

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل
Universite Mohammed Seddik Ben Yahia - Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Terre et de
l'Univers



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم الأرض و الكون

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Géologie**

Option : **Eau et Environnement**

Thème

**Gestion intégrée des ressources en eau d'un sous
bassin : Cas de Boumerzoug Wilaya de Constantine
(Nord-Est Algérien)**

Membres de Jury

Président : Mebrouk F.

Examineur : Drouiche A.

Encadrant : Kiniouar H.

Présenté par:

Mender Khadîdja

Année Universitaire 2014-2015

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

Liste des Figures

Chapitre I : Généralité sur le sous bassin de Boumerzoug

Figure I.01 : Situation géographique du sous bassin versant de Boumerzoug 3

Figure I.02 : La couverture végétale du sous bassin de Boumerzoug 6

Chapitre II : Géologie régionale

Figure II.01 : L'orogénie alpine périméditerranéenne..... 7

Figure II.02 : Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides 9

Chapitre III : Géologie locale

Figure III.01 : Le sous bassin versant de Boumerzoug dans son cadre géologique..... 17

Figure III.02 : Corrélation litho stratigraphique de la région de Constantine-Oum El Bouaghi 18

Chapitre IV : Hydroclimatologie

Figure IV.01 :Précipitation moyennes mensuelles (mm) à la station ANRH Constantine 21

Figure IV.02 :Précipitation moyenne mensuelle(mm) à la station de Fourchi 22

Figure IV.03 : Précipitation annuelle (mm) - Station ANRH de Constantine 23

Figure IV.04 :Précipitation moyenne annuel (mm)Station de Fourchi..... 24

Figure IV.05 :Température moyenne mensuelle (°C) 2001-2013 25

Figure IV.06 :Diagramme ombro-thermique de la station de Constantine..... 26

Figure IV.07 : Bilan d'eau de C.W Thornthwaite (station de Constantine) 33

Chapitre V : Hydrogéologie

Figure V.01 : coupe géologique représente l'exutoire des sources de Boumerzoug et Fesguia 36

Chapitre VI : Gestion intégrée des ressources en eau

Figure VI.01 : Evolution des ressources en eau par habitant dans les pays de Sud et de l'Est de la Méditerranée entre 2000 et 2050	46
Figure VI.02 : Indices d'exploitation des ressources en eau renouvelables, pays entiers, et bassins versants, 2025	47
Figure VI.03 : Payes classées suivant le prélèvement d'eau souterraine par habitant	58
Figure IV.04 :Schémas synoptiques de l'AEP à la commune d'El Khroub	54

Chapitre VII : Modelisation et simulation de la demande en eau

Figure VII.01 :Schéma synoptique des ressources et des besoins en eau de du sous-bassin Boumerzoug	62
Figure VII.02 : Demande en eau des différents sites de demande_ Année des comptes actuels 2007	64
Figure VII.03 :demande en eau - Ensemble des sites de demandes	65
Figure VII.04 :demande en eau - Sites de demande municipale	66
Figure VII.05 : la migration de la population de Constantine vers les autres communes .	66
Figure VII.06 :demande en eau – Ensemble des sites de demande	67
Figure VII.07 :demande en eau - Sites de demande municipale	67
Figure VII.08 : demande en eau – Ensemble des sites de demande	68
Figure VII.09 :demande en eau - Sites de demande agricole	68
Figure VII.10 : Demande en eau – Ensemble des sites de demande	69
Figure VII.11 :Demande en eau – site de demande municipale	69
Figure VII.12 :Demande en eau – Ensemble des sites de demande	70
Figure VII.13 :Demande en eau – Sites de demande agricole.....	71
Figure VII.14 : Demande en eau – Ensemble des sites de demande	72
Figure VII.15 :Demande en eau – site de demande municipale	72
Figure VII.16a : Comparaison des cinq scénarios coté à coté.....	73
Figure VII.16 b :Comparaison des cinq scénarios l'un derrière l'autre	73

Liste des tableaux

Chapitre IV: Hydroclimatologie

Tableau IV.01 : précipitations moyenne mensuelles (Station Constantine).....	21
Tableau IV.02 . Précipitation moyenne mensuelle (mm)-Station Fourchi	22
Tableau VI.03 .Précipitations moyenne annuelles de 1984 à 2013-Station Constantine ...	23
Tableau IV.04 : Précipitation moyenne annuel (mm) 1980-2011-Station Fourchi	24
Tableau IV.05 : Température moyenne mensuel (2001-2013) dans la station de Constantine (ANRH).....	25
Tableau IV.06 :Indice d'aridité de De Martonne.....	28
Tableau IV.07 : Bilan hydrique d'après Thornthwaite pour la station de Constantine (ANRH)	31

Chapitre VI: Gestion intégrée des ressources en eau

Tableau VI.01 : Quelques retenues collinaires dans le bassin de Boumerzoug	50
Tableau VI.02 : Caractéristiques de quelques forages dans le sous bassin de Boumerzoug	51
Tableau VI.03 :Tableau récapitulatif de l'AEP dans le sous bassin de Boumerzoug	53
Tableau VI.04 : la surface réelle irriguée dans le sous bassin de Boumerzoug.....	55
Tableau VI.05 : Les besoins en eaux dans quelques zones industrielles.....	57

Abréviations et acronymes

ABH	Agence de Bassin Hydrographique
AEP	Alimentation en Eau Potable
AEPI	Alimentation en Eau Potable et Industrielle
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydriques
CSM	Constantinois-Seybousse-Mellegue
DSA	Direction des Services Agricole
DHW	Direction de l'Hydraulique de la Wilaya
OEB	Oum El Bouaghi
RC	Retenue Collinaire
STEP	Station d'Épuration
ZI	Zone Industrielle
INRH	Institut National des Ressources Hydraulique
WEAP	water Evaluation and Planning system

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : généralités sur le sous bassin de Boumerzoug

I.1. Situation géographique.....	2
I.2. Caractéristiques morpho-métriques du bassin versant.....	2
I.2.1. Le périmètre.....	2
I.2.2. La surface	2
I.2.3. Indice de compacité ou de Gravelus.....	2
I.2.4. Rectangle équivalent	4
I.2.5. Le relief	4
I.2.6. Le réseau hydrographique	5
I.2.7. Couvert végétal.....	5

Chapitre II : Géologie régionale

II.1. Introduction	7
II.2. Le domaine interne	8
II.3. Le domaine des flysch.....	9
II.3.1. Les flysch maurétaniens	10
II.3.2. Les flysch massylien.....	10
II.3.3. Les flysch numidiens	10
II.4. Le domaine externe.....	10
A- les nappes ultra-telliennes.	10
B- les nappes telliennes sensu-stricto	10
C- nappes péni-telliennes	10
D- séries de l'avant-pays allochtone ou tellien.....	11
a. l'ensemble allochtone sud-Sétifien.....	11

b. L'organisation constantinoise	11
b.1. Les séries néritiques constantinoises	11
b.2. Les séries de type Sellaoua	11
II.5. Conclusion	12

Chapitre III : Géologie locale

III- Le contexte géologique local	13
III.1. Le Trias	13
III.2. la nappe néritique constantinoise	13
III.2.1. Le Jurassique supérieur	13
III.2.2. Le Néocomien	13
III.2.3. Le Barrémien	13
III.2.4. L'Aptien	13
III.2.5. L'Albien et le Cénomaniens	14
III.2.6. Le Turonien	14
III.2.7. Le Sénonien transgressif	14
III.3. Les nappes telliennes	14
III.3.1. La nappe ultra-tellienne	14
III.3.1. Les nappes telliennes sensu-stricto	14
III.4. Le flysch numidien	15
III.5. Les séries post-nappes	15
III.5.1. Le Mio-Pliocène continental	15
III.5.2. Le Quaternaire	15
III.6. Le Style tectonique des unités telliennes	16
III.7. Conclusion	19

Chapitre IV : Hydroclimatologie

IV.1. Introduction	20
IV.2. Caractéristiques climatiques	20

IV.2.1. Les Précipitations	21
1. Précipitations moyenne mensuelles et saisonnières	21
2. Précipitations moyenne annuelles	23
IV.2.2. Température.....	25
IV.2.3. Relation température-précipitation.....	26
❖ Diagramme ombro-thermique	26
IV.2.4. Les indices climatiques	27
❖ Indice d'aridité de De Martonne	27
IV.3. Estimation des paramètres du bilan hydrologique.....	28
IV.3.1. Evapotranspiration potentielle ETP.....	28
A. Méthode de Thornthwaite.....	28
IV.3.2. Evapotranspiration réelle ETR	29
IV.3.2.1. Méthode de Coutagne	29
IV.3.2.2. Méthode de Turc	29
IV.4. Bilans hydrologiques	30
IV.4.1. Bilan hydrologique de Thornthwaite.....	30
IV.4.2. Calcule du ruissellement	32
IV.4.3. Calcule de l'infiltration	32
IV.5. Conclusion	34

Chapitre V : hydrogéologie

V.1. Introduction	35
V.2. Les exutoires des massifs et leur situation	35
V.2.1. Djebel Nif en Nser	35
V.2.2. Djebel Guerioum et Fortass	35
V.2.2.1. La source de Fesguia	36
V.2.2.2. La source de Boumerzoug.....	36
V.2.3. Djebel Oum Settas-Mazella.....	37
V.2.4. Djebel Oum Kechrid.....	37

V.3. Les nappes au niveau des plaines	37
V.3.1. La plaine d'Ain M'Lila	37
V.3.2. La plaine d'Ain Kercha	38
V.3.3. La plaine de Sigus.....	38
V.3.4. La nappe d'El Khroub et la vallée d'Oued Boumerzoug.....	38
V.4. Contexte hydrogéologique	39
V.4.1. Aquifères et nappes du secteur Sud.....	39
V.4.1.1. Aquifère Jurassique-Crétacé	39
V.4.1.2. La nappe du Moi-Plio-Quaternaire	39
V.4.2. Aquifère du Crétacé supérieur-Paléogène du secteur médian	40
V.4.3. Aquifères et nappes du secteur Nord	41
V.4.3.1. Aquifère Crétacé	41
V.4.3.2. Aquifère Moi-Plio-Quaternaire	41
V.5. Conclusion.....	42

Chapitre VI : Gestion intégrée des ressources en eau

VI.1. Introduction.....	43
VI.2. Définition de la gestion intégrée des ressources en eaux (GIRE)	44
VI.3. Les principes de la gestion intégrée des ressources en eau.....	44
VI.4. Le problème de l'eau	45
VI.4.1. En méditerranée.....	45
VI.4.2. En Algérie.....	47
VI.4.3. Problème de l'eau dans le bassin versant du Kebir-Rhumel	49
↳ Les ressources en eau dans le sous bassin du Boumerzoug	49
VI.5. Le potentiel hydrique superficiel	49
VI.5.1. Les oueds	49
VI.5.2. Les barrages.....	50
VI.5.3. Les retenues collinaires	50

VI.6.Le potentiel hydrique souterrain	50
VI.6.1. Les forages	50
VI.6.2. Les puits	52
VI.6.3. Les sources	52
↳ Les besoins en eau dans le sous bassin du Boumerzoug	52
VI.7. La demande en eau potable (AEP)	52
VI.7.1. L'approvisionnement en eau potable	52
VI.8.Les besoins et l'alimentation en eau d'irrigation dans le périmètre de Boumerzoug	55
VI.8.1. Le problème de l'irrigation dans le sous bassin de Boumerzoug.....	56
VI.9.Les besoins en eau industrielle dans le sous bassin du Boumerzoug.....	56
VI.10.Assainissement	58
VI.11.Recyclages des eaux usées.....	58
VI.12.Conclusion	58

Chapitre VII : Modélisation et simulation de la demande en eau

VII.1. Introduction.....	60
VII.2. Structure des scénarios dans WEAP	60
VII.3. Paramétrisation du modèle	61
VII.3. 1. Création de la zone d'étude	61
VII.3. 2. Création des hypothèses clés de référence.....	62
VII.3. 3. Proposition des Scénarios	63
VII.3.4. Saisi des données	64
VII.4. Résultats et discussions	64
VII.4.1.Modélisation de la demande en eau dans le bassin du Boumerzoug.....	64
VII.4.1.1.Année des comptes actuels 2007.....	64
VII.4.1.2. Scénario de référence 2007-2030.....	65

VII.4.1.2.1. Scénario de référence 2007-2030 pour l'ensemble des sites de demande.....	65
VII.4.1.2.2. Scénario de référence 2007-2030 pour les sites de demande Municipales.....	66
VII.4.2. Simulation des cinq scénarii	67
VII.4.2.1. Scénario 1 : Accroissement de la population	67
VII.4.2.2. Scénario 2 : Accroissement des surfaces agricoles	68
VII.4.2.3. Scénario 3 : Diminution de la consommation élémentaire AEP	69
VII.4.2.4. Scénario 4 : Diminution de la consommation élémentaire en eau d'irrigation	70
VII.4.2.5. Scénario 5 : Accroissement de la consommation en eau pour l'industrie.	71
VII.5. Conclusion	73
VIII. Conclusion générale.....	75
Reference bibliographique	
Annexes	

Introduction générale

L'Algérie se situe parmi les pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques, soit en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la banque mondiale à 1000 m³ par habitant et par an.

L'eau n'est pas uniquement une matière première renouvelée mais finie et irrégulière, elle n'est pas non plus un don de ciel inépuisable et éternellement pure. Les risques d'appauvrissement des ressources en eau imputables à d'éventuels changements climatiques.

Ils sont à prendre sérieusement en compte, d'autant que la pression exercée sur ces ressources ne cessera de s'amplifier sous les effets conjugués de la croissance démographique et des politiques appliquées vis-à-vis des activités consommatrices d'eau, notamment l'agriculture, l'industrie et le tourisme.

La gestion de l'eau par bassin versant a pour objectif d'améliorer la gestion actuelle de l'eau, entre les divers besoins et intérêts des communautés humaines et ceux des écosystèmes. Notre étude sur le sous bassin versant de Boumerzou a pour objectif d'identifier les caractéristiques du bassin, de quantifier ses ressources en eau (superficielles et souterraines), et la gestion intégrée de la demande en eau à long terme.

Cette étude englobe les caractéristiques naturelles et étude quantitative des ressources en eau du sous bassin versant de Boumerzoug.

Le travail comprend Sept chapitres :

- ❖ Le premier chapitre concerne Situation géographique et caractéristiques générales du sous bassin versant de Boumerzoug.
- ❖ Le deuxième et le troisième chapitre concernent Les caractéristiques géologiques du sous bassin versant de Boumerzoug.
- ❖ Le quatrième chapitre concerne Les caractéristiques climatiques du sous bassin versant de Boumerzoug.
- ❖ Le cinquième chapitre concerne Les caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques du sous bassin de Boumerzoug.
- ❖ Le sixième chapitre concerne la gestion intégrée des ressources en eau du bassin versant de Boumerzoug.
- ❖ Le septième chapitre concerne la modélisation et simulation de la demande en eau dans le sous bassin versant de Boumerzoug.

Et enfin la conclusion générale et recommandation.

I.1. Situation géographique

Le sous bassin versant de Boumerzoug tributaire du grand bassin du Kebir-Rhumel se développe au sud de Constantine dans un rayon de plus de 60 km.

Elle est située entre les méridiens de 6°28' E et 7°4'E et les parallèles 35°53' et 36°25' Nord. Sa limite à l'Est est celle du bassin de l'oued Cherf, affluent du bassin d'oued Seybouse ; au Sud celle des bassins fermés du constantinois qui s'étendent d'Est en Ouest de Chelghoum laïd à Ain Beida sur 150 km. Les limites Ouest et Nord sont constitués par les sous bassins qui forment avec le Boumerzoug le grand bassin du Kebir-Rhumel.

Cette vaste région qui attient plus de 1832 km² occupe une grande partie de la carte de Constantine 1/200000 et plusieurs carte 1/50000 telle que celle de Constantine, El Khroub, El Aria, Oued El Athmania, Ain M'Lila, Ain Kercha, Ain Fekroun, et Oum El Bouaghi.

Administrativement, la région d'étude fait partie de la wilaya de Constantine et d'Om El Bouaghi. Cette région correspond en partie aux monts de Constantine.

I.2. Caractéristiques morpho-métriques du sous bassin versant

I.2.1. Le périmètre

D'après les études de Boutera Waliden 2007 le périmètre du sous bassin versant estimé à partir de la carte topographique de Constantine au 1/200000. Pour le sous bassin étudié le périmètre est de l'ordre de P=189,50 km.

I.2.2. La surface

La surface planimétrie est de l'ordre de 1832 km².

I.2.3. Indice de compacité ou de Gravelus

L'indice de compacité (C) ou (Kc), s'établit en comparant le périmètre stylisé du bassin versant à celui qui aurait la même surface (A) soit :

$$C = 0,28P / \sqrt{A} \text{ D'où on obtient } C = 1,23$$

La valeur de l'indice de compacité dans le cas d'un bassin circulaire est égale à 1, et croit d'autant plus que la compacité diminue. Pour le sous bassin étudié l'indice de compacité calculé est de 1,23. La forme du bassin est plus ou moins ramassée, le temps de concentration des crues sera donc rapide.

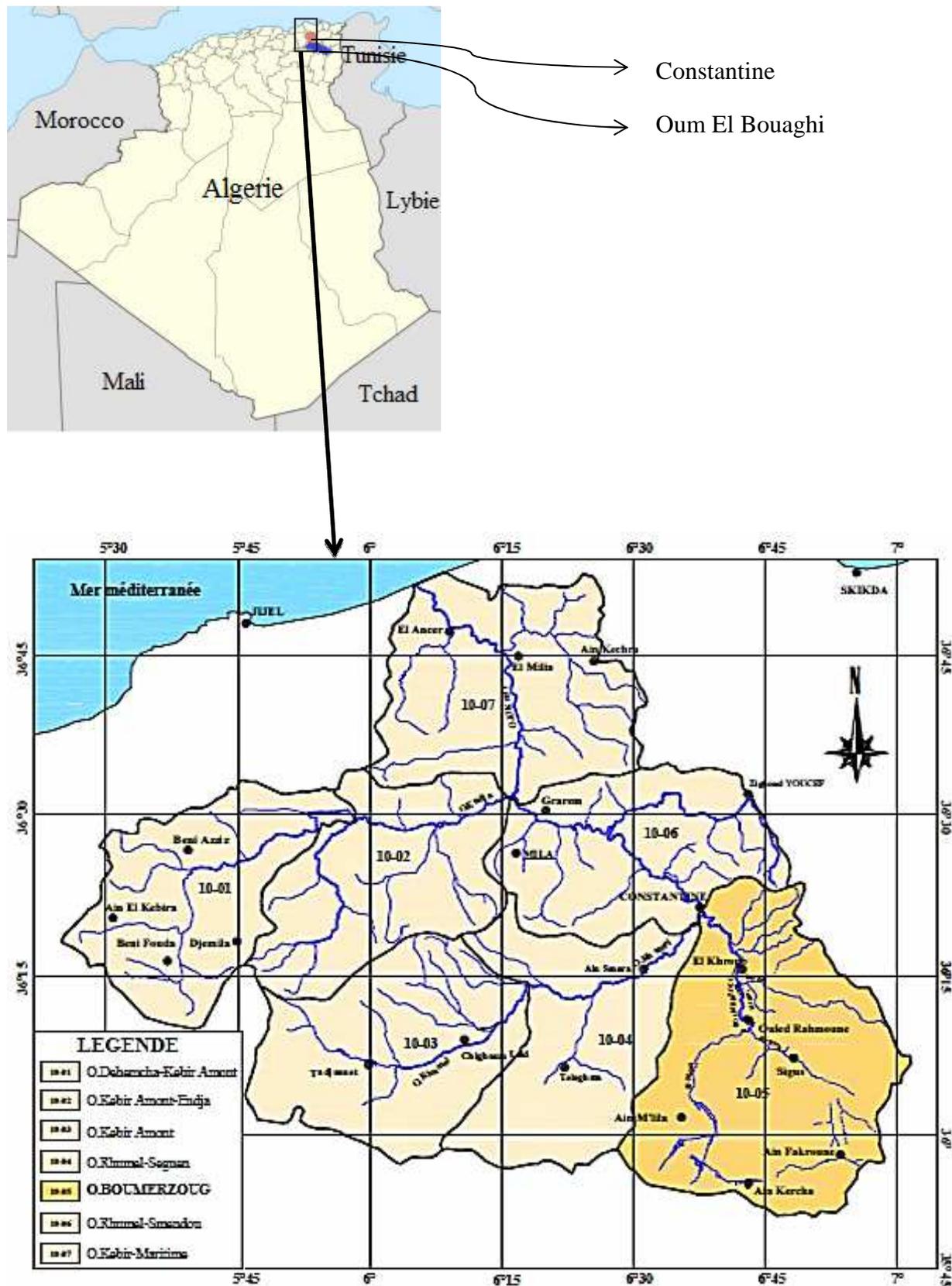


Figure I.01 : Situation géographique du sous bassin versant de Boumerzoug (ABHCSM)

I.2.4. Rectangle équivalent

Pour comprendre le comportement hydrologique du bassin, on a assimilé le sous bassin versant à un rectangle équivalent, ayant une longueur L de l'ordre 65,87 Km et un largeur l de l'ordre de 27,34 Km.

Ou :

$$L = C\sqrt{A/1,12\{1+\sqrt{1-(1,12/C)^2}\}}$$

L : la longueur du rectangle équivalent

$$l = C\sqrt{A/1,12\{1-\sqrt{1-(1,12/C)^2}\}}$$

l : la largeur du rectangle équivalent

I.2.5. Le relief

Le bassin versant de Boumerzoug forme une zone de passage entre les flancs Sud de l'Atlas tellien et les hautes plaines.

Au Nord, la topographie est moyenne, les massifs forment une chaîne continue du Nord-Ouest au Nord-Est depuis Djebel Ghelich (1020 m) au Djebel Lebda (1009 m) avec un soulèvement à l'Est plus important au Djebel Oum Settas (1326 m).

Au sud, les plaines font partie des hautes plaines constantinoises, ou le relief est peu accusé sur des distances très grande, leur altitudes varient entre 750 m et 900 m. Au milieu de ces plaines surgissent quelques massifs calcaires isolés et des rangées de basses collines. Le sommet le plus élevé est de Djebel Guerioum (1729).

Le massif du Guerioum se rattache au Nord au massif du Djebel Fortass (1477 m) avec ces contreforts et avec les monts calcaires du Djebel Bouléchréal (1180 m) et du Djebel Ras El Makasba (1008 m), couvrent une superficie importante. Les autres massifs montagneux ont des dimensions beaucoup plus réduites.

❖ Caractéristiques du relief

a) Indice de pentes

Le relief joue un grand rôle dans l'aptitude au ruissellement des eaux de surface sur le terrain. Son évaluation ou son appréhension peut être traduite à l'aide de l'indice de pente globale $I_g = D/L$ où **D(m)** : Dénivelée simple ou la distance verticale qui sépare l'altitude ayant 5% et 95% de la surface du bassin versant au-dessous et au-dessus de ces valeurs limites.

D=H5% -95%

La dénivelée peut être assimilée à la distance séparant les deux courbes de niveau maitresse extrêmes qui délimitent le bassin versant. Elle calculée comme suit :

$$D = 1140 - 695 = 445 \text{ m}$$

$$I_g = D(m)/L \text{ (km)} = 445(m)/65,78(km)$$

I_g = 6,75 m/km ce qui implique un relief assez faible ($5 < I_g < 10$).

b) Dénivelée spécifique

$$D_s = D\sqrt{l/Ld} \text{ où } D_s = 284,8 \text{ m}$$

250s < 500m Donc le relief est de catégorie **R6** (classification d'**ORSTOM**) c'est-à-dire **Fort**.

I.2.6. Le réseau hydrographique

L'oued Boumerzoug c'est l'oued principal du bassin versant de Boumerzoug a pour source principale la région dite Aioun Boumerzoug près de Ain M'Lila. Coulant sur une topographie plus ou moins plane au Sud de Constantine soit 31,5 Km de longueur, son parcours est sinueux le plus souvent. Les précipitations interviennent d'une manière irrégulière sur un terrain plus ou moins marneux d'où émergent des massifs carbonatés importants au Nord et au Sud ; ceci donne au réseau hydrographique un caractère temporaire. Trois oueds principaux drainent le sous bassins versant couvrant le terrain d'étude : les sous bassin d'Ain M'Lila, de Sigus-Ain Fekroun et enfin de Bounouara-Ain Abid.

I.2.7. Couvert végétal

Les versants sud de Guerioum et de Fortass sont parsemés d'une broussaille ou apparaissent de temps à autre quelques arbustes de pins d'Alep. Sur les grés numidiens près de Sigus se développe une petite forêt de pin.

Les plaines du secteur Sud telles que les plaines d'Ain M'Lila et Fourchi se caractérisent par un sol maigre et calcaireux plus favorable au pâturage et à un degré moindre à la céréaliculture. Par contre, les plaines de la zone médiane (plaine de Sigus, Bounouara, El Khroub et Ouled Rahmoune) sont occupées par des sols de nature marno-calcaire favorable à la céréaliculture. Le long des vallées le sol est généralement alluvionnaire plutôt favorable à l'arboriculture et au maraîchage. (Figure I.02)

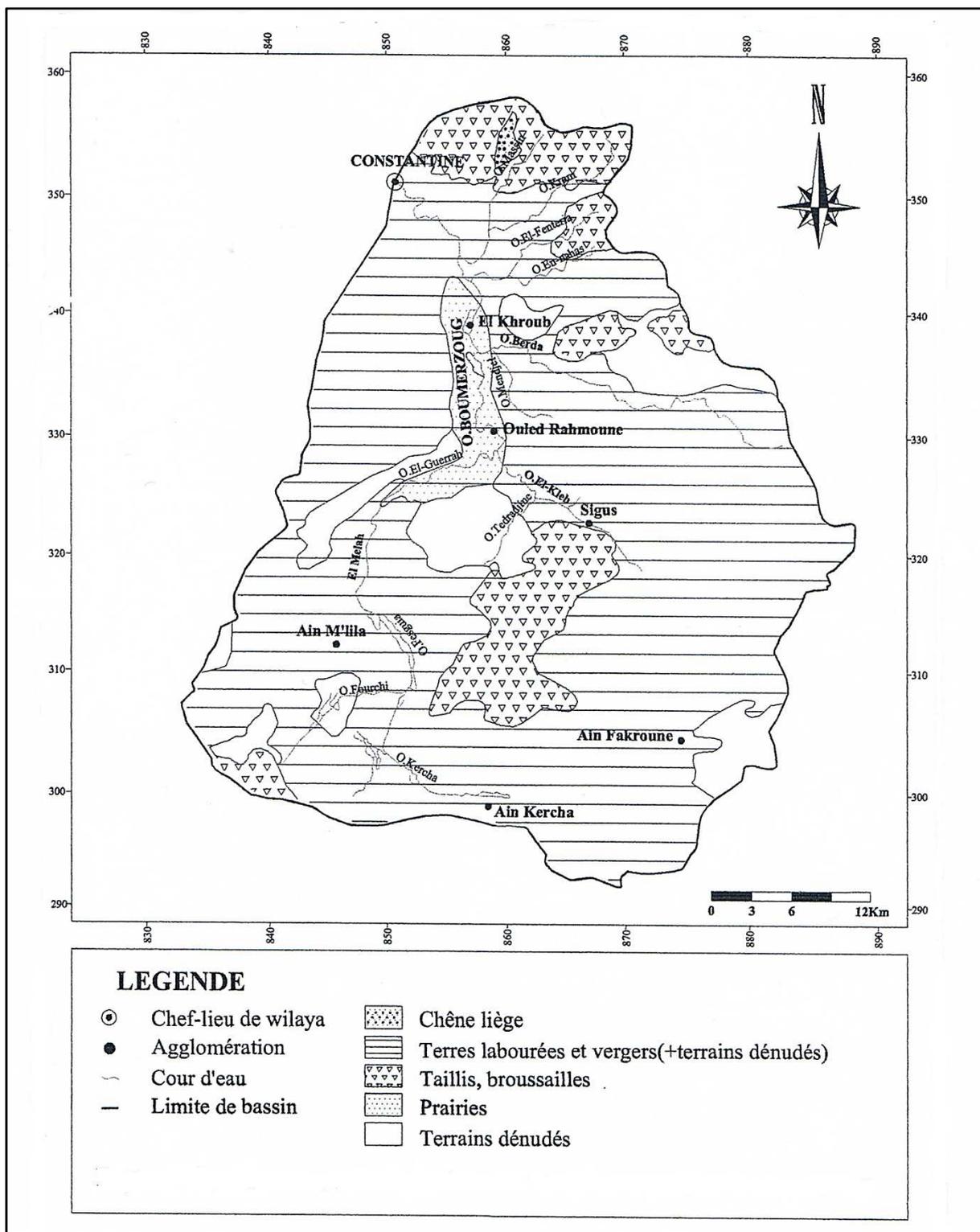


Figure I.02 : La couverture végétale du sous bassin de Boumerzoug

II.1. Introduction

La chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides fait partie de l'orogénie alpine périméditerranéenne (Durand-Delga, 1969) d'âge Tertiaire qui s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km depuis l'Espagne du Sud à l'arc calabro-sicilien (figure II.01).

Dans ce domaine en forme d'anneau très aplati, on distingue classiquement les zones internes, situées à l'intérieur de l'anneau et représentées aujourd'hui par différents massifs, dispersés le long de la côte méditerranéenne et les zones externes situées à sa périphérie.

Le domaine de la chaîne des Maghrébides a connu des phases de déformations méso-cénozoïques aboutissant à la mise en place de **nappes de charriages**. C'est le domaine des nappes ou domaine **allochtone**.

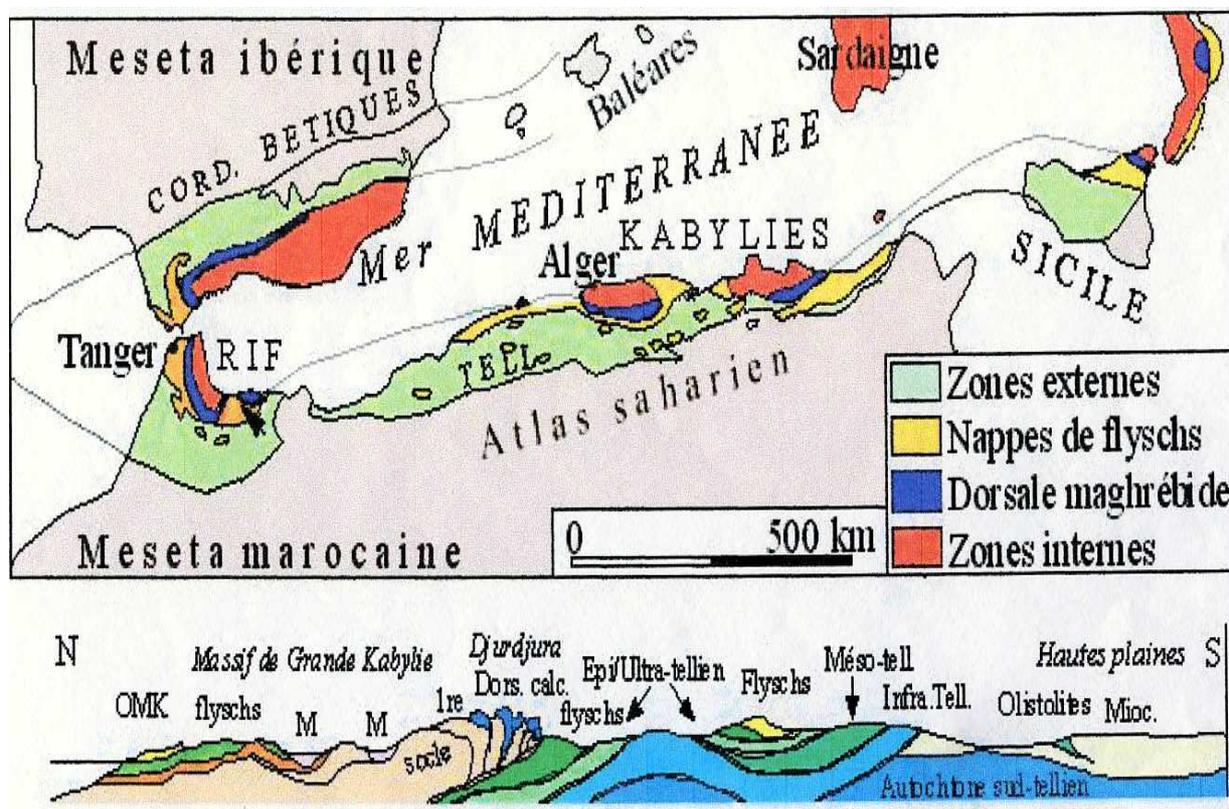


Figure II.01 : L'orogénie alpine périméditerranéenne (d'après Durand-Delga, 1969)

En Algérie, la chaîne des Maghrébides montre du Nord au Sud les domaines suivants:

II.2. Le domaine interne

Appelé aussi socle kabyle ou Kabylie, est composé de massifs cristallophylliens métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique. Ce socle affleure d'Ouest en Est dans les massifs du Chenoua (à l'Ouest d'Alger), de Grande Kabylie et de Petite Kabylie (entre Jijel et Skikda).

Ce dernier, avec 120 km de long et 30 km de large, constitue le plus large affleurement du socle kabyle en Algérie. Le socle est par endroits recouvert en discordance par des dépôts détritiques principalement des molasses conglomératiques d'âge Oligocène supérieur–Miocène inférieur, appelés Oligo-Miocène Kabyle (OMK).

Les massifs internes des Maghrébides ont donc constitué une zone haute de la fin du Paléozoïque à l'Oligocène supérieur. Le socle kabyle est bordé au sud par les unités mésozoïques et cénozoïques de la Dorsale Kabyle appelée parfois « chaîne calcaire » à cause de l'importance du Jurassique inférieur calcaire.

Ce domaine est exceptionnellement étroit et ne dépasse jamais quelques km de largeur. Le premier affleurement de la dorsale kabyle en Algérie est situé au cap Ténès. On la retrouve ensuite dans le massif du Chenoua puis au Sud Est d'Alger où elle constitue d'importants reliefs sur plus de 125 km de long massifs de Larba, du Bou Zegza et du Djurdjura.

Elle apparaît ensuite au Nord de Constantine Djebel Sidi Driss et on la suit sur 90 km jusqu'au Sud d'Annaba à Zit Emba. La dorsale kabyle se présente sous forme d'écailles d'âge permo-triasiques à Eocène moyen (Lutétien). Du point de vue lithologique, ces formations comprennent des calcaires du Lias et de l'Eocène, des dolomies du Trias au Lias inférieur et des grès du Permo-Trias.

La dorsale kabyle a été subdivisée du Nord au Sud en trois unités qui se différencient par le faciès et l'épaisseur des calcaires : dorsale interne, médiane et externe.

En général, les faciès traduisent des conditions de sédimentation de plus en plus profondes lorsque l'on passe des formations de la dorsale interne (dépôts littoraux ou épicontinentaux) à celles de la dorsale médiane (dépôts marneux et plus profonds du Crétacé à l'Eocène) puis aux formations de la dorsale externe (qui montrent souvent des radiolarites au Dogger-Malm) (Bouillin, 1986). Du côté sud, un contact anormal sépare la Dorsale kabyle du domaine des

flysch. Les formations du domaine interne chevauchent le domaine des flysch et le domaine externe tellien.

II.3. Le domaine des flysch

Il est constitué par des nappes de flysch crétacés-paléogènes qui affleurent dans les zones littorales. Il s'agit essentiellement de dépôts de mer profonde mis en place par des courants de turbidités. (Figure II.02)

Ces flysch se présentent de trois manières :

- en position interne, superposés aux massifs kabyles, c'est-à-dire rétro charriés sur les zones internes, et appelés flysch nord-kabyles.
- en position relativement externe à la bordure sud de la Dorsale kabyle (flysch sud-kabyle).
- en position très externe, sous forme de masse isolées flottant sur le Tell charriées jusqu'à une centaine de kilomètres au sud.

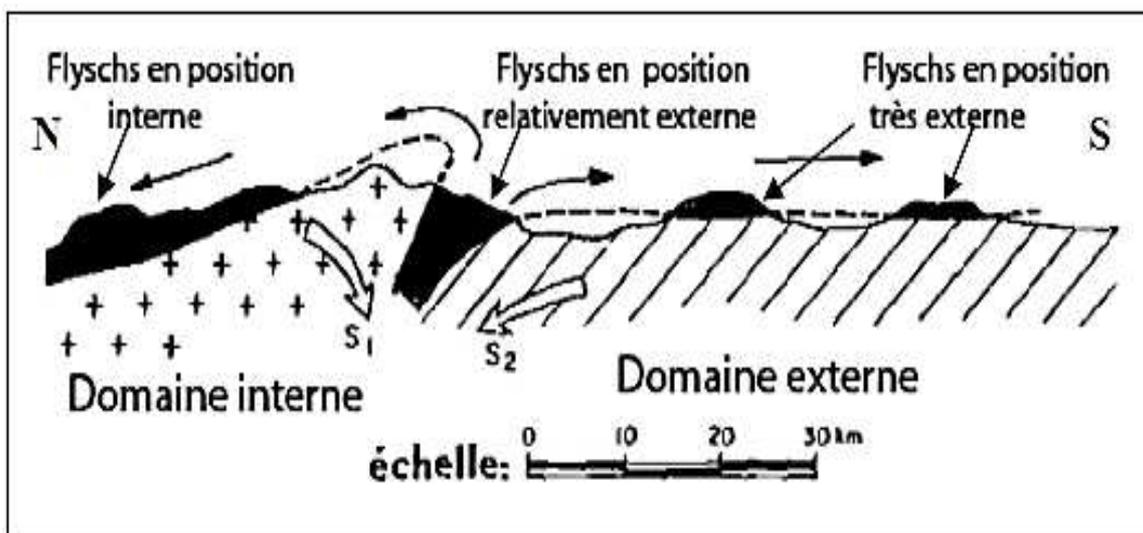


Figure II.02: Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides

On distingue du Nord au Sud deux grands groupes de flysch, le flysch mauritanien et le flysch massylien auxquels s'ajoutent un troisième groupe de flysch plus récent, le flysch numidien d'âge Oligocène supérieur – Burdigalien inférieur.

II.3.1. Le flysch maurétanien

Il est relativement épais et occupe une position interne dans le domaine des flysch. Il est composé d'alternance des bancs argileux, calcaires et gréseux. La série débute par des radiolarites rouges du Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène.

II.3.2. Le flysch massylien

Occupe une position externe dans le domaine des flysch et comportent une série pélito-quartzitique, d'âge Crétacé inférieur, surmontée par une série pélito-micro-bréchique d'âge Crétacé supérieur.

II.3.3. Le flysch numidien

Constitué de niveaux gréseux d'âge Oligocène terminal–Aquitaniens épais de plusieurs centaines de mètres qui reposent sur des argilites versicolores oligocènes. Ce flysch repose anormalement à la fois sur les zones internes et sur les zones externes.

II.4. Le domaine externe

Il s'appelle aussi le domaine tellien et constitué par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires constituées principalement de marnes d'âge Crétacé moyen à Néogène et qui ont été charriées sur une centaine de km vers le Sud. (Figure II.03)

On distingue du Nord au Sud :

A. les nappes ultra-telliennes

Constitué par des formations bathyales du Crétacé et de l'Eocène et une série plus détritique au Sénonien et à l'Eocène, ne sont connues que dans l'Est algérien et en Tunisie. Elles présentent des caractères proches de ceux du flysch massylien.

B. les nappes telliennes sensu-stricto

Formées de Lias de plate-forme surmonté de Jurassique plus marneux, puis par le Crétacé qui, détritique, devient marneux à argilo-calcaire et enfin, l'Eocène aux marnes épaisses.

C. nappes péni-telliennes

Dont les séries néritiques du Crétacé à l'Oligocène sont carbonatées et marneuses. Les nappes péni-telliennes, définies dans l'Est algérien, présentent des caractères proches de ceux du néritique constantinois.

D. séries de l'avant-pays allochtone ou tellien

Dans le domaine externe existe des unités encore plus externes et d'allochtonie notable, mais moins, structurées au Miocène moyen qu'on appelle séries de l'avant-pays allochtone ou tellien et se placent entre les nappes telliennes au Nord et l'autochtone ou para-autochtone atlasique au Sud.

Les progrès réalisés dans la connaissance de la stratigraphie de l'avant-pays carbonaté allochtone de l'Est de l'Algérie permettent de conclure à l'allochtonie de toutes les formations marneuses crétacées ou tertiaires qui leur sont superposées comme cela avait pu être démontré d'abord au Djebel Debar (Vila et Magné, 1969 ; Vila, 1972b, c et d) puis au Kef Harouner (Fourcade et Raoult, 1973) et au Rocher de Constantine.

On distingue ainsi d'Ouest en Est :

a. l'ensemble allochtone sud-Sétifien

Les séries Sétifien constituent les massifs des Djebels Guergour, Anini, Zdim, Youssef, Braou, Tnoutit, Sékirine, Tafourer, Agmérrouel, Zana, Azraouat, Hammam, Ain el Ahdjar, Koudiat Tella et série supérieure du Djebel Kalaoun) à matériel carbonaté et marneux du Jurassique au Miocène, et qui apparaît plus à l'ouest dans la fenêtre des Azerou, dans la région des Bibans. Il se présente sous la forme d'un vaste empilement d'écailles limitées par des accidents cisailant.

b. L'organisation constantinoise

À matériel carbonaté épais et massif du Jurassique-Crétacé, et plus au Sud l'unité des « écailles des Sellaoua », dont le Crétacé possède des faciès de bassin.

b.1. Les séries néritiques constantinoises

Les séries néritiques constantinoises constituent l'essentiel des reliefs calcaires des monts de Tadjenanet, d'Oued Athmania, de Constantine, d'Ain M'Lila, d'Hammam Meskoutine et de Guelma, sur 160 km en Est et 80 km du Nord au Sud. (J. M. Vila. 1980)

b.2. Les séries de type Sellaoua

Les formations allochtones de type Sellaoua sont connues en Algérie orientale depuis le méridien d'Ain M'Lila à l'Ouest.

II.5. Conclusion

Chaîne alpine s'étend sur plus de 2000 Km, on y distingue de nord vers le sud :domaine interne, domaine des flysch et domaine externe,Plusieurs géologues se sont intéressés à la chaîne alpine Nord orientale, M. Durand-Delga (1969) replace l'ensemble des domaines de la chaîne alpine au sein d'un ensemble logique : L'orogénèse alpine périméditerranéenne.

En Algérie orientale, M.Duand -Delgua distingue :

- Les écaïlles pré-kabyles du Nord-Constantinois.
- La zone sous-kabyle, représentée principalement par les Babors.
- L'autochtone infra-tellien des Bibans.
- L'autochtone néritique du constantinois.
- L'autochtone sud-tellien.

III. Introduction

Le sous bassin de Boumerzoug représente une géologie partiellement compliqué avec une morphologie accidenté et une structure tectonique dominée par une superposition de nappe. On y trouve une grande variété de roche d'origine sédimentaire d'âge Miso-Cénozoïque. (FigureIII.01)

III.1.Le Trias

Généralement le Trias est évaporitiques et se présente en époinnements et en lames injectées au long de certains accidents. Parmi les affleurements connus dans la région on sites :

Les affleurements liés aux formations tertiaires situées au Sud des massifs d'Oum Settas et près du Djebel Tikbeb. Ceux liés aux formations du Mio-Pliocène continental près d'Ain M'Lila et d'Ain Kercha. Ce sont des masses de gypse et d'Argile, de couleur rouge lie-de-vin bien caractéristique, contenant le plus souvent des blocs calcaro-dolomitiques, des cargneules et des marnes bariolées verdâtres.

III.2.la nappe néritique constantinoise

Elle est représentée par le Jurassique supérieur au Sénonien transgressif qui est constitué principalement par des formations carbonatées.

III.2.1.Le Jurassique supérieur

Il comprend des dolomies noires, largement cristallines, surmontées par une barre de 90 à 100 m de calcaires massifs.

III.2.2.Le Néocomien

Généralement contient des formations carbonatées représentés par des calcaires fins et des marnes rosées ou jaunâtres. Il se prolonge par 150 m de calcaire à silex, sauf au Djebel Guerioum et Fortass. Plus à l'Ouest dans les monts d'Ain M'Lila.

III.2.3.Le Barrémien

Il est calcaro-dolomitiques, sa puissance est de 250 à300 m.

III.2.4.L'Aptien

L'Aptien débute par 50 m de calcaires massifs en bancs, épais jusqu'à 100 m à 120 m, par des calcaires micritiques noirs, riche en débris de rudistes.

Le terme sommital aptien est constitué d'une corniche de 80 à 100 m de calcaires massifs (Figure III.02).

III.2.5.L'Albien et le Cénomani

L'Albien est constitué par des bancs de calcaires noirs.

Le Cénomani essentiellement constitués par des formations carbonatées d'épaisseur variable entre 250 à 300 m.

III.2.6.Le Turonien

Il est constitué par 180 m de calcaires rubanés à patine blanche et à cassure grise, et par de grosses barres de calcaires massifs clairs à rudistes et à minces intercalations de calcaires sombres.

III.2.7.Le Sénonien transgressif

Les affleurements septentrionaux de la nappe néritique constantinoise ont une couverture sénonien transgressive. La plus diversifiée est celle du rocher de Constantine.

Le Sénonien débute par une discordance du ravinement et des niveaux d'allure micro-bréchique précédant 20 m environ de calcaires noirs, micritiques, à fins débris organogènes et à silex noir. Ces couches ont fossilisé de petites failles verticales à faible rejet.

III.3.Les nappes telliennes

III.3.1.La nappe ultra-tellienne

Elle est représentée par des faciès marneux et marno-calcaires clairs. Cette unité à niveaux généralement inverses est caractérisée par des séries d'âge Barrémien à Eocène.

Les formations de la bordure méridionale et occidentale du Djebel Ouahch à l'Est de Constantine, signalées sur la carte géologique au 1/50000 d'El Aria, correspondent à une bande étroite. Cet affleurement est coincé en écaillés entre les marnes Priaboniennes et l'unité des flysch.

III.3.2.Les nappes telliennes sensu-stricto

Localisée dans les environs de Constantine- Sigus. Ces nappes sont semblables à la série de type Djemila (Villa J.M, 1980). Elle est représentée par les marnes grises ou noires à boules jaunes du Lutétien à Priabonien.

III.4. Le flysch numidien

La série numidienne est formée par des argiles à *Tubotomaculum*, des grés épais alternant avec des niveaux argileux, d'âge Oligocène à Burdigalien basal.

Les argiles de base à *Tubotomaculum* dites su-numidiennes, contiennent des lis gréseux renfermant localement des niveaux à blocs variés d'âge Oligocène d'après les travaux de Durand Delga et Magné (1958).

III.5. Les séries post-nappes

Cette série correspond aux formations du Mio-Pliocène continental et du Quaternaire.

III.5.1. Le Mio-Pliocène continental

La zone d'étude regroupe principalement des terrains du Néogène continental.

Des conglomérats rougeâtres marquent la base du Miocène inférieur et constituent une zone limitée le plus souvent par des failles.

Le Miocène moyen comprend deux termes : un terme inférieur formé de marnes grises à gypse et Gastéropodes, un terme supérieur contient des marnes légèrement beiges où apparaissent des chenaux.

Le Miocène supérieur continental comprenant des dépôts détritiques rougeâtres au Pliocène.

La sédimentation est composée d'argiles rougeâtres quelquefois sableuses et de calcaires lacustres.

III.5.2. Le Quaternaire

Généralement constitué par des éboulis, des alluvions et des formations de pente.

Les éboulis sont surtout développés en bordure des formations numidiennes et des massifs calcaires comme le Djebel Oum Settas.

Les alluvions récentes des Oueds correspondent à des limons, des graviers et des galets roulés.

Les alluvions anciennes des Oueds se composent de cailloux roulés, limons et graviers parfois, encroutés, provenant d'anciennes terrasses. Les alluvions anciennes des plateaux sont composées de cailloux roulés, limons et graviers. Elles sont souvent cimentées par une croûte calcaire.

Les formations de pente correspondent à des glacis polygéniques qui forment des surfaces très faiblement inclinées, près des plaines recouvertes d'un matériel élastique, avec de vastes placages sur les versants marneux.

Les glacis anciens de Constantine, dans la région d'Aria, sont constitués exclusivement de blocs du numidien bien roulés.

Les croutes calcaires du Villafranchien sont directement installées sur des calcaires et des conglomérats fossilifères dans lesquelles il est difficile de situer la limite entre le Pliocène supérieur et le début du Villafranchien.

III.6. Le Style tectonique des unités telliennes

Les nappes telliennes sont les éléments structuraux dominants, elles sont affectées par une tectonique des nappes d'âge Priabonien (Villa J.M., 1980).

1. La nappe numidienne déposée après la phase tangentielle priabonienne, elle a été cisailée en masse et présente un contact anormal plat.

2. La nappe ultra-tellienne est peu représentée dans le sous bassin. Sa structure complexe est d'origine purement tectonique.

3. Les nappes ultra-telliennes sensu-stricto forment un ensemble structural cohérent, continu sur plusieurs Kilomètres. La direction des axes des plis varie de N40°E à N90°E (Ben Abbas C, 2006).

Les nappes telliennes reposent généralement sur la nappe péni-tellienne est sur la nappe néritique constantinoise.

4. La nappe néritique constantinoise comporte les plus hauts reliefs calcaires de la région. Cette unité possède un style particulier. Elle s'est déplacée en bloc, transportant ses structures propres, acquises à partir du Sénonien supérieur (Failles), mais surtout au cours du plissement Priabonien (Villa J.M., 1980).

Le contact de base de la nappe néritique cisaille clairement des structures plicatiles anciennes et lui confère une allure de « rouleau frontal » signalé le long de la limite méridionale de cette nappe, telle la terminaison Sud du Djebel Guerioum.

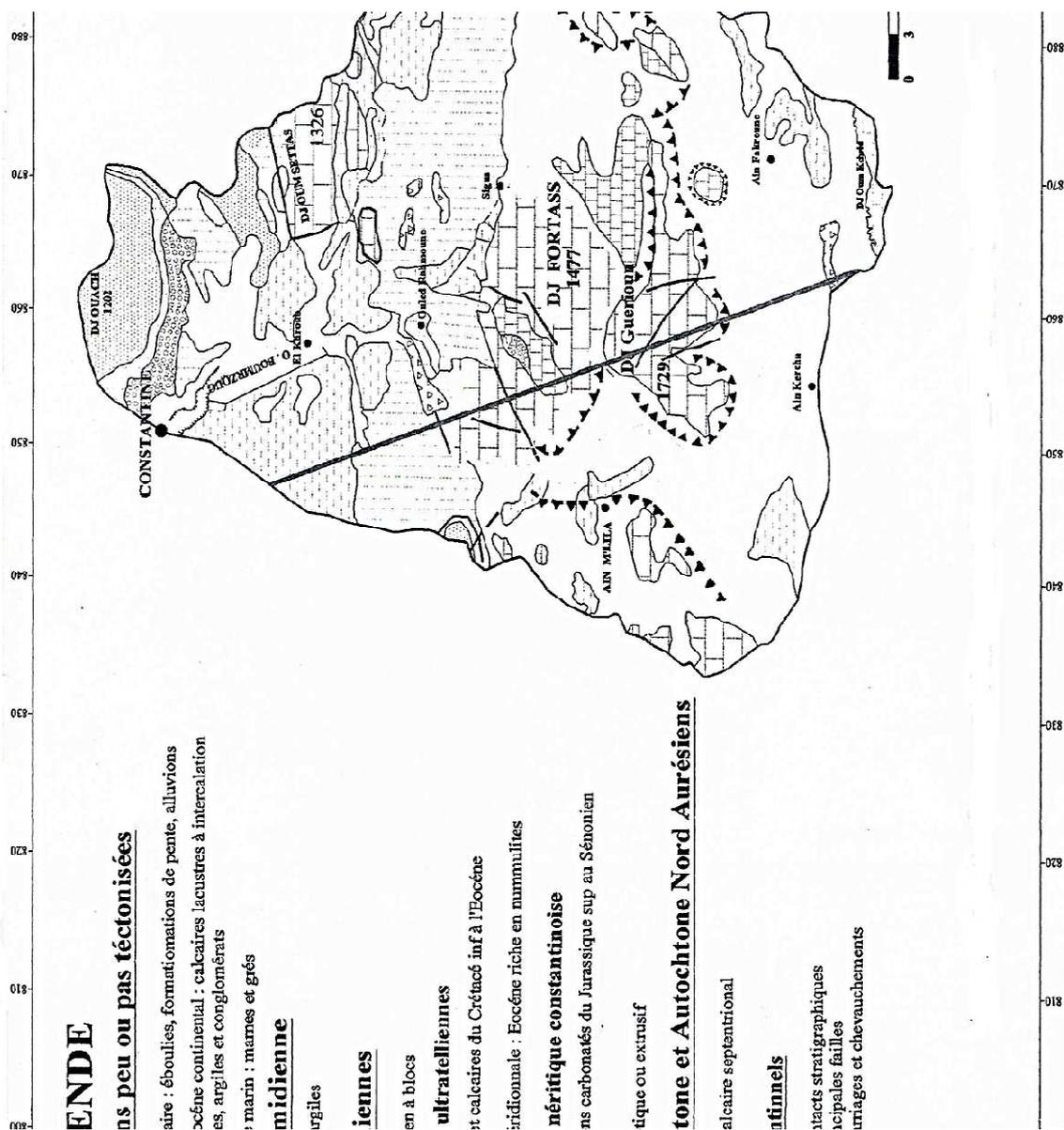


Figure III.01 : Le sous bassin versant de Boumerzoug dans son cadre géologique (Farah. A S 1992)

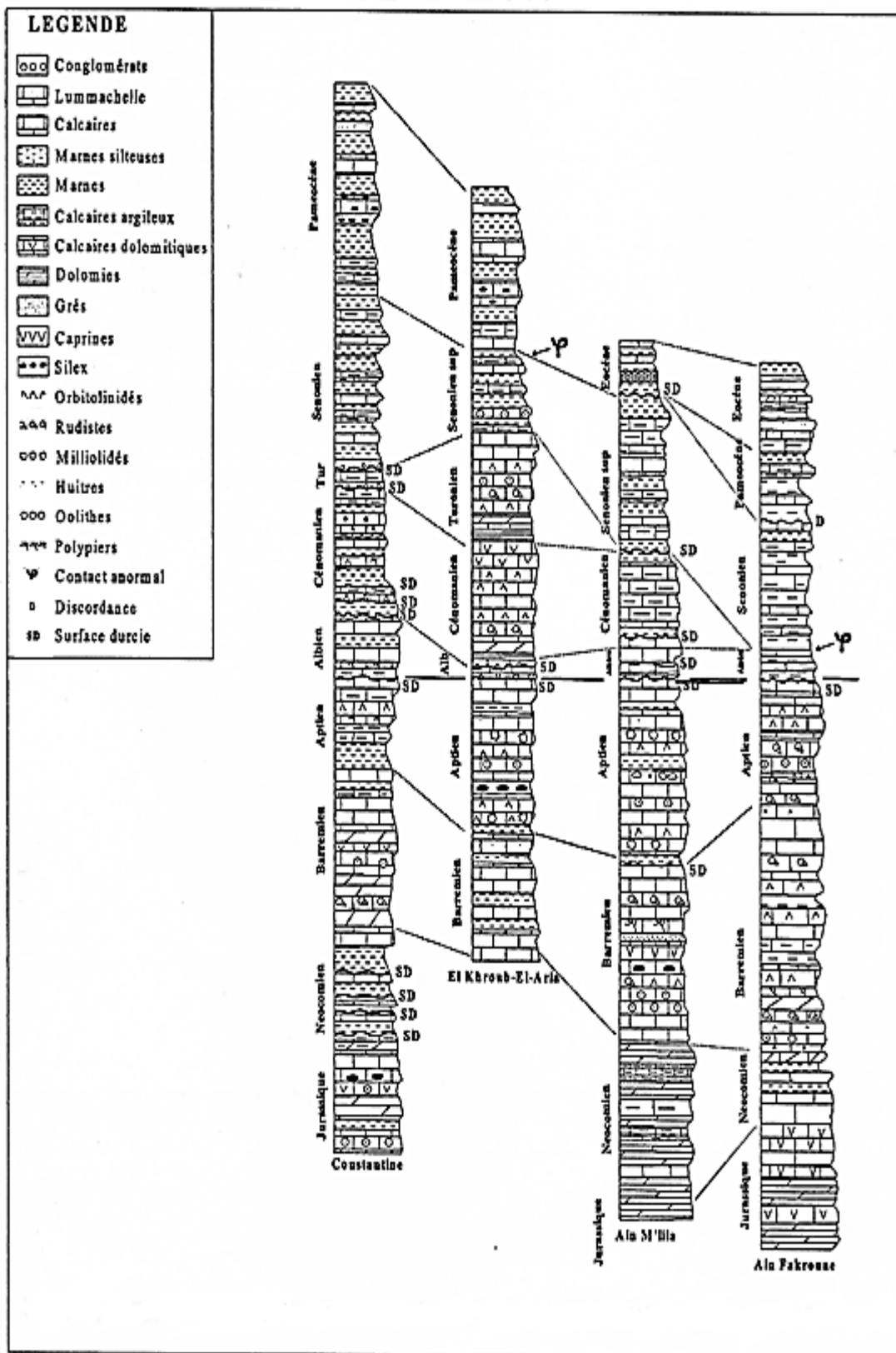


Figure III.02 : Corrélation litho stratigraphique de la région de Constantine-Oum El Bouaghi (Marmi.R, et al 2001)

La corrélation litho stratigraphique de la région étudiée permet de conclure les quatre régions suivantes : Constantine, El Khroub, Ain M'Lila, Ain Fekroun.

III.7. Conclusion

Concernant la géologie de Constantine et Oum El Bouaghi, on conclut que les formations les plus connues dans la région et du calcaire Jurassico-Crétacé et une couverture calcaire-argileuse et marno-calcaire du Mio-Plio-continentale.

V.1.Introduction

Le sous bassin versant de Boumerzoug enferme des ressources en eau souterraines très pénibles qui est en relation direct ou indirect aux massifs calcaires environnants et des précipitations. Si certains en effet exultent dans les calcaires, d'autres sont drainées par des terrains continentaux, conglomérat, calcaires lacustres pliocènes ou alluvions du quaternaires.

Au Sud du sous bassin et exactement autour d'Ain M'Lila, il existe des nappes très importantes alimentées par les massifs calcaires, circulent dans les sédiments continentaux pliocènes qui apportent leurs ressources propres.

Par rapport à ces deux sortes des terrains, le reste de la série sédimentaire joue pratiquement le rôle d'imperméable : les sources qui alimentent les calcaires sénoniens ou éocènes intercalés dans les marnes ont toujours un débit très faibles.

V.2.Les exutoires des massifs et leur situation

V.2.1. Djebel Nif enNser

L'eau découlant de ce massif allais autrefois s'évaporer dans les marais de Fourchi, en bordure desquels se trouvaient plusieurs sources : la source de Fourchi qui se trouve sur le trajet d'une faille jalonnant un axe anticlinal effondré et la source d'Ain M'Lila.

Actuellement le marais est drainé par un canal se déversant dans l'oued Boumerzoug. Une station a été créée à Fourchi sollicitant le karst avec cinq forages débitant 250l/s.

V.2.2. Djebel Guerioum et Fortass

Ces deux massifs forment un bel ensemble à deux émergences classiquement connus et étudiées comme le centre d'AEP de Constantine, ce sont la source de Fesguia et Boumerzoug qui sont liées à la tectonique de faille affectant Djebel Guerioum et Fortass.

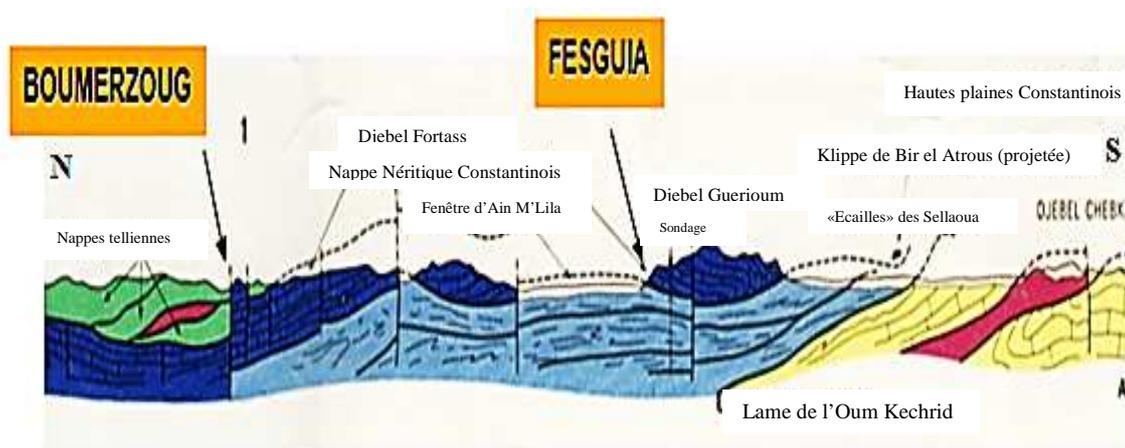


Figure V.01 : coupe géologique représentative de l'exutoire des sources de Boumerzoug et Fesguia (selon G.DUROZOY)

V.2.2.1. La source de Fesguia (X=855,75 ; Y=307,25 ; Z=770m)

Elle émerge au sein d'un ensemble de graviers (très superficielle de 5 à 15 m) qui est situé au bas des éboulis qui côtoient le Djebel Guerioum et est arrangée par une faille rectiligne à fort rejet cassant en deux le massif calcaro-dolomitique du Guerioum.

La moyenne des débits est estimée de l'ordre de 60 à 80 l/s et parfois dépasse les 100 l/s autour de la saison humide ($T \leq 19^{\circ}\text{C}$).

Les eaux de cette source dirigée vers l'AEP de Constantine.

V.2.2.2. La source de Boumerzoug (X=855,25 ; Y=32,50 ; Z=737,50m)

La source de Boumerzoug est une très belle source à l'origine de l'oued du même nom. La température de l'eau est de 24°C .

La source émerge en point bas d'un vaste ensemble calcaire (Crétacé inférieur et moyen) comprenant les Djebels Guérioum et Fortass, ainsi que les petits massifs du Boulechral et du Boumerzoug.

Le débit moyen de la source de Boumerzoug avait été estimé à 650 l/s par G.DUROZOY, en admettant, cependant, des écarts importants de débits liés à l'irrégularité interannuelle de pluviométrie.

Cette source est alimentée par gravité la ville de Constantine, la station de pompage de Zouaghi, la station de pompage des Quatre Chemins de Ain El Bey, les réservoirs d'El Khroub, le village de Ouled Rahmoune, le village de Guettar el Aich, le village de Salah Derraji, l'aérodrome Mohamed Boudiaf et l'hôtel Merhaba, et alimentent par pompage, depuis

la bache 200 m³, le réservoir situé sur la hauteur du site, qui à son tour alimente gravitairement le village de Ras El Ain.

V.2.3. Djebel Oum Settas-Mazella

Ces deux massifs carbonatés sont des grandes réservoirs d'eau mais ils ne représentent aucune exutoire sur leur périmètre malgré la pluviométrie qui est importante, mais probablement que leur implivium participe à l'alimentation des autres sources éloignées comme celle de Hamma.

Donc il est probable qu'il y a un transfert d'eau en profondeur avec des relais profonds entre les différents aquifères (M.Boulaarak 2003).

D'autre part en se référant des données géophysiques réalisées autour du secteur, on constate une interruption brusque des enregistrements. Cette lacune géoélectrique correspond à une faille E-W responsable de l'absence des exutoires.

V.2.4. Djebel Oum Kechrid

Ce massif carbonaté alimente essentiellement la nappe de Ain Kercha qui circule dans les calcaires lacustres pliocènes, les intercalations marneuses compartimentent plusieurs nappes.

V.3. Les nappes au niveau des plaines

V.3.1. La plaine d'Ain M'Lila

Cette nappe se trouve dans la partie supérieure des sédiments mio-pliocènes qui ayant occupé le drain d'effondrement (la plaine d'Ain M'Lila).

Ces sédiments du mio-pliocènes (calcaire lacustre) renferment une nappe atteinte par sondage au niveau Sud de la plaine. Par contre la partie Nord de la plaine est constituée essentiellement par des marnes compactes.

Les eaux ne sont pas douces que dans les bordures de la plaine ; en générale les eaux de cette plaine sont saumâtres ayant lessivé d'anciennes surfaces évaporitiques ou se trouvent les points exotiques de trias gypso-salin diapirique qui se rencontrent dans ce secteur (Ain Haddada).

Dans cette plaine l'écoulement (généralement vers le Nord) se fait préférentiellement le long de la bordure Est. La nappe des calcaires Crétacés présente dans cette zone un exutoire important : la source de Fesguia (Q=60 à 80 l/s), cette nappe alimente vraisemblablement la nappe de la vallée fossile, un autre exutoire de la nappe des calcaires : la source de Fourchi

(bordure Sud-Ouest de la plaine) est utilisée pour l'irrigation (débit pompé $Q = 50$ et 100 l/s). Les surplus d'eau non capté de ces sources alimentent l'Oued Fourchi-Fesguia.

V.3.2. La plaine d'Ain Kercha

La plaine d'Ain Kercha généralement est reconnue par des sédiments du Néogènes continentaux ou lacustres d'une épaisseur supérieure à 70 m, où on trouve plusieurs nappes étagées atteintes une alternance des marnes avec des calcaires lacustres.

La nappe d'Ain Kercha est alimentée par l'infiltration des eaux de pluies et de ruissellement de part ; et par les eaux qui s'infiltrent dans les calcaires du crétacé inférieur du Djebel Oum Kechrid et Djebel Hanout au Sud.

Dans cette plaine les deux nappes supérieures sont exploitées ou la nappe inférieure n'est atteinte que par sondage.

NB : la nappe de la plaine de Ain Kercha (calcaires lacustres Pliocènes) s'écoule vers le Nord dans la plaine d'Ain M'Lila au bordure Est de la plaine.

V.3.3. La plaine de Sigus

La nappe de cette plaine est phréatique peu abondante d'une forme synclinale, elle est reconnue par sa fond qui est constitué de Sénonien supérieur et Eocène et elle est remplie par des sédiments continentaux essentiellement marneux ou argilo-sableux, dont l'épaisseur ne dépasse pas les 20 m.

La nappe de cette plaine reconue une alimentation de l'eau qui viennent de plusieurs secteurs par exemple les eaux de drainage du bassin de Tamlouka d'une part et les eaux de ruissellement de différentes directions.

Les eaux de la nappe est dirigées à l'AEP des agglomérations locale par quelques puits avec des débits faibles.

V.3.4. La nappe d'El Khroub et la vallée de Oued Boumerzoug

Elle est constituée d'un aquifère superficielle composée généralement par des dépôts alluviaux de Mio-Plio-Quaternaire, et par autre peu profonde de formations du Cénomaniens au niveau de l'Oued Boumerzoug, mais la nappe est reconue par le nom du Mio-Plio-Quaternaire.

La direction de l'écoulement dans la nappe est de l'Est en l'Ouest vers la vallée de l'Oued Boumerzoug où la profondeur de la nappe s'étend jusqu'à 250 m.

L'exploitation de cette nappe est débuté en année 1952 jusqu'à aujourd'hui ou toutes ces eaux sont dirigées à l'AEP et l'AEI de la commune d'El Khroub.

V.4. Contexte hydrogéologique

Les études géologique et hydrogéophysique ont permis une bonne reconnaissance des différentes formations susceptibles d'être le siège d'un écoulement souterrain.

L'alternance entre les séries stratigraphiques de niveaux perméables (marnes, argiles) et de couches poreuses ou fracturées (grès, conglomérats, calcaires) permet de présumer à priori la présence d'un certain nombre d'aquifères souterrains. Ce sont notamment pour le terrain d'étude des formations Jurassico-Crétacées, Crétacé-Paléogènes et enfin des formations de remplissage du Mio-Plio-Quaternaire des différentes plaines. (Bouteraa, W. 2007)

V.4.1. Aquifères et nappes du secteur Sud

V.4.1.1. Aquifère Jurassique-Crétacé

L'ensemble Guerioum-Fortass est constitué par une épaisse série calcaire allant du Jurassique supérieur à l'Albien, ce dernier est parfois marneux. L'épaisseur totale avoisine les 1000 m, en plus de la nature lithologique carbonatée de ces séries, il y a une tectonique de fracture très importante.

Cette configuration est celle d'un aquifère très important où les potentialités en eau doivent être considérables. On notera que les carbonates très compacts ne peuvent contenir de l'eau, mais les systèmes carbonatés comme les massifs du Guerioum et du Fortass sont découpés par un ensemble de failles, fractures, fissures qui ont permis le développement d'une karstification importante. Il existe au sein des massifs un ensemble de chenaux, canaux, galeries par lesquels s'effectue l'essentiel de la circulation des eaux souterraines.

Ces systèmes ont permis la mise en place d'émergences multiples à des différents niveaux de la masse calcaire (source de Fesguia, et de Boumerzoug).

L'écoulement massif-plaine est très probable, la communication du réseau karstique avec les formations Mio-Plio-Quaternaire est une constatation plausible. (Bouteraa W. 2007)

V.4.1.2. La nappe du Mio-Plio-Quaternaire

Dans le secteur Sud, deux nappes existent dans la plaine de Fesguia et de Ain M'Lila :

- ★ Une nappe superficielle dans le Mio-Plio-Quaternaire exploitée pour les besoins de l'agriculture et alimentée généralement par les éboulis du piedement après l'infiltration

des précipitations d'une part et à partir des drains constitués par les grands accidents d'autre part. le premier bordant le massif du Gerioum coté Ouest, le second séparant le Guerioum du Djebel Bouazzouz. L'écoulement se fait généralement du Sud vers le Nord.

- ★ Une nappe profonde qui est alimentée par la nappe karstique par le biais de drains importants qui sont en générale les failles profondes qui délimitent les massifs ou qui recourent. Presque toutes les eaux convergent le pointe Sud-Ouest du Djebel Boulechrhal déterminant ainsi une zone de vidange dans le sens plaine massif et contribué à alimenter l'aquifère karstique du Fortass en général donnant ainsi les émergences du Boumerzoug.

Vers Ain Kercha, l'aquifère supérieur est constitué de formations Mio-Plio-Quaternaire essentiellement de graviers, argiles, graviers et calcaires. Les formations carbonatées sont profondes aux bordures NO et au centre, et sont profondes vers le SE. (Bouteraa W. 2007)

V.4.2. Aquifère du Crétacé supérieur-Paléogène du secteur médian

Les formations du Crétacé supérieur (Sénonien supérieur) et du Paléogène occupent d'une manière générale la zone centrale du terrain qui s'allonge d'Ouest en Est de Djebel Tikbeb au piedmont Ouest de Djebel Jaffa. Elle est délimitée au Nord par les massifs Ain Lahdjar et Mezela et au Sud par la faille Est-Ouest délimitant le Djebel Fortass sur son flanc Nord. Cette zone est constituée par des formations appartenant à la couverture du néritique qui est un ensemble marneux épais dans lequel s'intercalent des calcaires marneux d'épaisseur faible (les calcaire de Sénonien supérieur et de l'Eocène). La prédominance des marnes fait que cette ensemble soit de faible productivité sur le plan hydrogéologique mis à part quelques sources qui émergent aux pieds des calcaires du Sénonien entre Sigus et Bounouara mais leur débit reste très faible, parfois inférieur à 1 l/s.

Les calcaires et les calcaires marneux du Sénonien supérieur faisant couvertures du néritique carbonaté peuvent renfermer un aquifère mais de faible importance ceci est démontré par les différents écoulements à travers les calcaires fissures et au contact des marnes et la présence de petites sources aux pieds des collines Sénoniennes, c'est l'exemple de :

- La source d'Ain Kerma (X=867,65 ; Y=331,75) émerge dans le massif d'Ain El Hadjar à proximité d'une faille. La source émerge au contact des calcaires gris du

Maestrichtien supérieur et des marnes du Campanien supérieur. Cette source la plus importante dans le secteur à un débit oscillant entre 2 et 3 l/s. elle constitue selon Boulaarak M (2003) l'exutoire des calcaires du Maestrichtien.

- La source d'Ain El Berda (X=864,4 ; Y=332,2 ; Z=685) un peu plus à l'Ouest avec un débit de 1 à 2 l/s.
- La source d'Ain El Zougar (X=865,95 ; Y=331,3 ; Z=785) à débit faible.
- La source d'Ain El Hadjar (X=865,4 ; Y=332,15 ; Z=680) à débit faible.

Toutes ces sources émergentes à la base des calcaires du Sénonien, soit à la limite des calcaires de l'Eocène, c'est l'exemple de la source d'Ain El Hadjar. (Boutera W. 2007)

V.4.3. Aquifères et nappes du secteur Nord

V.4.3.1. Aquifère Crétacé

Au Nord, le groupe d'Oum Settas-Mazela est essentiellement carbonaté avec une série allant du Barrémien et Turonien. L'épaisseur de la série avoisine les 800 m, quand il existe, l'Albien fait exception car il est marneux, mais il est de faible épaisseur. De nombreuses failles suivant une direction principale NE-SO hachant les massifs de l'Oum Sttas et Mazela. Malgré cela, la karstification de l'ensemble paraît assez peu développée, de plus aucun exutoire n'est visible en périphérie.

C.Voute (1967) pensait que l'absence d'exutoires est due soit à une karstification peu développée, soit que les chenaux et galeries étaient colmatés par dépôts de calcite ou d'argile, soit qu'il y ait des transferts en profondeur vers le Nord (source du Hamma Bouziane) ou vers l'Est (Hammam Debbagh).

Une autre hypothèse pourrait être envisagée, celle de M.Boulaarak (2003), c'est que les eaux après avoir gagné la profondeur circuleraient sous la couverture Néogène alimentant ainsi ces formations. (Boutera W. 2007)

V.4.3.2. Aquifère Mio-Plio-Quaternaire

Ce type d'aquifère est rencontré au Sud et au Nord du terrain d'étude. Nous prenons l'exemple de la nappe du Mio-Plio-Quaternaire d'El Khroub au Nord. La lithologie étant un ensemble détritique constitué surtout de conglomérat et grès du Miocène, de calcaire lacustre du Pliocène et enfin des conglomérat et sable du Quaternaire le long de la vallée de Boumerzoug surtout aux environs immédiats d'El Khroub et le long de la vallée d'Oued El Berda. (Boutera W. 2007)

V.5. Conclusion

L'étude hydrogéologique menée dans le sous bassin du Boumerzoug a pu nous montrer l'existence de trois types d'aquifères :

- ✎ Un aquifère superficiel poreux avec des formations du Mio-Plio-Quaternaire rencontré principalement aux environs d'El Khroub et au niveau de plaine de Taxa, il donne des débits généralement faibles qui ne peuvent être exploités que pour les besoins locaux.
- ✎ Le second est un aquifère karstique, constitué par des roches carbonatées (calcaire néritique) situé aux environs d'Ain M'Lila avec des débits très importantes parfois dépassants les 400 l/s.
- ✎ Le dernier est un aquifère à système intermédiaire rencontré à Taxa et un degré moindre aux environs de l'Oued El Berda, avec des débits faibles.

L'alimentation de ces aquifères est assurée par l'infiltration des précipitations efficaces, ainsi qu'une alimentation souterraine à partir des bassins avoisinants.

VI.1. Introduction

Le terme de gestion des eaux s'applique à toutes les activités humaines exerçant une influence sur le cycle de l'eau, plus particulièrement celles qui poursuivent les buts suivants :

- **Utiliser l'eau** : captage et utilisation des eaux superficielles et souterraines (approvisionnement en eau, hydroélectricité, agriculture, loisirs, etc.).
- **Se protéger (des effets dommageables) de l'eau** : protection du territoire et de ses habitants (protection contre les crues, régulation des lacs, endiguement de lacs et de rivières, correction de cours d'eau, drainages, etc.).
- **Protéger l'eau** : protection des eaux, notamment contre les atteintes biologiques, chimiques et physiques à leur qualité ainsi que contre d'autres dégradations de leurs fonctions écologiques et paysagères.

Souvent l'on a confondu la notion de gestion des eaux avec celle, très restrictive, d'exploitation économique de l'eau. La propension à faire valoir dans ce domaine des intérêts particuliers sans tenir compte d'autres objectifs légitimes appartient désormais au passé. Plus un cours ou plan d'eau est mis à contribution, plus il en résulte des conflits d'intérêts et une situation de pénurie au sens large du terme. Alors que naguère on «utilisait» l'eau, il s'agit aujourd'hui de la «gérer».

La gestion des eaux englobe donc l'ensemble des activités humaines visant à utiliser les eaux, à se protéger contre leurs effets nuisibles et à les protéger elles-mêmes contre des atteintes excessives. Une gestion intégrée des eaux s'emploie à harmoniser ces trois principaux objectifs des activités de gestion des eaux. Elle s'inscrit ainsi dans le cadre d'un développement durable axé sur les critères fondamentaux que sont la protection du milieu naturel, l'efficacité économique et la solidarité sociale. L'utilisation toujours plus grande des eaux et des ressources en eau suscite des conflits d'intérêts croissants. Il convient de mettre en lumière les interactions, les situations de dépendance, les conflits potentiels et les synergies entre les divers secteurs, stratégies et activités touchant à la gestion des eaux ou ayant des incidences territoriales, afin de coordonner tous ces aspects dans une perspective de gestion intégrée des eaux:

- Au niveau des principes et concepts (ex. législation), on veillera à la cohérence des champs politiques concernés (portant sur les eaux, l'énergie, l'agriculture, le territoire, le climat, etc.).

- Au niveau des mesures à prendre, on assurera, dans le cadre de la gestion par bassin versant, la coordination nécessaire des différents secteurs concernés.

VI.2. Définition de la gestion intégrée des ressources en eaux (GIRE)

L'approche de gestion intégrée des ressources en eau contribue à la gestion et à l'aménagement durable et adaptés des ressources en eau, en prenant en compte les divers intérêts sociaux, économiques et environnementaux. Elle reconnaît les nombreux groupes d'intérêts divergents, les secteurs économiques qui utilisent et polluent l'eau, ainsi que les besoins de l'environnement.

La GIRE est un processus de la gestion qui encourage le développement coordonné et gestion d'eau, des terres et ressources apparentées pour maximiser la résultante bien-être économique et social dans une manière équitable sans compromettre la durabilité d'écosystèmes vitaux (GWP: 2005).

VI.3. Les principes de la gestion intégrée des ressources en eau

En janvier 1992, la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement de Dublin pose un constat alarmant : la situation mondiale de l'eau est en danger, l'eau douce est rare et son emploi doit se faire avec considération. La même année, ce constat sera repris et fera l'objet du chapitre 18 de l'Agenda 21 établi lors du Sommet de Rio : "Protection des ressources en eau douce et de leur qualité : application d'approches intégrées de la mise en valeur, de la gestion et de l'utilisation des ressources en eau".

La Conférence de Dublin regroupa plus de 120 participants de tous les pays, 80 organisations internationales, intergouvernementales, non-gouvernementales. Sa cérémonie d'ouverture a été un plaidoyer fait par des enfants du monde entier, incitant les experts réunis à jouer leur rôle dans la préservation de cette ressource.

Les mesures recommandées dans le rapport de la Conférence s'inspirent des quatre grands principes suivants, appelés les "principes de Dublin" :

- L'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, indispensable à la vie, le développement et l'environnement.
- Développement et gestion des eaux devraient être fondés sur une approche participative impliquant usagers, planificateurs et décideurs à tous les niveaux.

- Les femmes jouent un rôle central dans l'approvisionnement, la gestion et la sauvegarde de l'eau.

- L'eau a une valeur économique dans toutes ses utilisations concurrentes et doit être reconnue comme un bien économique.

Ces principes sont les précurseurs de la "gestion intégrée des ressources en eau" (GIRE).

Un programme d'action comportant les recommandations suivantes a été adopté :

- Réduire la pauvreté et les maladies liées à l'eau.
- Protéger contre les catastrophes naturelles.
- Conserver l'eau et sa réutilisation.
- Favoriser le développement urbain durable.
- Veiller à la production agricole et à l'approvisionnement en eau en milieu rural.
- Protéger les écosystèmes aquatiques.
- Résoudre les conflits de l'eau.
- Créer un environnement favorable.
- Établir une base de connaissances.
- Renforcer les capacités (évaluation des besoins).

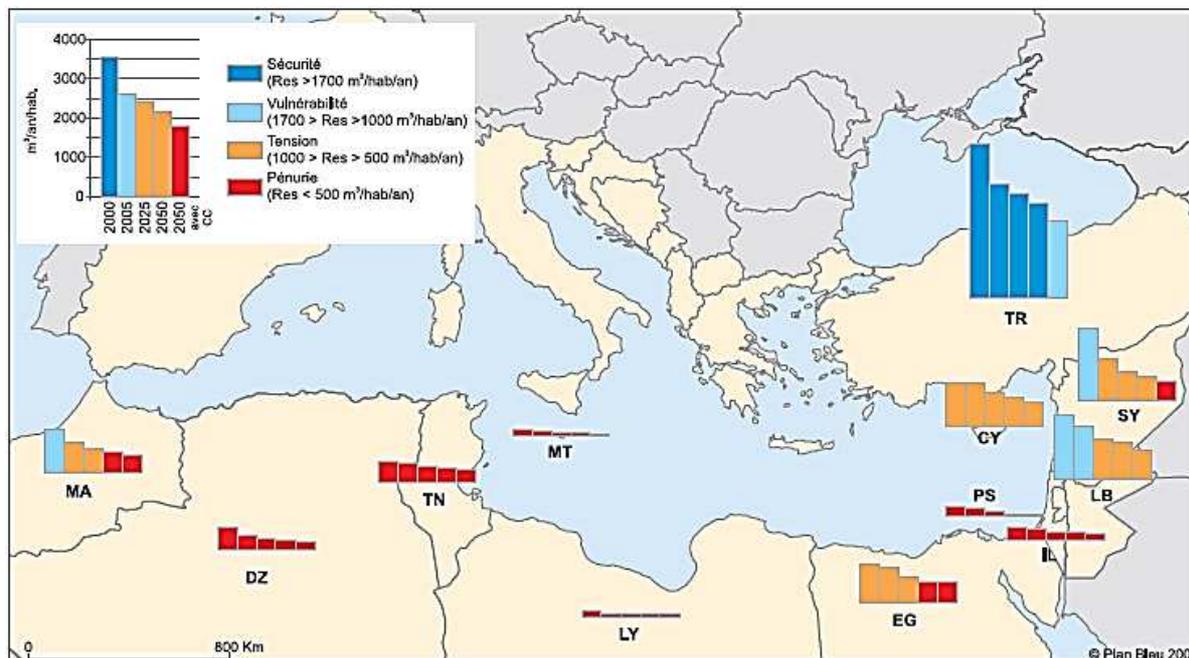
Cette conférence est doublement importante. Elle est d'une part l'un des éléments clés, avec le Sommet de Rio, de la création du Conseil Mondial de l'Eau (World Water Council WWC) et du Partenariat Mondial de l'Eau (Global Water Partnership GWP), et d'autre part, le facteur déclencheur de la prise de conscience mondiale de l'importance de la ressource « eau » : l'eau n'est pas inépuisable, elle doit être protégée et son emploi doit se faire selon les principes du développement durable (is@dd, 2014).

VI.4. Le problème de l'eau

VI.4.1. En méditerranée

La Méditerranée constitue l'une des rares frontières séparant dans le monde deux zones contiguës à caractéristiques démographiques opposées et à niveaux de développement contrastés. Cette région, dans sa diversité, est représentative de l'ensemble de la planète et constitue ainsi un laboratoire grandeur nature pour l'exercice mondial de vision.(Plan bleu)

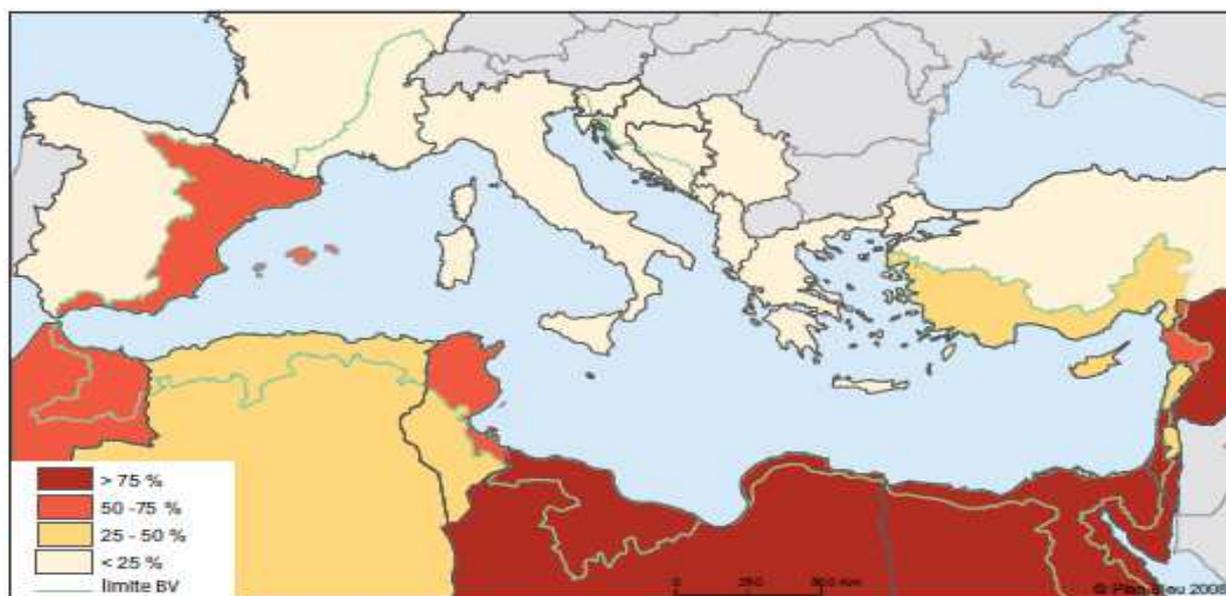
La région méditerranéenne prise en compte ici comprend 25 pays ou territoires en grande partie riverains de la mer Méditerranée.



Source : Plan Bleu

Figure VI.01 : Evolution des ressources en eau par habitant dans les pays de Sud et de l'Est de la Méditerranée entre 2000 et 2050. (Plan bleu)

Les croissances des demandes en eau, des pressions sur les ressources et le milieu naturel que leur couverture nécessite, ainsi que des charges économiques résultantes, sont en effet la principale motivation des efforts entrepris ou à entreprendre pour gérer ces demandes. Toutefois, leurs évolutions sont loin d'être uniformes dans les pays méditerranéens, aussi la géographie des tendances analysées est en même temps celle des degrés d'opportunité et de nécessité de gestion. (Plan bleu)



Source : Plan Bleu

Figure VI.02 : Indices d'exploitation des ressources en eau renouvelables, pays entiers, et bassins versants, 2025. (Plan bleu)

VI.4.2. En Algérie

L'Algérie souffre ces dernières années d'un manque d'eau sans précédent et se situe parmi les pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques, soit en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la banque mondiale à 1000 m³ par habitant et par an. Donc l'Algérie classée parmi les pays touchés par le stress hydrique. Les aléas climatiques persistants, doublés d'une forte croissance de la population dans les grands centres urbains ont largement contribué à l'actuelle carence de ressources mobilisables pour les besoins élémentaires des pays. (Toufik Fredj / Kamel Silhadi)

Les politiques publiques de ces 20 dernières années n'ont pas été à la hauteur des enjeux, qu'il s'agisse des retards enregistrés dans les programmes de construction de barrages ou de la minceur des moyens affectés de façon continue à la maintenance des réseaux d'alimentation en eau potable ou des systèmes d'assainissement, surtout en raison des croissances des exploitations non intellectuelles des ressources souterraines. (Toufik Fredj / Kamel Silhadi)

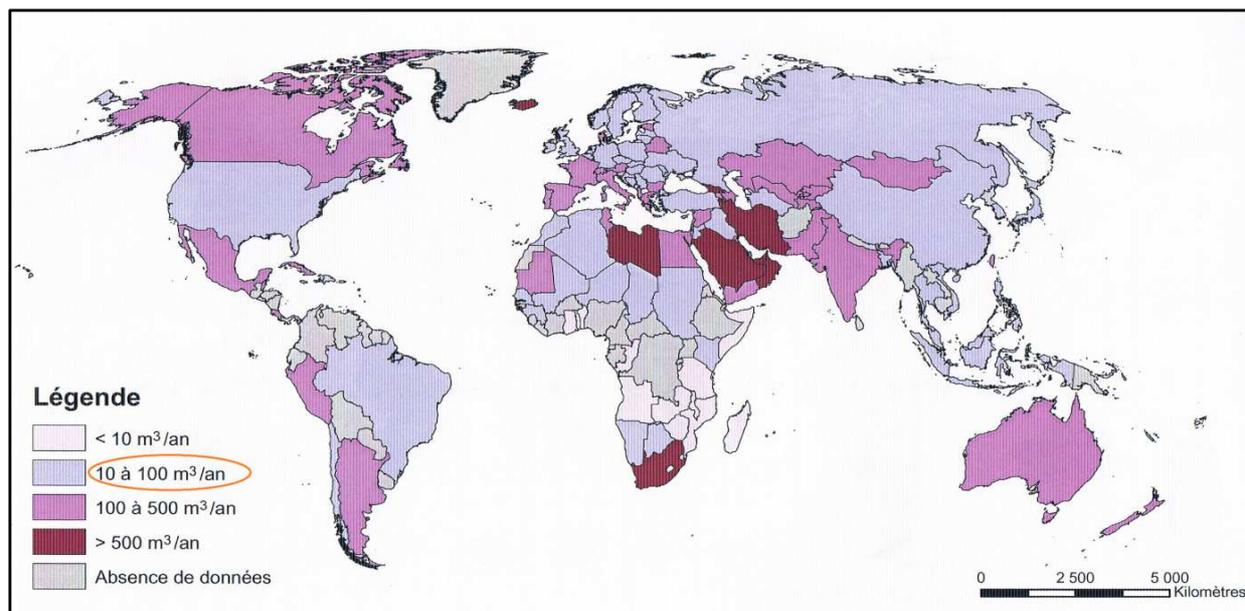


Figure VI.03 : Pays classés suivant le prélèvement d'eau souterraine par habitant

(Jean Margat 2008)

Les principaux problèmes de l'eau en Algérie

- Un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles : la croissance démographique et le développement économique et social du pays ont induit durant les deux décennies écoulées, un accroissement considérable des besoins en eau potable, industrielle et agricole.
- Un déséquilibre géographique entre les besoins et les ressources : la forte concentration des besoins en eau sur la bande littorale (60%) oblige à une réaffectation, par des transferts de ressources en eau assez coûteux financièrement, pour équilibrer les déficits de régions intérieures du pays, notamment toute la zone des Hauts Plateaux.
- La pollution des nappes et des ressources superficielles : les rejets domestiques, Industriels et agricoles dépassent de loin les capacités des systèmes d'épuration, ce qui réduit considérablement les volumes d'eau susceptibles d'être utilisés.
- Risque de rupture d'un développement durable : en sus de la pollution, de sérieux problèmes apparaissent dans les prélèvements effectués dans les nappes souterraines qui dépassent les limites de renouvellement des ressources naturelles et nécessitent de puiser dans les réserves non renouvelables.
- La faiblesse des ressources est encore aggravée par :
 - ✓ La mauvaise répartition spatiale et temporelle de ces ressources.
 - ✓ L'érosion des sols et l'envasement des barrages.

- Les pertes dues à la vétusté des réseaux de distribution et à l'insuffisance de la gestion.
- Les coûts sans cesse importants des investissements nécessaires à la mobilisation et au transfert des ressources en eau. (Sedari Z.2013)

VI.4.3. Problème de l'eau dans le bassin versant du Kebir-Rhumel

Le bassin du Kebir-Rhumel s'étend sur une superficie de 8811 km², soit 20% du territoire du bassin Constantinois-Seybouse-Mellegue, et possède une façade maritime d'environ 7 km. Joignant une population de 2 500 000 habitants selon l'estimation de 2002, répartie en 90 communes, et 06 Wilaya.

Afin de 2002, le bassin compte 209 agglomérations dont le nombre d'habitants est supérieur à 1000, regroupent une population de 1 716 129 habitants, ou la majorité des agglomérations distribué annuellement un volume d'eau estimé à 46 hm³, ce qui correspond à une dotation nette moyenne de 79 l/j/hab.(ABH)

La demande d'eau accrue due à la croissance démographique et à la croissance économique, besoins environnementaux, le changement d'utilisation des terres, l'urbanisation, la surexploitation des nappes aquifères, la détérioration de la qualité de l'eau, la pollution provenant de sources locales et diffuses et les impacts sur la santé publique et les écosystèmes sont autant de facteurs qui continueront à créer de graves problèmes de pénurie d'eau.

La gestion durable des ressources en eau dans le bassin versant du Kebir-Rhumel, comme étude de cas, est un défi complexe, qui exige une nouvelle approche, si la gestion doit être fondée sur des résultats scientifiques solides, afin d'optimiser et de conserver les ressources disponibles en eau (Kerdoun. A ,1998).

↳ Les ressources en eau dans le sous bassin du Bumerzoug

VI.5. Le potentiel hydrique superficiel

VI.5.1. Les oueds

Les ressources en eau de surface proviennent en quasi-totalité de l'oued Bumerzoug et ses principaux affluents, qui sont alimentés principalement par les eaux pluviales. Sur l'ensemble du bassin, les apports en eau de surface de l'oued Bumerzoug et ses affluents traduisent un volume approximatif extrapolé et qui reste très peu exploité vu le volume total mobilisé par les différents ouvrages hydrauliques dans le bassin.

VI.5.2. Les barrages

Les Barrages n'existent pas dans le sous bassin versant de Boumerzoug.

VI.5.3. Les retenues collinaires

Les retenues collinaires dans le bassin du Boumerzoug sont essentiellement destinées à l'irrigation des moyens et des petits périmètres agricoles et l'abreuvement du cheptel. Elles sont au nombre de 14 (ABHConstantine), mobilisant un volume global de 2,603hm³ d'eau de surface.

Tableau VI.01 : Quelques retenues collinaires dans le bassin de Boumerzoug

Sous Bassin	Dénomination De la retenue	Commune	Capacité (m ³)
1005	Ain Fekroun 1	Ain Fekroun	45000
1005	Mellah	El Khroub	450000
1005	Chaabet Ain El Bordj	Sigus	150000
1005	Chaabet El Kemah	El Amiria	45000
1005	El Khanga	Sigus	224000
1005	El Maaz	Ouled Gacem	130000
1005	Gourece 1	El Khroub	80000
1005	Oued Ain Kercha	Ain Kercha	34000
1005	Zaaroura3	El Khroub	170000

Source : ABH Constantine (2014)

VI.6. Le potentiel hydrique souterrain

VI.6.1. Les forages

La majorité du potentiel hydrique souterrain du bassin est exploité par pompage, à partir d'une série de forages implantée dans les alluvions de la plaine du Boumerzoug.

D'après le bilan actuel de la DHW (2014) et l'ABH (2014) de Constantine, on a dénombré près de 231 forages (197 forages sont productifs avec un débit de 45,0749336hm³/an) répartis à travers le bassin.

Ces forages en service sont destinés essentiellement à l'alimentation en eau potable des communes et une petite partie vers l'alimentation des unités industrielles (1255,8 l/s), elles disposent chacune d'un forage ou plus.

En plus des retenues collinaires, les eaux de forages sont utilisées aussi pour l'irrigation.

Tableau VI.02 : Caractéristiques de quelques forages dans le sousbassin de Boumerzoug

Commune	Nom du Forage	Débit max (l/s)	Date mise en service	Utilisation des eaux
Constantine	Saleh Bey 1	15	1987	AEP
	Saleh Bey 2	10	1987	AEP
	Saleh Bey 4	40	2005	AEP
El Khroub	F82	30	2000	AEP
	DRIM F81	10	1981	AEP
	EFNA 1	13	1969	AEI
Ouled Rahmoune	Boumerzoug F1	80	1952	AEP
	Boumerzoug F4	250	1954	AEP
	Boumerzoug F6	150	1953	AEP
Ain Fekroun	HZ1	4	1993	AEP
	AF2bis	10	2006	AEP
Ouled Gacem	Fesguia S4	42	1982	AEP Ouled Rahmoune
Ain M'Lila	TS2	40	2002	AEP
Sigus	A3	19	1984	AEP Sigus
Ain Kercha	F1	15	1959	AEP Ain Kercha

Source : ANRH Constantine (2014)

VI.6.2. Les puits

A travers la superficie du bassin du Boumerzoug, il existe un nombre considérable de puits qui captent les eaux des nappes superficielles, leur rôle est limité uniquement à satisfaire les besoins domestiques (AEP) et l'irrigation des surfaces agricoles. Les débits d'exploitation sont peu significatifs.

VI.6.3. Les sources

Le sous bassin de Boumerzoug ne contient que 6 sources recensées par la DHW (2014) de Constantine : une à El Khroub (5 l/s), une à Ouled Rahmoune (2 l/s), la source de Boumerzoug (650 l/s) et enfin la source de Fesguia (60 à 80 l/s) avec d'autres sources de débit faible.

↳ Les besoins en eau dans le sous bassin du Boumerzoug

VI.7. La demande en eau potable (AEP)

L'évaluation de la demande en eau potable toujours croissante dépend de plusieurs facteurs socio-économiques tels que la démographie, le niveau de vie, le type d'habitat, les habitudes socio-culturelles, etc. Donc, en toute logique, on devrait rapporter la demande en eau potable au nombre d'habitants.

Le sous bassin de Boumerzoug d'une superficie de 1832 Km², couvre les communes de Constantine, El Khroub, Ouled Rahmoune, Ain Abid, Sigus, Ain Fekroun, Ain Kercha et Ain M'Lila. Selon les projections de 2008, basées sur le recensement de 2008, la population du bassin est de 940 810 Habitants, avec un taux de croissance démographique moyen annuel de l'ordre de 2,44 %.

VI.7.1. L'approvisionnement en eau potable

En matière d'approvisionnement en eau potable, la dotation moyenne à travers le bassin est fixée à 195,38 litres par jour et par habitant. Les besoins en eau vont augmenter donc à 63,671 760 hm³/an pour l'année 2014. Cependant, le volume réellement produit pour couvrir ces besoins en eau domestiques est de l'ordre de 41,275 hm³ par an.

Les dotations en eau présentées par habitant dans le sous bassin de Boumerzoug sont globalement supérieures à la moyenne nationale (150 l/j/hab).

Cependant, pour l'amont du sous bassin on retrouve l'inégalité entre le Sud et le Nord, les dotations pour ce dernier n'atteignent pas les 100 l/j/hab., par contre dans la partie méridionale,

elles dépassent les 200 l/j/hab. De par les différences de niveaux de développement socioéconomique, cette diversité est liée au type d'habitat et au niveau de vie purement rural localisé à l'amont du sous bassin versant Boumerzoug.

Tableau VI.03 : Tableau récapitulatif de l'AEP dans le sous bassin de Boumerzoug

Nom de l'agglomération	commune	Besoin en eau brute (m3/j)	Consommations actuelles (hm3/an)	Dotation brute (théorique) (l/j/hab)	Dotation Nette (réelle) (l/j/hab)	Taux de raccordement (%)
Ouled Hamla	Ouled Hamla	20023	1,04	451,4	406,49	95
Ain M'Lila	Ain M'Lila	235389	4,99	266,04	239,46	95
Fourchi centre	Ain M'Lila	10302	0,33	299,02	254,24	95
Fourchi (V.S.A)	Ain M'Lila	6037		140	120	/
Soualhia	Ain M'Lila	13324	0,26	169,58	152,57	95
Henchir Toumghani	Henchir Toumghani	20893	0,484	213,30	181,12	90
Ain Kercha	Ain Kercha	100478	1,34	149,98	127,44	90
Ain Fekroun	Ain Fekroun	159755	2,413	169	144,3	90
Sigus	Sigus	30197	0,591	170,11	153,02	95
Bir Tandja	Sigus	6808	0,071	90,72	81,53	90
Ouled Nacer	Al Amiria	8131	0,095	100,9	91,34	90
Ain El Bordj	Al Amiria	5363	0,024	39,36	34,98	90
El Djahli	Ouled Gacem	6076	0,497	710,33	639,55	95
El Harmelia	El Harmelia	4910	0,938	334,3	149,36	100
total	/	48099	12,299	236,07	198,25	/
Constantine	Constantine	76372	0,120791	339	237	96
El Khroub	El Khroub	42771	0,078117	304	274	88
Ouled Rahmoune	Ouled Rahmoune	4350	0,004666	112	100	92
Ain Abid	Ain Abid	5274	0,006257	178	160	90
Total	/	128767	0,209831	933	771	/

Source : DHWC et ABH Constantine (2007-2014)

Les demandes en eau sont de l'ordre de 64,556Millions m³/an au bassin, soit (17,556221Millions m³/an pour les communes d'Oum El Bouaghi et 46,999Millions m³/an pour les communes de Constantine).Concernant le niveau de service, le taux de raccordement varie de 80% pour les petites villes et les villages à 90% jusqu'à 95% pour les villes un peu développées et plus de 95% pour les villes développées, soit un taux de raccordement moyen de 92% pour l'ensemble du bassin, d'un linéaire total de 1036,941 km. Il est à signaler que le réseau de distribution d'eau potable continue de poser des problèmes au niveau de leur entretien avec des pertes importantes d'eau.

✚ Schémas synoptiques de l'AEP a la commune d'El Khroub

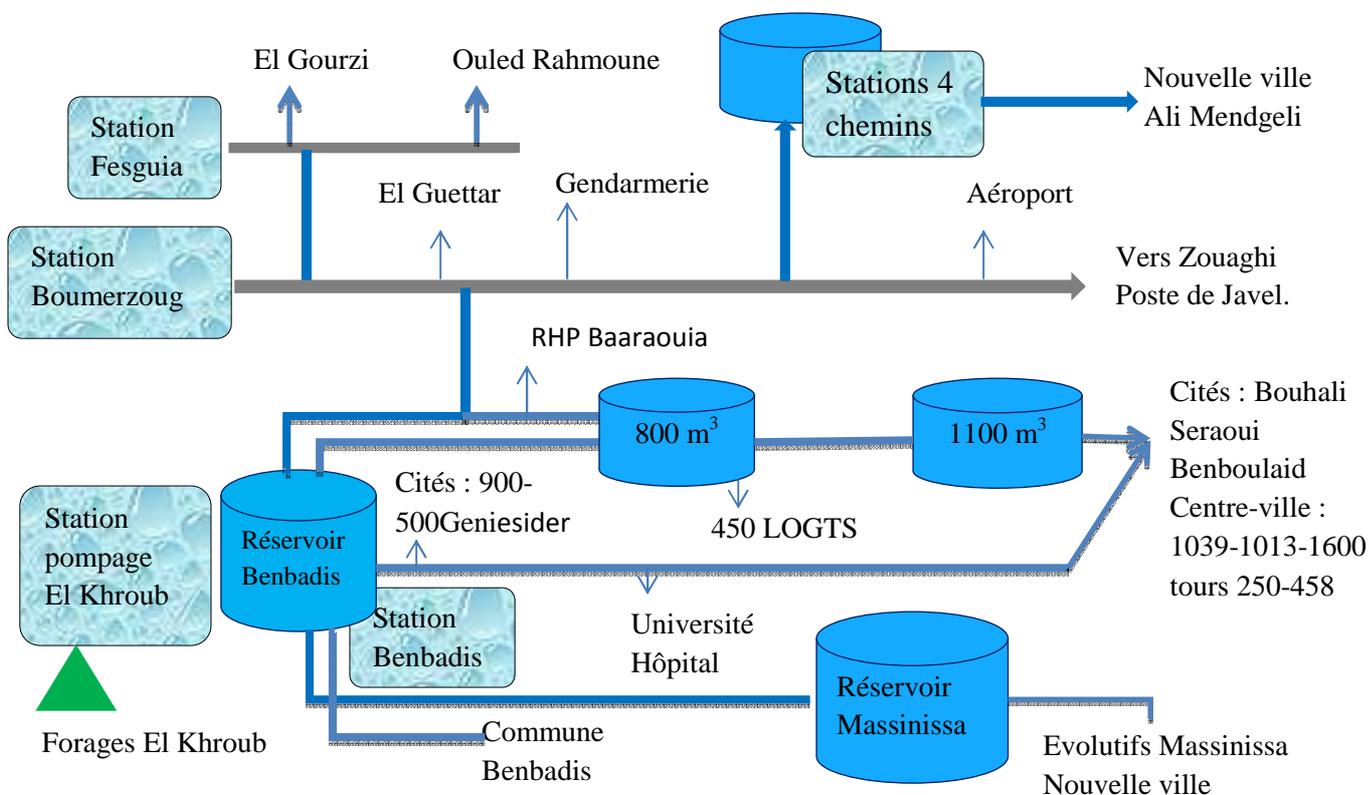


Figure VI.04 : Schémas synoptiques de l'AEP à la commune d'El Khroub

La commune d'El Khroub contient à 19 ouvrages de stockage avec capacité totale de 32300 m³ et 397 puits, elle contient à 05 stations de pompes.

Les points de production de cette commune située comme suite :

- ❖ Chef-lieu : (3 forages F82 + gare 1 + gare2) : (74 l/s) + piquage conduit Φ930 Boumerzoug : (177 l/s) + Barrage Béni Haroun : (206 l/s)
- ❖ Salah Derraji : piquage conduit Φ 930 Boumerzoug : (16 l/s)
- ❖ Guettar El Aich : piquage conduit Φ 930 Boumerzoug : (5 l/s)

- ❖ 4 Chemins : piquage conduit Φ 930 Boumerzoug : (3 l/s)
- ❖ Lamblèche : Source : (5 l/s)
- ❖ Nouvelle ville Ali Mendjeli : piquage conduit Φ 930 Boumerzoug : (70 l/s)+ Barrage Béni Haroun : (166 l/s) et Ain Nehas : Forage : (4 l/s).

VI.8. Les besoins et l'alimentation en eau d'irrigation dans le périmètre de Boumerzoug

Le périmètre irrigué de la vallée de Boumerzoug occupe une superficie totale à environ de 4525,30289 ha. L'alimentation en eau du périmètre s'effectue à partir des petits barrages et retenues collinaires, ainsi que les forages et les puits et les puits privés. Ou l'eau orientée vers l'agriculture est partagée en trois modes d'irrigation :

- ↳ Irrigation par gravitaire : la plupart des agriculteurs dans le BV utilisent ce mode d'irrigation, parce qu'il est moins chers et le plus facile à l'utilisation.
- ↳ Irrigation par aspersion : ce mode d'irrigation est utilisé dans le BV mais par limites (quelques Hectare).
- ↳ Irrigation par goutte à goutte : c'est le plus chers mais le plus efficace et le meilleurs mode d'irrigation qui économise l'eau, mais dans le BV il est rare.

Tableau VI.04 : la surface réelle irriguée dans le sous bassin de Boumerzoug

Commune	Superficies Agricoles Utiles SAU(ha)	Superficies Agricoles Total SAT (ha)	Superficie irriguées
Ain Fekroun	27339	46222	495,05
Ain Kercha	24315	34906	2194
Sigus	23944	33097	103
Ain M'Lila	29129	48205	1012,25289
Total	104727	162430	3804,30289
Constantine	7245	15200	155
El Khroub	18012	25300	337
Ouled Rahmoune	14097	21220	229
Total	39354	61720	721
Total du bassin	144081	224150	4525,30289

Source : DSA Constantine et OEB (2014)

VI.8.1. Le problème de l'irrigation dans le sous bassin de Boumerzoug

Des opérations visent le renforcement des communes du sous bassin de Boumerzoug par de nouveaux forages, en tenant compte des priorités de la réutilisation des eaux usées par le biais des stations d'épuration et de traitement.

Ces initiatives qui se réalisent, en collaboration avec les services de l'hydraulique visent, notamment, à résoudre les problèmes des puits dans les communes du sous bassin, dont l'utilité en matière d'irrigation est avérée, mais qui présente des risques de pollution par les eaux usées.

Parmi les autres problèmes qui bloquent l'exploitation des infrastructures destinées à l'irrigation des terres agricoles, l'on cite « l'inexistence d'entreprises chargées de la gestion et de la protection des eaux mobilisées », et les « vols et autres actes de vandalisme qui affectent les équipements d'irrigation ». A cela, s'ajoutent les « retards enregistrés, au niveau de plusieurs communes, dans la réalisation de certains projets du secteur », un déficit quant à la mobilisation des ressources en eau, notamment, au niveau des zones rurales, ce qui a occasionné d'importantes perturbations à l'activité agricole. Cette situation qualifiée de « préoccupante » est due, selon le responsable en charge du secteur de l'agriculture, aux difficultés de mobilisation des eaux superficielles, en raison de la topographie des communes et au déficit enregistré dans le traitement des eaux usées, destinées à l'irrigation.

VI.9. Les besoins en eau industrielle dans le sous bassin du Boumerzoug

Dans le sous bassin de Boumerzoug, pour ce qui concerne les industries, à part quelques cas isolés, l'essentiel de l'activité industrielle est concentré à l'amont et l'aval du bassin. Le secteur industriel est donc le troisième consommateur d'eau après la consommation domestique (AEP) et l'irrigation (AEA).

L'activité industrielle dans le bassin de Boumerzoug est fortement concentrée autour des grandes agglomérations telles que : Constantine, El Khroub et Ain M'Lila.

Il existe deux secteurs d'activité, petite et moyenne industrie, localisée principalement dans la zone industrielle et les zones d'activités.

On distingue :

- ↳ Industrie de l'agro-alimentaire.
- ↳ Matériaux de construction.
- ↳ Bâtiments, travaux publics et hydrauliques.

- ↪ Industrie de cuir et de la chaussure.
- ↪ Industrie du textile et de la confection.
- ↪ Bureau d'étude et engineering.
- ↪ Transit, Transport, Tourisme et Hôtellerie.
- ↪ Industries sidérurgiques, métallurgiques, mécaniques, électroniques et électromécaniques.

Les ressources en eau qui approvisionnent les unités industrielles implantées dans les bassins proviennent essentiellement des forages, des puits, des prises d'eau des oueds et de la conduite d'eau potable.

Cependant, les pénuries d'eau fréquentes surtout en période estivale, ont conduit certains industriels à réfléchir sur l'économie et le recyclage de l'eau, en réalisant des forages et des puits sur les sites mêmes de production.

Actuellement, les besoins exprimés par ces unités industrielles s'élèvent à plus de 15000 m³ par jour, soit près de 5.6 millions de m³ par an. Dont plus de 70 % de ces besoins concernent seulement la zone industrielle de Constantine et El Khroub (Tableau VI.06).

Tableau VI.05 : Les besoins en eaux dans quelques zones industrielles

Code MRE	Commune	Nom de l'unité	Besoins (m ³ /j)
UI10025	Constantine	COTEST (Ex-COTITEX)	27
UI10028	Constantine	Laiterie Numidia	700
UI10050	El Khroub	Filial Moulin Sidi Rached- UPC 259282 Chihani Bachir	1
UI10052	Ouled Rahmoune	NAFTAL	110
UI10048	El Khroub	E.N.C.M.T. (Ex-ENPMA)	567
U10019	Ain M'Lila	CAB.AM	43
UI10020	Ain M'Lila	Sté Khentouche	1
UI10032	Ain M'Lila	Limonadière Amiche Tahar	12
UI10031	Ain M'Lila	Société de production des corps gras (PROLIPOS)	11
UI10030	Ain M'Lila	S.A.R.L ITIFAK	1
UI10110	Ain M'Lila	Abattoir Avicole Salhi Zubair	1

Source : ABH Constantine (2014)

VI.10. Assainissement

Le taux de raccordement du réseau d'assainissement dans le sous bassin versant de Boumerzoug atteint 70% en 2013, et de 95% dans les grandes villes, d'une longueur de réseau de 871km, et un volume d'eau usées rejeté de 16,951 hm³/an, 12,521 hm³/an de grandes villes, le lieu de rejet des eaux usées sont déversés directement dans les différents affluents de l'oued Boumerzoug.

VI.11. Recyclages des eaux usées

La réutilisation des eaux usées épurées constitue une potentialité en tant que ressource en eau non conventionnelle pour l'agriculture et l'industrie, au même temps une protection des ressources conventionnelles, du milieu naturel, de la santé publique et de l'hygiène. La stratégie de traitement des eaux usées dans le sous bassin de Boumerzoug s'appuie principalement sur les efforts qui seront entrepris en matière d'assainissement par la réalisation de la station d'épuration.

Le STEP de Constantine traite actuellement les eaux usées des communes de Constantine, El Khroub, Ain Smara, Hamma Bouziane et Didouche Mourad mais les volumes traités ne peuvent être estimés exactement pour chaque commune vu l'absence de débitmètres au niveau des réseaux. Le rôle de la STEP de Constantine c'est la protection et dépollution du Rhumel et ses différents affluents alimentant les barrages de Béni Haroun.

VI.12. Conclusion

Le sous bassin de Boumerzoug d'une superficie de 1832 Km² et une population de 940810 habitants (2008), dispose de besoins en eau dans le sous bassin estimés à près de 63,671760 millions de m³ par an

En matière d'approvisionnement en eau potable, les dotations en eau présentées par habitant dans le sous bassin de Boumerzoug sont globalement bien supérieures à la moyenne nationale (150 l/j/hab), elles seraient en moyenne de l'ordre de (159,38 l/j/hab), mais elles sont très inégales dans quelques régions, où dans le centre et l'Ouest du sous bassin, les dotations dépassent les 200 l/j/hab.

Les besoins en eau vont donc augmenter à 63,67 Millions de m³. Cependant, le volume réellement produit pour couvrir ces besoins en eau domestiques est de l'ordre de 41,28 Millions de m³ par an, soit un taux de satisfaction de près de 78 %.

Les besoins en eau d'irrigation dans le sous bassin de Boumerzoug sont toujours vers l'augmentation avec l'accroissement des surfaces agricoles.

Le tissu industriel dans le sous bassin versant de Boumerzoug est concentré surtout dans les grandes villes où se trouve le grand consommateur d'eau industrielle, dont les besoins des grandes zones industrielles sont de plus 178178,4 m³ par an.

Cependant, pour pouvoir établir une bonne gestion de l'eau dans le sous bassin du Boumerzoug, il est nécessaire de faire des scénarios d'évolution future, de la demande en eau en mettant plusieurs hypothèses. Et ce qu'on va aborder dans le prochain chapitre.

VII.1. Introduction

Plusieurs régions font face à des défis redoutables de gestion des eaux douces. L'allocation des ressources en eau limitées, la qualité de l'environnement et les politiques soutenues d'utilisation de l'eau sont des issues d'intérêts croissants.

Les modèles de simulation conventionnels orientés à la distribution ne sont pas toujours adéquats. Durant la dernière décade, une approche intégrée pour le développement de l'eau a émergée et qui a placé les projets de distribution d'eau dans le contexte des questions de la demande, la qualité de l'eau et la préservation des écosystèmes.

Le Water Evaluation and Planning System est un outil pratique pour la gestion des ressources en eau, qui intègre à la fois l'approvisionnement en eau et les questions de la demande en eau, en plus de la qualité de l'eau et la préservation de l'écosystème, comme l'exige une approche intégrée de la gestion des bassins (SEI, 2007).

Il a suffisamment de flexibilité pour s'adopter à différents niveaux de disponibilité de données avec une interface utilisateur graphique conviviale (Hoff, 2011).

WEAP est un laboratoire pour l'examen des stratégies alternatives de développement et de gestion de l'eau en simulant des scénarii et des politiques de l'eau " quoi si ?" (Raskin et al, 1992, Yates et al, 2005a, b).

Les données requises pour l'application du modèle ont été obtenus, à partir de diverses institutions, telles que l'Agence du Bassin Hydrographique (ABH), l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), la Direction des Services Agricoles (DSA) et l'Office National des Statistiques (ONS).

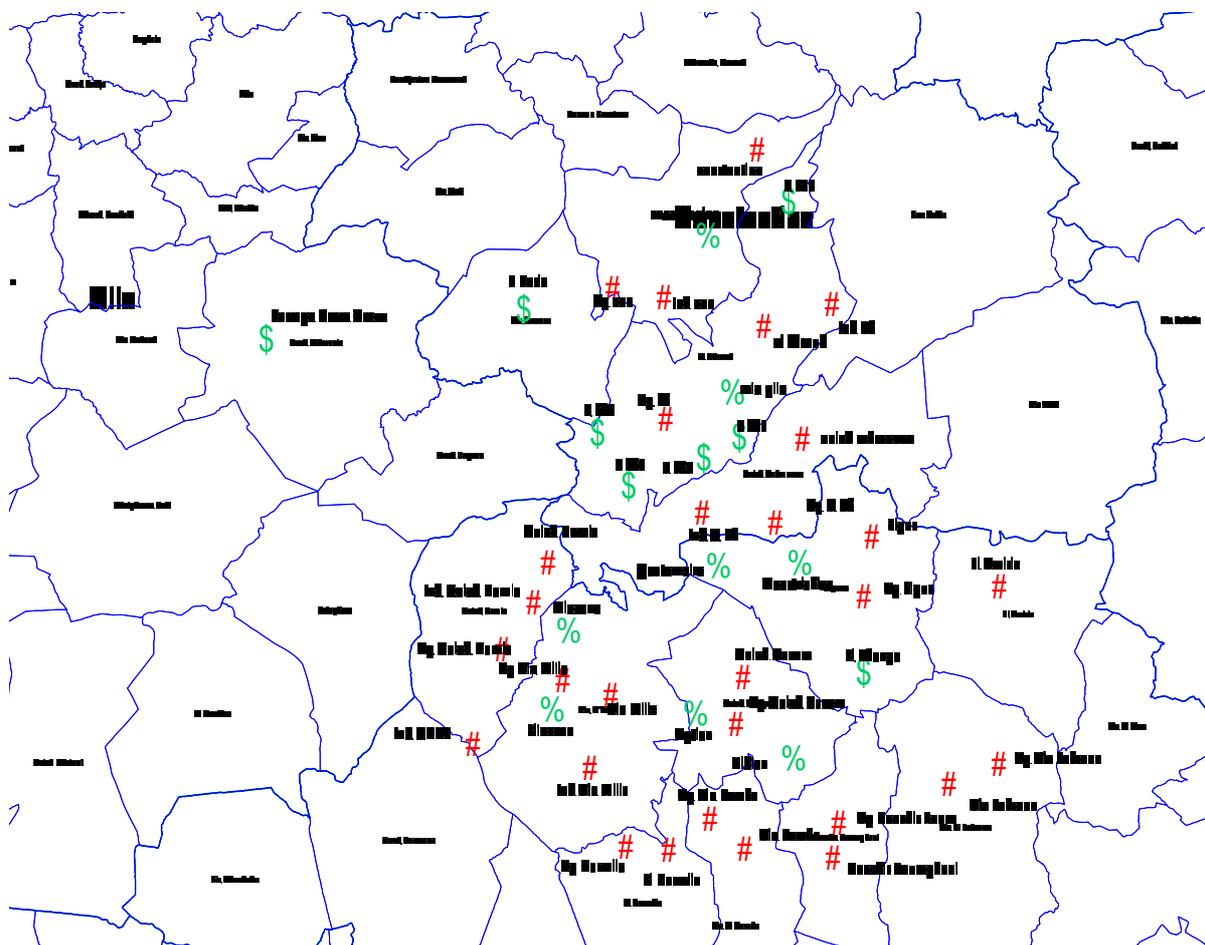
VII.2. Structure des scénarios dans WEAP

Dans WEAP, l'effort typique de modélisation des scénarios consiste en trois étapes. En premier lieu, une année est choisie pour servir comme année de base pour le modèle « Comptes Actuels ». Un scénario de référence « Reference » est établi à partir des Comptes actuels pour simuler la même évolution du système sans intervention. Et finalement, des scénarios « Quoi si » peuvent être créés pour changer le scénario « Reference » et évaluer les effets des changements des politiques et/ou des technologies (SEI, 2008).

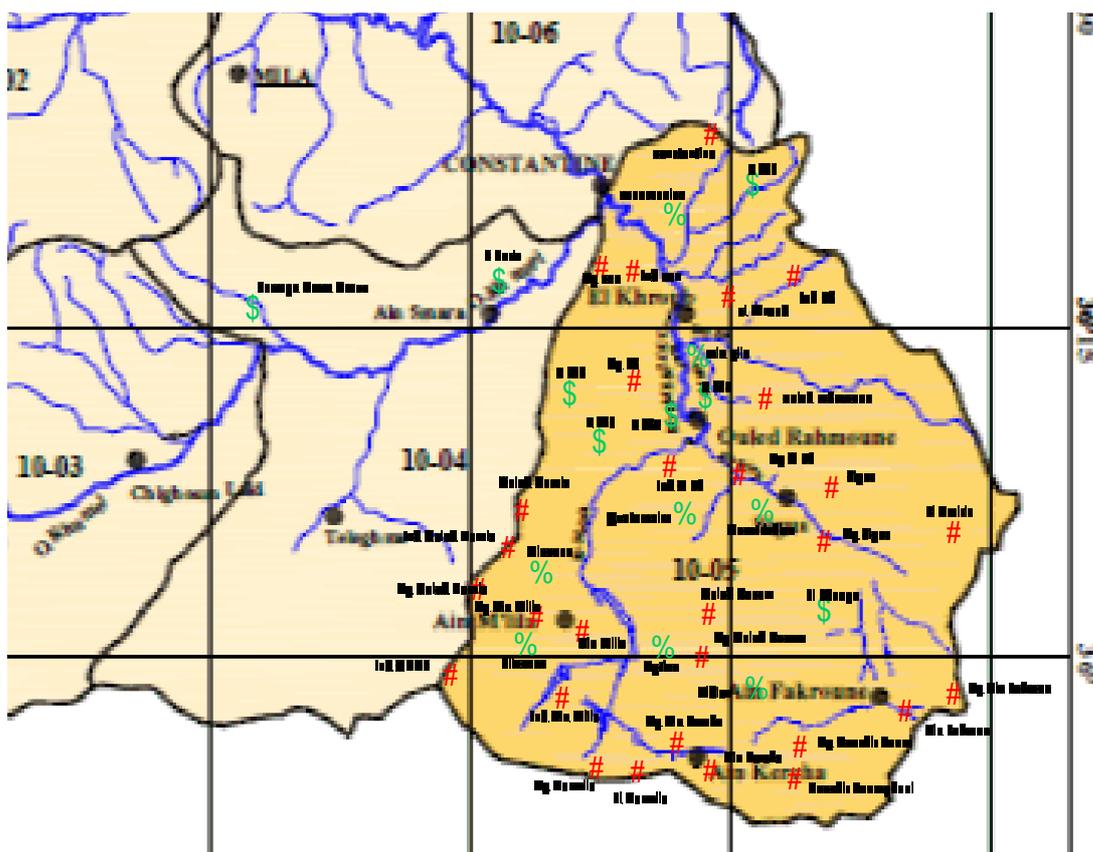
VII.3. Paramétrisation du modèle

VII.3. 1.Création de la zone d'étude

Dans cette partie, il s'agit de créer une carte de la zone d'étude. On a utilisé des cartes traitées avec le logiciel Global Mapper.Ces cartes vont servir comme fond des dessins des éléments nécessaires tels que :Les agglomérations, les oueds, les aquifères, les retenues collinaires, les barrages, les industries, les zones agricoles.Ainsi que des Shape-files, disponibles sur le net, qui permettent de voir les limites administratives (communes, daïras et wilayas)(figure VII.01a & b).



a) visualisation des limites administratives



b) Visualisation des limites naturelles du sous bassin (10-05)

Figure VII.01 : Schéma synoptique des ressources et des besoins en eau de du sous-bassin Boumerzoug

VII.3. 2. Création des hypothèses clés de référence

On pourrait faire une simulation sur la base de calcul de la demande et de l’approvisionnement en eau, de l’écoulement, de l’infiltration, du stockage, et du traitement général de pollution, de la qualité de l’eau, etc.... on peut aussi, faire le calibrage du modèle avec différentes hypothèses clés et les différents scénarii.

Les hypothèses clés sont des variables, qu’on définit et qui servent de clés principales pour faire l’analyse. Dans cette étude, on a défini cinq hypothèses clés, servant comme données de base du modèle :

- Accroissement de la population : avec un taux de croissance choisi de 1,3 %.
- Accroissement des zones agricoles : avec un taux d’accroissement choisi de 2 %.
- Diminution de la consommation élémentaire en eau potable : avec un taux de diminution choisi de 2 %.

- Diminution de la consommation élémentaire en eau d'irrigation : avec un taux de diminution choisi de 3 %.
- Accroissement de la consommation élémentaire en eau pour l'industrie : avec un taux d'accroissement choisi de 2 %.

Cependant, il est nécessaire d'avoir une année ou une période de référence pour servir de modèle.

Dans cette étude, on a pris l'année 2007, comme année de référence (année des comptes actuels), puisque c'est l'année où on dispose plus de données nécessaires.

VII.3. 3. Proposition des Scénarios

Le scénario typique est composé de trois étapes :

1. une année de compte courant choisie comme année de référence du modèle, dont on ajoute les données ou une période.
2. un scénario de référence établi à partir du compte courant et sert pour simuler l'évolution, probable du système sans changement(s).
3. autres scénarii pour évaluer les effets des changements socioéconomiques, changements climatiques probables ...etc., pour l'année ou projet futur (prévision).

Dans notre cas, l'année de référence (comptes courants ou actuels) est l'année 2007, le scénario de référence 2008-2030, est calculer systématiquement en se basant sur l'année 2007 et enfin on a défini cinq autres scénarii simples, 2008-2030 :

Scénario 1 : Accroissement de la population : avec un taux de croissance choisi de 1,3 %.

Scénario2 : Accroissement des zones agricoles :avec un taux d'accroissement choisi de 2 %.

Scénario 3 : Diminution de la consommation élémentaire en eau potable :avec un taux de diminution choisi de 2 %.

Scénario 4 : Diminution de la consommation élémentaire en eau d'irrigation :Avec un taux de diminution choisi de 3 %.

Scénario 5 :Accroissement de la consommation élémentaire en eau pour l'industrie : avec un taux d'accroissement choisi de 2 %.

VII.3.4.Saisi des données

Les données sont à saisir, après avoir créé les éléments dans la zone d'étude cartographique (étape 1) (placer les emplacements urbains, industriels,), ou en passant dans le menu d'affichage de la base de données.

VII.4.Résultats et discussions

Les résultats se présentent sous forme de graphe et /ou de tableau (en annexe). Ces graphes nous permettrons de voir la « demande en eau » pour les comptes actuels (2007), de voir l'évolution de la « demande en eau » pour le scénario de référence 2007-2030, avec les données de l'année 2007 sans mettre d'hypothèse clés. Et enfin, présenté l'évolution de la « demande en eau » de chaque scénario, en fonction de son hypothèse clés de référence proposée.

VII.4.1.Modélisation de la demande en eau dans le bassin du Boumerzoug

VII.4.1.1.Année des comptes actuels 2007

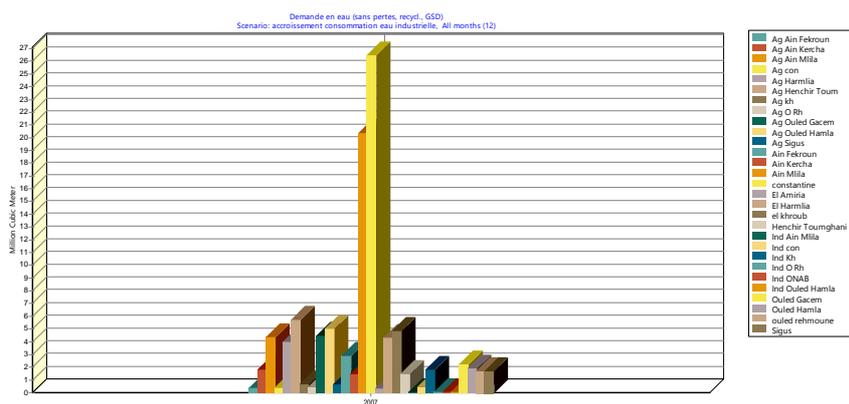


Figure VII.02 : Demande en eau des différents sites de demande
Année des comptes actuels 2007

Le sous-bassin du Boumerzoug avec tous ses sites demande en ressources en eau municipale, agricole et industrielle durant l'année 2007 est de l'ordre de 100 million de m³. On observe sur la figure ci-dessus que les villes de Constantine et d'Ain M'Lila sont relativement les plus consommatrices en eau potable en raison de la forte densité de population qui habite dans ces villes.

VII.4.1.2.Scénario de référence 2007-2030

VII.4.1.2.1.Scénario de référence 2007-2030 pour l’ensemble des sites de demandes

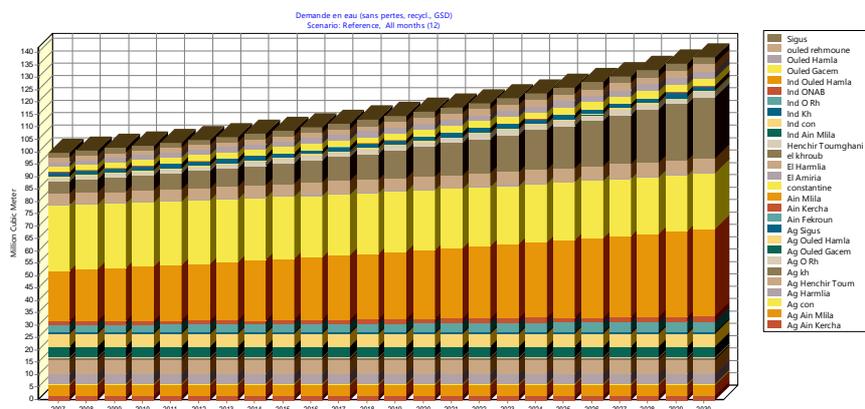


Figure VII.03 :demande en eau - Ensemble des sites de demandes

Discussion

La demande en ressources hydrique est constante dans les sites de demande agricoles et industriels. Cependant, on observe une évolution pour les principales agglomérations (communes). Cette évolution est négative pour le site de demande de la commune de Constantine et positive pour les deux sites de demande, des communes d’El Khroub et Ain M’Lila. Ces évolutions correspondent au taux d’accroissement de la population qui est de -0.7 %, pour la commune de Constantine, de 7.3 % pour la commune d’El Khroub et 2.4 % pourAin M’Lila(d’après le recensement de 2008).

Alors, la demande en eau globale passera de 100 Mm³en 2007 à 138.6 Mm³ en 2030. Cependant pour la commune d’El Khroub elle va augmenter de 4.8 Mm³ en 2007 à 24.4 Mm³ en 2030, c’est-à-dire une augmentation de 19.6 Mm³.Pour la commune d’Ain M’Lila une augmentation en 22 ans de 20.4 Mm³à 35.2 Mm³. Mais, pour la commune de Constantine elle va diminuer en allant de 26.5Mm³en 2007 à 22.5 Mm³en 2030.

VII.4.1.2.2.Scénario de référence 2007-2030 pour les sites de demande « municipales »

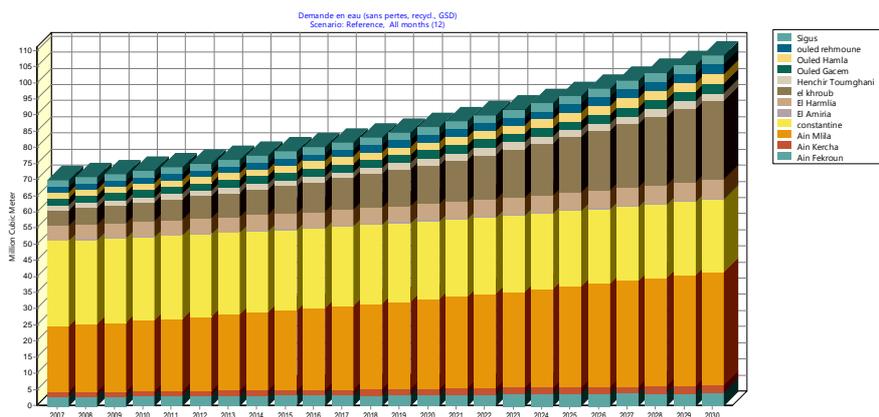


Figure VII.04: demande en eau - Sites de demande municipale

Discussion

Comme on l’a déjà expliqué plus en haut, on constate qu’il y a une nette évolution de la demande en eau pour l’ensemble des communes. Particulièrement élevée dans la commune d’El Khroub en raison du taux d’accroissement relativement élevé de la population qui est de 7.3 % et aussi de la commune de Ain M’Lila qui connaît un taux d’accroissement de 2.4 % . On observe aussi une diminution de la demande en eau à la commune de Constantine, du fait de la diminution du taux d’accroissement qui est de l’ordre de -0.7 % . Cette décroissance du taux d’accroissement de la population est due au phénomène de migration de la population de la commune de Constantine vers les communes limitrophes et cette migration est représentée dans la figure suivante :

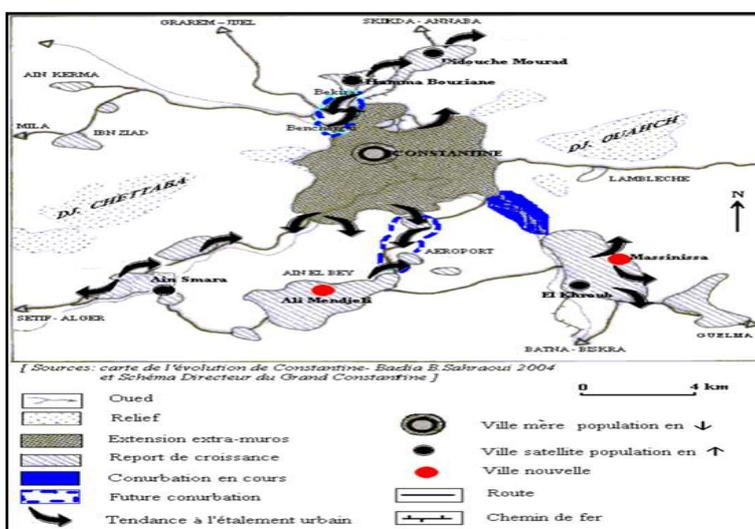


Figure VII.05 : la migration de la population de Constantine vers les autres communes

VII.4.2. Simulation des cinq scénarii

VII.4.2.1. Scénario 1 : Accroissement de la population

➤ Pour ce scénario, on se pose la question : « quoi si » on a un taux d’accroissement de la population de l’ordre de 1.3 % dans lesous-bassin du Boumerzoug sur une période de 22 ans ?

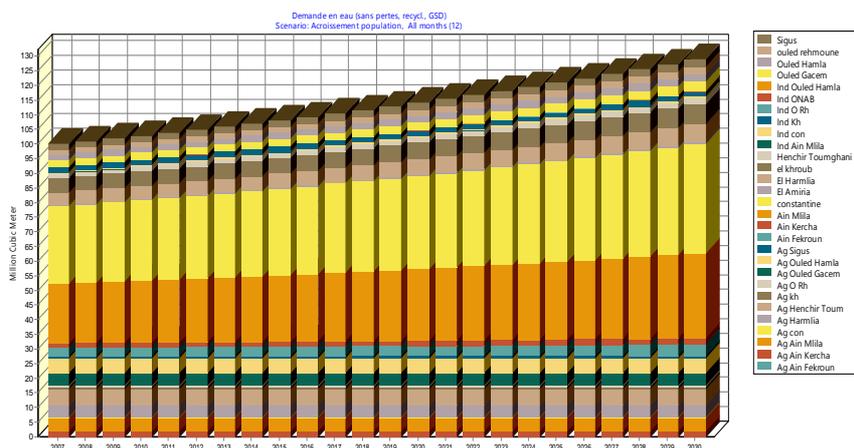


Figure VII.06 :demande en eau – Ensemble des sites de demande

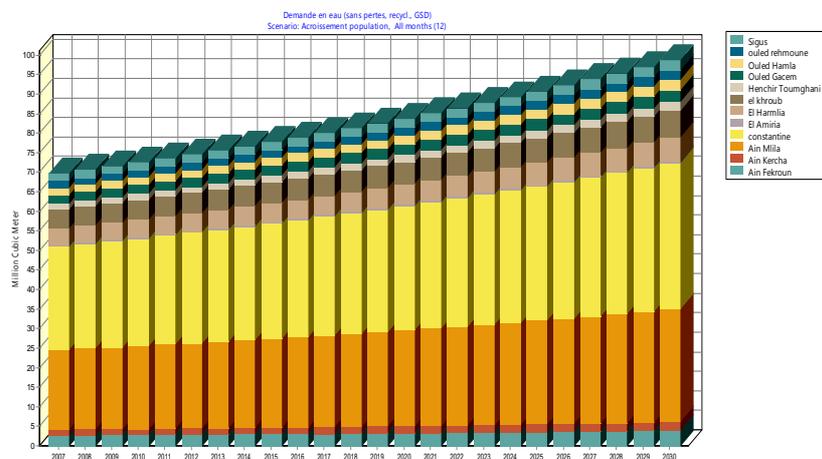


Figure VII.07 :demande en eau -Sites de demande municipale

Discussion

Avec un taux de croissance de la population de 1.3 % pour l’ensemble des sites, la demande en ressources en eau globale atteindra les 129 million de m³ en 2030 alors qu’elle était à 100 million de m³en 2007. Cependant pour la demande en eau municipale vas augmenter depuis 69.7 millions de m³ en 2007 à 98.7 millions de m³ en 2030. C’est-à-dire une augmentation de 29 millions de m³en 22 ans. Pour la commune de Constantine si ellea connu ce taux d’accroissement elle devrait atteindre les 37.4 millions de m³ à elle seule. Cependant,

elle connaît en réalité un décroissement de la population de l'ordre de -0.7 % (recensement de 2008) ce qui engendra une diminution de l'ordre de 4 Mm³ en 22 ans (voir scénario de référence). Mais la commune d'Ain M'Lila connaîtra, avec cette même tendance une demande en eau potable en 2030 de l'ordre de 28.9 millions de m³, c'est-à-dire une augmentation de 8.5million de m³ en 22 ans.

VII.4.2.2.Scénario 2 : Accroissement des surfaces agricoles

➤ Pour ce scénario, on pose la question : « quoi si » on a un taux d'accroissement des surfaces agricoles de l'ordre de 2 % dans lesous-bassin du Boumerzougsur une période de 22 ans ?

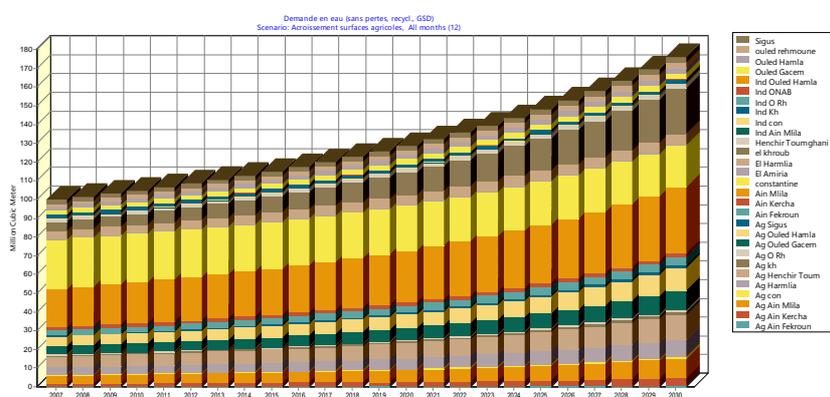


Figure VII.08 : demande en eau – Ensemble des sites de demande

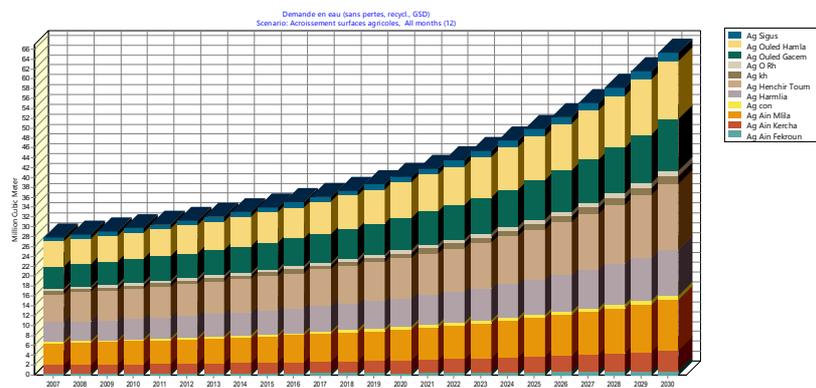


Figure VII.09 :demande en eau - Sites de demande agricole

Discussion

Avec un taux de croissance supposé des surfaces agricoles de 2 % pour l'ensemble des sites de demande agricoles du sous-bassin, la demande en ressource hydrique totale passera de 100 millions de m³ en 2007 à 176.1 millions de m³ en 2030. Par contre la demande en eau agricole, vas passer de 27.8 millions de m³ à 65.3 millions de m³ en 2030. C'est-à-dire une

augmentation de 37.5 millions de m³. Notant la demande en eau agricole relativement importante dans commune de Henchir Toumghani avec une valeur de 5.7 millions de m³ en 2007 qui passera à 13.4 millions de m³ en 2030.

VII.4.2.3.Scénario 3 : Diminution de la consommation élémentaire AEP

- Dans ce scénario, on pose la question : « quoi si » on a une diminution de la consommation élémentaire en eau potable (m³ /hab/an) l'ordre de 2 % dans le sous-bassin du Boumerzoug sur une période de 22 ans ?
- Cette diminution, est supposée due, suite à l'éducation et à la sensibilisation des individus au bon usage et au non gaspillage de l'eau.
- Aussi, au développement des technologies d'hydraulique urbaine, qui vas se traduire par la réduction des pertes d'eau.

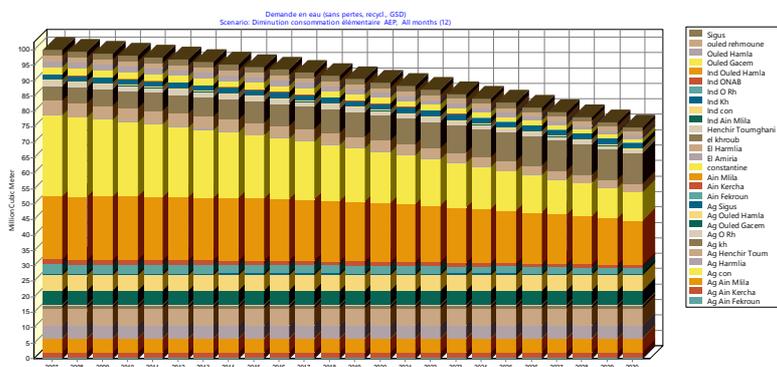


Figure VII.10: Demande en eau – Ensemble des sites de demande

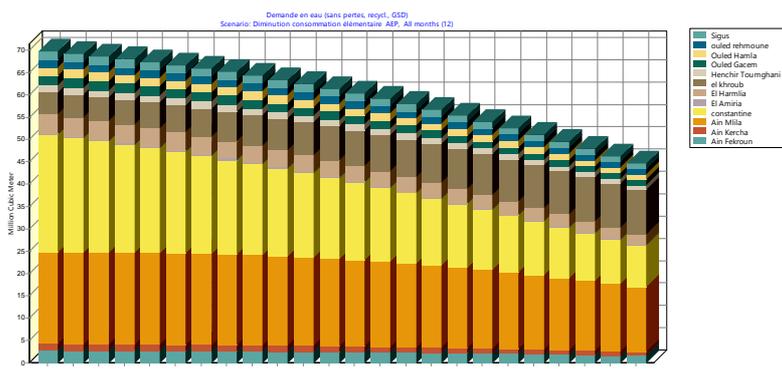


Figure VII.11 : Demande en eau – site de demande municipale

Discussion

Avec un taux de diminution de la consommation élémentaire (m³ /hab/an) de 2 %, la demande en eau globale va être réduite de -25.2 millions de m³ en 22 ans c'est-à-dire en allant de 100 millions de m³ en 2007 à 74.8 millions de m³ en 2030.

Pour l'ensemble des sites de demande en eau municipale, il y a une nette diminution de la demande en 22 ans de l'ordre de -25.1 millions de m³.

Cette diminution est particulièrement remarquable dans la commune de Constantine avec -17.2 millions de m³ en 22 ans, c'est-à-dire en passant de 26.5 millions de m³ en 2007 à 9.3 millions de m³ en 2030 et cela est justifié par le taux de décroissance de la population de -0.7 %. Par contre, dans cas de la commune d'El Khroub, on constate une augmentation de la demande en eau (malgré l'hypothèse considérée) de 5.2 millions de m³ en passant de 4.8 millions de m³ en 2007 à 10 millions de m³ en 2030 et cela est dû au taux de croissance relativement important de la population qui est de l'ordre de 7.3% (recensement 2008).

VII.4.2.4. Scénario 4 : Diminution de la consommation élémentaire en eau d'irrigation

➤ Dans ce scénario, on pose la question : « quoi si » on a une diminution de la consommation élémentaire en eau d'irrigation l'ordre de 3 % dans le sous-bassin du Boumerzoug sur une période de 22 ans ?

- Cette diminution, est supposée due suite à la formation des agriculteurs aux techniques d'irrigation, au bon usage et au non gaspillage de l'eau. Aussi, au développement des technologies d'irrigation, qui vas se traduire par la réduction des pertes d'eau.

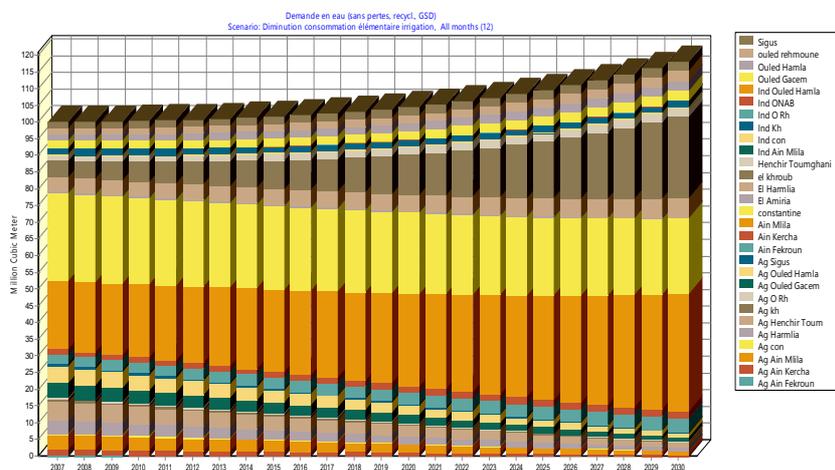


Figure VII.12 : Demande en eau – Ensemble des sites de demande

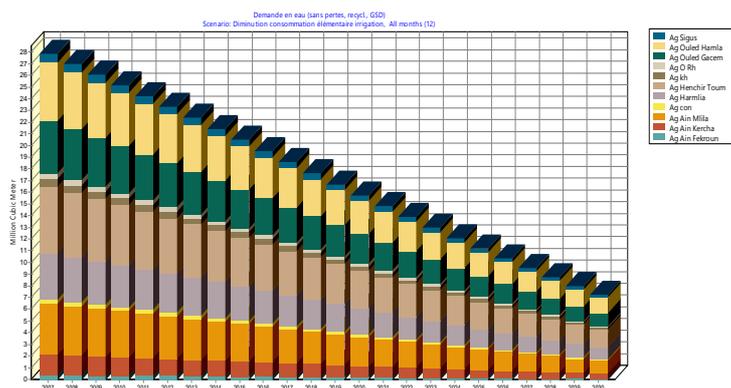


Figure VII.13 :Demande en eau – Sites de demande agricole

Discussion

Avec un taux de diminution de 3 % de la consommation élémentaire en eau pour l’irrigation pour l’ensemble des sites de demande en eau (demande globale), il n’y aura pas de réduction au cours des 22 années à venir (Dû à l’augmentation de la population qui est relativement très consommatrice d’eau). Par contre, il y aura une augmentation de la demande globale de l’ordre de 18 Mm³, c’est-à-dire elle va passer de 100 Mm³ en 2007 à 118 Mm³ en 2030. Cependant, la demande en eau agricole va diminuer de 23.9 Mm³ en 2007 à 6.2 Mm³ en 2030, c’est-à-dire un gain de 17.7 Mm³. A titre d’exemple, la demande en eau agricole de la commune de Henchir Toumghani qui est relativement la plus consommatrice en eau d’irrigation vas gagner 4.2 Mm³ dans les 22 années à venir.

VII.4.2.5. Scénario 5 : Accroissement de la consommation en eau pour l’industrie

➤ Dans ce scénario, on pose la question : « quoi si » on a une augmentation de 2 % de la consommation élémentaire en eau destinée à l’industrie, dans le sous-bassin du Bumerzoug sur une période de 22 ans ?

- Cela est supposé la cause du développement socioéconomique que connait le sous bassin étudié.

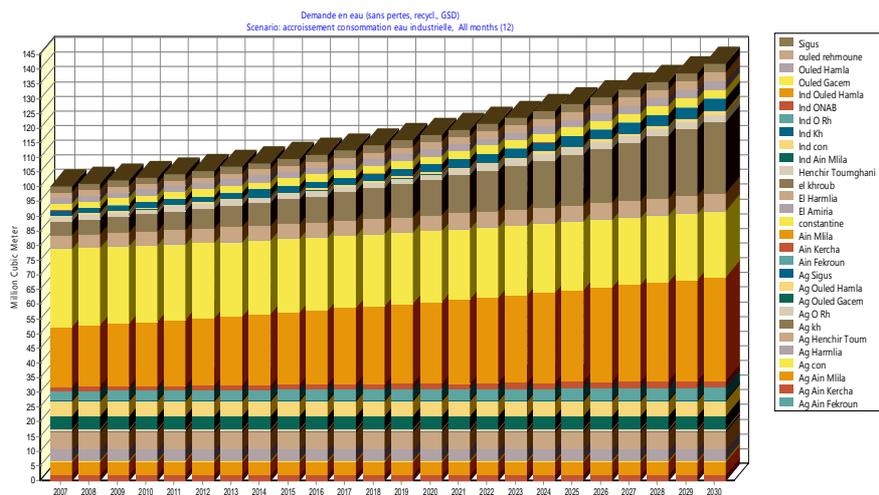


Figure VII.14: Demande en eau – Ensemble des sites de demande

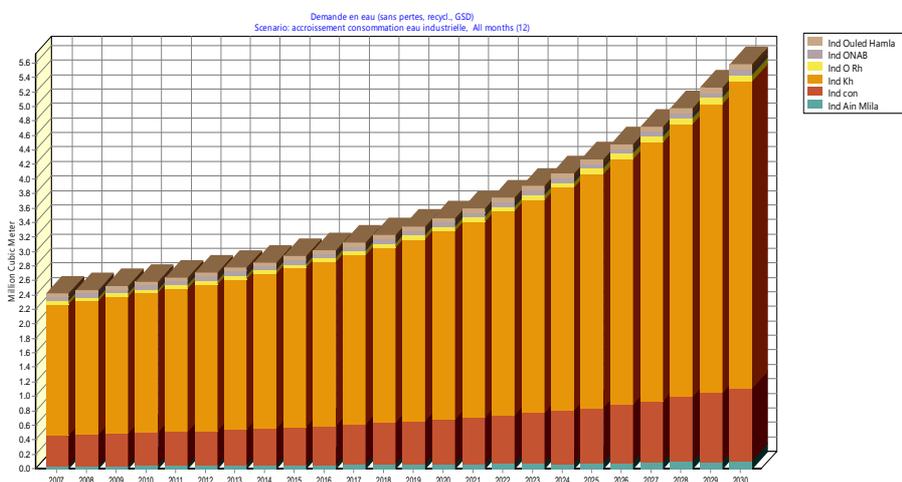


Figure VII.15 : Demande en eau – site de demande municipale

Discussion

Avec un taux de croissance supposé de 2%, de la consommation élémentaire en eau pour l’industrie. On constate qu’il y a une nette augmentation de la demande globale en eau au cours des 22 ans à venir de l’ordre de 41.8, c’est-à-dire de 100 Mm³ à 141.8 Mm³ de 2007 à 2030. En ce qui concerne la demande en eau industrielle, on peut voir une augmentation de 3.2 Mm³, c’est-à-dire de 2.4 Mm³ à 5.6 Mm³ de 2007 à 2030. Cependant il faut noter que seule la commune d’El Khroub présente une activité industrielle relativement importante, avec une demande en eau industrielle de 1.8 Mm³ en 2007 qui devra atteindre 4.2 Mm³ en 2030 (avec cette hypothèse bien sûre).

❖ Comparaison des cinq scénarii

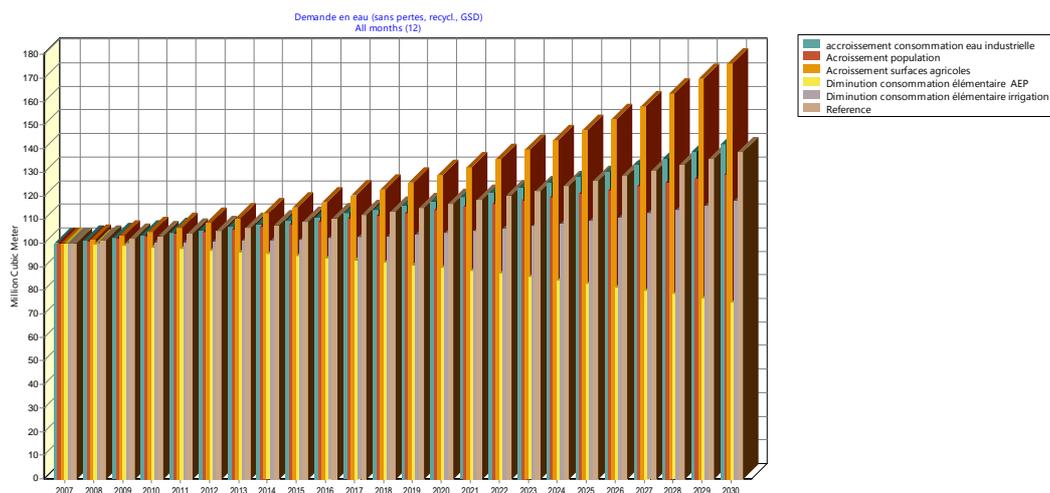


Figure VII.16a : Comparaison des cinq scénarios coté à coté

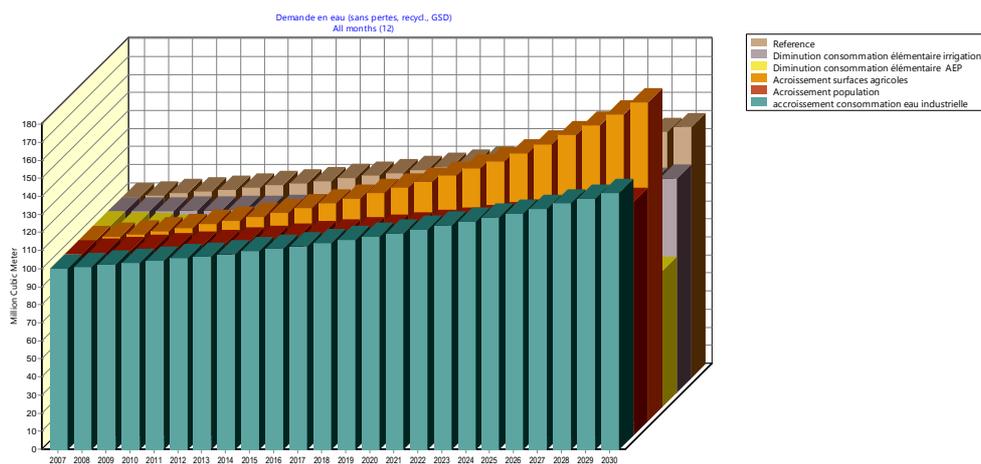


Figure VII.16b: Comparaison des cinq scénarios l'un derrière l'autre

VII.5. Conclusion

Le scénario de réduction de consommation élémentaire en eau potable de 2 % représente le scénario le plus intéressant puisque il pourra réduire la demande en eau globale de 25.2 millions de m³ en 22 ans. Cependant, il pourra constituer une réponse (décision) à prendre à long terme pour garantir une bonne gestion des ressources en eau et à protéger les ressources en eau du sous-bassin du Boumerzoug du gaspillage par l'éducation et la sensibilisation des individus au bon usage et au non gaspillage de l'eau et aussi au développement des technologies d'hydraulique urbaine, réductrice des pertes d'eau.

Cependant, comme réponses ou décision à prendre aussi (par les décideurs), le scénario 4, qui consiste en une diminution de la consommation élémentaire en eau d'irrigation de l'ordre de 3 % dans le sous-bassin du Boumerzoug sur une période de 22 ans qui pourra atteindre un gain par rapport au scénario de référence de l'ordre de 20.6 Mm³. Cette diminution, est supposée due suite à la formation des agriculteurs aux techniques d'irrigation, au bon usage et au non gaspillage de l'eau. Aussi, au développement des technologies d'irrigation, qui pourront réduire des pertes d'eau.

Par contre, le scénario d'accroissement des surfaces agricoles de 2 % présente le cas le plus défavorable qui pourra nuire à l'établissement d'une bonne gestion de l'eau, puisque il est relativement le scénario le plus demandeur en eau à long terme avec 176 Mm³ en 2030, C'est-à-dire une augmentation de 37.5 millions de m³.

**Demande en eau (sans pertes, recycl., GSD)
(CubicMeter)**

**All Branches, Branch: Demand Sites and Catchments, Scenario: Reference, All months
(12), Annual Total**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Sum	
Ag Ain Fekroun	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	9499680
Ag Ain Kercha	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	42590232
Ag Ain Milia	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	104338152
Ag con	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	8928000
Ag Harmlia	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	95234292
Ag HenchirToum	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	136637064
Ag kh	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	15840000
Ag O Rh	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	10944000
Ag OuledGacem	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	107346384
Ag OuledHamla	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	120408444
Ag Sigus	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	16307784
Ain Fekroun	2883805.118	2929946	2976825.136	3024454.338	3072845.608	3122011.137	3171963.316	3222714.729	3274278.164	3326666.615	3379893.281	3433971.573	3488915.118	3544737.76	3601453.564	3659076.821	3717622.051	3777104.003	3837537.667	3898938.27	3961321.282	4024702.423	4089097.662	4154523.224	4220000.000	83574404.86
Ain Kercha	1494812.377	1521719	1549109.942	1576993.921	1605379.812	1634276.648	1663693.628	1693640.113	1724125.635	1755159.897	1786752.775	1818914.325	1851654.783	1884984.569	1918914.291	1953454.748	1988616.934	2024412.038	2060851.455	2097946.781	2135709.823	2174152.6	2213287.347	2253126.519	2293070.000	44381689.96
Ain Milia	20382886.72	20872076	21373005.82	21885957.96	22411220.95	22949090.26	23499868.42	24063865.27	24641398.03	25232791.59	25838378.58	26458499.67	27093503.66	27743747.75	28409597.7	29091428.04	29789622.31	30504573.25	31236683.01	31986363.4	32754036.12	33540132.99	34345096.18	35169378.49	35127320.22	65127320.22
constantine	26450002.19	26264852.17	26080998.21	25898431.22	25717142.2	25537122.21	25358362.35	25180853.81	25004587.84	24829555.72	24655748.83	24483158.59	24311776.48	24141594.04	23972602.89	23804794.67	23638161.1	23472693.98	23308385.12	23145226.42	22983209.84	22822327.37	22662571.08	22503933.08	22345200.00	586228091.4
El Amiria	3416779.924	343728	345790.368	347865.1102	349952.3009	352052.0147	354164.3268	356289.3127	358427.0486	360577.6109	362741.0766	364917.523	367107.0282	369309.6703	371525.5283	373754.6815	375997.2096	378253.1929	380522.712	382805.8483	385102.6834	387413.2995	389737.7793	392076.206	394425.000	8791788.464
El Harmlia	4327687.747	4379620	4432175.44	4485361.545	4539185.884	4593656.114	4648779.988	4704565.348	4761020.132	4818152.373	4875970.202	4934481.844	4993695.626	5053619.974	5114263.414	5175634.575	5237742.19	5300595.096	5364202.237	5428572.664	5493715.536	5559640.122	5626355.804	5693872.073	5762455.9	119542565.9
el khroub	4825715.215	5177992.426	5555985.873	5961572.842	6396767.659	6863731.698	7364784.112	7902413.353	8479289.527	9098277.663	9762451.932	10475110.92	11239794.02	12060298.98	12940700.81	13885371.97	14899004.12	15986631.42	17153655.52	18405872.37	19749501.05	21191214.63	22738173.3	24398059.95	292512371.4	292512371.4
Henchir Toumghani	1495590.998	1528494	1562120.868	1596487.527	1631610.253	1667505.678	1704190.803	1741683.001	1780000.027	1819160.027	1859181.548	1900083.542	1941885.38	1984660.858	2028268.209	2072890.11	2118493.692	2165100.554	2212732.766	2261412.887	2311163.97	2362009.577	2413973.788	2467081.211	2517272.28	46625727.28
Ind Ain Milia	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	1175040
Ind con	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	10288620
IndKh	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	43379520
Ind O Rh	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	963600
Ind ONAB	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	1513728
IndOuledHamla	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	717120
OuledGacem	2210326.111	2239060.35	2268168.135	2297654.32	2327523.826	2357781.636	2388432.797	2419482.424	2450935.695	2482797.859	2515074.232	2547770.197	2580891.209	2614442.795	2648430.551	2682860.148	2717737.33	2753067.916	2788857.798	2825112.95	2861839.418	2899043.331	2936730.894	2974908.396	3013600.000	61788930.32
OuledHamla	1906263.261	1940576	1975506.368	2011065.483	2047264.661	2084115.425	2121629.503	2159818.834	2198695.573	2238272.093	2278560.991	2319575.089	2361327.44	2403831.334	2447100.298	2491481.104	2535988.77	2581636.567	2628106.026	2675411.934	2723569.349	2772593.597	2822500.282	2873305.287	292512371.4	56597862.27
ouledrehmoune	1691696.449	1733988.86	1777338.582	1821772.046	1867316.347	1913999.256	1961849.237	2010895.468	2061167.855	2112697.051	2165514.478	2219652.339	2275143.648	2332022.239	2390322.795	2450080.865	2511332.887	2574116.209	2638469.114	2704430.842	2772041.613	2841342.653	2912376.22	2985185.625	3064275.68	5472452.68
Sigus	1695775.811	1724604	1753922.268	1783738.947	1814062.509	1844901.571	1876264.898	1908161.401	1940600.145	1973590.348	2007141.383	2041262.787	2075964.254	2111255.647	2147146.993	2183648.492	2220770.516	2258523.615	2296918.516	2335966.131	2375677.555	2416064.074	2457137.163	2498908.495	2542007.52	49742007.52
Sum	99960892.43	100911309.3	101905599.5	102946007.8	104034924.5	105174896.1	106368635.9	107619035.6	108929178.2	110302351.3	111742061.8	113252050.9	114836311.1	116499104.1	118244979.5	120078795.7	122005741.6	124031360.3	126161574.4	128402713	130761540.7	133245289.2	135861690	138619011.1	1414895054	2781895054

**Demande en eau (sans pertes, recycl., GSD)
(CubicMeter)**

**All Branches, Branch: Demand Sites and Catchments, Scenario: Croissement population, All months (12),
Annual Total**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Sum	
Ag Ain Fekroun	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	9499680
Ag Ain Kercha	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	42590232
Ag Ain Milia	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	104338152
Ag con	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	8928000
Ag Harmlia	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	95234292
Ag HenchirToum	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	136637064
Ag kh	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	15840000
Ag O Rh	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	10944000
Ag OuledGacem	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	107346384
Ag OuledHamla	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	120408444
Ag Sigus	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	16307784
Ain Fekroun	2883805.118	2921781.948	2960759.094	3000769.666	3041848.093	3084030.183	3127353.195	3171855.9	3217578.652	3264563.468	3312854.104	3362496.137	3413537.057	3466026.354	3520015.624	3575558.661	3632711.576	3691532.906	3752083.738	3814427.834	3878631.772	3944765.081	4012900.4	4083113.634	41535000.19	
Ain Kercha	1494812.377	1514497.561	1534701.257	1555440.626	1576733.514	1598598.484	1621054.847	1644122.7	1667822.962	1692177.411	1717208.728	1742940.538	1769397.457	1796605.139	1824590.327	1853380.906	1883005.96	1913495.834	1944882.189	1977198.079	2010478.011	2044758.029	2080075.782	2116470.617	42574449.33	
Ain Milia	20382886.72	20651308.95	20926801.48	21209598.32	21499942.8	21798088.04	22104297.38	22418844.84	22742015.66	23074106.82	23415427.58	237766300.09	24127060.01	24498057.13	24879656.14	25272237.25	25676197.07	26091949.34	26519925.81	26960577.17	27414373.99	27881807.71	28363391.74	28859662.58	293634514.6	
constantine	26450002.19	26798322.27	27155817.16	27522790.55	27899558.19	28286448.55	28683803.33	29091978.15	29511343.14	29942283.66	30385201.04	30840513.33	31308656.07	31790083.21	32285267.95	32794703.71	33318905.12	33858409.09	34413775.9	34985590.37	35574463.13	36181031.92	36805962.96	37449952.45	75334863.4	
El Amiria	341677.9324	346177.4891	350795.565	355536.0828	360403.1217	365400.9246	370533.9057	375806.6587	381223.9649	386790.8025	392512.3558	398394.0248	404441.4362	410660.4538	417057.1904	423638.02	430409.5906	437378.8377	444552.999	451939.6292	459546.6164	467382.1987	475454.9824	483773.9608	9731488.743	
El Harmlia	4327687.747	4384679.067	4443171.55	4503214.879	4564860.724	4628162.823	4693177.087	4759961.7	4828577.222	4899086.707	4971555.818	5046052.953	5122649.378	5201419.365	5282440.338	5365793.031	5451561.645	5539834.028	5630701.851	5724260.803	5820610.792	5919856.164	6022105.926	6127473.987	123258895.6	
el khroub	4825715.215	4889265.059	4954488.818	5021441.895	5090181.903	5160768.766	5233264.829	5307734.971	5384246.723	5462870.393	5543679.201	5626749.418	5712160.509	5799995.295	5890340.109	5983284.974	6078923.785	6177354.496	6278679.328	6383004.982	6490442.866	6601109.33	6715125.927	6832619.675	137443448.5	
Henchir Toumghani	1495590.998	1515286.436	1535500.655	1556250.827	1577554.806	1599431.165	1621899.225	1644979.094	1668691.701	1693058.836	1718103.191	1743848.404	1770319.104	1797540.958	1825540.723	1854346.298	1883986.784	1914492.539	1945895.243	1978227.965	2011525.233	2045823.106	2081159.256	2117573.048	42596625.6	
Ind Ain Milia	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	1175040
Ind con	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	10288620
Indkh	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	43379520
Ind O Rh	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	963600
Ind ONAB	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	1513728
IndOuledHamla	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	717120
OuledGacem	2210326.111	2239433.895	2269308.384	2299974.955	2331459.994	2363790.95	2396996.379	2431105.996	2466150.733	2502162.794	2539175.716	2577242.432	2616345.341	2656576.377	2697957.082	2740528.692	2784334.211	2829418.506	2875828.398	2923612.759	2972822.617	3023511.264	3075734.375	3129550.128	6295330.09	
OuledHamla	1906263.261	1931366.842	1957131.656	1983579.589	2010733.398	2038616.756	2067254.29	2096671.628	2126895.446	2157953.519	2189874.769	2222689.325	2256428.578	2291125.243	2326813.424	2363528.683	2401308.109	2440190.397	2480215.926	2521426.846	2563867.164	2607582.843	2652621.897	2699034.503	54293174.1	
ouledrehmoune	1691696.449	1713974.399	1736839.155	1760310.139	1784407.547	1809152.386	1834566.511	1860672.667	1887494.528	1915056.739	1943384.97	1972505.957	2002447.558	2033238.806	2064909.967	2097492.598	2131019.615	2165525.357	2201045.658	2237617.924	2275281.208	2314076.3	2354045.81	2395234.266	48181996.51	
Sigus	1695775.811	1718107.483	1741027.375	1764554.957	1788710.473	1813514.982	1838990.391	1865159.5	1892046.038	1919674.713	1948071.255	1977262.464	2007276.267	2038141.765	2069889.297	2102550.498	2136158.363	2170747.312	2206353.267	2243013.723	2280767.829	2319656.472	2359722.364	2401010.142	48298182.74	
Sum	99960892.43	100878853.9	101820994.7	102788115	103781047.1	104800656.5	105847843.9	106923546.3	108028739.3	109164438.4	110331701.2	111531629.6	112765371.3	114034122.6	115339130.7	116681695.8	118063174.3	119484981.1	120948592.8	122455506.6	124007463.7	125606012.9	127252953.9	128950121.5	2711447629	

**Demande en eau (sans pertes, recycl., GSD)
(CubicMeter)**

**All Branches, Branch: Demand Sites and Catchments, Scenario: Acroissement surfaces agricoles,
All months (12), Annual Total**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Sum	
Ag Ain Fekroun	395820	404132.22	413043.3355	422606.3213	432879.9338	443929.4673	455827.6262	468655.5311	482503.8844	497474.3222	513680.9873	531252.3635	550333.4218	571088.1367	593702.4457	618387.7406	645384.9982	674969.683	707457.5834	743211.785	782651.0275	826259.7572	874600.2614	928327.371	13978180.2	
Ag Ain Kercha	1774593	1811859.453	1851810.954	1894685.007	1940745.036	1990283.779	2043627.191	2101138.965	2163225.749	2230343.211	2303003.093	2381781.429	2467328.174	2560378.48	2661765.965	2772438.37	2893476.075	3026114.079	3171768.166	3332066.169	3508885.44	3704397.911	3921124.505	4162001.047	62668841.25	
Ag Ain Milia	4347423	4438718.883	4536592.634	4641626.095	4754464.606	4875825.316	5006506.761	5147399.917	5299500.997	5463926.306	5641929.51	5834921.792	6044495.416	6272451.368	6520831.662	6791958.684	7088478.564	7413417.018	7770242.458	8162942.772	8596117.118	9075086.333	9606206.204	10196128.96	153527012.6	
Ag con	372000	379812	388186.8546	397174.3508	406829.7089	417214.294	428396.4351	440452.3712	453467.3463	467536.8801	482768.2463	499282.197	517214.9788	536720.6984	557974.1038	581173.8656	606546.4589	634350.7707	664883.5861	698486.1402	735551.9737	776536.3793	821967.8067	872461.6796	13136989.13	
Ag Harmlia	3968095.5	4051425.506	4140759.438	4236628.371	4339621.336	4450392.91	4569671.953	4698271.7	4837101.442	4987180.08	5149651.897	5325804.944	5517092.554	5725158.57	5951867.018	6199337.099	6469984.607	6766571.072	7092262.274	7450698.145	7846076.55	8283254.065	8767862.67	9306481.894	140131256.5	
Ag HenchirToum	5693211	5812768.431	5940939.975	6078487.588	6226256.381	6385185.505	6566320.69	6740828.723	6940014.205	7155339.002	7388444.867	7641179.828	7915629.05	821451.033	8539420.177	8894477.002	9282787.558	9708313.941	10175598.24	10689862.84	11257130.61	11884369.51	12579667.09	13352442.02	201052825.3	
Ag kh	660000	673860	688718.613	704664.1707	721794.6448	740218.9087	760058.1914	781447.7554	804538.8402	829500.9163	856524.308	885823.2527	917639.4785	952246.4004	989954.0552	1031114.923	1076130.814	1125461.045	1179632.169	1239249.604	1305011.566	1377725.834	1458329.98	1547915.883	23307561.35	
Ag O Rh	456000	465576	475841.9508	486858.8816	498694.4818	511423.9733	525131.114	539909.3583	555863.1987	573109.724	591780.431	612023.3382	634005.4579	657915.6949	683968.2563	712406.674	743508.5625	777591.2674	815018.5894	856208.817	901644.3548	951883.3037	1007573.44	1069469.156	16103406.03	
Ag OuledGacem	4472766	4566694.086	4667389.691	4775451.43	4891543.252	5016402.981	5150852.176	5295807.502	5452293.894	5621459.841	5804595.156	6003151.707	6218767.666	6453295.945	6708833.636	6987781.468	7292850.48	7627157.418	7994270.693	8398293.171	8843956.61	9336735.256	9882982.954	10490099.29	157953436.3	
Ag OuledHamla	5017018.5	5122375.889	5235324.277	5365635.122	5486753.161	5626805.998	5777615.162	5940208.857	6115736.735	6305487.034	6510906.513	6733623.707	6975476.121	7238542.133	7525178.499	7838064.611	8180254.853	8555240.732	8967024.87	9420209.375	9920101.773	10472842.42	11085558.31	11766549.43	177173434.1	
Ag Sigus	679491	693760.311	709057.7259	725474.1849	743110.553	762078.9189	782504.0917	804525.3284	828298.335	853997.5865	881819.0281	911983.2239	944739.0408	980367.968	1019189.198	1061565.621	1107910.914	1158697.956	1214468.852	1275846.898	1343550.93	1418412.583	1501397.115	1593628.654	23995876.02	
Ain Fekroun	2883805.118	2929946	2976825.136	3024454.338	3072845.608	3122011.137	3171963.316	3222714.729	3274278.164	3326666.615	3379893.281	3433971.573	3488915.118	3544737.76	3601453.564	3659076.821	3717622.051	3777104.003	3837537.667	3898938.27	3961321.282	4024702.423	4089097.662	4154523.224	83574404.86	
Ain Kercha	1494812.377	1521719	1549109.942	1576993.921	1605379.812	1634276.648	1663693.628	1693640.113	1724125.635	1755159.897	1786752.775	1818914.325	1851654.783	1884984.569	1918914.291	1953454.748	1988616.934	2024412.038	2060851.455	2097946.781	2135709.823	2174152.6	2213287.347	2253126.519	44381689.96	
Ain Milia	20382886.72	20872076	21373005.82	21885957.96	22411220.95	22949090.26	23499868.42	24063865.27	24641398.03	25232791.59	25838378.58	26458499.67	27093503.66	27743747.75	28409597.7	29091428.04	29789622.31	30504573.25	31236683.01	31986363.4	32754036.12	33540132.99	34345096.18	35169378.49	651273202.2	
constantine	26450002.19	26264852.17	26080998.21	25898431.22	25717142.2	25537122.21	25358362.35	25180853.81	25004587.84	24829555.72	24655748.83	24483158.59	24311776.48	24141594.04	23972602.89	23804794.67	23638161.1	23472693.98	23308385.12	23145226.42	22983209.84	22823237.37	22662571.08	22503933.08	586228091.4	
El Amiria	341677.9324	343728	345790.368	347865.1102	349952.3009	352052.0147	354164.3268	356289.3127	358427.0486	360577.6109	362741.0766	364917.523	367107.0282	369309.6703	371525.5283	373754.6815	375997.2096	378253.1929	380522.712	382805.8483	385102.6834	387413.2995	389737.7793	392076.206	8791788.464	
El Harmlia	4327687.747	4379620	4432175.44	4485361.545	4539185.884	4593656.114	4648779.988	4704565.348	4761020.132	4818152.373	4875970.202	4934481.844	4993695.626	5053169.974	5112463.414	517634.575	5237742.19	5300595.096	5364202.237	5428572.664	5493715.536	5559640.122	5626355.804	5693872.073	119542565.9	
el khroub Henchir Toumghani	4825715.215	5177992.426	5555985.873	5961572.842	6396767.659	6863731.698	7364784.112	7902413.353	8479289.527	9098277.663	9762451.932	10475110.92	11239794.02	12060298.98	12940700.81	13885371.97	14899004.12	15986631.42	17153655.52	18405872.37	19749501.05	21191214.63	22738173.3	24398059.95	292512371.4	
Ind Ain Milia	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	1175040
Ind con	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	10288620
IndKh	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	43379520
Ind O Rh	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	963600
Ind ONAB	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	1513728
IndOuledHamla	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	717120
OuledGacem	2210326.111	2239060.35	2268168.135	2297654.32	2327523.826	2357781.636	2388432.797	2419482.424	2450935.695	2482797.859	2515074.232	2547770.197	2580891.209	2614442.795	2648430.551	2682860.148	2717737.33	2753067.916	2788857.798	2825112.95	2861839.418	2899043.331	2936730.894	2974908.396	61788930.32	
OuledHamla	1906263.261	1940576	1975506.368	2011065.483	2047264.661	2084115.425	2121629.503	2159818.834	2198695.573	2238272.093	2278560.991	2319575.089	2361327.44	2403831.334	2447100.298	2491148.104	2535988.77	2581636.567	2628106.026	2675411.934	2723569.349	2772593.597	2822500.282	2873305.287	56597862.27	
ouledrehmoune	1691696.449	1733988.86	1777338.582	1821772.046	1867316.347	1913999.256	1961849.237	2011085.468	2061167.855	2112697.051	2165514.478	2219652.339	2275143.648	2332022.239	2390322.795	2450080.865	2511332.887	2574116.209	2638469.114	2704430.842	2772041.613	2841342.653	2912376.22	2985185.625	54724752.68	
Sigus	1695775.811	1724604	1753922.268	1783738.947	1814062.509	1844901.571	1876264.898	1908161.401	1940600.145	1973590.348	2007141.383	2041262.787	2075964.254	2111255.647	2147146.993	2183648.492	2220770.516	2258523.615	2296918.516	2335966.131	2375677.555	2416064.074	2457137.163	2498908.495	49742007.52	
Sum	99960892.43	101495874.1	103116847	104829781.3	106641199.6	108558240.2	110588729.3	112741263.6	115025304.8	117451288.2	120030747.8	122776460.7	125702614.5	128825002.6	132161250.8	135731083.8	139556637.5	143662827.3	148077783.9	152833370.7	157965800.7	163516374.5	169532367.3	176068098.4	30	

**Demande en eau (sans pertes, recycl., GSD)
(CubicMeter)**

All Branches, Branch: Demand Sites and Catchments, Scenario: Diminution consommation

élémentaire AEP, All months (12), Annual Total

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Sum			
Ag Ain Fekroun	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	9499680		
Ag Ain Kercha	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	42590232	
Ag Ain Milia	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	104338152	
Ag con	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	8928000	
Ag Harmlia	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	95234292	
Ag HenchirToum	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	136637064	
Ag kh	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	15840000	
Ag O Rh	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	10944000	
Ag OuledGacem	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	107346384	
Ag OuledHamla	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	120408444	
Ag Sigus	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	16307784	
Ain Fekroun	2883805.118	2868417.134	2850051.233	2828610.468	2804004.14	2776149.407	2744970.829	2714005.386	2672400.368	2630916.725	2585930.315	2537433.53	2485436.948	2429970.967	2371087.4	2308861.007	2243390.918	2174801.905	2103245.479	2028900.74	1951974.95	1872703.764	1791351.082	1708208.454	1625070.918	1541928.386	58363027.91	
Ain Kercha	1494812.377	1489762.901	1483138.074	1474878.115	1464926.069	1453228.499	1439736.221	1424405.097	1407196.689	1388080.04	1367030.785	1344033.897	1319083.743	1292185.229	1263354.758	1232621.155	1200026.551	1165627.198	1129494.192	1091714.073	1052389.286	1011638.459	969596.4762	926414.3107	883853.7437	30885374.37		
Ain Milia	2038286.72	2043376.24	20462794.69	20468766.56	20450476.32	20406748.16	20336443.68	20238474.55	20111816.36	19955523.38	19768744.43	19550739.66	19300898.07	19018755.71	18704014.34	18356560.17	17976482.61	17564092.48	17119939.4	16644827.87	16139831.5	15606304.94	15045892.83	14460535.28	13835031.21	13219531.21	448505312.1	
constantine	26450002.19	25713290.28	24970288.04	24221418.3	23467164.45	22708073.21	21944757.24	2117897.38	20408244.62	19636621.58	18863923.52	18091118.75	17319248.39	16549425.26	15782832.02	15020718.3	14264396.76	13515238	12774664.35	12044142.22	11325173.26	10619284.08	9928014.583	9252905.007	8562488.418	7919531.21	426048841.8	
El Amiria	341677.9324	336509.712	331064.2109	325339.6422	319335.1784	313051.0501	306488.6472	299650.6218	292540.9902	285165.2351	277530.4036	269645.202	261520.0831	253167.325	244601.0987	235837.522	226894.696	217972.7226	208553.6985	199201.684	189762.6417	180264.3445	170736.248	161209.3262	151750.2416	142248.1661	6247540.216	
El Harmlia	4327687.747	4287647.98	4243422.606	4194918.885	4142055.162	4084762.508	4022986.456	3956688.796	3885849.434	3810468.295	3730567.243	3646192.002	3557414.038	3464332.383	3367075.355	3265802.124	3160704.1	3052006.061	2939967	2824880.604	2707075.327	2586913.985	2464792.82	2341139.979	2218053.509	2093973.21	84065350.89	
el khroub	4825715.215	5069254.585	5319373.381	557540.399	5837118.192	6103354.976	6373376.846	6646180.478	6920626.566	7195434.242	7469176.776	7740278.893	8007016.05	8267516.065	8519763.502	8761607.224	8990771.541	9204871.363	9401431.737	9577912.112	9731735.595	9860323.381	9961134.39	10031710.02	10100000.02	10185391.2235	4185391223.5	
Henchir Toumghani	1495590.998	1496395.626	1495594.905	1493109.443	1488861.624	1482776.356	1474781.886	1464810.69	1452800.43	1438694.975	1422445.482	1404011.532	1383362.309	1360477.805	1335350.049	1307984.331	1278400.398	1246633.612	1212736.027	1176777.359	1138845.818	1099048.765	1057513.152	1014385.708	971953.152	929531.21	32221389.28	
Ind Ain Milia	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	1175040	
Ind con	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	10288620
IndKh	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	43379520	
Ind O Rh	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	963600	
Ind ONAB	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	1513728	
IndOuledHamla	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	717120
OuledGacem	2210326.111	2192040.083	2171573.772	2148873.263	2123890.126	2096582.284	2066914.937	2034861.521	2000404.707	1965337.429	1924263.922	1882600.769	1838577.94	1792239.797	1743646.057	1692872.68	1640012.664	1585176.723	1528493.806	1470111.44	1410195.856	1348991.868	1286522.48	1223188.173	1159853.841	1096389.418	43375838.41	
OuledHamla	1906263.261	1899823.904	1891375.577	1880842.043	1868150.672	1853233.315	1836027.254	1816476.199	1794531.363	1770152.578	1743309.463	1713982.623	1682164.876	1647862.478	1611096.347	1571903.242	1530336.892	1486469.03	1440390.322	1392211.13	1342062.096	1290094.501	1236480.356	1181412.191	1128665.172	1076389.418	3986651.72	
ouledrehmoune	1691696.449	1697575.094	1701647.152	1703806.011	1703945.93	1701962.926	1697755.74	1691226.921	1682283.99	1670840.71	1656818.446	1640147.611	1620769.177	1598636.265	1573715.768	1545990	1515458.353	1482138.916	1446070.037	1407311.775	1365947.219	1322083.603	1275853.189	1227413.845	1176210.913	1124853.189	37621095.13	
Sigus	1695775.811	1688387.316	1679228.068	1668235.686	1655351.239	1640520.009	1623692.3	1604824.31	1583879.036	1560827.235	1535648.412	1508331.834	1478877.555	1447297.451	1413616.221	1377872.371	1340119.124	1300425.261	1258875.848	1215572.826	1170635.439	1124200.452	1076422.155	1027472.08	976210.913	925070.918	34670888.04	
Sum	99960892.43	99427519.52	98854204.21	98238991.31	97579931.6	96875094.84	96122584.53	95320554.45	94467227.23	93560914.92	92600041.69	91583168.8																

**Demande en eau (sans pertes, recycl., GSD)
(CubicMeter)**

**All Branches, Branch: Demand Sites and Catchments, Scenario: Diminution consommation élémentaire
Irrigation, All months (12), Annual Total**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
Ag Ain Fekroun	395820	383351.67	370672.3135	357799.3274	344752.1078	331552.0851	318222.74	304789.5994	291280.2078	277724.0717	264152.5742	250598.8579	237097.6716	223685.1809	210398.7402	197276.6241	184357.7202	171681.1821	159286.045	147210.8079	135492.985	124168.6333	113271.8646	102834.3479	589747.358
Ag Ain Kercha	1774593	1718693.321	1661847.539	1604133.651	1545638.617	1486458.515	1426698.618	1366473.371	1305906.265	1245129.588	1184284.041	1123518.213	1062987.894	1002855.228	943287.6852	884456.8647	826537.1123	769703.9662	714132.4351	659995.1222	607460.216	556689.3728	507835.5262	461040.6597	26440356.82
Ag Ain Milia	4347423	4210479.176	4071217.577	3929829.279	3786527.318	3641547.068	3495146.427	3347605.767	3199227.616	3050336.054	2901275.774	2752410.789	2604122.759	2456808.904	2310879.496	2166754.921	2024862.294	1885631.65	1749491.728	1616865.374	1488164.618	1363785.49	1244102.646	1129463.921	64773959.64
Ag con	372000	360282	348365.6729	336267.3685	324005.3158	311599.6555	299072.4553	286447.706	273751.2943	261010.9511	248256.171	235518.102	222829.4018	210224.0597	197737.1819	185404.7399	173263.2811	161349.6027	149700.3909	138351.828	127339.1704	116696.3054	106455.2919	96645.89312	5542573.839
Ag Harmlia	3968095.5	3843100.492	3715989.943	3586938.257	3456139.881	3323809.653	3190182.968	3055515.734	2920084.083	2784183.818	2648129.557	2512253.55	2376904.157	2242443.939	2109247.37	1977698.157	1848186.145	1721103.85	1596842.601	1475788.35	1358317.174	1244790.549	1135550.442	1030914.338	59122210.51
Ag HenchirToum	5693211	5513874.854	5331503.443	5146346.993	4958684.485	4768824.157	4577103.743	4383890.405	4189580.322	3994597.897	3799394.526	3604446.906	3410254.843	3217338.519	3026235.213	2837495.443	2651678.542	2469347.669	2291064.281	2117382.121	1948840.767	1785958.843	1629226.985	1479100.704	84825382.66
Ag kh	660000	639210	618068.1293	596603.3957	574848.141	552838.0985	530612.4207	508213.6719	485687.7802	463083.9455	440544.497	417854.6971	395342.4871	372978.1704	350824.0325	328943.8935	307402.5955	286265.4241	265597.4678	245462.9206	225924.3345	207041.8322	188872.292	171468.52	8933589.747
Ag O Rh	456000	441636	427028.8893	412198.7098	397167.8065	381960.8681	366604.9452	351129.446	335566.1027	319948.9078	304314.0161	288699.6089	273145.7183	257694.0087	242387.5133	227270.3264	212387.2478	197783.3839	183503.705	169592.5633	156093.1766	143047.084	130493.5836	118469.1593	6794122.771
Ag OuledGacem	4472766	4331873.871	4188597.143	4043132.4	3895698.819	3746538.561	3595916.962	3444122.473	3291466.348	3138282.01	2984924.089	2831767.094	2679203.689	2527642.545	2377505.764	2229225.852	2083242.238	1939997.357	1799932.309	1663482.13	1531070.73	1403105.557	1279972.07	1162028.131	66641494.14
Ag OuledHamla	5017018.5	4858982.417	4698271.574	4535106.475	4369732.967	4202422.678	4033473.229	3863208.172	3691976.634	3520152.608	3348133.878	3176340.524	3005212.987	2835209.668	2666804.032	2500481.21	2336734.104	2176058.983	2018950.621	1865896.991	1717373.585	1573837.428	1435720.883	1303425.359	74750525.51
Ag Sigus	679491	658087.0335	636320.8049	614222.1787	591824.4518	569164.4127	546282.3703	523222.1456	500031.0234	476759.6564	453461.9191	430194.7061	407017.6695	383992.8939	361184.504	338658.2047	316480.753	294719.3625	273441.0439	252711.887	232596.2909	213156.1539	194450.0342	176532.2972	10124002.8
Ain Fekroun	2883805.118	2929946	2976825.136	3024454.338	3072845.608	3122011.137	3171963.316	3222714.729	3274278.164	3326666.615	3379893.281	3433971.573	3488915.118	3544737.76	3601453.564	3659076.821	3717622.051	3777104.003	3837537.667	3898938.27	3961321.282	4024702.423	4089097.662	4154523.224	83574404.86
Ain Kercha	1494812.377	1521719	1549109.942	1576993.921	1605379.812	1634276.648	1663693.628	1693640.113	1724125.635	1755159.897	1786752.775	1818914.325	1851654.783	1884984.569	1918914.291	1953454.748	1988616.934	2024412.038	2060851.455	2097946.781	2135709.823	2174152.6	2213287.347	2253126.519	44381689.96
Ain Milia	2038286.72	20872076	21373005.82	21885957.96	22411220.95	22949090.26	23499868.42	24063865.27	24641398.03	25232791.59	25838378.58	26458499.67	27093503.66	27743747.75	28409597.7	29091428.04	29789622.31	30504573.25	31236683.01	31986363.4	32754036.12	33540132.99	34345096.18	35169378.49	651273202.2
constantine	26450002.19	26264852.17	26080998.21	25898431.22	25717142.2	25537712.21	25358362.35	25180853.81	25004587.84	24829555.72	24655748.83	24483158.59	24311776.48	24141594.04	23972602.89	23804794.67	23638161.1	23472693.98	23308385.12	23145226.42	22983209.84	22822327.37	22662571.08	22503933.08	586228091.4
El Amiria	3416779324	343728	345790.368	347865.1102	349952.3009	352052.0147	354164.3268	3562893.3127	358427.0486	360577.6109	362741.0766	364917.523	367107.0282	369309.6703	371525.5283	373754.6815	375997.2096	378253.1929	380522.712	382805.8483	385102.6834	387413.2995	389737.7793	392076.206	8791788.464
El Harmlia	4327687.747	4379620	4432175.44	4485361.545	4539185.884	4593656.114	4648779.988	4704565.348	4761020.132	4818152.373	4875970.202	4934481.844	4993695.626	5053619.974	5114263.414	5175634.575	5237742.19	5300595.096	5364202.237	5428572.664	5493715.536	5559640.122	5626355.804	5693872.073	119542565.9
el khroub	4825715.215	5177992.426	555985.873	5961572.842	6396767.659	6863731.698	7364784.112	7902413.353	8479289.527	9098277.663	9762451.932	10475110.92	11239794.02	12060298.98	12940700.81	13885371.97	14899004.12	15986631.42	17153655.52	18405872.37	19749501.05	21191214.63	22738173.3	24398059.95	292512371.4
Henchir Toumghani	1495590.998	1528494	1562120.868	1596487.527	1631610.253	1667505.678	1704190.803	1741683.001	1780000.027	1819160.027	1859181.548	1900083.542	1941885.38	1984606.858	2028268.209	2072890.11	2118493.692	2165100.554	2212732.766	2261412.887	2311163.97	2362009.577	2413973.788	2467081.211	46625727.28
Ind Ain Milia	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	48960	1175040
Ind con	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	428692.5	10288620
IndKh	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	1807480	43379520
Ind O Rh	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	40150	963600
Ind ONAB	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	1513728
IndOuledHamla	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	29880	717120
OuledGacem	2210326.111	2239060.35	2268168.135	2297654.32	2327523.826	2357781.636	2388432.797	2419482.424	2450935.695	2482797.859	2515074.232	2547770.197	2580891.209	2614442.795	2648430.551	2682860.148	2717737.33	2753067.916	2788857.798	2825112.95	2861839.418	2899043.331	2936730.894	2974908.396	61788930.32
OuledHamla	1906263.261	1940576	1975506.368	2011065.483	2047264.661	2084115.425	2121629.503	2159818.834	2198695.573	2238272.093	2278560.991	2319575.089	2361327.44	2403831.334	2447100.298	2491148.104	2535988.77	2581636.567	2628106.026	2675411.934	2723569.349	2772593.597	2822500.282	2873305.287	56597862.27
ouledrehmoune	1691696.449	1733988.86	1777338.582	1821772.046	1867316.347	1913999.256	1961849.237	2010895.468	2061167.855	2112697.051	2165514.478	2219652.339	2275143.648	2332022.239	2390322.795	2450080.865	2511332.887	2574116.209	2638469.114	2704430.842	2772041.613	2841342.653	2912376.22	2985185.625	54724752.68
Sigus	1695775.811	1724604	1753922.268	1783738.947	1814062.509	1844901.571	1876264.898	1908161.401	1940600.145	1973590.348	2007141.383	2041262.787	2075964.254	2111255.647	2147146.993	2183648.492	2220770.516	2258523.615	2296918.516	2335966.131	2375677.555	2416064.074	2457137.163	2498908.495	49742007.52
Sum	99960892.43	100034462.1	1001370																						

**Demande en eau (sans pertes, recycl., GSD)
(CubicMeter)**

All Branches, Branch: Demand Sites and Catchments, Scenario: accroissement consommation eau industrielle, All months (12), Annual Total

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Sum			
Ag Ain Fekroun	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	395820	9499680		
Ag Ain Kercha	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	1774593	42590232	
Ag Ain Miila	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	4347423	104338152	
Ag con	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	372000	8928000	
Ag Harmlia	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	3968095.5	95234292	
Ag HenchirToum	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	5693211	136637064	
Ag kh	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	660000	15840000
Ag O Rh	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	456000	10944000	
Ag OuledGacem	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	4472766	107346384	
Ag OuledHamla	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	5017018.5	120408444	
Ag Sigus	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	679491	16307784
Ain Fekroun	2883805.118	2929946	2976825.136	3024454.338	3072845.608	3122011.137	3171963.316	3222714.729	3274278.164	3326666.615	3379893.281	3433971.573	3488915.118	3544737.76	3601453.564	3659076.821	3717622.051	3777104.003	3837537.667	3898938.27	3961321.282	4024702.423	4089097.662	4154523.224	4220000.000	4285440.86	83574404.86	
Ain Kercha	1494812.377	1521719	1549109.942	1576993.921	1605379.812	1634276.648	1663693.628	1693640.113	1724125.635	1755159.897	1786752.775	1818914.325	1851654.783	1884984.569	1918914.291	1953454.748	1988616.934	2024412.038	2060851.455	2097946.781	2135709.823	2174152.6	2213287.347	2253126.519	2293020.000	2332912.377	44381689.96	
Ain Miila	20382886.72	20872076	21373005.82	21885957.96	22411220.95	22949090.26	23499868.42	24063865.27	24641398.03	25232791.59	25833878.58	26458499.67	27093503.66	27743747.75	28409597.7	29091428.04	29789622.31	30504573.25	31236683.01	31986363.4	32754036.12	33540132.99	34345096.18	35169378.49	36012730.22	36886302.22	651273202.2	
constantine	26450002.19	26264852.17	26080998.21	25898431.22	25717142.2	25537122.21	25358362.35	25180853.81	25004587.84	24829555.72	24655748.83	24483158.59	24311776.48	24141594.04	23972602.89	23804794.67	23638161.1	23472693.98	23308385.12	23145226.42	22983209.84	22822327.37	22662571.08	22503933.08	22345200.00	22186500.00	586228091.4	
El Amiria	341677.9324	343728	345790.368	347865.1102	349952.3009	352052.0147	354164.3268	356289.3127	358427.0486	360577.6109	362741.0766	364917.523	367107.0282	369309.6703	371525.5283	373754.6815	375997.2096	378253.1929	380522.712	382805.8483	385102.6834	387413.2995	389737.7793	392076.206	394425.000	396774.000	8791788.464	
El Harmlia	4327687.747	4379620	4432175.44	4485361.545	4539185.884	4593656.114	4648779.988	4704565.348	4761020.132	4818152.373	4875970.202	4934481.844	4993695.626	5053619.974	5114263.414	5175634.575	5237742.19	5300595.096	5364202.237	5428572.664	5493715.536	5559640.122	5626355.804	5693872.073	5761300.000	5828700.000	119542565.9	
el khroub	4825715.215	5177992.426	5555985.873	5961572.842	6396767.659	6863731.698	7364784.112	7902413.353	8479289.527	9098277.663	9762451.932	10475110.92	11239794.02	12066298.98	12940700.81	13885371.97	14899004.12	15986631.42	17153655.52	18405872.37	19749501.05	21191214.63	22738173.3	24398059.95	26152300.00	27987000.00	292512371.4	
Henchir Toumghani	1495590.998	1528494	1562120.868	1596487.527	1631610.253	1667505.678	1704190.803	1741683.001	1780000.027	1819160.027	1859181.548	1900083.542	1941885.38	1984606.858	2028268.209	2072890.11	2118493.692	2165100.554	2212732.766	2261412.887	2311163.97	2362009.577	2413973.788	2467081.211	2517300.000	2566600.000	46625727.28	
Ind Ain Miila	48960	49988.16	51090.39893	52273.26939	53544.0391	54910.7845	56382.49856	57969.21531	59682.15396	61533.88615	63538.53048	65711.97947	68072.16495	70639.36934	73436.59173	76489.97973	79829.34039	83488.7466	87507.25907	91929.78878	96808.13073	102202.2073	108181.5694	114827.2146	121897.000	129400.000	1782997.279	
Ind con	428692.5	437695.0425	447346.2182	457703.4015	468830.2284	480797.4159	493683.7064	507576.9574	522575.4042	538789.1236	556341.7377	575372.4011	596038.1245	618516.5	643008.9073	669744.294	698983.65	731025.3166	766211.3084	804934.8647	847649.5013	894879.8973	947235.0375	1005424.136	107159305.67			
IndKh	1807480	1845437.08	1886128.968	1929797.569	1976711.189	2027167.99	2081499.969	2140077.559	2203314.944	2271676.237	2345682.661	2425920.928	2513053.037	2607827.763	2711094.175	2823817.577	2947098.37	3082194.438	3230547.807	3393816.475	3573912.584	3773048.32	3993791.32	4239131.819	44930228.78			
Ind O Rh	40150	40993.15	41897.04896	42867.07038	43909.17422	45029.98361	46236.87331	47538.07179	48942.77945	50461.30574	52105.22874	53887.58121	55823.06828	57928.32269	60222.20503	62726.15781	65464.62452	68465.5469	71760.95694	75387.68422	79388.20361	83811.65492	88715.07376	94164.88289	100000.000	1417876.649		
Ind ONAB	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	63072	1513728	
IndOuledHamla	29880	30507.48	31180.16993	31902.06882	32677.6121	33511.72878	34409.90721	35378.27111	36423.66749	37553.76876	38777.1914	40103.63453	41544.04185	43110.79158	44817.91995	46681.38469	48719.37686	50952.69094	53405.16546	56104.20933	59081.43272	62373.40595	66022.57544	70078.37362	74800.000	1055196.869		
OuledGacem	2210326.111	2239060.35	2268168.135	2297654.32	2327523.826	2357781.636	2388432.797	2419482.424	2450935.695	2482797.859	2515074.232	2547770.197	2580891.209	2614442.795	2648430.551	2682860.148	2717737.33	2753067.916	2788857.798	2825112.95	2861839.418	2899043.331	2936730.894	2974908.396	3013600.000	3051800.000	3090000.000	
OuledHamla ouledrehmoun e	1906263.261	1940576	1975506.368	2011065.483	2047264.661	2084115.425	2121629.503	2159818.834	2198695.573	2238272.093	2278560.991	2319575.089	2361327.44	2403831.334	2447100.298	2491148.104	2539888.77	2581636.567	2628106.026	2675411.934	2723569.349	2772593.597	2822500.282	2873305.287	2925100.000	2977000.000	5679862.27	
1691696.449	1733988.86	177338.582	1821772.046	1867316.347	1913999.256	1961849.237	2010895.468	2061167.855	2112697.051	2165514.478	2219652.339	2275143.648	2332022.239	2390322.795	2450080.865	2511332.887	2574116.209	2638469.114	2704430.842	2772041.613	2841342.653	2912376.22	2985185.625	3064200.000	3144000.000	54724752.68		
Sigus	1695775.811	1724604	1753922.268	1783738.947	1814062.509	1844901.571	1876264.898	1908161.401	1940600.145	1973590.348	2007141.383																	

Demande en eau (sans pertes, recycl.,
GSD) (CubicMeter)

All Scenarios, Branch: Demand Sites and Catchments,
Selected , All months (12), Annual Total

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Sum
accroissement consommation eau industrielle	99960892.43	100960767.7	102008079.8	103105388.6	104255434.3	105461151.5	106725686.3	108052413.1	109444954.6	110907203.2	112443344.7	114057884.9	115755679.1	117541964.4	119422396.8	121403092.6	123490674.5	125692324.6	128015844.4	130469723.5	133063218.1	135806442.1	138710473.1	141787475	2808542509
Accroissement population	99960892.43	100878853.9	101820994.7	102788115	103781047.1	104800656.5	105847843.9	106923546.3	108028739.3	109164438.4	110331701.2	111531629.6	112765371.3	114034122.6	115339130.7	116681695.8	118065174.3	119484981.1	120948592.8	122455550.6	124007463.7	125606012.9	127252953.9	128950121.5	2711447629
Accroissement surfaces agricoles	99960892.43	101495874.1	103116847	104829781.3	106641199.6	108558240.2	110588729.3	112741263.6	115025304.8	117451288.2	120030747.8	122776460.7	125702614.5	128825002.6	132161250.8	135731083.8	139556637.5	143662827.3	148077783.9	152833370.7	157965800.7	163516374.5	169532367.3	176068098.4	3096849841
Diminution consommation élémentaire AEP	99960892.43	99427519.52	98854204.21	98238991.31	97579931.6	96875094.84	96122584.53	95320554.45	94467227.23	93560914.92	92600041.69	91583168.8	90509021.67	89376519.24	88184805.42	86933282.63	85621647.1	84249925.77	82818514.4	81328216.33	79780281.49	78176444.64	76518962.26	74810646.88	2152899393
Diminution consommation élémentaire irrigation	99960892.43	100034462.1	100137064.5	100272167.8	100443526.4	100655193.9	100911534.8	101217236.1	101577317.8	101997142.9	102482424.9	103039236	103674012.4	104393559.2	105205053.1	106116044	107134455.7	108268584.8	109527099.1	110919035.1	112453795.8	114141148.4	115991223.6	118014516.4	2528566727
Reference scenario	99960892.43	100911309.3	101905599.5	102946007.8	104034924.5	105174896.1	106368635.9	107619035.6	108929178.2	110302351.3	111742061.8	113252050.9	114836311.1	116499104.1	118244979.5	120078795.7	122005741.6	124031360.3	126161574.4	128402713	130761540.7	133245289.2	135861690	138619011.1	2781895054

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Benabbas C., Chadi M., 2004 : Particularités morpho géologiques et indices néotectoniques dans la région de Constantine. 1er Séminaire national sur les Sciences de la Terre au service du Développement Durable (26-27 avril), Tébessa.

Benabbas C., 2006 : Evolution Mio-plio-quadernaire des bassins continentaux de l'Algérie nord orientale : apport de la photogéologie et analyse morpho structurale. Doctorat d'état Université, Constantine, 256 p.

Boulaarak M., 2003 : Etude hydrogéologique du bassin versant de Boumerzoug. Vulnérabilité des eaux souterraine et impact de la pollution sur la région d'El Khroub. Mémoire de Magister. Université de Mentouri. Constantine. 179 p.

Boulaouidat H., 2014 : caractérisation, structure et évolution del'aquifère carbonate du Boumerzoug (Constantine), mémoire de magister, Université Mentouri. Constantine. 60,61 p.

Boulgueraguer Z., 2009 : Gestion intégrée des ressources en eau du sous bassin versant amont de l'oued Boussellam». (Sétif, nord-est algérien) essai d'une nouvelle approche et synthèse de données, mémoire de magister, Université Badji Mokhtar. Annaba.

Benloucif A., Madaoui N., 1999 : Etude hydrogéologique du massif de Dj Guerioum et la plaine de Fesguia (Ain M'Lila), relation karst et aquifère poreux. Mémoire d'ingénieur, université de Mentouri. Constantine. 161 p.

Bouteraa W., 2007 : Gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant de Boumerzoug (Kebir-Rhumel), perspectives et développement durable. Université Constantine.

Chadi M., 1991 : Etude géologique de monts de Ain M'Lila (Algérie orientale). Thèse de Doctorat de L'Université de Nancy1, 191p.

Derouiche A., 2008 : Contribution de la géophysique et de la photo-interprétation à l'étude de l'instabilité de terrain dans la région de Constantine. Université de Mentouri. Constantine

Durand Delga M., 1969 : Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, N. S., Bull. n°39, pp 89-131.

Durozoy G., 1960 : Etude géologique de la région Châteaudun du Rhumel. Publ. du Serv. De la carte géol. de l'Algérie. Nlle série. Bull. N°.22.

Durozoy G., 1959 :Les ressources en eau des massifs calcaires crétaçés de la région de la région de Constantine. Thèse de doctorat. Université d'Alger. 90 p.

Farah A S., 1991 : Etude du comportement hydro chimique d'un Oued en zone méditerranéennesemi-aride d'Afrique du Nord et de ses causes naturelles et anthropiques : l'Oued Rhumel, ConstantinoisAlgérie. Thèse de Doctorat. Université d'Orléans. France.

Hoff, H., Bonzi, C., Joyce, B. & Tielbörger, K. 2011 : A Water Resources Planning Tool for the Jordan River Basin. *Water*, 3, 718-736.

Kerdoun A., 1998 : Communication oral : éducation et sensibilisation en vue d'une protection de l'eau en Algérie-congres international de Kaslik-Liban-18-20 juin 1998.

Marmi R., Chadi M., Inès M., 2001 : Synthèse stratigraphique du Constantinois.1er Séminaire sur la Géologie du Grand Constantinois 06-07 Novembre Constantine.

Mebarki A., 1984 :Ressources en eau et aménagement en Algérie. Le bassin du Kebir Rhumel (Algérie). Doctorat troisième cycle. Office des publications Universitaires. Alger. 302 p.

Raskin, P., Hansen, E. & Zhu, Z and D. Stavisky.1992: Simulation of water supply and demand in the Aral Sea region. *Water Int* 17(2):55–67

Sedari Z., 2013 : Gestion intégrée des ressources en eau de la wilaya de Constantine. Université de Jijel. Algérie.

SEI (2007) WEAP: user guide for WEAP21. Stockholm Environment Institute, Boston

SEI (2008) WEAP: système d'évaluation et de planification des ressources en eau, tutorial: une collection de modules autonomes pour aider à apprendre le logiciel WEAP. Tellus Institute, Boston

Toufik Fredj / Kamel Silhadi 2005 : Fiche de synthèse, Mission économique. Revue par Jean-Paul Paolijanvier 2005.

Villa J.M., 1980 : La chaine Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens, thèse doctorat d'état dies science, Université de Paris VI, 2 tome, 586 p.

Ziari A., 2002 : Synthèsehydrogéologique de la région d'Ain M'Lila, aquifère profond et superficiel. Mémoire d'ingénieur, Université de Mentouri. Constantine. 113 p.

Yates, D., Sieber, J., Purkey, D. & Huber-Lee, A. 2005 : WEAP21 – A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model : Part 1: Model Characteristic. Water. Int., Vol. 30, No 4, 487–500.

Yates, D., Purkey, D., Galbraith, H., Huber-Lee, A.&Sieber, J. 2005 : WEAP a demand, priority and preference driven water planning model: Part 2, Evaluating freshwater. Ecosyst. Services. Water. Int. Vol. 30, No. 4. pp. 501-512.

ABH-CSM, 2007 Données de l'Agence des bassins hydrographiques Constantinois-Seybousse-Mellegue, « Cahiers de l'agence, le bassin de Kebir-Rhumel », N°8.

ANRH : Données de l'Agence nationale des ressources hydraulique de Constantine.

Conférence internationale sur l'eau et l'environnement de Dublin. 26 janvier 1992, - Principes de Dublin. Article créé le 21 mars 2011, dernière mise à jour 22 mars 2014. is@dd information sur le développement durable. Institut des sciences de l'environnement. Université de Genève.

DHW 2014 Données de la Direction de l'hydraulique des wilayas de Constantine et d'Oum El Bouaghi.

DSA 2014 Données de la Direction des services agricole de Constantine et d'Oum El Bouaghi.

GWP 2005 Plan de gestion intégrée des ressources en eau « Manuel de formation et guide opérationnel » cap-net, 106 p.

INRH 1984 : Rapport de mission HG 175, Prospection géophysique par sondages électriques pour hydrogéologie. Wilaya d'Oum El Bouaghi.

ONS, 2008 :Données du recensement général de la population et de l'habitat. Office National des Statistiques.

Plan Bleu 2008 : Eau, Energie, dessalement et changement climatique en Méditerranée.

VIII. Conclusion générale et recommandations

Le travail réalisé porte sur les aspects quantitatifs de la ressource en eau, ainsi que sa gestion intégrée dans un bassin qui est complètement paradoxale.

Le sous bassin versant de Boumerzoug couvrant une superficie de 1832 Km², fait partie du grand bassin du Kébir-Rhumel. L'analyse morpho-métrique fait ressortir un bassin ramassé de relief qualifié fort, aboutissant à une rapide mobilisation des eaux de surface.

L'étude géologique a permis de mettre en évidence plusieurs unités tectoniques qui se présentent dans :

- Un ensemble inférieur carbonaté néritique d'âge Jurassique-Crétacé.
- Un ensemble à dominante marneuse constituant la couverture du précédent d'âge allant du Sénonien supérieur au Paléocène.
- Un ensemble supérieur comprenant une série détritico-hétérogène Mio-Pliocène-Quaternaire.

Recouvrant ces unités, on trouve les argiles et les grès numidiens, les formations des post-nappes du Mio-Pliocène continental et le Quaternaire.

Du point de vue climatique, il s'agit d'un bassin à climat semi-aride, influencé par les courants humides de la méditerranée en hiver et chauds du Sahara en été. Le calcul du bilan d'eau selon la méthode de C.W. Thornthwaite pour la période 1984-2013, montre qu'à partir d'une précipitation de 587 mm, l'infiltration directe vers les nappes (16 %) , le reste partant sous forme d'évapotranspiration (70 %) et de ruissellement (13 %).

Les données hydrogéologiques montrent que le bassin de Boumerzoug est caractérisé par quatre grandes plaines (El Khroub, Sigus, Ain M'Lila, et Ain Kercha) où se développent trois principaux aquifères :

- Un aquifère carbonaté profond à débit importante et très perméable.
- Un aquifère hétérogène peu profond à débit faible.
- Un aquifère alluvionnaire superficiel perméable.

Concernant l'affectation des ressources en eau dans le bassin, la partie la plus importante des eaux mobilisées est destinée à la satisfaction des besoins domestiques. L'irrigation tient une place prépondérante dans les prélèvements d'eau. L'industrie et le dernier consommateur des ressources mobilisées pour couvrir ses besoins en eau.

L'étude de modélisation et de simulation de plusieurs scénarii de demande en eau sur une période d'environ 20 ans, en utilisant un outil d'aide à la décision appelé WEAP a permis de déceler une hypothèse qui s'avère intéressante du point de vue réduction de la demande en eau dans un contexte de gestion intégrée des ressources en eau. Cette hypothèse est la réduction de consommation élémentaire en eau potable de 2 %, qui pourra réduire la demande en eau globale de 25.2 millions de m³ dans les 22 années à venir.

Cependant, des efforts restent à faire dans le domaine de la protection quantitative et qualitative de ces ressources en eau, les recommandations suivantes sont proposées pour affronter les défis de l'eau qui se présentent pour l'avenir dans le sous bassin du Boumerzoug :

- ☒ Veiller à une meilleure gestion des eaux en évitant l'exploitation anarchique des eaux souterraines par les nombreux forages et puits implantés.
- ☒ Contrôler en permanence les écoulements superficiels (aménagements) pour éviter les pertes importantes des eaux de ruissellement.
- ☒ Installer des stations d'épuration pour la prise en charge des rejets, qu'ils soient d'origines industrielles (au niveau des usines) ou domestiques.
- ☒ Eliminer le déversement direct des égouts dans les oueds sans traitement au préalable.
- ☒ Améliorer le réseau d'observation hydrométrique par l'implantation de nouvelles stations de jaugeage et des stations pluviométriques.
- ☒ Utiliser de façon rationnelle les engrais et l'exploitation des sols cultivés.
- ☒ Implanter des stations d'épuration des eaux usées et leur réutilisation pour l'agriculture et l'industrie éventuellement.
- ☒ Proposer des périmètres de protection autour des sources potentielles d'approvisionnement.
- ☒ Faire un suivi systématique de la piézométrie pour avoir une convergence numérique des ressources en eau souterraine disponibles.
- ☒ Penser au développement de la petite hydraulique pour résoudre le problème de stockage des eaux de surface, à défaut de se lancer dans les grands ouvrages.
- ☒ Finalement, faut-il espérer que cette étude menée au niveau du sous bassin versant de Boumerzoug puisse apporter un certain nombre d'informations et de précisions, qui pourront orienter de futurs travaux dans le domaine de la maîtrise et de la gestion intégrée des ressources en eau dans le contexte du développement durable.

Résumé

Dès l'année 1996, l'Algérie s'est dotée d'une nouvelle politique de l'eau. Cette nouvelle orientation est fondée sur l'émergence d'un esprit de concertation entre les intervenants dans le domaine de l'eau et la détermination d'objectifs communs, d'axes d'intervention claire et de propositions d'actions bien concrètes.

Un des piliers de cette politique est la gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle des bassins versants. Il n'y a pas d'autres issues possibles si l'on veut assurer la pérennité des ressources pour le bénéfice des générations actuelles et futures et atteindre la conciliation des usages dans une perspective de satisfaction des besoins légitimes de la population et des écosystèmes aquatiques.

Le sous bassin de Boumerzoug occupe une grande partie de la wilaya de Constantine et le reste s'étend sur la wilaya d'Oum El Bouaghi, d'une superficie de 1832 Km², et une population de 691 mille habitants, englobe un potentiel hydrique important.

La moyenne pluviométrique atteint les 587mm/an sur l'ensemble du sous bassin, traduisant un apport globalement très important de l'ordre de 861 millions de m³ par an. Ce potentiel se trouve malheureusement confronté à d'importants problèmes de gestion et de la maintenance des ouvrages hydrauliques mis en place, réduisant ainsi le volume de mobilisation à moins de 60 millions de m³ par an.

En outre, le sous bassin dans son étendus est purement dominé par l'industrie et l'industrie lourde polluante, favorisant une dégradation accélérée et continue de la qualité des eaux superficielle et souterraine. Aussi, une pollution agricole dans Les hautes plaines n'est pas à exclure.

Au vu de cette situation angoissante, nous essayons pour la première fois d'appliquer les concepts d'une gestion intégrée et durable des ressources en eau, en se basant sur un diagnostic quantitatif et qualitatif des potentialités hydriques dans le bassin.

Pour arriver à mettre les grands axes de cette nouvelle vision qui a pour but d'améliorer la gestion actuelle de l'eau, en favorisant une meilleure harmonisation entre les divers besoins et intérêts des communautés humaines et ceux des écosystèmes aquatiques, et éviter des lendemains catastrophiques

Mots clés : Gestion Intégrée, Climat semi-aride, modélisation, Eau, Sous Bassin Versant, Oued Boumerzoug, Weap.

Abstract

Since the year 1996, Algeria endowed itself with a new politics of water. This new orientation is founded on the emergence of a dialogue mind between the intervening parties in the domain of water and the determination of common objectives, of axes of clear intervention and propositions of very concrete actions.

One of the pillars of this politics is the management integrated of resources in water to the scale of the pouring basins. There are not any other possible exits if one wants to assure the everlastingness of resources for the profit of the present and future generations and to reach the conciliation of the uses in a perspective of satisfaction of the needs legitimate of the population and the aquatic ecosystems.

The under basin of Boumerzoug occupies a big part of the Stat of Constantine and the rest spreads on the Stat of Oum El Bouaghi, of a surface of 1832 Km², and a population of 691 thousand inhabitants, include a water potential importing.

The middle pluviometric reaches the 587 mm/year on the set of the under basin, translating a contribution globally very important of the order of 861 million of m³ per year. This potential is confronted unfortunately to important problems of management and the maintenance of the hydraulic works put in place, reducing the volume of mobilization thus to less of 60 million of m³ per year.

Besides, the under basin in his/her/its central part is dominated merely by the polluting industry and heavy industry, encouraging an accelerated and continuous deterioration of the quality of waters superficial and underground. In addition, an agricultural pollution in the high plains is not to exclude.

Within sight of this agonizing situation, we try for the first time to apply the concepts of an integrated and lasting management of resources in water, while being based on a quantitative and qualitative diagnosis of the water potentialities in the basin.

To manage to put the big axes of this new vision that have for goal to improve the present management of water, while encouraging a better harmonization between the various needs and interests of the human communities and those of the aquatic ecosystems, and to avoid of the catastrophic following days .

Key words: Integrated Management, Semi-arid climate, modelisation, Water, UnderBasinPouring, WadeBoumerzoug, and Weap.

ملخص

في سنة 1996 تبنّت الجزائر سياسة جديدة للمياه هذه السياسة الجديدة تقون على روح من المسؤولية والتركيز بين المنتفعين في مجال المياه وتحديد الأهداف المشتركة ووضع خطوط واضحة للعمل ومقترحات لاتخاذ إجراءات ملموسة.

أحد أركان هذه السياسة هو التسيير المدمج للموارد المائية في مصبات المياه من أجل ضمان استدامة الموارد لمصلحة الحاضر والمستقبل وتحقيق المصلحة في الإستخدامات المشروعة لتلبية احتياجات السكّان والنظم البيئية.

محتلا المنطقة الجنوبية لولاية قسنطينة وجزء من شمال ولاية أمّ البواقي يتربّع حوض بومرزوق على مساحة تقدّر ب1832 كم² بكثافة سكانية تقدّر حوالي 691 ألف نسمة.

فيما يتعلّق بالمكونات المائية، يقدر معدّل التساقط السنوي على كافّة الحوض ب 587 مم مترجما حصيلة جدّ معتبرة تزيد عن 861 مليون م³ لكن لسوء الحظ يواجه هذا الكمون العديد من المشاكل منها تسيير وصيانة المنشآت القاعدية المائية منقصة حجم التعبئة إلى أقل من 60 مليون م³.

علاوة على ذلك وجود مختلف الصناعات وبالأخص الثقيلة منها أدّى إلى التديّ المتسارع والمستمر لنوعية المياه السطحية والباطنية زيادة على التلوّث الفلاحي في سهل بومرزوق والذي لا يمكن استنناؤه.

ظرا لهذه الوضعية المقلقة حاول تطبيق مفاهيم التسيير المدمج والمستديم للموارد المائية في حوض بومرزوق اعتمادا على تشخيص كمّي ووعي لهذه الموارد من أجل وضع المحاور الكبرى لهذه النظرة الجديدة التي تهدف إلى تحسين التسيير الحالي للمياه والعمل على إجاح التوافق بين مختلف حاجيات ومصالح الناس وكذلك الإظمة البيئية المائية من أجل تفادي غد كارثي.

كلمات مفتاحية: تسيير متكامل، مناخ شبه صحراوي، مودج، ماء، مصب حوض، واد بومرزوق، ،

.Weap