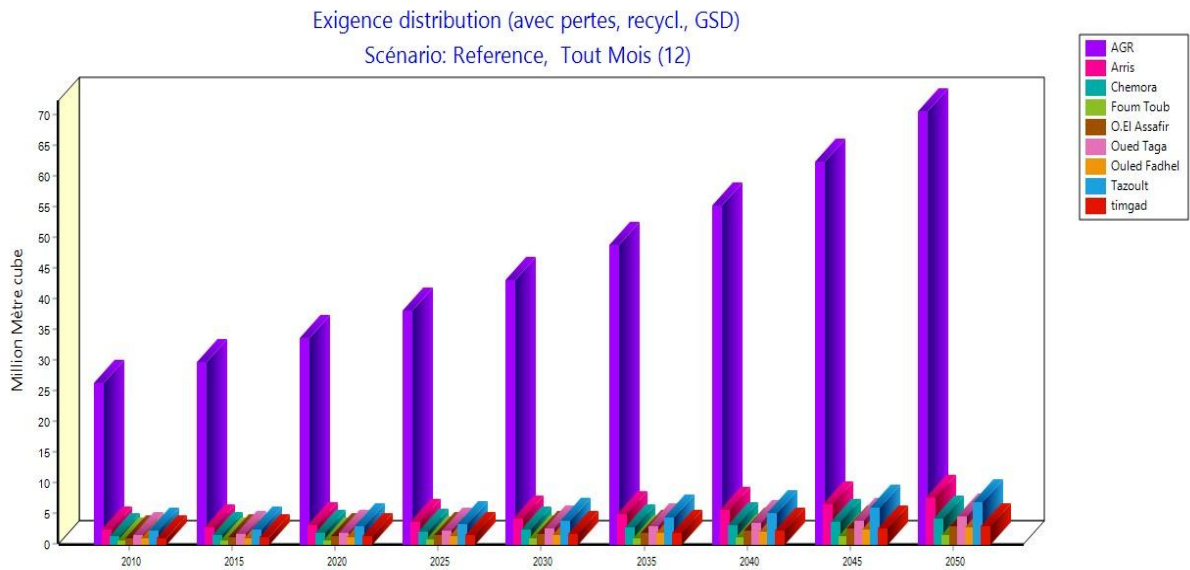


Figure 16. Exigence de distribution de chaque site de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario référence.

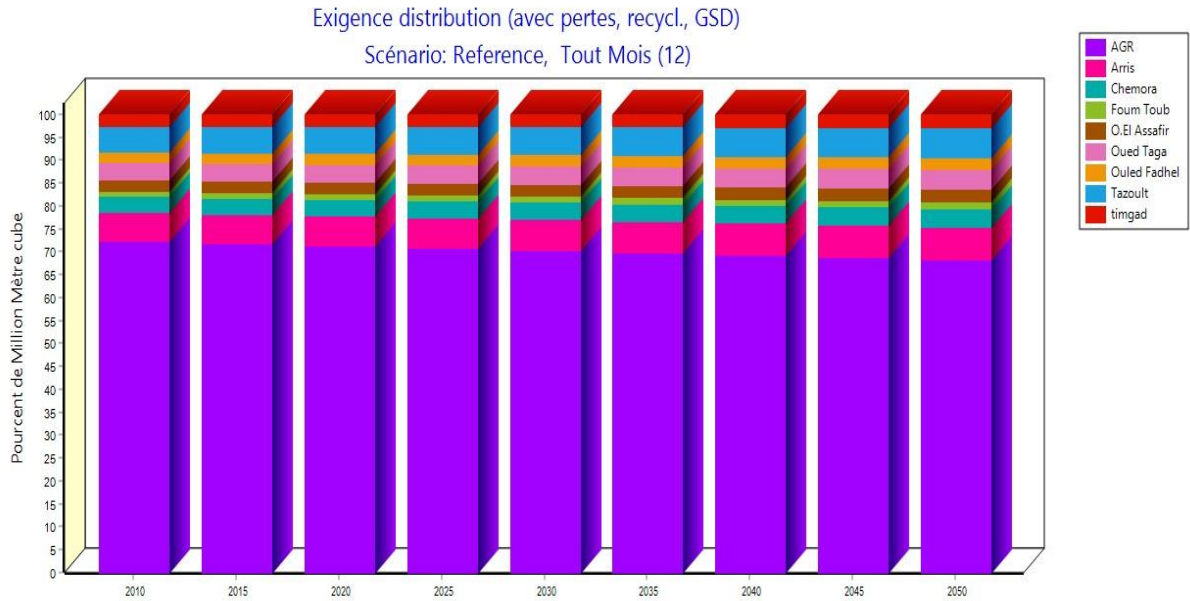


Figure 17. Exigence de distribution de chaque site de demande en pourcent au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario référence

D'après les deux graphes, pour le scénario Référence et au niveau du bassin versant d'Oued Chemora le secteur le plus consommé de l'eau est celle de l'agriculture (dépassé 70%).

#### 4.1.1.4. Demande non satisfaite

La demande non satisfaite de tout site de demande est représenté dans la figure ci-dessous. Le graphe montre que la demande non satisfaite augmentera de 16.3Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2010 jusqu'au 84.2Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2050.

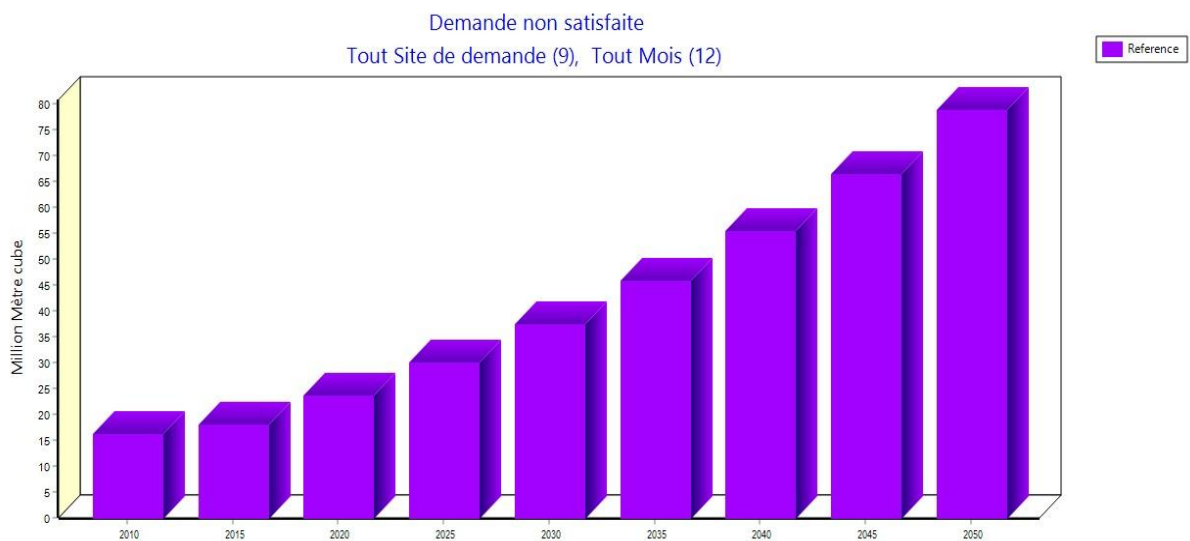


Figure 18. Demande non satisfaite dans l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario référence.

#### 4.1.2. Scénario Gestion de la demande

Ce scénario consiste à maintenir l'offre de l'eau telle qu'elle est dans le scénario de référence et de changer la demande en eau des différents secteurs par :

- Une baisse au niveau des pertes aux réseaux de distribution des eaux potables de 50% à 10% en 2050.
- une baisse de la perte d'eau à la parcelle à 10 % en 2050 au lieu de 40% à 2010, par la mise en œuvre des techniques d'irrigation plus efficace (technique de goutte à goutte ou technique du pivot avec une distribution basse au niveau des racines végétales).

##### 4.1.2.1. Demande en eau des différents sites

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

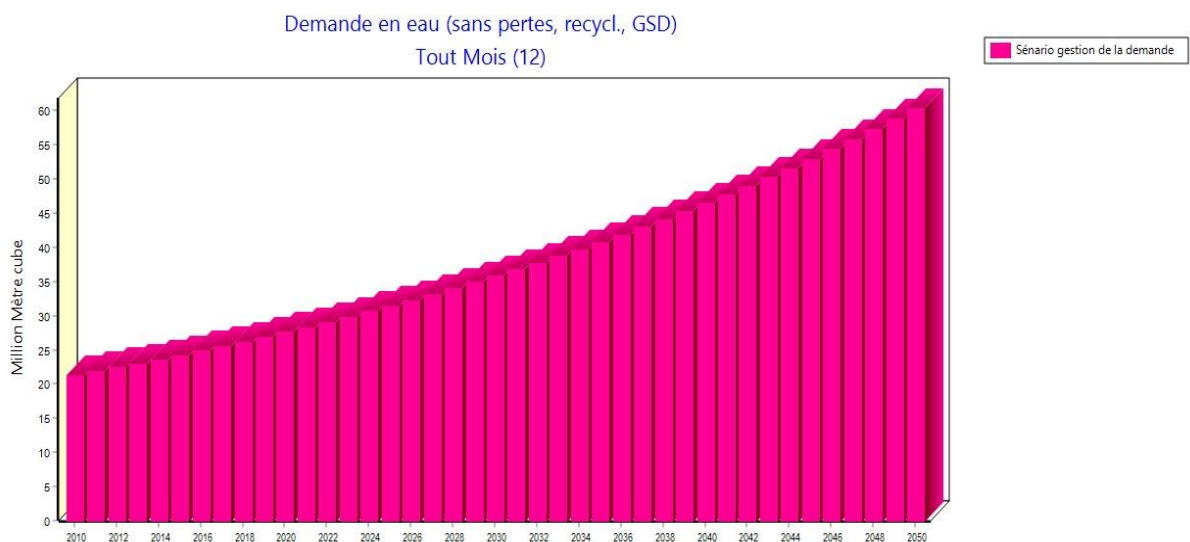


Figure 19. Demande en eau de l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande

D'après le graphe, la demande en eau dans les années à venir au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande augmentera jusqu'au plus de 62 Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2050.

##### 4.1.2.2. Exigence de distribution

Le graphe ci-dessous montre que l'exigence de distribution pour tous les sites de demande, avec pertes pour le scénario gestion de la demande, augmentera de 38.3Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2010 jusqu'au plus de 70 Mm<sup>3</sup> de l'année de 2050.

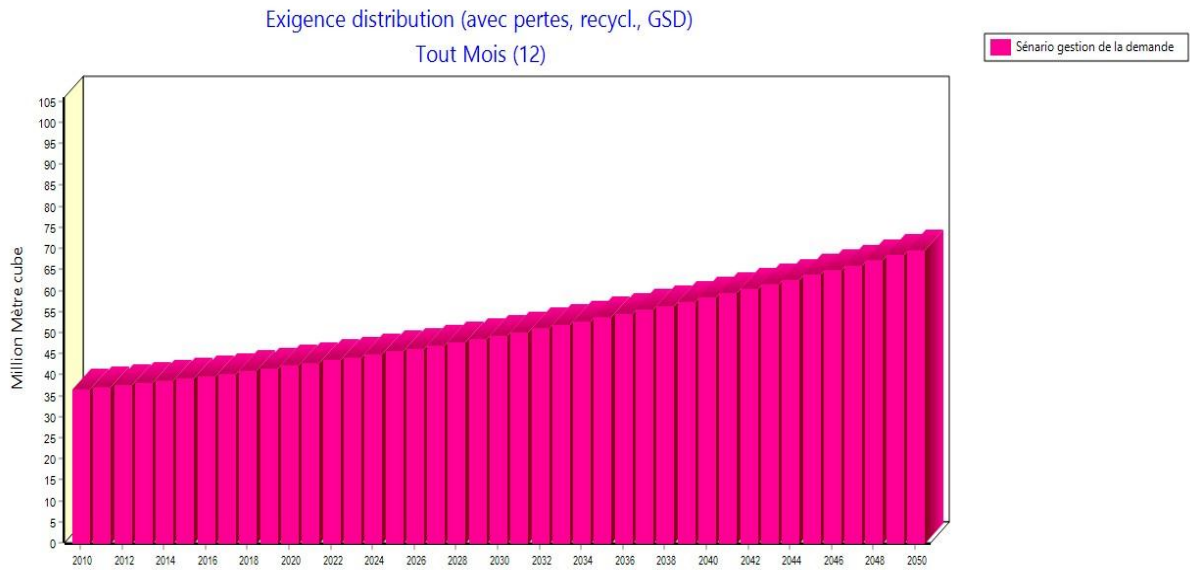


Figure 20. Exigence de distribution dans l'ensemble des sites de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande.

#### 4.1.2.3. Répartition de la demande en eau par secteur

La répartition de la demande en eau par secteur pour le scénario gestion de la demande est représentée dans la figure ci-dessous

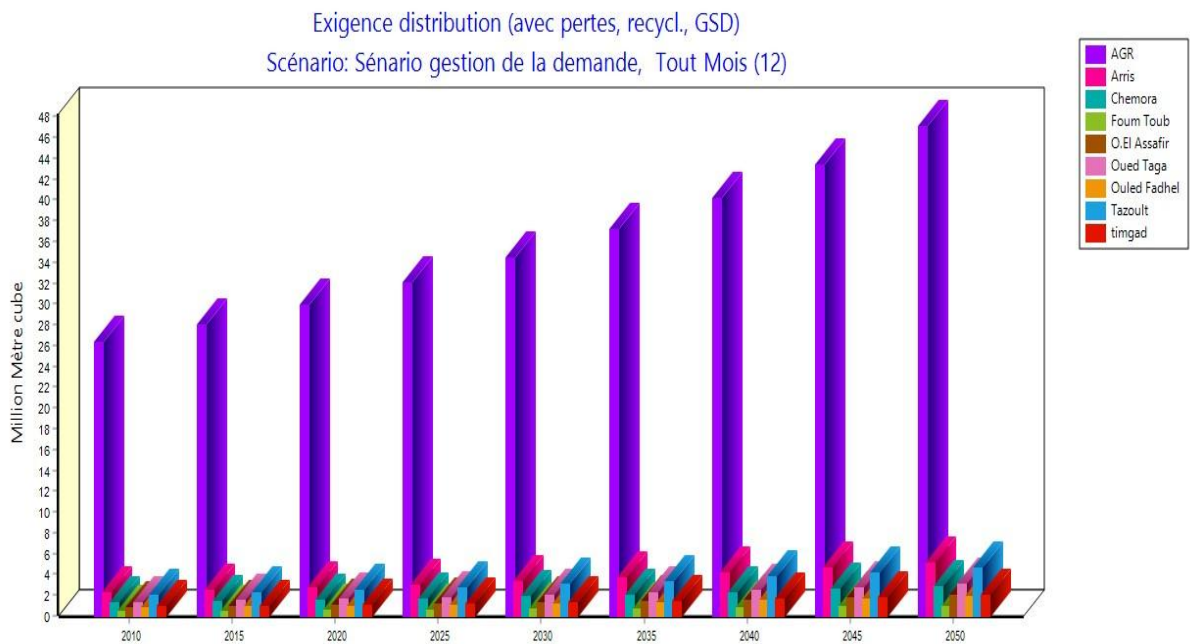


Figure 21. Exigence de distribution de chaque site de demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande

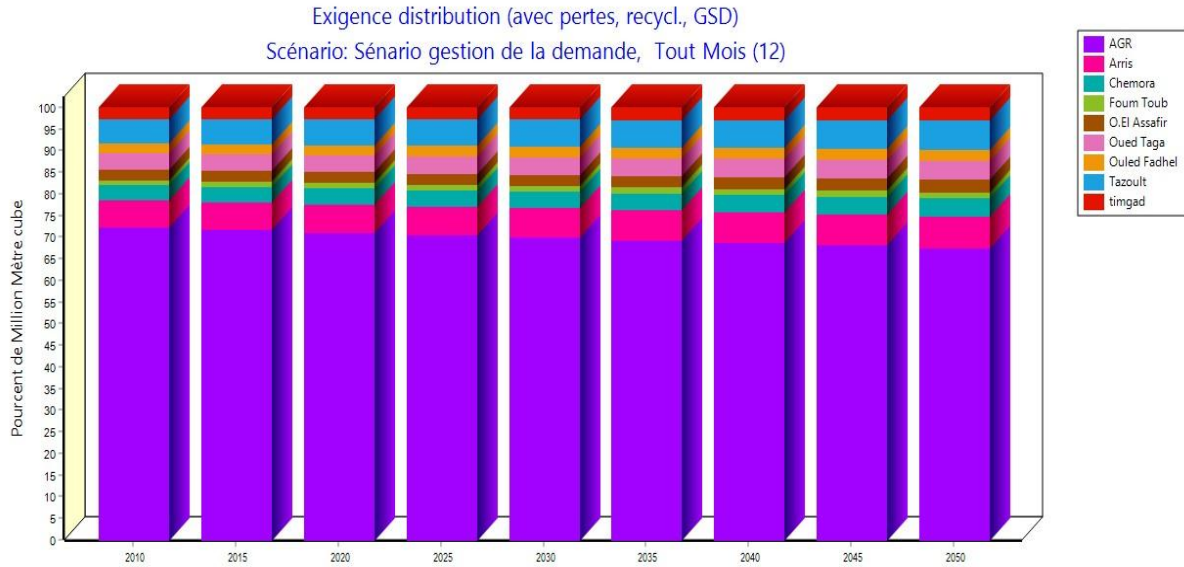


Figure 22. Exigence de distribution de chaque site de demande en pourcent au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande.

Les deux graphes montrent que le secteur le plus consommé de l'eau est celle de l'agriculture, où leur valeur plus bas est de 15.5 million mètre cube dans l'année de 2010, par contre le secteur le moins consommé de l'eau est celle de commune de Foug Toub.

#### 4.1.2.4. Demande non satisfaite

La demande non satisfaite des différents sites de demande de scénario gestion de la demande est représenté dans le tableau suivant

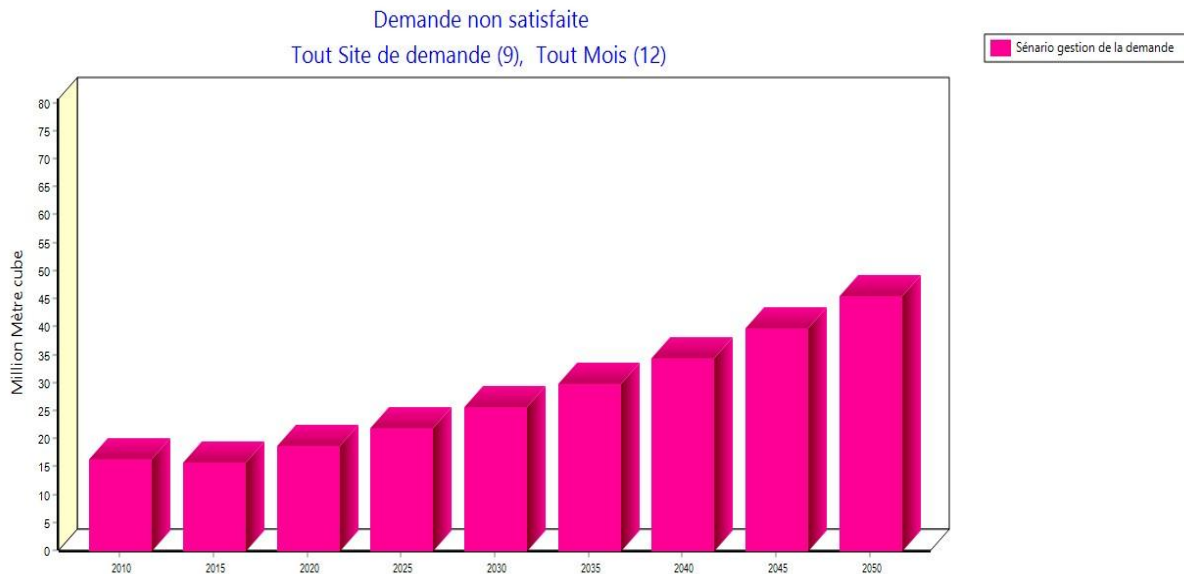


Figure 23. Demande non satisfaite dans tout site demande au niveau du bassin versant d'Oued Chemora pour le scénario gestion de la demande

Le graphe montre que la demande non satisfaite augmente progressivement de 19.2 Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2010 jusqu'à 42.3 Mm<sup>3</sup> dans l'année de 2050.

## CONCLUSION GENERALE

---

Le bassin versant d'Oued Chemora se situe au nord-est algérien dans la région des Aurès, par une surface de 759Km<sup>2</sup>, administrativement le bassin repose sur huit communes de la wilaya de Batna qui sont Oued Chemora, Oued Taga, Tazoult, Ouyoun el Assafir, Ouled Fadhel, Timgad, Foum Toub et Arris.

Le bassin versant est formée essentiellement par des formations argilo gréseuses du Miocène.

Le climat de cette région est semi-aride, caractérisé par :

La précipitation moyenne mensuelle enregistrée varie entre 7 mm dans le mois de juillet et 34 mm dans le mois de Mai.

L'économie dans la surface du bassin versant d'Oued Chemora est basée sur l'agriculture (parmi les 759Km<sup>2</sup> du bassin, 719,39 km<sup>2</sup> sont des surfaces agricoles.

L'identification des formations aquifères démontre l'existence de trois formations aquifères : l'aquifère gréseux du Miocène, l'aquifère calcaire du Crétacé supérieur et l'aquifère des calcaires du Crétacé inférieur.

Pour les ressources en eau superficielles on trouve deux barrages (barrage de Kodiat Medouar : leur capacité de stockage est de 74.3Hm<sup>3</sup>, et barrage de Tagharist qu'il contient une capacité de stockage de 4Hm<sup>3</sup>), et deux oueds permanents (Oued Chemora et Oued Reboa).

Les besoins en eau domestique pour l'année 2010 sont estimés à plus de 39 m<sup>3</sup> par personne, pour un nombre d'habitant de 140 151 hab avec un taux de croissance de 3%.

L'augmentation de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture dans la wilaya est principalement due aux techniques d'irrigation traditionnelles avec des pertes de 40%.

Le modèle WEAP est utilisé pour étudier le développement futur de l'équilibre entre demande et gestion en eau, à partir de deux scénarios. Le premier scénario nommé Référence permet de simuler l'évolution du système déjà créé dans le compte courant sans intervention humaine ni changement climatique. Le deuxième scénario nommé Gestion de la Demande et qui consiste à diminuer les pertes au niveau des réseaux de distribution d'eau (AEP et IRR).

La discussion des simulation des deux scénarios simulé sur WEAP, permet de la mobilisation des ressources en eau atteindra sa fin physiques et économiques et que la concentration doit s'orienter vers une politique de gestion de la demande en eau avec la diminution du gaspillage d'eau provoqué par les pertes au niveau des réseaux de distribution d'eau.

---

## Référence Bibliographie

- 1- **AHMED AMMAR. (2014).** Gestion des ressources en eau dans la commune de ghazaouet bilan et perspectives, Mémoire de Master en science de la terre, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, P 01.
- 2- **ANNAB. (2006).** Evaluation du risque d'érosion dans le bassin de Timgad et son impact Sur le barrage de Koudiet M'Douar - approche multicritères, Mémoire de Magister, Faculté de science de la terre,
- 3- **BAGHLI. (2018).** Elaboration d'une méthodologie d'organisation de l'information pour une meilleure gestion des ressources en eau, thèse de doctorat en science,
- 4- **BALLA. (2016).** Hydro-sedimentary flow modelling in some catchments Constantine highlands, case of Wadis Soultez and Reboa (Algeria), P 23.
- 5- **BOUKABA. (2015).**Evaluation des changements des zones humides du Sud Constantinois par télédétection, avec application particulière au lac barrage de Koudiet Medouar (Timgad, Batna). Mémoire de magister en biologie, P 21-24
- 6- **DALI. (2009).** Ressources et gestion intégrée des eaux du bassin de Gareat El Tarf (w. Khenchela). Mémoire de magister. Université d'Annaba. Algérie, P 102.
- 7- **DJAIZ. (2014).** Importance des ressources hydriques et leurs impacts sur le développement durable dans le bassin de Timgad (Algerie Nord orientale) Algérian journal of arid environment. P 80.
- 8- **GUIDOUM. (2014).** Modeling and mapping of water erosion in northeastern Algeria using a seasonal multicriteria approach, P 3927.
- 9- **HANNACHI. (2010).** Étude des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna : Systématique, Biologie et Écologie
- 10-**KHETTAF. (2018).** Evaluation physico-chimique de l'eau d'un barrage et proposition d'un traitement adapté pour une eau de haute qualité, thèse de doctorat, Université El-Hadj Lakhdar - BATNA 1, P 10.
- 11-**LEBCHEK et MENANI.(2018).** Approche hydrogéologique du bassin néogène de Timgad (Nord-est Algérien).P 34-37.
- 12- **MEBARKI. (2005).** Hydrologie des bassins de l'Est Algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement, thèse de doctorat d'état, université MENTOURI de Constantine, P 308.

---

**13- MEZILI et ACHOUR. (2017).** Analyse de la cinétique de dégradation de la pollution, cas des stations d'épuration de Sidi Merouane, Oued Athmania(W. Mila), Ain Beida(W. Oum El Bouaghi), et Timgad(W. Batna). Mémoire de Master en hydraulique Urbaine, P 51.

**14- RAKOTONDRABE. (2007).** Etude de la vulnérabilité des ressources en eau aux changements climatiques, modélisation par le logiciel WEAP 21 : cas du bassin versant de Morondava (sud-ouest de Madagascar). Mémoire des recherches pour l'obtention du Diplôme d'Etude Approfondies, Université d'Antananarivo, P 17-21

**15- RAMADE. (2003).** Élément écologique: écologie fondamentale, édit, Dunod, Paris, 397p

**16- SOFRECO-Grontmij/Carl Bro- Progress- OIEau (2010).** Etude d'actualisation du plan National de l'eau- tome 1 Hydrologie , Ministère des Ressources en Eau EueopeAid/126155/D/SER/DZ, Alger, rapport interne. P 68

**17- STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE. (2007).** WEAP: water evaluation and Planning System User Guide, Stockholm Environment Institute, Boston, MA.