

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Contribution a la prévision de la demande en eau en Algérie.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0005-16

APA Citation ( APA توثيق ):

Boukamoum, Meriem (2016). Contribution a la prévision de la demande en eau en Algérie[Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

## MEMOIRE DE MASTER

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique*

**Option: Alimentation en Eau Potable**

**THEME DU PROJET :**

**CONTRIBUTION A LA PREVISION DE LA DEMANDE EN  
EAU EN ALGERIE (APPLICATION SUR  
L'AGGLOMERATION DE SETIF)**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>lle</sup> : Meriem BOUKAMOUM.**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M KHODJET- KESBA Omar	Professeur	Président
M KAHLERAS Djillali	M.C.B	Examinateur
M AMMOUR Fadhila	M.A.A	Examinatrice
M SALHI Chahrazed	M.A.B	Examinatrice
M AMMARI Abdelhadi	M.C.B	Promoteur

**Session 2015/2016**

## Remerciements :

*Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements à :*

- « ALLAH » le tout puissant pour m'avoir montré le chemin de la vérité et pour m'avoir permis d'arriver à ce résultat ;

- Mes parents pour leur patience et leurs encouragements qui m'ont été très utiles tout au long de mes études et à ma chère famille de leurs aides morale et financière.

Ma reconnaissance va plus particulièrement à :

- Mon promoteur M<sup>r</sup> *Ammari.A* pour son aide, ses conseils, ses consultations et orientations ainsi que pour sa disponibilité qui ont été déterminants pour l'élaboration de ce mémoire.

- Aux membres du jury pour avoir pris la peine d'évaluer ce modeste travail.

- Tout le corps enseignant et personnel de L'ENSH qui a contribué de près où de loin à ma formation.

- Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont participé avec un geste, morale ou physique, pour achever ce mémoire.

*M<sup>lle</sup>. Meriem BOUKAMOUM.*

## Dédicace :

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers, ma mère « *Baya* » et mon père « *Abdelhamid* ».

Pour leurs veillées auprès de mes chevilles jusqu' 'à extinction de la lumière alors que j'étudiais, pour tous leurs sacrifices corps et âme et leurs soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

Envers mon oncle « *Abdelhamid* » et mes tantes : Massouda et Hafida, pour leurs accueillement chaleureux et hospitalité durant les années de ma formation a Blida.

Je le dédie également à :

Mes soeurs : *Nadjet, Amel, Samha, et Esmâ*.

Mes frères: *Abelbaki et Adel* et mon beau frère : *Nizar*.

Mes belles sœurs : *Amina et Samia*.

Et surtout pour mon sucre d'orge : *Rimouchka* ; mes petits Schtrounfs : *Charaf Eddine, Mohamed* et mon gros bébé : *Anes*

A tous mes ami(e)s et à tous ceux qui me sont chers.

A mes collègues de promotion 2015 de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique.

A tous mes collègues du travail au sien de l'ADE Sétif.

*M<sup>lle</sup>. Meriem BOUKAMOUM.*



## مستخلص

لقد بذلت الجزائر جهودا هائلة للتعامل مع الإجهاد المائي لها. و على الرغم من مجموع الإنجازات المتعلقة بالبنية التحتية في القطاع على مر السنوات الأخيرة ، إلا أنها تواجه نقص موارد المياه. و هذا راجع إلى الظروف المناخية وضعف في حماية موارد المياه السطحية والجوفية.

إن توقعات الطلب على المياه تستخدم لتقدير الاستهلاك المستقبلي مع حماية هذه الموارد، و كذلك تحديد تكاليف البنية القاعدية للمياه. أي تنبؤ خاطئ قد يسبب الإفراط في استغلال هذه الموارد بالإضافة إلى مبالغت مالية.

لهذا فان هذه المذكرة مكرسة لدراسة مختلف الطرق لدراسة الطلب على المياه. ومن خلال ذلك تحديد نماذج تنبؤات يمكن الاعتماد عليها لتلبية احتياجات السكان بالماء الصالح للشرب والقطاعات الاقتصادية مع الأخذ بعين الاعتبار القيود التي تفرضها محدودية هذه الموارد والحاجة للحفاظ عليها.

**مفتاح الكلمات:** الإجهاد المائي، البنية التحتية للمياه، الموارد المائية، الطلب على المياه، نموذج التنبؤ، مبالغت مالية.

## Résumé

L'Algérie a consenti d'énormes efforts pour faire face à son stress hydrique. Même si les réalisations en infrastructures hydrauliques ont été importantes durant ces dernières années, l'Algérie reste encore insuffisamment dotée en ressources hydriques. La satisfaction par les volumes mobilisables risque de ne pas être garantie à long terme, compte tenu, des aléas climatiques et de la faiblesse dans la protection des ressources tant superficielles que souterraines.

La prévision de la demande en eau sert à estimer les futures consommations tout en protégeant ces ressources, et à dimensionner les infrastructures hydrauliques. Toute faute de prévision provoquera une surexploitation et des contraintes financières.

C'est précisément pourquoi nous avons consacré la problématique de ce travail à la contribution de la prévision de la demande en eau. Il s'agit par cela de déterminer un modèle de prévision fiable qui satisfait les besoins de la population en eau potable et des secteurs économiques tout en tenant compte des économies imposées par les limitations de cette ressource et l'exigence de sa préservation.

**Mots clés :** Stress hydrique, infrastructure hydraulique, ressource hydrique, demande en eau, modèle de prévision, contrainte financières.

## Abstract

Algeria has made important efforts to deal with its water stress. Although in water infrastructure achievements have been significant in recent years, Algeria is still insufficiently endowed with water resources. Satisfaction with marketable volumes may not be long-term guarantee, taking account of climatic conditions and weakness in protecting both surface and groundwater resources. The forecast water demand used to estimate future consumption while protecting these resources, and to design the water infrastructure. Any fault forecasting cause overexploitation of financial constraints. This is precisely why we dedicated the issue of this work to the contribution of the forecast water demand. It is by that to determine a reliable forecast model that meets the needs of the population with drinking water and economic sectors while taking into account the savings imposed by the limitations of this resource and the need for its preservation.

**Keywords:** water stress, water infrastructure, water resources, water demand forecasting model, financial constraint.

# Table des matières

## **Introduction Générale**

### **Chapitre I : la gestion et la problématique d'estimation des besoins en eau**

Introduction	01
I.1 Statistique sur l'eau.....	01
I.2 La gestion de l'eau.....	02
I.3 Mobilisation des ressources en eau.....	02
I.4 Problématique.....	03
Conclusion.....	06

### **Chapitre II : Paramètres influençant sur la demande en eau**

Introduction.....	07
II.1.Evolution de la population .....	07
II.2 Ressource en eau.....	09
1. Ressource superficielle .....	10
2. Ressource souterraine .....	12
3. Ressources non conventionnelles .....	13
4. Prélèvements et Approvisionnement en eau.....	14
II.3 Le tarif de l'eau.....	16
II.4 Infrastructure.....	16
II. 5 Climat.....	20
Conclusion.....	24

### **Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau**

Introduction.....	25
III-1 La demande en eau potable.....	25
III-1-1 Dotation nette domestique.....	26
III-1-2 Dotation nette domestique et autres usages.....	26
III-2 Prévision de la demande en eau.....	26
III-2-1 Méthode tendancielle.....	27

III-2-2	Méthode Globale.....	28
III-2-3	Méthode analytique.....	28
III-2-4	Méthode hybride.....	30
III-3	Présentation de la zone d'étude.....	30
III-3-1	Les ressources en eau.....	30
III-3-2	Le climat.....	31
III-4	Application.....	33
III-4-1	Calcul par la méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle .....	33
III-4-2	Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs.....	35
III-4-3	Les modèles statistiques multi variés.....	37
III-5	Interprétation des résultats.....	41
III-5-1	Nombre d'habitants.....	41
III-5-2	Consommation journalière.....	41
III-5-3	Dotation.....	41
III-5-4	Interprétation.....	42
	Conclusion.....	43

## **Conclusion General.**

## Liste des tableaux

### Chapitre II : Paramètres influençant sur la demande en eau

<b>Tableau II-1</b> : Ressources en eaux potentielles et mobilisables (ANRH).....	13
<b>Tableau II-2</b> : Bilan Hydrologique .....	14
<b>Tableau II-3</b> : Prélèvements en eau douce par secteur d'activité .....	14
<b>Tableau II-4</b> : Approvisionnement public .....	15
<b>Tableau II-5</b> : Barrages en exploitation au 30/06/2010 .....	17

### Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande e eau

<b>Tableau III-1</b> : Origine et quantités des eaux superficielles et souterraines .....	31
<b>Tableau III-2</b> : Production d'eau au 31.08.2015 de la wilaya de Sétif .....	31
<b>Tableau III-3</b> :Donné de l'échantillon, Les cartiers alimentés 24/24 et leurs points d'alimentation.....	32
<b>Tableau III-4</b> : caractéristique de l'échantillon .....	33
<b>Tableau III-5</b> : population et volume desservie 2005-2015 .....	33
<b>Tableau III-6</b> : le calcule des besoins des futurs horizons pour la wilaya de Sétif .....	35
<b>Tableau III-7</b> : le calcule des besoins de l'échantillon dans les futurs horizons .....	35
<b>Tableau III-8</b> : évolution démographique de l'échantillon .....	36
<b>Tableau III-9</b> : Typologie de l'agglomération .....	36
<b>Tableau III-10</b> : la consommation domestique de l'échantillon .....	37
<b>Tableau III-11</b> : Nomenclature des strates de population .....	38
<b>Tableau III-12</b> : les taux d'accroissement .....	38
<b>Tableau III-13</b> : les taux d'accroissement de l'échantillon .....	39
<b>Tableau III-14</b> : l'évolution de population de l'échantillon .....	39
<b>Tableau III-15</b> : Dotation par l'hypothèse tendancielle .....	39
<b>Tableau III-16</b> : Dotation par l'hypothèse volontariste .....	40
<b>Tableau III-17</b> : Coefficients de majoration climatique .....	40
<b>Tableau III-18</b> : Les besoins calculés par la méthode multi variée.....	40
<b>Tableau III-19</b> : tableau récapitulatif des calcules .....	41

## Liste des figures

### Chapitre II : Paramètres influençant sur la demande en eau

<b>Figure II-1:</b> Dotation par communes de la Wilaya de Sétif .....	09
<b>Figure II-2 :</b> Localisation des grands bassins hydrographiques de l'Algérie .....	10
<b>Figure II-3 :</b> Répartition de la superficie des régions hydrographiques (2013).....	11
<b>Figure II-4 :</b> Evolution des ressources renouvelables en eau douce (2000-2009) .....	12
<b>Figure II-5 :</b> Répartition des prélèvements en eau douce par secteur d'activité (moyenne 2000-2009) .....	15
<b>Figure II-6:</b> Variation des débits de fuites dans les barrages algériens .....	18
<b>Figure II-7:</b> Rendements moyen d'adduction par unités ADE (2008).....	19
<b>Figure II-8 :</b> Rendement moyen de distribution par unités ADE (année 2008).....	19
<b>Figure II-9:</b> Température normale de Djelfa, Miliana, Alger et Ain Salah .....	21
<b>Figure II-10:</b> Précipitation normale de Djelfa, Miliana, Alger et Ain Salah. ....	22
<b>Figure II-11:</b> Volume mensuelle distribué, wilaya de Sétif (ADE, 2015).....	23

### Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

<b>Figure III-2:</b> Variations des températures moyennes mensuelles en °C (1985 - 2007) ....	32
<b>Figure III-3:</b> Population et volume desservie 2005-2015.....	34

## Liste des abréviations

<b>ABH</b>	Agence des Bassins Hydraulique.
<b>ADE</b>	Algérienne Des Eaux.
<b>APC</b>	Assemblée Populaire Communale.
<b>APS</b>	Algérie Presse Service.
<b>DRE</b>	Direction des Ressources en Eau.
<b>MATE</b>	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
<b>MRE</b>	Ministère des Ressources en Eau.
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration.
<b>ONM</b>	Office National de Météorologie.
<b>ONS</b>	Office National des Statistiques.
<b>ONU</b>	Organisation des Nations Unies
<b>PNE</b>	Plan National de l'Eau.

*INTRODUCTION*  
*GENERALE*

L'eau, l'air et la terre sont les ressources qui déterminent la vie de tout être vivant et qui contribuent au développement des activités humaines, l'harmonie entre ces éléments garantie la continuité de la vie des Hommes, des animaux et des plantes. N'importe quel déséquilibre entre ces trois éléments peut causer un déséquilibre et un désastre par la suite si les préventions ne sont pas bien tenues.

L'eau recouvre 70% de la surface de la Terre, d'où elle vient de son nom « la planète bleue » de cela l'eau est convoitée plus qu'une autre ressource, elle est disponible en quantités strictement fixes, dictées par les lois de conservation et le cycle de l'eau, sa rareté maintient des populations entières dans des trappes à pauvreté, et alimente des conflits politiques qui peuvent aller éventuellement jusqu'aux conflits armés.

L'Algérie est classée parmi les pays qui ont les ressources en eau les plus limitées au monde avec « Bahreïn, Koweït, Jordanie, Libye, Oman, Territoires palestiniens, Qatar, Arabie saoudite, Tunisie, Émirats arabes unis et Yémen » (D'après le dernier rapport de Banque Mondiale, 2015).

Avec la mauvaise gestion des ressources actuelles, L'Algérie risque d'affronter le stress hydrique d'ici 2040, de plus de ça, il a été constaté ces dernières années que les prévisions officielles existantes sont souvent très au dessus des valeurs consommées dans la réalité.

Du coup, l'Algérie est appelée à développer ces capacités en ce qui concerne la maîtrise de l'eau, la bonne estimation de la demande en eau offre une meilleure gestion des ressources. Cette dernière implique que la ressource soit utilisée à son taux économiquement optimal, La connaissance de la demande permet d'éviter également le gaspillage ainsi que les surcoûts provoqués par le surdimensionnement des infrastructures que pourrait engendrer un excès d'offre.

Dans ce contexte s'inscrit le thème de mon mémoire de fin d'étude de master qui est la contribution de la prévision de la demande en eau en Algérie.

La nécessité de la bonne gestion des eaux et la problématique d'estimation des besoins en eau potable vont être présentés dans le premier chapitre, le deuxième en l'occurrence sera consacré pour discuter les facteurs majeurs influençant sur la demande en eau. Dans le troisième chapitre nous allons définir les différentes méthodes de prévision de la consommation en eau tout en faisant une projection sur un échantillon réel, pour pouvoir soustraire une méthode de prévision fiable ici en Algérie.

En fin, nous terminerons ce travail par une conclusion générale.

# CHAPITRE I

*La gestion et la  
problématique de  
l'estimation des besoins en  
eau*

# Chapitre I : la gestion et la problématique d'estimation des besoins en eau

---

## Introduction

L'eau est la substance minérale la plus répandue à la surface du globe. Elle constitue l'hydrosphère. Son volume est estimé à 1370 millions de kilomètres cubes, c'est toujours la même eau qui circule et se transforme en permanence à travers le cycle de l'eau. De toutes les ressources renouvelables de la planète, l'eau douce est celle dont le manque est le plus implacable pour l'humanité.

L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse de s'accroître et l'approvisionnement en eau douce devient ainsi de plus en plus difficile, tant en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie que du développement accéléré des techniques industrielles modernes.

### I.1 Statistique sur l'eau

Il est difficile de donner un ordre de grandeur, même approximatif, de la quantité d'eau contenue dans la croûte terrestre. Citons pourtant les chiffres de certaines estimations, faisant ressortir le volume total des eaux de notre planète à

- 97,20% : eaux salées, 1 300 millions de km<sup>3</sup>.
- 2,15% : glaces polaires, 25 millions de km<sup>3</sup>.
- 0,63% : eaux souterraines, 150 000 km<sup>3</sup>.
- 0,019% : eaux de surface (lacs, fleuves, et rivières), 350 000 km<sup>3</sup>.
- 0,001% : eaux dans l'atmosphère, 13 000 km<sup>3</sup>.

Le temps moyen qui doit s'écouler pour que le volume stocké dans un réservoir à un moment donné soit remplacé entièrement par les apports postérieurs, l'eau se renouvelle plus ou moins vite : 1 000 ans pour une nappe souterraine, 4 000 ans pour un océan, 15 000 ans pour un glacier. Or seule l'eau douce (dont une partie seulement est facilement mobilisable) est utilisée pour les besoins vitaux de l'homme (alimentation, agriculture...). On estime que plus de 80 pays dans le monde (soit, plus de 40% de la population du globe) connaissent de sérieuses pénuries d'eau.

En Algérie, assurer l'eau c'est assurer un environnement durable. Le volume d'eau utilisé est évalué pour tout le pays à près de 4,250 milliards de mètres cubes soit 141 m<sup>3</sup> d'eau par an et par habitant en l'an 2000. La disponibilité de l'eau constitue une contrainte nationale majeure aujourd'hui et pour le futur. des ressources limitées et déjà largement exploitées pour répondre à la croissance des besoins, le recours accru aux ressources dites non conventionnelles, une situation de concurrence entre usages sectoriels, une marchandisation croissante des ressources, et des conditions climatiques contraignantes qui viennent renforcer les tensions autour de l'eau.

Parmi les quantités d'eau disponible, il faut effectuer un partage de la ressource entre les différents utilisateurs et surtout sécuriser la fourniture en eau potable pour les besoins domestiques industriels et commerciaux aussi bien dans les villes que dans les centres ruraux.

# Chapitre I : la gestion et la problématique d'estimation des besoins en eau

---

## **I.2 La gestion de l'eau**

La gestion de l'eau est l'activité qui consiste à planifier, développer, distribuer et gérer l'utilisation optimale des ressources en eau, des points de vue qualitatif et quantitatif. Les actions de gestion sont partagées par de nombreux acteurs et notamment des collectivités publiques et des entreprises dans un contexte de marchandisation. L'eau est de plus en plus perçue comme une ressource naturelle précieuse et un bien commun à partager avec les autres êtres vivants de la planète ; une ressource limitée et inégalement répartie, à utiliser de manière économe et à dépolluer avant de la rendre au milieu naturel(Wikipédia).

Au niveau national, c'est le MRE qui s'occupe de la gestion et du maintien de cette ressource, il exerce ses missions en s'appuyant en particulier sur des établissements publics à compétence nationale dans les domaines (direction, agences).

Au niveau des wilayas, ce sont les Directions des Ressources en Eau qui remplacent le ministère, sous l'autorité administrative du Wali. Cette direction assure la conduite des projets locaux, l'assistance technique aux communes et veille à la protection et à la bonne gestion du domaine public hydraulique.

Au niveau des communes la gestion des services de l'eau est faite par l'Algérienne des Eaux (ADE), établissement public sous la tutelle directe du MRE. Une réforme similaire a été adoptée parallèlement pour les compétences en matière d'assainissement transférées progressivement à l'Office National de l'Assainissement (ONA).

Un niveau régional de gestion des ressources en eau est apparu en 1996 avec la création des Agences de Bassin Hydrographique (ABH). Couvrant des territoires constitués de plusieurs bassins hydrographiques, ne correspondant pas à un découpage administratif, ces agences ont pour but de promouvoir la gestion intégrée et concertée de l'eau par bassin. Leurs missions essentielles portent sur l'évaluation des ressources, la surveillance de l'état de pollution des eaux, les plans directeurs d'aménagement et d'affectation des ressources, ainsi que l'information et la sensibilisation des usagers à l'utilisation rationnelle de l'eau. Il faut souligner que les Agences de Bassin sont les premières institutions dont les statuts prévoient effectivement la participation des usagers au fonctionnement des agences et à l'élaboration des plans directeurs.

## **I.3 Mobilisation des ressources en eau**

La mobilisation des ressources en eau plafonne pour des raisons techniques, économiques et environnementales alors que la demande, suite au développement économique, urbain et démographique, connaît une croissance quasi exponentielle. Si cette tendance continue, l'Algérie connaîtra une crise de l'eau dans un horizon assez proche. La seule stratégie susceptible de relever ce défi serait de concevoir une gestion durable de la demande, qui passe inéluctablement par la promotion simultanée des deux politiques suivantes :

# Chapitre I : la gestion et la problématique d'estimation des besoins en eau

---

- la gestion de l'offre par Un programme "d'économie d'eau" de l'exploitation de la ressource.
- la gestion de la demande par une bonne estimation raisonnable des besoins en eau.

L'estimation des besoins est en fonction des facteurs suivant :

- ❖ la croissance urbaine qui est liée la démographie et l'implantation de nouvelles infrastructures, qui augmentent la demande en eau.
- ❖ L'estimation de la démographie et la projection de populations à différents horizons (nombre de population, la moyenne par maison), surtout dans les grandes villes comme Alger, Sétif, Oran et Constantine.
- ❖ Changement climatique en fonction du temps et d'espace, et son influence sur les précipitations (risque de sécheresse).
- ❖ L'augmentation des dotations unitaires domestiques et à leurs évolutions aux différents horizons.
- ❖ les facteurs de majorations associés pour la prise en compte des «autres usages» (Administrations, commerces, artisanat et petites industries et l'activité touristique), qui augmentent la demande en eau.
- ❖ Le rendement des infrastructures et à leurs évolutions dans le temps, qui est lié à l'efficacité des appareils de mesures.
- ❖ L'efficacité des programmes d'intervention pour lutter contre les fuites dans les réseaux.
- ❖ Le facteur socio-économique (développement durable).
- ❖ Les ressources d'eau limitées.

## I.4 Problématique

L'évolution considérable de la demande en eau en Algérie, liée principalement à l'accroissement rapide de la population, aux dynamiques d'urbanisation et à l'élévation des niveaux de vie, a conduit le pays à accroître les capacités de stockage des eaux de surface, à augmenter l'exploitation des nappes souterraines disponibles et à réaliser des adductions et des transferts d'eau portant sur des volumes et des distances de plus en plus importants.

Dans le Schéma national d'aménagement hydraulique 2006-2025, l'économie d'eau dans tous les usages n'intervient cependant qu'après les axes prioritaires que sont la réalisation de nouveaux barrages et de grands transferts, la réalisation d'unités de dessalement et la réutilisation d'eaux usées épurées pour l'irrigation.

La politique algérienne de gestion de l'eau est, nous l'avons vu, davantage axée sur la mobilisation de nouvelles ressources que sur la recherche d'une meilleure utilisation des ressources déjà disponibles, ce qui provoque par la suite des exubérances irrationnelles financières.

A titre d'exemple. Les dépenses publiques dédiées au secteur de l'eau ont fortement augmenté depuis le début des années 2000. En pourcentage du PIB, les autorisations

# Chapitre I : la gestion et la problématique d'estimation des besoins en eau

---

budgetaires d'investissements dans le secteur de l'eau - incluant l'hydraulique agricole - ont doublé pour passer de 1,3% en 1999 à 2,6% en 2006 (Md Benblidia, 2010).

Si le déséquilibre entre l'offre et la demande continue à se creuser, une crise aiguë surviendra dans un horizon assez proche, Il faut maîtriser cette situation, par une réorientation radicale de la politique actuelle de l'eau, sinon, la nature imposera une solution dont le coût sera certainement exorbitant. En effet, tout déséquilibre croissant provoquerait des stress chroniques qui handicaperaient l'ensemble des activités économiques, et pourrait même être à l'origine de dégradations environnementales irréversibles, de famines sévères, voire des guerres dévastatrices.

L'Algérie a consenti d'énormes efforts pour faire face à son stress hydrique. Le pays compte sur l'exploitation de pas moins de 139 barrages d'ici 2030 contre 70 actuellement, et l'exploitation des ressources non conventionnelles, ce qui permettra la mobilisation d'une capacité totale de 12 milliards m<sup>3</sup> contre seulement 7,1 milliards m<sup>3</sup> actuellement.

Même si les réalisations en infrastructures hydrauliques ont été importantes durant ces dernières années, l'Algérie reste encore insuffisamment dotée en ressources hydriques. La satisfaction par les volumes mobilisables risque de ne pas être garantie à long terme, compte tenu des contraintes financières, des aléas climatiques et de la faiblesse dans la protection des ressources tant superficielles que souterraines.

D'après les estimations elle aura besoin en 2030 de 2, 31 milliards de m<sup>3</sup> pour alimenter ses villes et villages dans le cas d'une politique drastique de contrôle des usagers, Cette valeur pourrait être de 3,6 milliards en cas de laisser aller. La consommation par habitant actuelle est estimée à 600 m<sup>3</sup>/an. (Le seuil de rareté est fixé, selon les critères de la banque mondiale à 1000 m<sup>3</sup>/an/habitant).

Les mesures de satisfaction de la demande en eau sont pris après une confrontation. Elle est établie en comparant les ressources en eau existantes avec les besoins en eau de façon à ce que les mesures à prendre pour satisfaire les demandes en eau puissent être évaluées.

La surestimation des besoins causera un surdimensionnement des ouvrages du stockage et des réseaux en cas général, qui augmentera les couts de réalisation des projets et qui causera par la suite des pertes financières.

Le déficit est enregistré a cause du grand écart entre ces deux (offre - demande) suite a nombreux problèmes.

Parmi ces problèmes :

- ❖ L'augmentation de la demande au fil du temps due à la croissance démographique.
- ❖ influence négative de l'estimation des besoins industriels sur le dimensionnement des réseaux d'alimentation quand la ressource est partagée.
- ❖ Déstabilisation des ouvrages (des fuites enregistrées dans les fondations, avec un volume moyen perdu annuellement de 40 millions de m<sup>3</sup>).
- ❖ La forte pression quantitative et qualitative sur les ressources.

# Chapitre I : la gestion et la problématique d'estimation des besoins en eau

---

- ❖ la rareté grandissante des ressources qui a conduit à avoir recours au dessalement (qui est trop chère).
- ❖ les eaux souterraines sont menacées par l'intrusion marine et la surexploitation et la pollution.
- ❖ La sécheresse qui conduit à l'évaporation des lacs et des retenues.
- ❖ Envasement des barrages avec un taux de sédimentation de 0.75% par an.
- ❖ Eutrophisation des eaux de barrage.
- ❖ La dégradation des eaux superficielles à cause des déchets industrielles et humains, à titre d'exemple le barrage de Ain Zada à Bordj Bouareridje qui est contaminé par les eaux usées de la commune de Ain Taghroute.

On remarque que le changement climatique a une grande influence sur ces problèmes.

Dans une région à climat semi-aride et aride comme l'Algérie, les bassins hydrauliques sont sensibles à de faibles variations des caractéristiques climatiques. Des changements faibles dans la température et les précipitations peuvent avoir des répercussions importantes sur l'écoulement des eaux superficielles.

Pour l'horizon 2020, ces changements climatiques consistent en une augmentation de température de 1°C et une baisse des précipitations de 15%, on adopte un déficit des apports en eau superficielle de 30%, ce qui va influencer négativement sur la quantité des ressources en eau.(MATE, 2001).

Pour mieux estimer les besoins en eau que les gestionnaires devraient mobiliser pour satisfaire les demandes des différents consommateurs. Il serait préférable d'améliorer les pratiques de prévision de la demande en eau à moyen et à long termes.

Les quantités d'eau nécessaires pour approvisionner de manière satisfaisante la population sont souvent l'apanage des ingénieurs qui cherchent en priorité à identifier des profils de consommation, et à estimer la demande future pour adapter le système à cette nouvelle situation (investissement de développement, fonctionnement, maintenance). Pour les ingénieurs, une demande en eau représente d'abord des flux de  $m^3$  d'une certaine qualité, qui vont nourrir des modèles de dimensionnement, et très accessoirement des attentes qualitatives. Les ingénieurs ont tendance à privilégier les analyses statistiques classiques (toujours coûteuses).

Il existe plusieurs méthodes d'estimation de la demande en eau, chacune possède un procédé d'application, dans cette thèse nous allons en estimer les besoins dans un échantillon de population, afin de soustraire la méthode la plus fiable en Algérie, qui répond aux consommations dans le futur horizon sans causer des exubérances irrationnelles financières.

# Chapitre I : la gestion et la problématique d'estimation des besoins en eau

---

## **Conclusion :**

La gestion des ressources en eau est primordiale de prime à bord, pour assurer l'équilibre entre l'offre (les ressources en eau) et la demande (les besoins des usagers) qui dépendrait de l'estimation des volumes mobilisés ;

Toute estimation erronée pourrait causer : une surexploitation des ressources en eau et un surdimensionnement des infrastructures hydrauliques dans le cas d'une surestimation, ou bien un sous dimensionnement des ouvrages hydrauliques dans le cas contraire (une sous estimation) ;

Dans ce qui suit nous verrons les différents facteurs qui influencent l'aggravation de la crise d'eau, et sur la demande en eau.

## CHAPITRE II

*Paramètres influençant  
sur la demande en eau*

### **Introduction**

L'Algérie est un pays marqué par le "stress hydrique" parmi 17 pays africains, elle clôt la liste des 30 premiers pays au monde qui auront à affronter de graves pénuries en eau d'ici 2040, C'est ce que révèle un récent rapport de l'Institut mondial des ressources 2015 (World Resources Institute, 2015), dans le classement le Maroc occupe la 19ème place en devançant l'Algérie (30ème) et la Tunisie (33ème). A l'égard au seuil de 1 000 m<sup>3</sup>/habitant/an, fixé par la Banque mondiale, l'Algérie est classée dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques. Le déficit en pluviométrie évalué à près de 30% sur l'ensemble du territoire national pendant les 25 dernières années, n'a fait qu'aggraver la situation.

Le déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles est considérable, plus qu'une satisfaction de la demande qui aurait impliqué une meilleure connaissance des besoins, gestion adaptée à l'offre disponible s'avère primordiale de prime abord. Les besoins exprimés par les différents utilisateurs sont nettement supérieurs aux ressources en eau mobilisées.

Plusieurs facteurs participent à l'aggravation de la crise de l'eau, parmi les plus importants on peut citer :

### **II-1 Evolution de la population**

Nous sommes, depuis le 1er janvier 2013, 37,9 millions d'habitants (d'après les derniers chiffres de l'Office National des Statistiques ONS) soit une hausse de 2,16% par rapport à 2011. En raison de la progression de la natalité, le cap d'un million de naissance par an, sera, probablement, atteint pour la première fois dans l'Histoire de l'Algérie.

La croissance démographique entraînera une augmentation des besoins en eau. Les populations, les exploitations et les entreprises seront amenées à consommer davantage alors que le changement climatique devrait provoquer l'assèchement de certaines zones quand d'autres deviendraient plus humides. Selon les dernières données liées aux tendances démographiques communiquées, la population mondiale pourrait atteindre les 9,7 milliards d'individus en 2050 (ONU, 2015). La plupart des pays concernés par le stress hydrique connaîtront une évolution positive de leur démographie. Les années à venir vont être, extrêmement difficiles. nous prédisent les experts ; L'Algérie devrait compter plus de 50 millions d'habitants d'ici là, selon les prévisions de l'ONU.

Non seulement l'eau est inégalement répartie, mais aussi, elle est inégalement consommée, par exemple un Américain consomme 300 fois plus d'eau qu'un Ghanéen, un Européen 70 fois plus (Gadelle, 1998).

La consommation en eau potable diffère d'une région à une autre, selon le mode de vie de chaque population. Entre des gens qui habitent la ville et d'autres qui habitent la campagne, il existe une différence remarquable de la quantité d'eau consommée, qui dépend des habitudes de la population, la disponibilité des ressources en eau, du développement technologique (l'utilisation de la technologie comme les laves vaisselles, les machines à laver ...), du niveau socioculturel (l'élevage de bétailles, mais la majorité possède ses propres

puits). À titre d'exemple voici une carte qui représente les différentes dotations (la consommation journalière par habitant) des agglomérations rurales et urbaines de la Wilaya de Sétif.

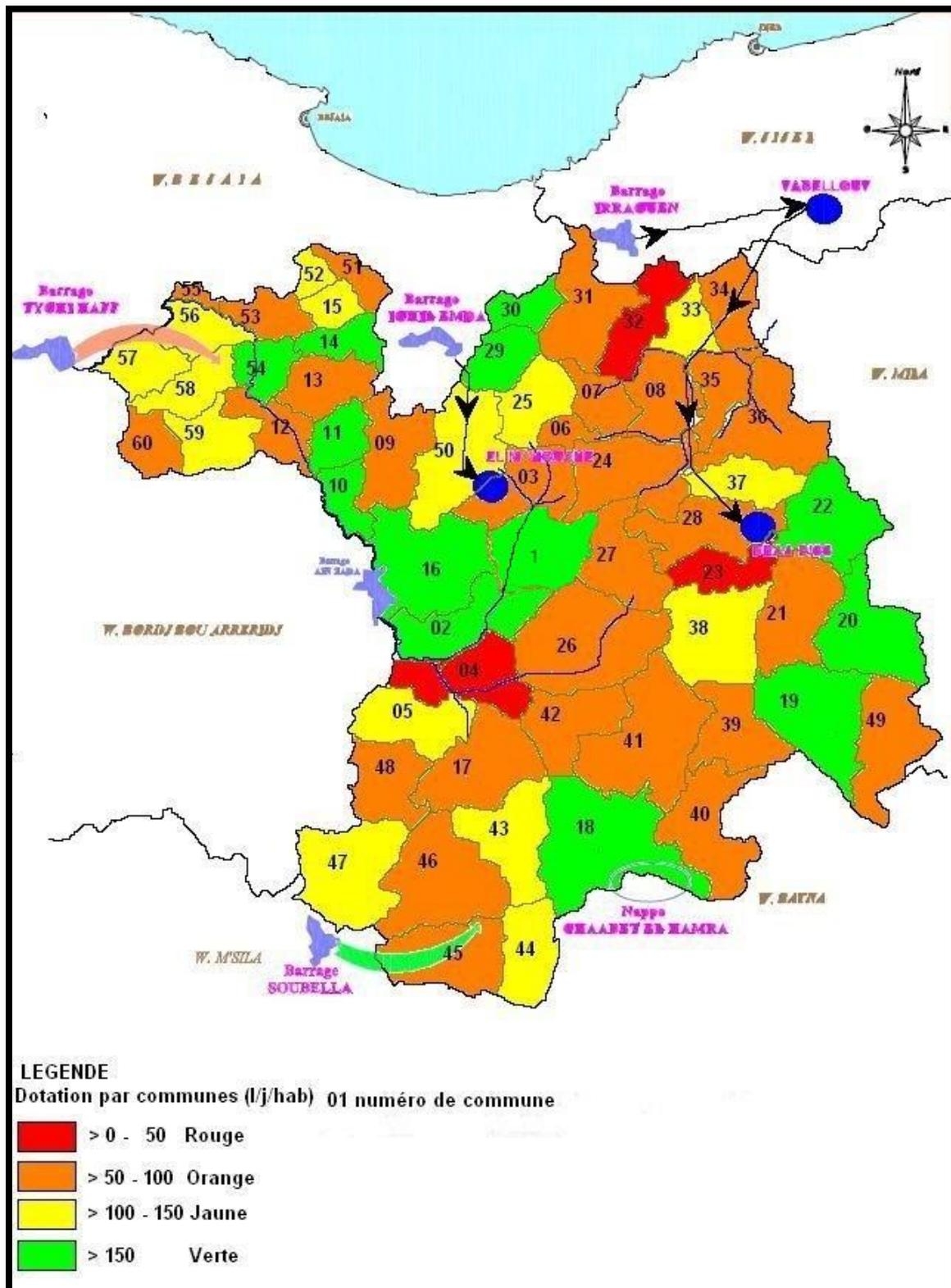


Figure II-1: Dotation par communes de la Wilaya de Sétif (Source: ADE,2013)

Les communes en vert ont la plus grande dotation, il s'agit des zones urbaines caractérisées par la richesse des ressources en eau (alimentés par des nappes), la commune N°1 est le chef lieu de la wilaya, est une agglomération métropoles à forte densité ayant une dotation qui dépasse les 150 l/hab/j, le chef lieu est alimenté par le barrage d'Ain Zada et la source d'Oued Elbared.

### II-2 Ressource en eau

Il faut distinguer deux types de ressources d'eau potable, celles qui sont renouvelables et celles qui ne le sont pas.

Les ressources hydriques disponibles et mobilisables en Algérie sont réparties à travers cinq grands bassins hydrographiques, regroupant les 17 bassins versants. Cette répartition s'inscrit dans la politique de gestion de l'eau. (ABH)

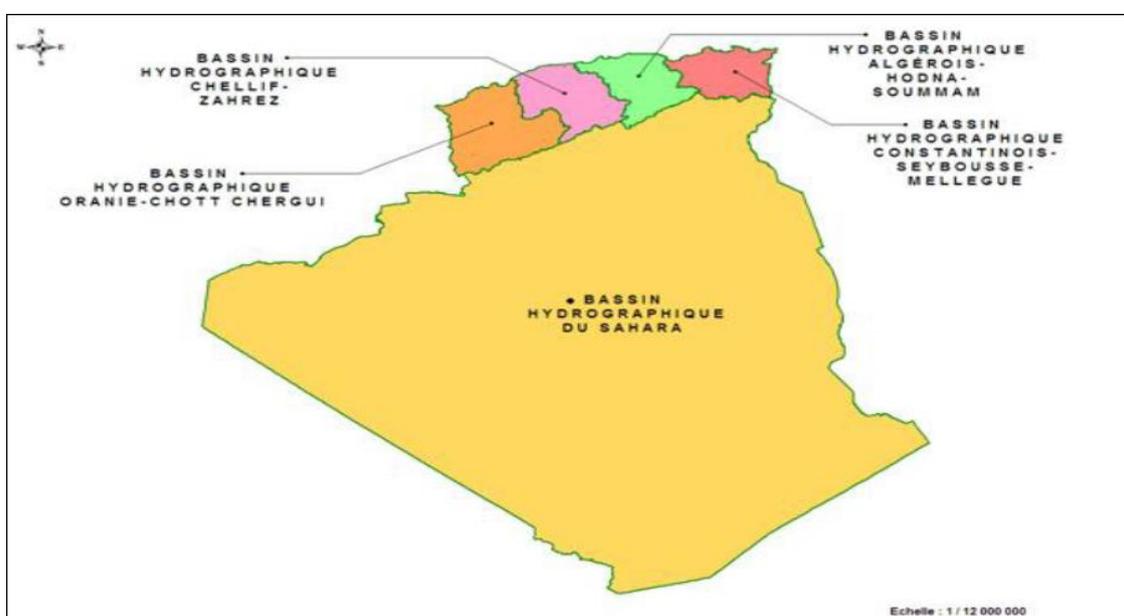
Le découpage de l'Algérie du Nord en quatre régions repose sur les critères suivants

- Les caractéristiques géographiques et naturelles des régions
- Le groupement des bassins versants et sous bassins hydrographiques, entre lesquels existent des nécessités de transfert (figure 1).

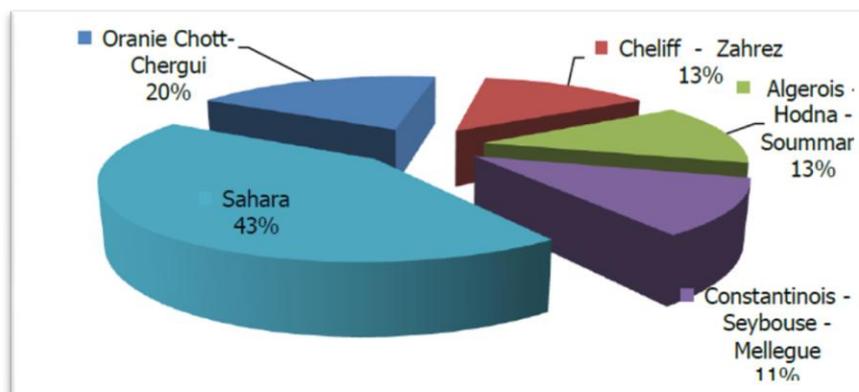
❖ Les bassins du nord :

- Oranie Chott-Chergui,
- Chelif -Zahrez,
- Algerois - Hodna – Soummam,
- Constantinois - Seybouse – Mellegue et

❖ Le bassin du sud : Sahara.



La superficie totale des régions hydrographiques du pays est de 393 745 km<sup>2</sup> soit 16,5% de la superficie totale du pays, elle est répartie comme il est montré dans la figure 3.



**Figure II-3 :** Répartition de la superficie des régions hydrographiques (Source : ABH 2013)

- Oranie Chott-Chergui 20% ;
- Cheliff - Zahrez 13% ;
- Algerois - Hodna - Soummam 13% ;
- Constantinois - Seybouse - Mellegue 11% ;
- Sahara 43% .

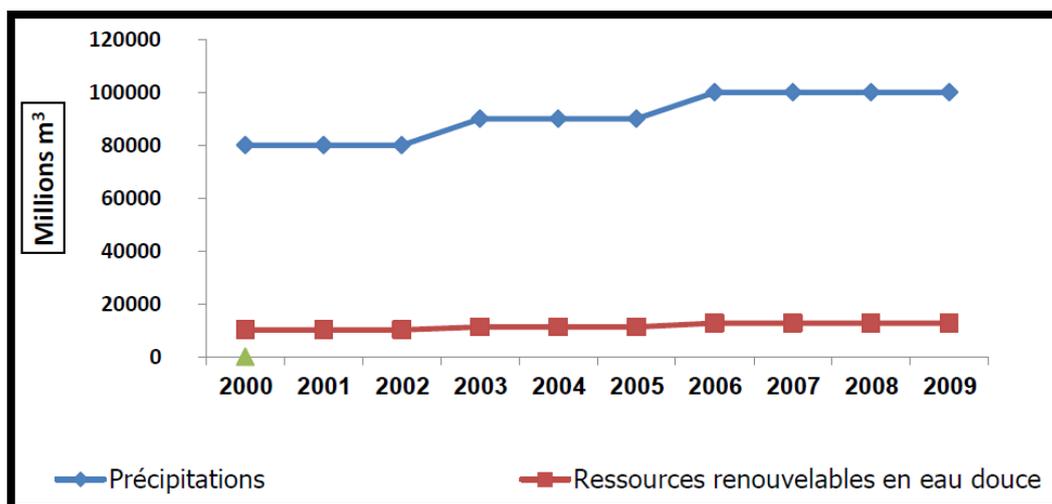
La région du Sahara détient 43% de la superficie totale des cinq régions dont 100 000 km<sup>2</sup> monopolisés par le bassin versant du Sahara,

Les ressources en eau naturelle et renouvelable sont définies par les écoulements superficiels et souterrains formés ou entrant dans le territoire. Elles sont chiffrées sur la base des données hydrologiques, Le bilan des ressources en eau est réalisable à partir des monographies hydrologiques existantes sur des bassins versants élémentaires.

### 1. Ressource superficielle :

Les ressources en eau superficielle renouvelables internes totalisent environ 10 milliards de m<sup>3</sup>/an pour l'ensemble du pays dont le Sahara, bassin le plus important par la surface, ne renferme que 0,2 milliard de m<sup>3</sup>. La pluviométrie moyenne annuelle en Algérie du nord est évaluée entre 95 et 100.10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>. Plus de 80.10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> s'évaporent, 3.10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> s'infiltrent et 12,5.10<sup>9</sup> s'écoulent dans les cours d'eau. Dans l'Algérie du nord, l'apport principal vient du ruissellement. Les eaux de surface sont stockées dans les nappes (Rapport d'investissement par pays Algérie, 2008).

La figure n°4 représente l'évolution des ressources renouvelables par rapport à la précipitation.



**Figure II-4 :** Evolution des ressources renouvelables en eau douce (2000-2009) (Source : ABH)

Ressources renouvelables en eau douce : est égales à la somme du flux interne et des apports externes d'eaux de surface et d'eaux souterraines.

Durant cette période, les faits observés ont enregistré la même tendance à la hausse et ont évolué progressivement. Les précipitations annuelles moyennes de cette décennie sont évaluées à 91 000 millions de m<sup>3</sup> dont 87,6% évaporées naturellement. Le volume restant des précipitations représente les flux internes auxquels s'ajoute l'apport externe d'eaux de surface et d'eaux souterraines pour donner la quantité d'eau douce renouvelée.

La répartition des ressources hydriques à travers le pays est fortement liée à la distribution pluviométrique qui se différencie d'Est en Ouest et du Nord au Sud.

L'Algérie, disposait, jusqu'en 2000, de 44 barrages en exploitation. La capacité théorique de cette mobilisation des eaux superficielles, avoisinait les 4.5 milliards de m<sup>3</sup>.

La capacité réellement mobilisable n'excédait guère 2.5 milliards de m<sup>3</sup> pour des raisons liées principalement à une sécheresse accrue et une irrégularité spatiale et temporelle des précipitations. Les sédiments y déposés sont évalués à 20.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an de volume perdu. C'est un pays semi-aride, voire même Aride (200 à 400 mm) et les ressources en eau sont faibles, irrégulières, et localisées dans la bande côtière. Si on considère une capacité de 3.4 milliards de m<sup>3</sup> mobilisée par les eaux souterraines, les potentialités de mobilisation totales du pays atteignaient 5.9 milliards de m<sup>3</sup>, alors que les besoins réels étaient de 6.85 milliards de m<sup>3</sup>.

En Algérie, la population était de 23 millions en 1987, et sera de 46 millions en 2020, Les besoins en eau à cet horizon s'élèveront à plus de 10 milliards de m<sup>3</sup> par an, soit une consommation en eau potable et industrielle de l'ordre de 6 milliards de m<sup>3</sup>/an, alors que la mobilisation réelle, à l'époque, était à peine de 3 milliards de m<sup>3</sup>. Et que Les ressources totales mobilisables dans la partie Nord hors Sahara sont de l'ordre de 6,4 milliards de m<sup>3</sup>.

Cela signifie qu'il faudra mobiliser, uniquement pour ces deux secteurs, 3 milliards de m<sup>3</sup> supplémentaires, sans inclure les eaux d'irrigations ni les fuites dans les conduites, soit au total 10 milliards de m<sup>3</sup> d'eau, un réel défi à relever mais surtout une stratégie et une politique à définir. (ROUISSAT Bouchrit, 2008)

L'eau est menacée dans sa qualité et dans sa quantité. Malgré la construction de nouveaux barrages et le recours au dessalement, l'Algérie enregistrera un déficit en eau de 1 milliard de m<sup>3</sup> d'ici l'an 2025. La seule région qui semble échapper au déficit à cet horizon, est la région hydrographique du Constantinois – Seybouse - Mellègue, sachant qu'elle était déficitaire à l'horizon 2000 et a pu résorber ce déficit grâce au volume régularisable élevé assuré par les barrages en construction. A titre d'exemple, le barrage de Beni Haroun permet de régulariser un volume de 432 millions de m<sup>3</sup> (REMINI.B, 2010).

A l'horizon 2020, on atteindra donc, du point de vue des ressources en eau, les limites de l'équilibre entre la demande et l'offre possible.

L'estimation des incidences dues aux changements climatiques, en matière de ressources en eau, est de l'ordre de 1,0 et 1,9 milliard de m<sup>3</sup> à l'horizon 2020 dans le cas du scénario moyen et du scénario haut respectivement. On peut dire que :

- dans le cadre du scénario moyen, le volume d'eau mobilisable est à la limite des besoins du pays,
- dans le cadre du scénario haut, le volume d'eau mobilisable est inférieur de 0,8 milliard m<sup>3</sup> par rapport aux besoins du pays.

D'une façon générale, la diminution des ressources hydrauliques sera accompagnée d'une augmentation de la demande d'évaporation de l'air. La dégradation du couvert végétal va induire un ruissellement plus important et diminuer le potentiel d'infiltration des eaux de pluie, La rareté grandissante des ressources en eau va résulter la diminution des quantités disponibles par habitant.

### 2. Ressource souterraine :

Les ressources en eau souterraine contenues dans les nappes du Nord du pays sont estimées à près de 2 Milliards de m<sup>3</sup>/an, il existe 147 nappes aquifères, 9 000 sources, 23000 forages et 60 000 puits (ONS, 2015). Ces nappes sont alimentées essentiellement par les précipitations dont la répartition demeure irrégulière à la fois dans le temps et dans l'espace. Pour ce qui est du Sud, il se caractérise par l'existence de ressources considérables en eau souterraine. Elles proviennent des nappes du Continental Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT). Ces 2 grands systèmes aquifères profonds constituent des réserves importantes, non renouvelables et caractérisées par des contraintes physiques et géologiques (ABH).

C'est donc un patrimoine fragile qui nécessite une gestion rationnelle pour sa durabilité. Les études effectuées montrent que sur un potentiel de 40 000 milliards de m<sup>3</sup>, 5 milliards peuvent être exploités annuellement et ce, sans impact sur la durabilité de ces nappes.

Cette ressource est sous le risque de l'intrusion des eaux marines au nord du pays, le phénomène a pris de l'ampleur ces vingt dernières années à cause de la sécheresse qui a frappé le nord algérien, associé aux pompages excessifs et anarchiques pour répondre à la demande en eau. Aujourd'hui, toutes les régions du littoral algérien sont menacées par ce phénomène ; plusieurs lieux de contaminations des nappes ont été signalés le long du littoral. La région du centre n'a pas échappé à ce phénomène, notamment les nappes des plaines d'Oued Nador, Oued Mazafran et la région de Bord El Bahri.

**Tableau II-1: Ressources en eau potentielles et mobilisables ( ANRH)**

Type de ressources en eau	Potentielles (hm <sup>3</sup> )	Mobilisables (hm <sup>3</sup> )
<b>Eaux superficielles</b>	12 410	4 500
<b>Eaux souterraines</b>	6 836	4 900

3. Ressources non conventionnelles :

La mobilisation des ressources en eau non conventionnelles repose sur trois techniques à savoir :

1. Le dessalement de l'eau de mer ;
2. La déminéralisation des eaux saumâtres (souterraines et superficielles) ;
3. La réutilisation des eaux usées épurées.

➤ **Dessalement de l'eau de mer** : En matière de mobilisation des ressources en eau non conventionnelles et pour pallier au manque d'eau et faire face aux besoins sans cesse grandissants de la population en eau potable, les orientations du pays ont misé sur les stations de dessalement de l'eau de mer. Ce programme stratégique est destiné à libérer le pays de la dépendance de la pluviométrie pour l'alimentation en eau potable des populations des régions côtières, et notamment dans l'ouest du pays qui souffre d'un grave déficit chronique en pluviométrie et pour répondre à l'augmentation de la demande en eau, ce programme est très coûteux. Le dessalement de l'eau de mer est pratiqué dans : Hamma 200.000 m<sup>3</sup>/j ; Skikda 100.000 m<sup>3</sup>/j ; Beni Saf 200.000 m<sup>3</sup>/j ; Kahrama 90.000 m<sup>3</sup>/j ; Cap Djinet 100.000 m<sup>3</sup>/j ; Mostaganem 200.000 m<sup>3</sup>/j ; Magtaa 500.000 m<sup>3</sup>/j ; Oued Sebte: 200.000 m<sup>3</sup>/j ; Tenes: 200.000 m<sup>3</sup>/j ; Souk Tlata: 200 000 m<sup>3</sup>/j ; El Taref: 50.000 m<sup>3</sup>/j Fouka : 120 000 j/m<sup>3</sup>. Soit 2 160 000 m<sup>3</sup>/j.

➤ **Déminéralisation des eaux saumâtres** : La déminéralisation des eaux saumâtres se fait dans les Hauts Plateaux et le Sud. Les stations situées dans le sud de l'Algérie et dont le débit de traitement est relativement faible (entre 100 et 200 m<sup>3</sup>/j) sont exploitées par les collectivités locales et la SONELGAZ. Et elles ne répondent pas aux quantités demandées en eau.

➤ **La réutilisation des eaux usées urbaines épurées** : Le volume d'eaux usées rejetées à l'échelle nationale est estimé actuellement à près de 750 millions de m<sup>3</sup> et dépassera 1,5 milliards de m<sup>3</sup> à l'horizon 2020, La capacité totale installée dans les stations d'épuration est de 925 millions de m<sup>3</sup>/an, une partie des ces eaux est réutiliser dans le domaine d'irrigation, la superficie totale dans le pays irriguée est de 12 000 ha.

4. Prélèvements et Approvisionnement en eau

Les prélèvements sont les flux d'eau pris en milieu naturel et détournés dans les circuits de distribution ou directement utilisés. Ils exercent une pression croissante sur les ressources et peuvent conduire à une surexploitation et à d'autres dégradations liées aux rejets d'eaux usées d'origine domestique et industrielle dans les eaux de surface.

Quant à l'approvisionnement, il désigne les livraisons d'eau aux utilisateurs finaux (ménages, secteur industriel et de l'agriculture).

**Tableau II-2: Bilan Hydrologique (unité : Millions m<sup>3</sup>)**

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Volume brut d'eau douce prélevé <sup>(1)</sup>	6 100	6 100	6 100	6 100	6 300	6 450	6 500	6 850	6 950	7 150
Eaux restituées à l'environnement sans avoir été utilisées <sup>(2)</sup>	900	900	900	900	1 000	1 000	1 100	1 100	1 150	1 190
Volume net d'eau douce prélevé <sup>(3)</sup>	5 200	5 200	5 200	5 200	5 300	5 450	5 400	5 750	5 800	5 960
Eau dessalée <sup>(4)</sup>	36	36	36	86	86	86	86	86	86	86
Eau réutilisée	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16
Volume total d'eau douce rendue utilisable <sup>(5)</sup>	5 236	5 236	5 236	5 286	5 386	5 536	5 486	5 836	5 902	6 062

(Source : MRE,2010)

Le tableau n°4 ci-dessus donne un aperçu général sur l'état des prélèvements d'eau douce effectués par les services d'alimentation en eau, durant la période 2000-2009.

Le volume brut d'eau douce prélevée a enregistré une augmentation en passant de 6100 millions de m<sup>3</sup> en 2000 à 7150 millions de m<sup>3</sup> en 2009, pour répondre aux besoins, soit un taux d'accroissement annuel moyen de 1,78%.

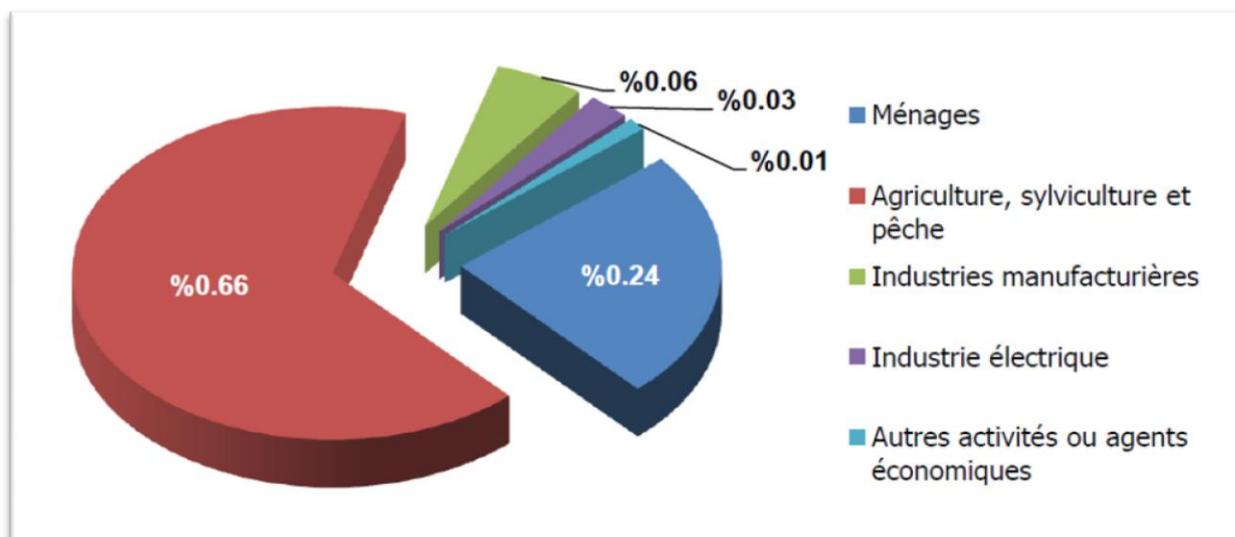
Le volume d'eau restituée à l'environnement sans avoir été utilisée a suivi le même rythme d'évolution que celui du volume brut d'eau douce prélevé. A partir de l'année 2004, une tendance à la hausse est observée. Pour l'année 2009, les eaux déversées dans les eaux douces sans avoir été utilisées représentent plus de 16,5% du volume brut d'eau douce prélevée pour la même année.

**Tableau II-3: Prélèvements en eau douce par secteur d'activité (Unité : Millions m<sup>3</sup>)**

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Volume d'eau prélevé directement, par agent ou activité économique <sup>4</sup>	4360	4360	4360	4600	4600	4860	4910	5650	5887	6445
Ménages	890	890	890	900	900	950	950	980	1884	1980
Agriculture, sylviculture et pêche	3000	3000	3000	3210	3210	3420	3420	4100	3532	3980
Industries manufacturières	300	300	300	320	320	320	350	380	294	298
Industrie électrique	120	120	120	120	120	120	120	120	118	126
Autres activités ou agents économiques	50	50	50	50	50	50	70	70	59	61

(Source : MRE, 2010)

En ce qui concerne le volume moyen d'eau prélevée au cours de la décennie (2000-2009), le secteur de l'agriculture, sylviculture et pêche occupe la première place avec une part de 66,37%, suivi par les ménages 24,27%. Les industries manufacturières, l'industrie électrique et les autres activités ou agents économiques sont peu représentatifs, soient respectivement 5,55%, 2,61% et 1,21% (voir le graphe n°5).



**Figure II-5 :** Répartition des prélèvements en eau douce par secteur d'activité (moyenne 2000-2009) (Source : MRE)

En matière d'approvisionnement public, le secteur agricole consomme la plus grande quantité d'eau qui est évaluée à 3560 millions m<sup>3</sup> en 2009, ce qui correspond à près de 60% de l'approvisionnement total en eau.

**Tableau II-4 :** Approvisionnement public (Unité : Millions m<sup>3</sup>)

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Volume net d'eau douce fourni par les services d'alimentation en eau <sup>5</sup>	4266	4266	4266	4318	4518	4718	4770	5070	5768	6013
Aux Ménages	1400	1400	1400	1450	1550	1650	1700	1800	1846	1980
Agriculture, sylviculture et pêche	2700	2700	2700	2700	2800	2900	2900	3100	3461	3560
Industries manufacturières	46	46	46	48	48	48	50	50	288	296
Industrie électrique	120	120	120	120	120	120	120	120	118	126
Autres activités ou agents économiques	-	-	-	-	-	-	-	-	58	62
Pourcentage de la population alimentée par les services d'approvisionnement public <sup>6</sup>	84	84	86	86	88	90	90	95	95	96

Source : MRE, 2010

Le volume net d'eau douce fourni par les services d'alimentation en eau n'a pas cessé d'augmenter. En effet, il a atteint 6013 millions m<sup>3</sup> en 2009, alors qu'il n'était que 4266 millions m<sup>3</sup> en 2000 soit un taux d'accroissement annuel moyen de 3,5%.

L'évolution de la proportion de la population agglomérée alimentée par les services d'approvisionnement public au cours de la période considérée montre une tendance à la hausse, soit une augmentation de 12% par rapport à l'année 2000.

### **III-3 La tarification d'eau**

La gestion et le prix d'eau pose un problème lors de la mobilisation de la ressource en eau, "*Il est impossible de gérer correctement si le prix actuel est maintenu, Le bas niveau des prix maintient la gestion à un niveau rudimentaire*", a déclaré un ancien responsable de l'Algérienne des Eaux.

Le coût de production d'un mètre cube se situe entre 60 et 80 DA, alors il est cédé au consommateur à 18 DA, donc il est nécessaire de réajuster le tarif afin de réduire le gaspillage de la ressource car seul 42% du volume d'eau potable produit actuellement est facturé, le reste (58%) est réparti en 30% sous forme de pertes dans les réseaux d'alimentation et le vol à travers des branchements illicites,( Merrah Zidane , 2015).

### **III-4 Infrastructure**

Le secteur des ressources en eau a connu, la réalisation de nombreux projets ayant permis l'approvisionnement en eau des différentes régions du pays et contribué à l'irrigation de grandes superficies de terres agricoles. En effet, plusieurs barrages et transferts ont aidé à l'amélioration de l'alimentation en eau potable et de l'irrigation des terres agricoles.

L'année 2010 s'est distinguée par la réception de plusieurs barrages notamment celui de Kouidat Acedoun, deuxième grand barrage du pays dont la capacité est estimée à 640 millions de M<sup>3</sup>. Il alimente toute la région du sud de la wilaya de Tizi-Ouzou et une partie de la wilaya de Bouira.

L'ensemble des barrages (y compris ceux réceptionnés en 2010) ont une capacité totale de stockage d'environ 7 milliards de m<sup>3</sup>. Cette capacité était de l'ordre de 4 milliards de M<sup>3</sup> en 2000, devra passer à 9 milliards de M<sup>3</sup> en 2014 selon les services du Ministère des Ressources en Eau (MRE), cette capacité ne répondra pas aux besoins dans les futurs horizons.

**Tableau II-6** Barrages en exploitation au 30/06/2010 (Source : ANBT)

Région Hydro Graphique	Barrage	Wilaya	Oued	Année mise en service	Capacité Der. Levé hm <sup>3</sup>	Volume 30/06/2010 hm <sup>3</sup>	Taux de remplissage %
Oranie Chott-Chergui	Beni-Bahdel	Tlemcen	Tafna	1952	54,63	44,68	81,78
	Meffrouch	Tlemcen	Meffrouche	1963	14,99	10,42	69,49
	H.Boughrara	Tlemcen	Tafna	1999	175,45	136,59	77,85
	Sikkak	Tlemcen	Sekkak	2004	27	25,11	93
	Sidi-Abdelli	Tlemcen	Isser	1988	106,61	80,77	75,76
	Sarno	S.B. Abbes	Sarno	1954	21,25	5,05	23,76
	Cheurfas II	Mascara	Mebtouh	1954	70,21	30,11	42,88
	Ouizert	Mascara	Taria	1986	93,91	36,88	39,27
	Bou-Hanifia	Mascara	El-Hammam	1948	38,11	20,75	54,45
	Fergoug	Mascara	El-Hammam	1970	0,4	0,31	77
Kramis	Mostaganem	Kramis	2004	45,38	25,52	56,25	
<b>S/Total</b>					<b>647,94</b>	<b>416,19</b>	<b>53,7</b>

Algerois-Hodna-Soummam	Boughzoul	Medéa	Nahr Ouassel	1934	20,27	10,84	53,45
	Bouroumi	Blida	Bouroumi	1985	181,86	67,43	37,08
	Ladrat	Medéa	Ladrat	1989	8,47	7,92	93,48
	T-Chiffa	Medéa	chiffa	Transfert vers Bouroumi : 0,020 hm <sup>3</sup>			
	Meurad	Tipaza	Boudjabroun	1960	0,2	0,17	85,5
	Boukourdane	Tipaza	El-Hachem	1992	105	39,25	37,38
	Keddara	Boumerdes	Boudouaou	1985	142,39	121,73	85,49
	Beni-Amrane	Boumerdes	Isser	1988	11,85	4,1	34,58
	Hamiz	Boumerdes	Arbattache	1935	15,53	12,74	82,03
	Lakehal	Bouira	Lekhal	1985	27,16	12,87	47,39
	K-Accerdoune	Bouira	ISSER	2010	640	209,71	32,77
	K'Sob	M'Sila	K'sob	1977	12,34	12,34	100
	Ain-Zada	B.B.Arzeridj	Bousselam	1986	121,4	95,42	78,6
	Taksebt	T.Ouzou	Aissi	2001	181,02	160,84	88,85
Tilesdit	Bouira	Eddous	2004	164,55	161,1	97,9	
<b>S/Total</b>					<b>1447,22</b>	<b>744,52</b>	<b>69,78</b>

Région Hydro graphique	Barrage	Wilaya	Oued	Année mise en service	Capacité Der.Levé hm <sup>3</sup>	Volume 30/06/2010 hm <sup>3</sup>	Taux de remplissage %
Cheliff - Zahrez	Merdja.S.Abed	Relizane	Chlef	1984	47,97	17,16	35,78
	Gargar	Relizane	Rhiou	1988	358,28	236,84	66,1
	S.M.B.Aouda	Relizane	Mina	1978	153,71	123,12	80,1
	Bakhadda	Tiaret	Mina	1959	39,94	39,94	100
	Dahmouni	Tiaret	Nahr Ouassel	1987	39,52	37,27	94,3
	C.Bougara	Tissemsilt	Nahr Ouassel	1989	11,32	11,08	97,85
	Sidi-Yacoub	Chlef	Ardjen	1985	252,85	185,03	73,18
	Oued-Fodda	Chlef	Fodda	1932	102,85	41,3	40,15
	Deurdeur	Ain Defla	Ain Defla	1984	105,12	30,05	28,59
	Harreza	Ain Defla	Hareza	1984	76,65	15,67	20,45
	Ghrib	Ain Defla	Chlef	1939	116,32	109,18	93,68
	S.M.Ben.Taiba	Ain Defla	Bda	2005	75	72,17	96,23
	Ouled.Mellouk	Ain Defla	Rouina	2003	127	45,94	36,17
	Koudiat.Rosfa	Tissemsilt	Fodda	2004	75	54,79	73,06
	Pr.Harbil	Medea	-	1988	0,2	Transfert vers Bouroumi 0,012hm <sup>3</sup>	
<b>S/Total</b>					<b>1581,73</b>	<b>1019,54</b>	<b>66,83</b>

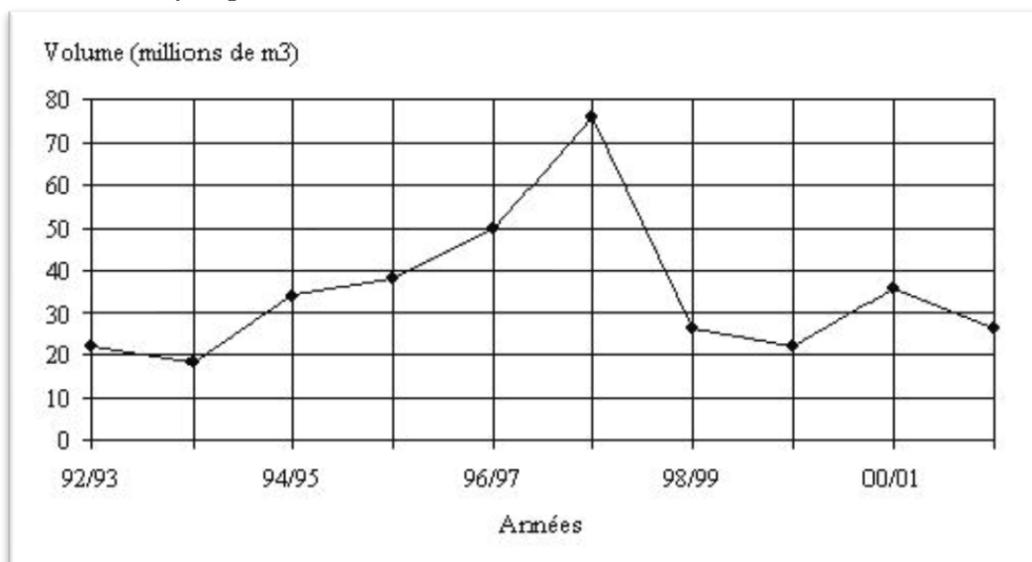
En terme de transfert d'eau, de grands projets ont été réalisés particulièrement le projet de transfert Mostaganem-Arzew-Oran (MAO) qui a permis l'approvisionnement de la région oranaise.

Ces infrastructures connaissent pas mal de problèmes qui troublent leur bon fonctionnement et qui influencent sur la demande en eaux dans l'horizon actuel et les futurs horizons, parmi ces problèmes :

Envasement des barrages : favorisé par la nature des sols et l'absence de boisement. Même pour les petits barrages, les barrages de la région Oranie Chott-Chergui sont les barrages les plus menacés par le phénomène de l'envasement.

Evaporation des lacs de barrages : une perte de volume très élevée est enregistrée annuellement dans les barrages à cause du climat, et ça minimise les quantités d'eau stockées.

Fuites dans les barrages : d'après l'Agence Nationale des Barrages et de Transfert, Environ 22 barrages ont fait l'objet des mesures périodiques des fuites en Algérie durant les dix dernières années (1992-2002). Certains barrages enregistrent une perte annuelle par fuite avoisinant même la valeur de 10% de leur capacité comme ceux de Ouizert, Foum El Gueiss et Foum El Gherza. Il est intéressant de constater que le volume minimum perdu a été enregistré durant l'année 1994-1995, soit 20 millions de m<sup>3</sup>. Par contre durant l'année 1998-1999, plus de 75 millions de m<sup>3</sup> d'eau de perte par les fuites ont été enregistrés. Le volume total des fuites enregistré durant la période 1992-2002 avoisine les 350 millions de m<sup>3</sup>, alors que le volume moyen perdu annuellement est de 40 millions de m<sup>3</sup>.



**Figure II-7:** Variation des débits de fuites dans les barrages algériens (Source : ANBT)

La construction de barrages, conçue comme une solution à cette problématique, s'est avérée insuffisante puisque les besoins ne sont toujours pas satisfaisants.

### ❖ Rendements des infrastructures

Adduction : les rendements sont calculés à partir des volumes produits et distribués, Le rendement moyen d'adduction (sur l'ensemble des 22 unités d'ADE) est estimé à 88 %.( PNE, 2010)

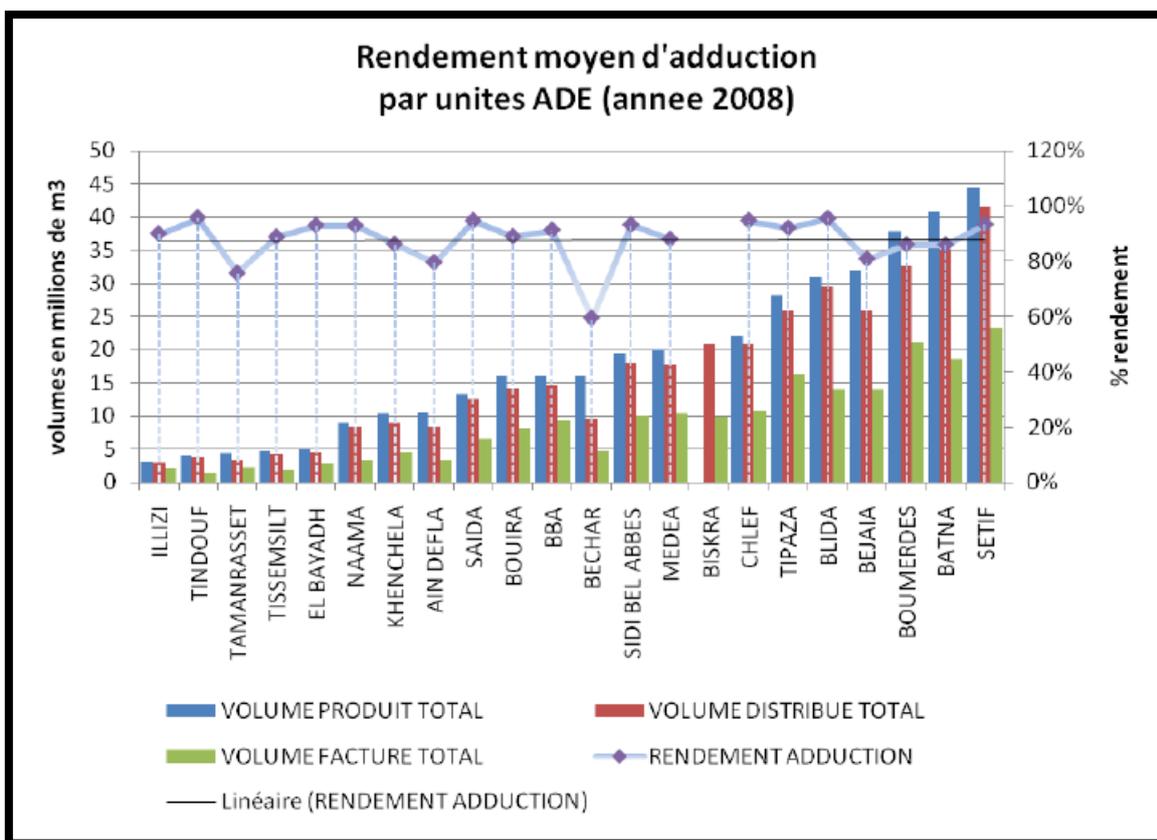


Figure II-8 : Rendement moyen d'adduction par unités ADE (2008)

De distribution sur réseau : Le rendement moyen de distribution par les réseaux d'AEP (sur l'ensemble des 22 unités d'ADE sur le territoire national) est estimé à 54 %. (PNE, 2010).

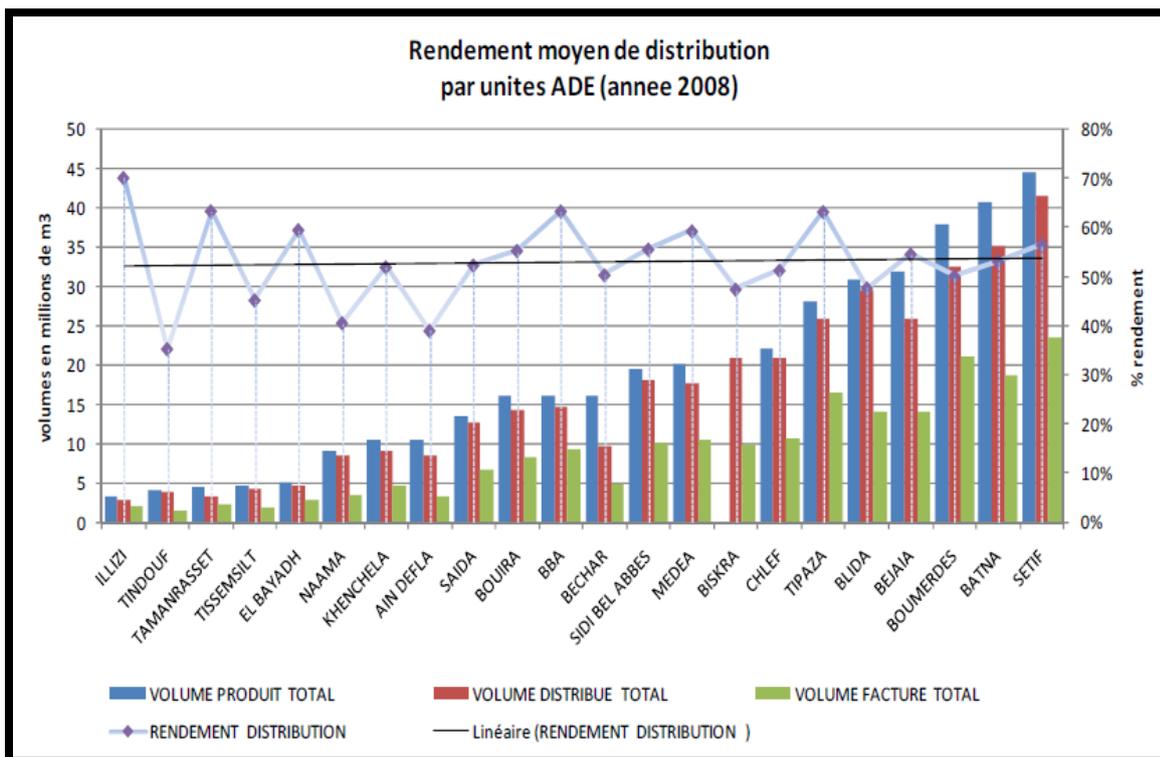


Figure II-9: Rendement moyen de distribution par unités ADE (année 2008)

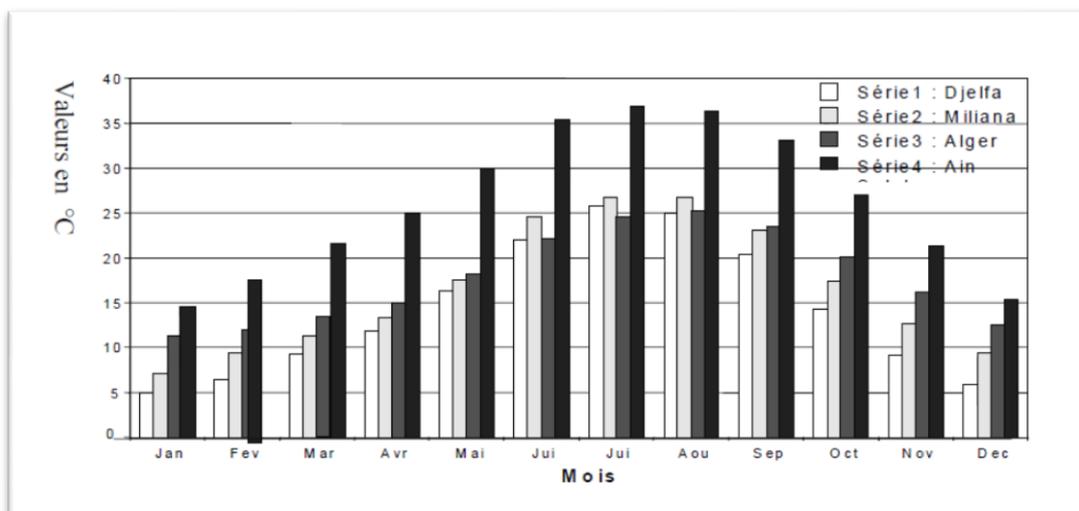
### **III-5 Climat :**

Le changement climatique est un enjeu global majeur, qui est de plus en plus prégnant sur la scène, Le réchauffement, global et progressif, de la planète est ainsi étroitement lié aux modes de vie, de production et de consommations contemporaines, fortement émetteurs de gaz à effets de serre. Ces changements climatiques ont un impact direct sur les écosystèmes et les sociétés.

L'eau est au cœur de ces changements Le cycle hydrologique se trouve affecté dans tous ces aspects par le changement climatique : modification des régimes de précipitations, du ruissellement, augmentation du niveau de la mer, processus de désertification, etc. De manière générale, les disparités de répartition des ressources en eau vont s'amplifier : les épisodes de sécheresse devraient être plus fréquents dans les régions déjà arides comme l'Algérie. Ces changements dans le cycle de l'eau ne sont pas sans conséquences pour les sociétés et les écosystèmes. Les ressources en eau seront menacées et affectées dans de nombreuses régions, avec des impacts sur tous les domaines du développement (accès à l'eau, sécurité alimentaire, santé, etc.), tandis que les risques de catastrophes liés à l'eau augmenteront. Ceux qui ressentent le plus les impacts de ces changements seraient d'abord les plus vulnérables (les régions rurales éparses).

L'Algérie fait partie des zones arides et semi-arides qui sont vulnérables et souffrent de sécheresses chroniques (Wikipédia). Ce qui entraîne de forts déficits hydriques qui représentent une forte contrainte sur l'environnement, les activités socio-économiques et le bien être des populations s'intensifient inexorablement le phénomène de désertification qui affecte déjà gravement le pays. Le milieu naturel subit une forte dégradation : la déforestation, l'érosion des sols, la baisse de la qualité des terres agricoles et des parcours, la diminution quantitative et qualitative des ressources en eau, la dégradation des écosystèmes et l'assèchement des oueds.

Les régions les plus touchées en Algérie sont les Hauts Plateaux et la Steppe. Celles-ci constituent des zones de transition entre le Nord et le Sud du pays et couvrent environ 70 % des terres viables du Nord. Elles constituent de véritables potentiels agricoles et assurent la sécurité alimentaire du pays. Les changements climatiques peuvent constituer un facteur aggravant de la dégradation de ces régions.



**Figure II-10:** Température normale de Djelfa, Miliana, Alger et Ain Salah (Source : ONM)

L'Algérie est un pays de la zone subtropicale du nord-africain. Son climat est disparate entre les régions. Les précipitations y sont caractérisées par une variabilité spatio-temporelle très marquante. Ainsi, la tranche de pluie annuelle décroît à mesure que l'on avance vers le sud et tombe à moins de 100 mm au sud de l'atlas saharien, cette valeur étant habituellement considérée comme marquant le début du désert. A la décroissance des pluies du Nord au Sud se superpose une décroissance de l'Est à l'Ouest. Les bordures Nord Centre et Est reçoivent en moyenne des quantités annuelles de précipitations variant entre 600 et 1150 mm elles peuvent atteindre les 1800 mm à Jijel. Elles sont de ce fait plus arrosées que le reste du pays. Les bordures Nord-Ouest par exemple enregistrent des totaux annuels moyens de l'ordre de 250 à 500 mm.

Les pluies « moyennes » annuelles (en Algérie) varient entre 400 et 1200 mm. Ces pluies sont irrégulières, souvent brutales avec de fortes intensités.

Le contraste pluviométrique est important et brutal en allant du Nord vers l'intérieur des terres. Au droit du Djurdjura : les sommets peuvent recevoir jusqu'à 1800 mm par an alors qu'en contrebas au Sud, moins de 10 km à vol d'oiseau, la vallée de l'oued Sahel reçoit à peine 400 mm. A latitude égale, il pleut plus à l'Est qu'à l'Ouest (MATE).

De novembre à décembre, les pluies sont importantes et l'Atlas Tellien est plus arrosé que le Littoral et les Hauts plateaux. Au mois de janvier, la quantité des pluies mensuelles est de 3,7 mm à Ain Salah, 33,4 mm à Djelfa, 80,0 mm à Alger et 120,5 mm à Miliana. En été, les pluies sont rares et se produisent plus sur le littoral que partout ailleurs.

En Automne, le régime des pluies est quasiment le même sur l'Atlas Tellien et les Hauts Plateaux. La quantité annuelle des pluies est de 15,8 mm à Ain Salah, de 347,4 mm à Djelfa, 686,6 mm à Alger et 827,3 mm à Miliana. La figure 9 donne le profil des précipitations d'Alger et Ain Salah et la figure 10 les températures et les précipitations de Sétif ( M.K.Berrah).

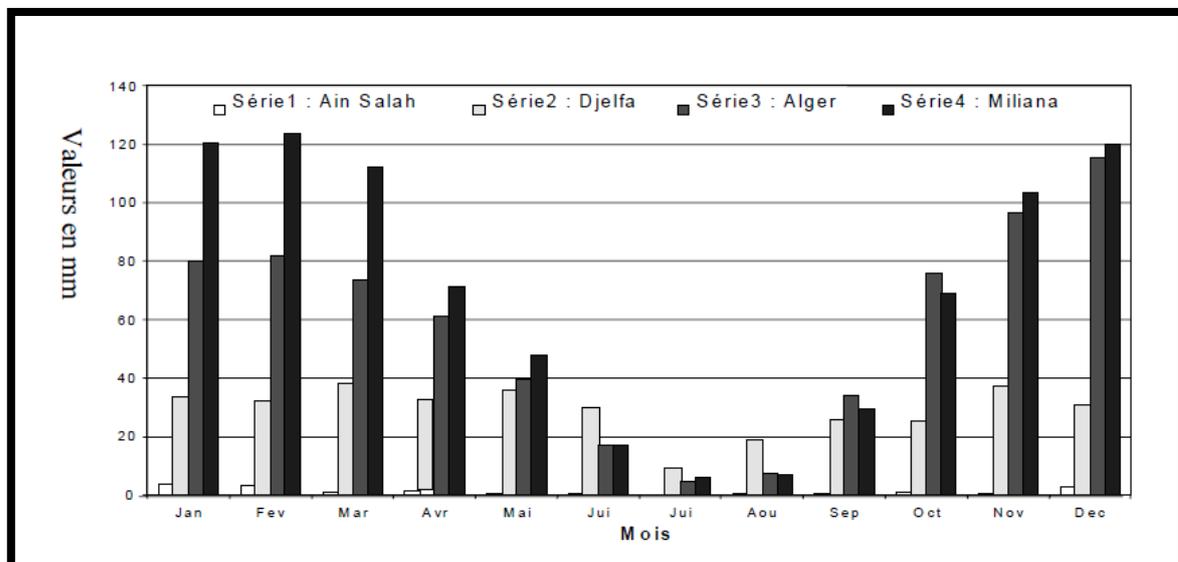
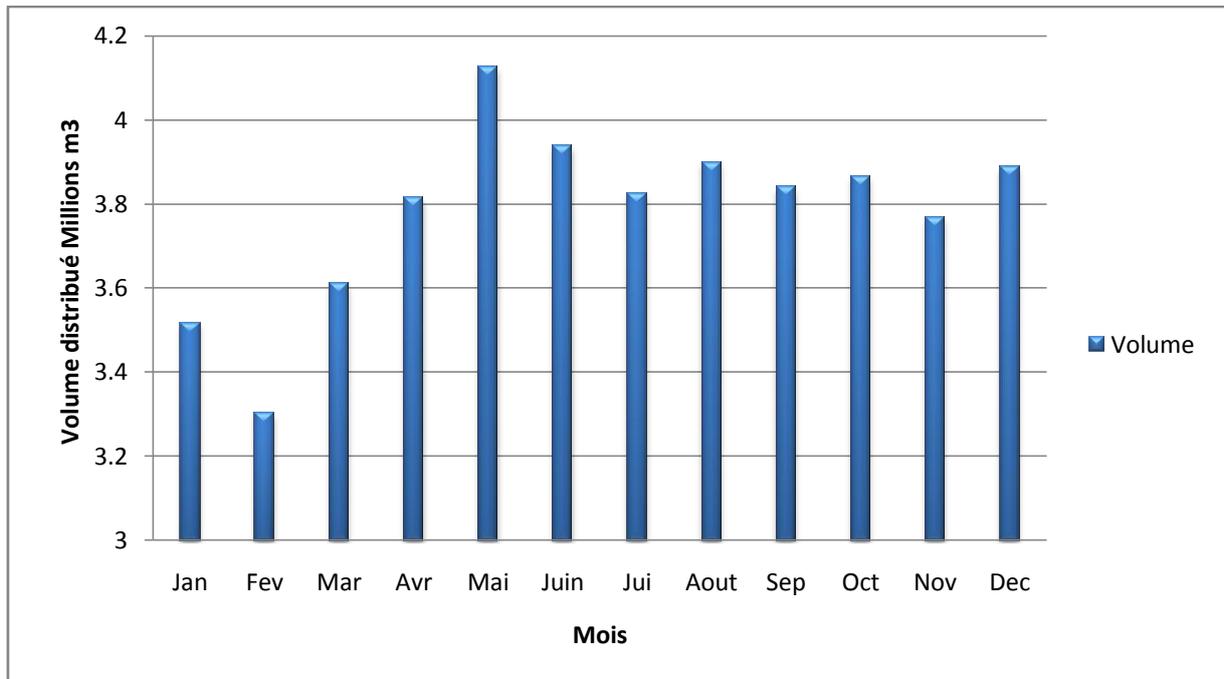


Figure II-11: Précipitation normale de Djelfa, Miliana, Alger et Ain Salah. (Source : ONM).

Tableau II-6: Température et précipitation de Sétif année 2015 (station météorologique)

Températures moyennes (°C)												
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
MIN	2	2	5	6	11	16	19	19	15	11	5	2
MAX	10	12	16	18	24	30	34	33	27	22	15	11
Précipitations (nombre de jours avec précipitations > à 1mm/24h)												
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
jours de pluie	6	6	4	6	5	4	1	3	4	6	5	7



**Figure II-12:** Volume mensuelle distribué, wilaya de Sétif (ADE, 2015)

Les projections saisonnières de température et des précipitations sur l'Algérie pour l'horizon 2020 sont décrites comme suit (la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 2001)

**Saison d'Automne :** On constate une hausse de la température de 0,8 à 1,3°C et aucun changement des précipitations au Nord du 30° de latitude.

**Saison d'Hiver :** On constate une augmentation de 0,9 à 1°C et une baisse moyenne des précipitations de 5%,

**Saison de Printemps :** On constate une hausse de la température de 0,95 à 1,1°C avec un maximum décalé vers le Nord de 1,2°C et une baisse moyenne des précipitations de 7 à 10%

**Saison d'Eté :** On constate une hausse de la température de 0,95 à 1,45°C et une baisse moyenne des précipitations de 5% sur une bande de 35° à 25° de latitude à l'Ouest.

### **Conclusion :**

L'Algérie risquera d'avoir un stress hydraulique d'ici 2040 si l'état ne s'enrôle pas pour équilibrer les besoins et les ressources disponibles ;

Afin de mieux mobiliser ces ressources et mieux répondre aux différents besoins, il faut agir sur la demande en eau, et pas uniquement sur l'offre ;

Dans ce qui suit, nous allons faire une synthèse sur les différentes méthodes du calcul de la demande en eau, et faire leur projection sur l'Algérie tout en délimitant les limites d'application de chacune.

## CHAPITRE III

*Modèle d'estimation et de  
prévision de la demande en  
eau*

# Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

---

## Introduction

Les agglomérations urbaines du pays ont connus ces dernières décennies un accroissement très important et très rapide, c'est pour cela que les autorités sont demandées de réaliser des infrastructures de production et de distribution d'eau pour éviter d'être confronté à court ou à moyen terme à des déficits, en optimisant leurs cout, afin d'anticiper à l'accroissement des villes, et l'évolution rapide des besoins en eau. A condition que les ouvrages se réalisent qu'après que les anciens approchent de leur capacité, cette approche sera convenable si seulement l'estimation des besoins en eau soit fiable.

### III-1 La demande en eau potable

La demande en eau potable est définie comme étant la somme des volumes d'eau à mobiliser à une agglomération ou un ensemble d'individus pour satisfaire leurs besoins, elle correspond aux volumes d'eau potable à distribuer au robinet pour satisfaire les différents usagers répartis selon 4 grandes familles de consommateurs (Bouslimi, 2004) :

- Les besoins domestiques : il s'agit de l'eau utilisée pour les besoins personnels, qui couvrent la consommation des particuliers, exprimée en litre/habitant/jour.
- Les besoins « autres usagers » qui couvrent les consommations liées à l'administration, les commerces, l'artisanat et les petites industries,
- Les besoins touristiques qui couvrent les consommations spécifiques saisonnières liées à une activité touristique,
- les besoins industrielles : des industries implantées dans la ville, elle est difficile à évaluer, car il existe une grande variation entre le type de l'entreprise :
  - pour les petites industries, l'eau appelée est issue du réseau de distribution, qu'il soit géré par l'ADE ou par l' APC, cette part des besoins est branchée dans le réseau de la ville.
  - Pour les grandes industries, l'eau appelée provient d'un prélèvement direct du milieu naturel par l'unité industrielle,

La détermination de la demande en eau potable repose sur un ensemble d'hypothèses d'estimation et d'évolution des facteurs liés (PNE, 2010) :

- à la démographie et aux projections de populations à différents horizons, A cause de l'accroissement de l'espérance de vie à la naissance et les migrations internes dans le même pays entre le milieu rural et le milieu urbain.
- aux dotations unitaires domestiques et à leurs évolutions aux différents horizons,
- des facteurs de majorations associés pour la prise en compte des «autres usages » (administrations, commerces, artisanat et petites industries) et l'activité touristique ;
- De l'influence des industries.
- aux rendements des infrastructures et à leurs évolutions dans le temps.

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

---

Dans ce contexte on définit :

### **III-1-1 Dotation nette domestique**

La dotation nette domestique correspond à la consommation moyenne journalière destinée à la consommation domestique (calculée à partir des volumes facturés issus des informations d'ADE).

### **III-1-2 Dotation nette domestique et autres usages**

La dotation nette domestique et autres usages correspond à la dotation moyenne journalière destinée à la consommation du domestique et des autres usages (calculée à partir des volumes facturés pour l'ensemble des catégories domestiques, administration, commerce, petite industrie et tourisme, au sein des unités d'ADE sur le territoire Algérien).

La dotation est distribuée par équivalent habitant au robinet.

## **III-2 Prévision de la demande en eau**

La prévision en eau sert d'outil de décision pour l'organisme de distribution, L'estimation des besoins pour un futur (proche ou lointain) est indispensables, afin de dimensionner des réseaux d'AEP. Elle pourra être effectuée à :

- A très court terme avec un pas de temps mensuel voir journalier si la précision a pour seul but de déterminer le programme d'investissement optimal de mobilisation des ressources en eau.
- A court et à long terme avec un pas d'une année, pour évaluer les volumes globaux à livrer annuellement par les ouvrages de mobilisation (barrages, nappes, sources ... etc.).

L'estimation des besoins est faite à la base du calcul de la répartition des besoins globaux actuels dans l'espace (selon les plans d'aménagement) et l'évolution de la population actuelle entre les différents tissus urbanistiques.

En cas de disponibilité des données statistiques de la consommation d'une agglomération quelconque, la projection future des dotations des différentes catégories de consommation consiste à établir un modèle qui permet d'évaluer la demande en eau future.

Les modèles de prévision sont le sujet de ce qui suit dans ce présent travail, ces méthodes sont parfois considérées comme suffisamment robustes pour dimensionner les équipements et prévoir le financement des investissements, bien que leur utilisation ait souvent conduit à surestimer la demande future.

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

---

Les approches méthodologiques classiques les plus utilisées pour la prévision des demandes en eau potable en zone urbaine à moyen et à long terme peuvent être classées en trois méthodes principales (*Dominique Geofiaï, 1997*) :

- i. -méthode tendancielle ;
- ii. -méthode globale ;
- iii. -méthode analytique.

### III-2-1 Méthode tendancielle:

La méthode tendancielle est basée sur l'analyse statistique des chiffres de production passée d'eau potable. Elle consiste à prévoir l'évolution future des besoins sur la base des tendances constatées dans le passé., tout en ignorant les différentes composantes constituant la consommation d'eau d'une agglomération, et le rythme de développement spécifique à chacun des secteurs consommateurs d'eau (domestique, administratifs, industrielles et touristique) sur plan systémique, cette méthode considère par conséquent une agglomération comme étant une boîte noire qui consomme l'eau et dont on ne cherche pas à analyser en détail les différents composants.

Cette méthode ne peut être appliquée que lorsqu'on dispose d'une longue série de production annuelle qui reflète dans l'ensemble une progression régulière dans le temps.

Afin de confirmer une tendance passée nette, la série doit être homogène et bien corrélée. Et aussi les chiffres de production doivent être suffisamment fiables et traduisent effectivement la demande de l'agglomération et pas seulement l'offre que permettent les ressources mobilisées.

Il s'agit d'une méthode qui a connu son apogée dans les années **60**, mais qui a très vite montré ses limites quand les bureaux d'étude et les distributeurs d'eau ont commencé à prendre conscience des différents paramètres et variables explicatifs des changements climatiques et variations que peut connaître la demande en eau potable (*Dominique Geofiaï, 1997*).

La méthode de calcul qui fait parti de ce processus est la méthode d'extrapolation temporelle :

- ❖ **L'extrapolation temporelle** : consiste à déduire l'évaluation future à partir des tendances passées (wikipédia). Son application est un peu difficile en Algérie à cause du manque de données enregistrées au niveau des administrations, les APC et l'ADE à titre d'exemple. L'évaluation peut être globale à l'échelle d'un service d'eau potable ou affinée par classe de consommateur (usagers domestiques, secteur tertiaire, industrie) ou par découpage spatial. L'extrapolation globale pourra être appliquée en Algérie mais l'extrapolation affinée a une capacité prédictive très limitée.

### III-2-2 Méthode Globale

La méthode globale quant à elle essaie de relier La demande en eau potable à un facteur explicatif de la consommation. La demande est estimée en multipliant ce ratio par le nombre d'habitants (ou de ménages) que le service est susceptible de desservir dans le futur. La liaison est faite par la dotation brute unitaire globale qui s'exprime par le rapport de ces deux variables en l/hab./jour ou en l/abonné /jour. (Bouslimi, 2004). Cette méthode comporte un modèle de calcul expliqué dans ce qui suit :

- ❖ **Modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs** : consiste à remplacer la consommation moyenne annuelle d'un habitant en utilisant un ratio de consommation spécifique, l'estimation du ratio peut être :
  - Estimation globale avec une seule valeur du ratio pour tous les habitants en augmentant les consommations des autres utilisateurs proportionnellement.
  - Estimation séparée, c'est-à-dire donner un ratio pour chaque consommateur. Chacun de ces consommateurs peut à son tour être décomposé en sous catégories. (J-Daniel RINAUDO, 2013)

### III-2-3 Méthode analytique

La méthode analytique 'méthode la plus utilisée actuellement' consiste en un modèle linéaire qui comporte plusieurs paramètres de base. Cette méthode analyse la structure passée de la consommation en eau de l'agglomération de façon relativement fine selon les volumes consommés par chaque catégorie de consommateur. Ce qui permet d'expliquer les raisons saillantes de l'évolution passée de consommation en eau par type d'utilisateur. (Dominique Geofiy, 1997)

La variante de base de cette méthode prend en compte les paramètres principaux suivants en horizon ; passé, actuel et futur (proche et lointain) :

- **Démographie, taux de raccordement au réseau de distribution,**
- **Nombre d'abonnés selon les différentes catégories d'utilisateurs** (domestique, administratif, industriel, point d'eau public, complexe touristique.. etc.)
- **Consommations unitaires par type d'utilisateur:** consommation domestique (population raccordée au réseau et celle desservie par points d'eau publics), consommation administrative et municipale (établissement publics, bouches d'incendie ou d'arrosage des espaces verts publics..), consommation industrielle et touristique ainsi que d'autres consommations relatives à certains complexes particuliers grands consommateurs d'eau potable (ports, casernes militaires, centres de loisir).
- **Les pertes d'eau et les rendements des ouvrages hydrauliques de production, d'administration et de distribution.**

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

---

La fiabilité de prévision par la méthode analytique reste étroitement liée à la qualité et l'étendue des statistiques passées de consommation en eau.

Cette méthode peut être appliquée suivant plusieurs processus :

- ❖ **Méthode de modélisation des usagers finaux** : Cette méthode est utilisée depuis une dizaine d'années par les compagnies d'eau d'Angleterre et du Pays de Galles. Elle consiste à séparer finement la consommation domestique en volume destiné à chaque utilisation (hygiène corporelle, équipement...). Cette méthode permet de définir l'influence du développement technologique à long terme, Cette approche reste cependant limitée en Algérie par l'impossibilité d'intégrer l'effet de tous les facteurs, à cause de la difficulté du collecte des données des différents établissements, et à l'inexistence des statistiques fiables et aussi les changements de caractéristiques économiques de la population (centrifugation ou popularisation de certains quartiers). (J-Daniel RINAUDO, 2013)
- ❖ **Méthode statistique multi-variés** : sert à créer un modèle statistique pour établir une relation numérique entre la consommation d'une part et d'autre part : le prix, le revenu des ménages, le niveau d'activité économique (emploi ou chiffre d'affaire), les caractéristiques de l'habitat (proportion d'habitat individuel ou collectif, densité urbaine), éventuellement les conditions météorologiques, etc. Ce modèle sera appliqué sur un échantillon de communes pour lequel on dispose de données sur un intervalle du temps de dix ans afin d'avoir de bons résultats. (Wikipédia)
- ❖ **L'estimation basée sur les prévisions d'urbanisation et d'occupation du sol** : comme son nom l'indique, elle est basée sur l'estimation de la demande en eau selon les prévisions en matière d'urbanisme définies dans les documents de planification urbaine comme les Plans d'Occupation du Sol. Les besoins en eau potable sont estimés à l'échelle d'entités spatiales homogènes (quartiers ou lotissements pour l'habitat individuel, zone d'activité économique) en utilisant des ratios de consommation par logement estimés pour chaque type d'entités. Cette méthode ne peut être mise en place que s'il existe un schéma de planification urbaine relativement détaillé, régulièrement mis à jour et établi à l'horizon temporel considéré dans l'exercice de prévision de la demande en eau potable. (J-Daniel RINAUDO, 2013)

L'application de cette méthode est presque impossible en Algérie à l'horizon actuel parce qu'elle nécessite les schémas de planification d'urbanisme actuel pour qu'elle soit appliquée, ce qui est très difficile, car ils ne sont pas respectés lors de réalisation. La méthode est applicable si seulement les autorités réétudient les parties aménagées et refont des plans d'occupation du sol identiques de la réalité et aussi tout en s'engageant ultérieurement à la réalisation de ces plans d'occupation.

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

---

### III-2-4 Méthode hybride

Consiste à combiner les méthodes précédentes en un modèle numérique, dont le fonctionnement repose sur un modèle statistique très élaboré qui décompose très finement la demande par secteur d'activité (industriel et commercial). La mise en œuvre de ces logiciels nécessite des capacités techniques et financières très développées, son application reste limitée en Algérie à cause du taux du développement actuel mais ça reste possible (J-Daniel RINAUDO, 2013).

Le choix d'une méthode est donc très dépendant de l'intensité des enjeux liés à la prévision. Le recours à des méthodes simples peut être approprié pour des services dont la population desservie évolue relativement lentement, ou lorsque les prévisions n'ont pas vocation à supporter des choix d'investissement impliquant des montants financiers importants.

Pour ce présent travail, les approches qui vont être appliquées sur l'échantillon sont :

- Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'usagers
- Méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle
- Méthode analytique par La méthode statistique multi variée

### III-3 Présentation de la zone d'étude

Dans cette étude, on va appliquer plusieurs méthodes de prévision de la demande en eau, sur un échantillon de quartiers du chef lieu de la wilaya de Sétif, dont l'alimentation en eau est 24h/24.

La wilaya de Sétif se situe à l'Est Algérien, dans la région des hauts plateaux, elle s'étend sur une superficie de 6 549,64 km<sup>2</sup>. Composée de 60 communes, réparties en 20 daïras. Son altitude est comprise entre 900 et 2000 m.

Le dernier recensement effectué en Avril 2008 a fait ressortir que la taille de la population de la wilaya de Sétif est de 1,496 million, Les premières estimations font état d'un taux de croissance annuelle moyen de la population d'environ 1.91 % par rapport au dernier recensement de 1998. la densité de la population est ainsi de l'ordre de 229 hab. /km<sup>2</sup>

#### III-3-1 Les ressources en eau

Les cours d'eau sont tributaires de l'inégalité et de l'irrégularité des précipitations, ils sont généralement secs en été, en hiver ils sont souvent en crue. Les principaux cours d'eau superficiels sont Oued Bousselem dans la partie Nord et Nord-Ouest, Oued Dehamcha et Oued Menaâ dans la partie Nord-Est et Oued Ftissa et Ben Dhiab dans la partie Sud de la région.

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

**Tableau III-1:** Origine et quantités des eaux superficielles et souterraines

Origine	Quantités (Hm <sup>3</sup> )	
	Eaux superficielles	Apport du Barrage (BBA)
Petits barrages		3,80
Retenues collinaires		4,69
Fils d'eau		12,72
Total eaux superficielles		42,22
Eaux souterraines	Puits	19,40
	Forages	84,75
	Sources	10,90
	Total eaux souterraines	115,05
Total		157,27

Source : DRE Sétif (2008)

**Tableau III-2:** Production d'eau au 31.08.2015 de la wilaya de Sétif

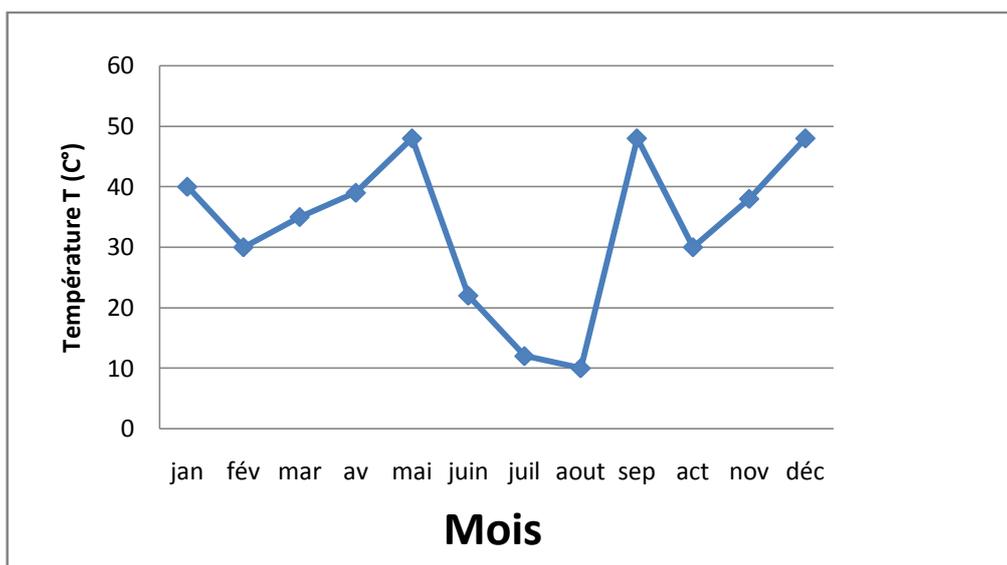
Nature de la ressource	Production annuelle 2015 (M m <sup>3</sup> )	Volume produit (m <sup>3</sup> /j)
<b>Eaux souterraines</b>	<b>20,452</b>	<b>84 165</b>
<b>Eaux de surface</b>	<b>15,079</b>	<b>62 054</b>
<b>Total</b>	<b>35,531</b>	<b>146 219</b>

Source : ADE Sétif 2015

### III-3-2 Le climat

Elle jouit d'un climat continental semi-aride se caractérisant par des étés chauds secs et des hivers pluvieux et froids. La région enregistre en hiver une importante pluviométrie. Mais qui n'est pas uniforme pour toutes les zones. En effet, si la zone du Nord reçoit 700 mm annuellement, la zone des hauts plateaux ne reçoit que 400 mm/an.

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau



**Figure III-1:** Variations des températures moyennes mensuelles en °C (1985 - 2007)

Source : SRMS (2008).

La population d'une agglomération varie dans le temps, le problème rencontré est celui de la prévision des besoins pour un horizon se situant à 20 ou 25 ans environ. Chaque agglomération a sa vie propre, qui peut éventuellement être modifiée par une planification (schéma d'aménagement et d'urbanisme) dont il faut tenir compte. Néanmoins, l'inertie des faits sociaux conduit à inscrire l'évolution dans un phénomène qui se prête à l'analyse statistique.

L'échantillon de la population choisi dans ce travail est pris du chef lieu de la ville de Sétif, il s'agit de plusieurs quartiers alimentés 24h/24h par l'ADE, A partir de trois réservoirs. Il faut noter que le chef lieu de la wilaya est alimenté à partir de barrage Ain Zada et la source de Oued Elbared.

**Tableau III-3:** Données de l'échantillon, Les quartiers alimentés 24/24 et leurs points d'alimentation.

Point d'alimentation	Volume distribué (m <sup>3</sup> /j)	Quartiers
Puit Farnatou	2200	Fernatou ; 108 logs ; Bizar ville ; 102 logs ; Lotissement Krachna.
Puit Reffaoui+ F parc d'attraction	2900	Les remparts ; Le caire ; Raffaoui ; Coop Bougahbouh ; 58 log Gasria ; Rue Said Boukhrissa .
Parc a Forrage	1200	65 logs, Centre ville ouest ; 132 Logs Bizar ; Omar degou ; 68-140 logts Batni , les 23 et les 45 logts.

Source : ADE Sétif 2015

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

Les caractéristiques de la ville et les quartiers choisis pour l'étude sont dans le tableau suivant.

**Tableau III-4:** Caractéristique de l'échantillon (2015).

	habitant desservie	Volume produit (m <sup>3</sup> /j)	Dotation (l/j/hab)
Ville de Sétif	340 891	63 846	187
Echantillon	33690	6300	187

En appliquant la règle de trois. Cette tranche de la population représente 10% des habitants de la ville de Sétif.

### III-4 Application

Comme on a précisé auparavant, les méthodes appliquées pour cet échantillon sont :

- Méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle
- Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs
- Méthode analytique par La méthode statistique multi variée.

Toutes les données utilisées dans cette étude proviennent de l'organisme public chargé de la gestion et la production d'eau potable l'Algérienne des Eaux (ADE).

#### III-4-1 Calcul par la méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle

Cette méthode consiste à prévoir la demande future à partir des consommations passées, c'est pour cela on a travaillé dans ce mémoire avec les informations sur la consommation en eau de la wilaya de Sétif sur une série de données « population-volume desservie » de dix ans (2005-2015).

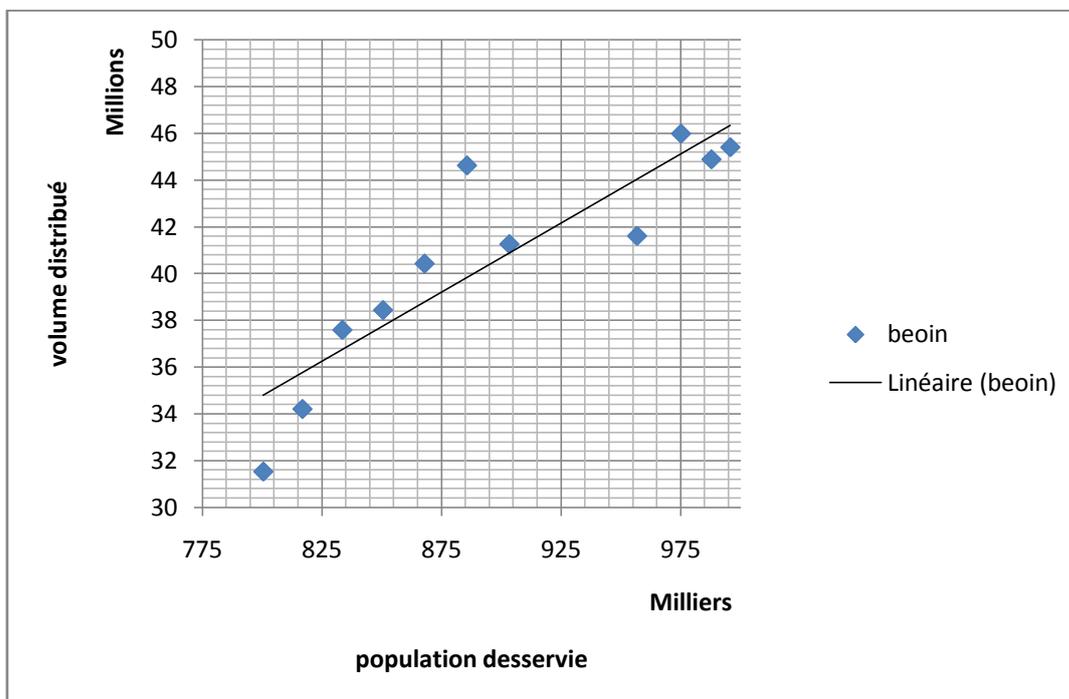
**Tableau III-5:** Population et volume desservie 2005-2015

année	V prod(Mm <sup>3</sup> )	V dis (Mm <sup>3</sup> )	Population totale (hab.)	Population desservie (hab.)
2005	34,48	31,52	1 404 388	800 501
2006	36,78	34,20	1 433 049	816 838
2007	41,34	37,58	1 462 295	833 508
2008	42,27	38,43	1 492 138	850 519
2009	43,76	40,42	1 522 590	867 876
2010	48,50	44,62	1 553 663	885 588
2011	46,62	41,25	1 584 736	903 300

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

Suite tableau III-5				
2012	49,77	41,60,	1 616 431	956 662
2013	53,15	44,88	1 648 760	987 748
2014	55,07	45,98	1 681 735	975 039
2015	53,63	45,40	1 715 369	995 643

( Source : ADE Setif )



**Figure III-2:** Population et volume desservie 2005-2015

Ce graphe représente le volume desservi par l'ADE pour toute la population de la wilaya de Sétif pendant les années de 2005 à 2015.

En mathématiques, l'**extrapolation** est le calcul d'un point d'une courbe dont on ne dispose pas d'équation, on fait l'étude afin de connaître l'équation qui grêle l'évolution d'une série de données. L'équation doit être de la forme :  $Y = A.X + B$

La série qu'on dispose s'évolue suivant la fonction :

$$Y = 59.077X - 10^7 \dots (III-1)$$

Tel que :

Y : volume distribué

X : la population desservie

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

On applique cette équation pour calculer les besoins en eaux de toute la population, on obtient les résultats exprimés dans le tableau suivant :

**Tableau III-6:** le calcul des besoins des futurs horizons pour la wilaya de Sétif

année	Population desservie (hab.)	Volume distribué (Mm <sup>3</sup> )	dotation (m <sup>3</sup> /hab./an)	dotation (l/hab./j)
2015	995 643	45,40	45.6	125
2016	997 316	57,92	58.07	159
2020	1 079 527	62,78	58.15	159
2030	1 315 938	76,74	58.32	159.7
2040	1 604 120	93,77	58.45	160

Et puisque l'échantillon de l'étude est de 33 690 hab., il représente 4% de la population totale de la wilaya de Sétif. On applique la règle de trois pour calculer les besoins de l'échantillon pour les futurs horizons.

Les résultats sont dans le tableau suivant :

**Tableau III-7:** le calcul des besoins de l'échantillon dans les futurs horizons.

année	Population desservie (hab)	Volume distribué par an (Mm <sup>3</sup> )	dotation (m <sup>3</sup> /hab/an)	dotation (l/hab/j)
2015	33690	1,8	53.9	147
2016	39893	2,316	58.07	159
2020	43181	2,5	58.15	159
2030	52637	3.07	58.32	160
2040	64165	3.75	58.45	160

- **Conclusion :** en appliquant la Méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle, l'échantillon d'étude atteindra à l'horizon 2040 les 64 165 hab, il aura besoin d'un volume de 3 750 663.7 m<sup>3</sup> par an, qui est équivalent à 10 275.1 m<sup>3</sup>/j, telle que la dotation sera 160 l/j/hab.

### III-4-2 Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs

Cette méthode repose sur l'utilisation d'un ratio de consommation spécifique correspondant à la consommation moyenne annuelle d'un habitant ou d'un ménage. La demande est estimée en multipliant un ratio représentant la consommation moyenne d'un individu par le nombre d'habitants (ou de ménages).

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

Pour estimer les besoins par cette méthode, il est indispensable d'effectuer une étude démographique pour estimer l'évolution de l'agglomération.

L'évolution démographique en Algérie suit la loi des accroissements géométriques qui est donnée par la formule suivante :

$$P_n = P_0 [1 + \tau]^n \dots\dots\dots (III-2)$$

Avec :

- $P_n$  : nombre d'habitants futurs prise à l'horizon 2040 (hab.).
- $P_0$  : nombre d'habitants de l'année de référence (hab.).
- $n$  : nombres d'années séparant l'année de référence a l'horizon considéré.
- $\tau$  : taux d'accroissement annuel de la population, celui de la wilaya de Sétif est calculé pendant la période (1987-2008) à  $\zeta = 1.91$  (ONS.2008).

Pour l'échantillon qu'on a choisi l'évolution démographique est estimée a :

**Tableau III-8:** Evolution démographique de l'échantillon.

Horizons	Actuel	Court terme	Moyen terme		Long terme	
Villes	2015	2020	2025	2030	2035	2040
échantillon	33690	36815	40230	4396	48040	54066

Le calcul de l'évolution des besoins se fait en fonction de l'évolution de la démographie et de la consommation moyenne unitaire par individu.

Pour cette méthode les besoins journaliers par individu sont estimés selon des dotations, ils sont déterminés par strate de population conformément à la typologie définie par l'Office National des Statistiques (tableau 9).

**Tableau III-9:** Typologie de l'agglomération.

TYPOLOGIE AGGLOMERATIONS / STRATES DE POPULATION	
DESIGNATION	CARACTERISTIQUE
Les métropoles à statut particulier de délégation (SPE) :	Alger ; Oran ; Constantine ; Annaba
Les métropoles	villes de plus de 300.000 habitants
L'urbain dit « supérieur » :	100.000 < pop. ≤ 300.000 habitants
L'urbain :	20.000 < pop. ≤ 100.000 habitants
Semi urbain :	5.000 < pop. ≤ 20.000 habitants
Semi rural :	3.000 < pop. ≤ 5.000 habitants
Rural aggloméré :	600 (100 unités d'habitation) < pop. ≤ 3.000 habitants
Rural éparsé :	population inférieure à 600 habitants (100 unités d'habitation).

(Source : ONS, 2008)

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

Sétif est considérée comme étant une métropole, d'après l'étude d'actualisation du plan national de l'eau, la dotation est estimée de 192 l/hab/j pour l'horizon 2040 (PNE, 2010).

La consommation moyenne journalière est exprimée en mètre cube par jour et donnée par la relation suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{(Q_i \times N_i)}{1000} \dots (III-3)$$

Avec :

- $Q_{moy,j}$  : consommation moyenne journalière en m<sup>3</sup>/j.
- $Q_i$  : dotation moyenne journalière en l/hab.
- $N_i$  : nombre de consommateurs.

Le tableau ci-après représente les débits moyens journaliers calculés par la formule précédente pour la localité étudiée.

**Tableau III-10:** la consommation domestique de l'échantillon

Horizon	2015				2040			
	Nombre d'habitons	Dotation (l/hab./j)	Débit		Nombre d'habitons	Dotation (l/hab./j)	Débit	
			M <sup>3</sup> /j	l/s			M <sup>3</sup> /j	l/s
Echantillon	33690	187	6300	72.92	54066	192	10380.6	120.1

- **Conclusion :** en appliquant la méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs, l'échantillon d'étude atteindra à l'horizon 2040 les 54 066 hab avec un taux d'accroissement de 1.91 % et il aura besoin d'un volume de 3 678 942.19 m<sup>3</sup> par an, qui est équivalent à 10 075.1 m<sup>3</sup>/j, avec une dotation de 192 l/s.

### III-4-3 Les modèles statistiques multi variés

Cette méthode consiste à construire un modèle statistique établissant une relation numérique entre la consommation unitaire d'une part (variable expliquée) et un ensemble de variables explicatives d'autre part.

Dans ce présent travail, on va discuter l'influence de la variation de la dotation, le climat et l'accroissement démographique. On ne va pas discuter l'influence du prix car en Algérie la tarification est subventionnée.

Ces variables varient en fonction du temps et de l'espace, dans ce qui suit, les variations sont prises selon l'étude d'actualisation du plan national

#### ❖ Evolution de la population

L'évolution de la population est estimée suivant la loi des accroissements géométriques (III-1), dans cette méthode, on varie les taux d'accroissement en fonction du temps et d'espace.

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

On commence par le classement de l'agglomération, la ville de Sétif appartient à la strate S7 selon la classification faite par « l'étude d'actualisation du plan national ».

**Tableau III-11:** Nomenclature des strates de population

Strates	Classe de population		Agglomération à dominante
S7	100 000	< population	Urbaine
S6	50 000	≤ pop < 100 000	
S5	20 000	≤ pop < 50 000	Semi urbaine
S4	10 000	≤ pop < 20 000	
S3	5 000	≤ pop < 10 000	Semi rurale
S2	2 000	≤ pop < 5 000	
S1	population <	2 000	rurale

(Source : PNE ,2010)

Dans cette méthode, on varie le taux d'accroissement de l'agglomération en fonction du temps (selon les différents horizons), et en fonction de l'espace (l'agglomération fait partie de la région des Hauts plateaux).

**Tableau III-12:** les taux d'accroissement

S7	100 000 ≤ hab.			REGION HP et SUD	
Taux 1987/2008 (τ) en %	Taux 2008 / 2010	Taux 2010 / 2015	Taux 2015 / 2020	Taux 2020 / 2025	Taux 2025 / 2030
τ < 0	1	1,5	2	1,8	1,5
0 ≤ τ < 1	1	1,5	2	1,8	1,5
1 ≤ τ < 1,5	1,5	2	2	1,8	1,5
1,5 ≤ τ < 2	1,8	2	2	1,8	1,5
2 ≤ τ < 2,5	2,5	2	2	1,8	1,5
2,5 ≤ τ < 3	2,5	2,2	2	1,8	1,5
3 ≤ τ < 4	2,5	2,2	2	1,8	1,5
τ ≥ 4	2,5	2,2	2	1,8	1,5

Source : PNE, 2010.

Le choix des taux d'accroissement des horizons futurs est basé sur le taux d'accroissement passé. La wilaya de Sétif avait un taux d'accroissement de 1.91% entre 1987/2008 (ONS, 2008), du tableau 12 on maintient pour les taux d'accroissements suivants (tableau 13) pour faire la projection de la population de l'échantillon :

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

**Tableau III-13:** les taux d'accroissement de l'échantillon.

Horizon	1987/2008	2008/2010	2010/2015	2015/2020	2020/2025	2025/2030
Taux	1.91	1.8	2	2	1.8	1.5

(Source : PNE, 2010)

Les calculs effectués de l'évolution de la population de l'échantillon pour les futurs horizons :

**Tableau III-14:** l'évolution de population de l'échantillon

Horizons	actuel	Court terme	Moyen terme		Long terme	
	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Echantillon	33690	37196	40667	43810	47196	50843

### ❖ Dotation

La dotation est la consommation d'eau moyenne journalière d'un individu, elle peut être tendancielle ou volontariste.

#### 1. La dotation tendancielle

Suivre la tendance actuelle qui est d'augmenter la consommation par individu systématiquement au cours du temps, au motif que les années antérieures n'ont pas permis une alimentation satisfaisante ; dans cette optique on envisagerait un accroissement modéré mais régulier de la dotation sur l'ensemble du territoire.

**Tableau III-15:** Dotation par l'hypothèse tendancielle

HYPOTHESE TENDANCIELLE	Dotations unitaires domestiques et « autres usages » assimilés (en l/j/hab)														
	Région Nord					Région Hauts Plateaux					Région Sud				
	HORIZON	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025
Métropoles (SPE)	170	179	187	196	204	179	187	196	205	214	196	205	215	225	235
Métropoles	144	152	160	176	192	151	160	168	185	202	166	175	184	202	221
Urbain sup	128	128	135	150	165	134	134	142	158	173	147	147	155	173	190
Urbain	112	119	126	140	154	118	125	132	147	162	129	137	145	161	177
Semi urbain	108	108	115	122	135	113	113	120	128	142	124	124	132	140	155
Semi rural	94	100	106	113	125	98	105	112	118	131	108	115	122	129	144
Rural aggloméré	81	86	92	98	104	85	91	97	103	109	93	99	106	112	119
DOTATION MOYENNE PONDEREE population agglomérée	121	125	133	143	155	118	123	131	145	160	126	132	140	154	171
Eparse	60	60	60	60	60	63	63	63	63	63	69	69	69	69	69

(Source : PNE,2010)

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

### 2. La dotation volontariste

Envisager une hypothèse volontariste qui prendrait en compte la mise en œuvre d'une politique de l'eau efficace de résorption des « gaspillages » et une maintenance des infrastructures efficaces qui diminue les fuites, ce qui assure une maîtrise de l'évolution de la dotation sur l'ensemble du territoire.

**Tableau III-16:** Dotation par l'hypothèse volontariste

HYPOTHESE VOLONTARISTE	Dotations unitaires domestiques et « autres usages » assimilés (en l/j/hab)														
	Région Nord					Région Hauts Plateaux					Région Sud				
	HORIZON	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025
Métropoles (SPE)	170	170	162	153	145	179	179	170	161	152	196	196	186	176	166
Métropoles	144	144	136	136	128	151	151	143	143	134	166	166	156	156	147
Urbain sup	128	128	120	120	120	134	134	126	126	126	147	147	138	138	138
Urbain	112	112	105	98	98	118	118	110	103	103	129	129	121	113	113
Semi urbain	108	108	101	95	95	113	113	106	99	99	124	124	116	109	109
Semi rural	94	94	88	88	88	98	98	92	92	92	108	108	101	101	101
Rural aggloméré	81	81	81	81	81	85	85	85	85	85	93	93	93	93	93
DOTATION MOYENNE PONDEREE population agglomérée	121	121	114	109	108	118	119	113	110	110	126	128	121	117	118
Eparse	60	60	60	60	60	63	63	63	63	63	69	69	69	69	69

(Source : PNE, 2010)

### ❖ Influence du climat

On multiplie les besoins trouvés par des coefficients de majoration climatique pour faire intervenir l'influence du climat, ces coefficients varient avec l'espace, entre le Nord, les Hauts Plateaux et le Sud. Ils s'établissent comme suit :

**Tableau III-17:** Coefficients de majoration climatique

Région	Taux de majoration
Région Nord	0
Région Haut Plateaux	5
Région Sud	15

(Source : PNE,2010)

Les valeurs des dotations pour chaque horizon sont prises dans les tableaux

Sétif appartient aux métropoles (SPE) des régions des Hauts Plateaux, le calcul des besoins par les deux dotations est dans ce qui suit.

**Tableau III-18:** Les besoins calculés par la méthode multi variée

Horizon	2015				2040				
	Commune	Nombre d'habitons	Dotation (l/hab./j)	Débit		Nombre d'habitons	Dotation (l/hab. /j)	Débit	
				M <sup>3</sup> /j	l/s			M <sup>3</sup> /j	l/s
M. Tendancielle	33690	187	6300	72.9	50843	214	11424.42	125.9	
M. Volontariste	33690	187	6300	72.9	50843	152	8114.54	89.4	

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

**Conclusion :** l'estimation des besoins en eau de l'échantillon par la méthode multi variés a estimé une population de 50 843 hab. vers l'horizon 2040, et une consommation tendancielle de 11424.42 m<sup>3</sup> par jour et une consommation volontariste de 8114.54 m<sup>3</sup> par jour.

### III-5 Interprétation des résultats

Afin de bien comparer et interpréter les résultats, il est favorable de les regrouper dans un seul tableau.

**Tableau III-19:** Tableau récapitulatif des calculs.

		Nombre d'habitant	Consommation journalière (m <sup>3</sup> )	Dotation
Méthode 1		64 165	10 275.1	160
Méthode 2		54 066	10380.6	192
Méthode 3	tend	50 843	11 424.42	214
	vol	50 843	8114.54	152

En comparant ces valeurs, on trouve que

#### III-5-1 Nombre d'habitants

la méthode qui a donné une estimation minimale pour le nombre d'habitants est la méthode multi-variée (N<sub>3</sub>= 50 843 hab.), la méthode d'estimation globale a donné un nombre d'habitants un peu proche de celui donné par la méthode multi-variée (N<sub>2</sub>= 54 066 hab.), or l'extrapolation temporelle a donné un résultat énorme par rapport aux autre méthode ( N<sub>1</sub>= 64 165 hab. ).

#### III-5-2 Consommation journalière

L'extrapolation temporelle et l'estimation globale ont donné des consommations proches (C<sub>1</sub>= 10 275.1 m<sup>3</sup> et C<sub>2</sub> = 10 380.6 m<sup>3</sup> respectivement), la plus grande consommation est donnée par la méthode multi-varié tendancielle (C<sub>3,tand</sub> = 11 424.42 m<sup>3</sup> ) et la plus petite consommation est par la volontariste ( C<sub>3,vol</sub> = 8 114.54 m<sup>3</sup> ).

#### III-5-3 Dotation

La méthode globale et la méthode multi-variée tendancielle donnent des dotations supérieures à la dotation universelle 170 l/j/hab ( 192 et 214 l/j/hab respectivement) , ce qui est bien, pour les deux autres méthodes (la méthode multi variée volontariste et par extrapolation) qui donnent par contre des dotations un peu faible par rapport à la norme (152, 160 l/j/hab respectivement).

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

---

### III-5-4 Interprétation

❖ **La méthode N°1** « Méthode tendancielle par extrapolation temporelle » donne une estimation excessive du nombre d'habitants dans le futur horizon et une consommation acceptable, ce qui a influencé sur la consommation moyenne par individu, car les résultats trouvés 160 l/hab./j (brutes) risqueront de ne pas répondre aux besoins journaliers d'un consommateur surtout avec le développement technologique et l'amélioration du niveau social de la population à cette époque là.

Il faut noter que cette extrapolation est appliquée sur une série de données issues des informations de l'ADE de Sétif, chaque erreur commise lors d'un recensement passé risquera d'augmenter l'erreur aux futurs horizons, aussi elle dépend de la fiabilité du réseau de comptage. De plus, la notation de prolongation de la série n'est pas dépourvue d'ambiguïté puisque selon l'importance accordée aux données statistiques récentes, l'évolution future peut suivre différents rythmes d'accroissement.

Et aussi l'extrapolation n'est pas détaillée c'est-à-dire elle ne tiens pas en compte l'influence des autres paramètres comme le niveau socioculturel et le développement technologique qui influencent par leurs tours sur les habitudes des consommateurs et le mode de consommation en général.

Cette méthode ne tiens pas compte des problèmes trouvés dans les infrastructures existantes, parce que la série de données actuelle représente une consommation excédentaire due aux fuites, qui vont causer une augmentation des valeurs des besoins trouvés par cette approche, et par la suite les infrastructures hydrauliques risquent d'être surdimensionnées.

❖ **La méthode N°2** « le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs » donne une estimation acceptable pour la consommation journalière (10 380.6 m<sup>3</sup>) et pour le nombre d'habitants (54 066 hab.).

Mais cette méthode ne prends pas en considération les facteurs influençant sur la consommation par exemple les habitudes de consommation, la dotation proposée est de 192 l/hab./j pour l'horizon 2040 alors que la dotation à l'horizon actuel est de 187 l/hab./jour (l'information est trouvée par l'ADE Sétif à partir du volume desservi et du nombre d'abonnés), du coup c'est un peu absurde que la consommation par individu augmente de 5 l/hab./jour 'seulement 'dans 25 ans.

Et si on utilise ces besoins pour dimensionner les infrastructures d'alimentation, on risquera d'atteindre la durée de leur mise en service avant d'achever le 2040.

❖ **La méthode N°3** « Méthode analytique par La méthode multi-variée » cette méthode donne l'estimation de la population la plus faible ( 50 843 hab.) inférieure de presque 3000 hab. aux autres méthodes, mais elle donne la plus grande consommation si on calcule par la voie tendancielle (11 424.42 m<sup>3</sup>) et la plus faible que celle par la voie volontariste (8114.54 m<sup>3</sup>), cette méthode prend en considération le changement climatique et le changement des habitudes des populations qui résultent du développement technologique et socioculturel. Et

## Chapitre III : Modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau

---

même la consommation journalière par individu est estimée à 214 l/hab./j pour l'horizon 2040, ce qui est acceptable si on compare avec la dotation actuelle qui est de 187 l/hab./j, une augmentation de 27l/h/j pendant 25 ans, ce qui est logique.

Et pour le calcul des infrastructures hydrauliques, cette méthode tient compte de tous les facteurs influençant ; ce qui diminue le risque du surdimensionnement ou bien de Sous-dimensionnement vu les résultats statistiques de l'évolution des besoins. Donc la méthode multi-variée est l'approche la plus fiable pour estimer les besoins en eau.

### **Conclusion**

Après l'application de trois approches d'estimation des besoins en eau, qui sont

- Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs
- Méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle
- Méthode analytique par La méthode statistique multi-variée.

Sur un échantillon de 33690 habitants, la méthode analytique par la méthode statistique multi variée est la plus fiable car elle tient en compte les différents facteurs influençant sur la consommation en eau et elle donne des résultats abordables pour bien dimensionner les infrastructures hydrauliques sans être surdimensionnés ou bien sous dimensionnés. Donc on l'a suggère pour le calcul des besoins des grandes agglomérations comme Sétif.

CONCLUSION  
GENERALE

A travers ce mémoire de fin d'études de master, nous avons abordé en premier lieu la problématique de la thèse qui parlait de l'importance de la gestion et la maîtrise d'eau, en tenant compte des dégâts financiers que peut causer le surdimensionnement des infrastructures hydrauliques dus à la surestimation des besoins en eau.

La bonne gestion nécessite l'étude de tous les facteurs influençant sur la demande en eau, tel que : les ressources limitées, le changement climatique, vieillissement des infrastructures et le développement démographique.

Nous avons fait une synthèse qui englobe toutes les méthodes d'estimation de la demande en eau reconnues dans le monde et nous avons défini les limites d'application de chacune en Algérie.

Afin de connaître la méthode la plus fiable en Algérie, nous avons pris un échantillon de la population du chef lieu de la wilaya de Sétif, il s'agissait des quartiers alimentés 24h/24h, avec un nombre d'habitant de 33 690 hab.

Il fallait bien suivre les recommandations des experts en appliquant les démarches afin de découvrir la plus optimale et en épinglant le meilleur choix des procédures.

Les besoins ont été calculés par trois approches différentes :

- Méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle
- Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs
- Méthode analytique par La méthode statistique multi variée.

L'approche qui a donné l'estimation la plus fiable est la méthode analytique par la méthode statistique multi variée qui donne la prévision la plus optimale du nombre d'habitant à l'horizon 2040 et la consommation en eau la plus favorable. Ce ci dit, afin de brader le problème de surestimation, sous-estimation, exubérances irrationnelles et de répondre aux besoins hydriques des différents usagers.

Donc nous la suggérons pour le calcul des besoins des grandes agglomérations comme Sétif.

REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

## Références Bibliographiques

- **ABH, 2013.** Carnets de l'Agence.
- **ADE, 2014.** Evaluation mensuel.
- **ADE, 2015.** Situation d'alimentation en eau.
- **APS, 2013.** L'Econews, 17 Novembre 2013.
- **B.REMINI, 2010.** La problématique de l'eau en Algérie du Nord. Juin 2010, pp. 27-46.
- **Bouchrit ROUISSAT.** La gestion des ressources en eau en Algérie : Situation, défis et apport de l'approche systémique.
- **Conférence.** L'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique: les défis du changement climatique, Rapport d'investissement par pays. ALGÉRIE. 15-17 décembre 2008.
- **J-Daniel RINAUDO, 2013.** Prévoir la demande en eau potable : une comparaison des méthodes utilisées en France et en Californie. Sciences Eaux & Territoires n°10-2013.
- **M. Yves Reumaux, 2010.** Réalisation de l'étude d'actualisation du plan national de l'eau. Algérie Avril 2010.
- **MATE, 2001.** Communication Nationale Initiale de l'Algérie à la Convention. Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, Mars 2001.
- **MATE, PNUD, FEM.** Vulnérabilité aux Changements Climatiques des secteurs nationaux prioritaires.
- **Md Benblidia, Gaëlle Thivet, 2010.** Gestion des ressources en eau : les limites d'une politique de l'offre. Les Notes d'analyse du CIHEAM. N° 5. 8 Mai 2010.
- **Md Mahmudul Haque, 2015.** Assessing the significance of climate and community factors on urban water demand. International Journal of Sustainable Built Environment.
- **Md Said BENHAFID, Mekki MESSAHEL.** Ressources En Eau En Algérie : Disponibilité Et Besoins.
- **MRE, 2008.** Rapport annuel 2008.
- **Mounir BOSLIMI, 2004.** Alimentation en eau potable. Octobre 2004.
- **Mounir Khaled BERRAH, 2015.** Statistique sur l'environnement. Février 2015.
- **Mourad KERTOUS.** La gestion de l'eau potable ; une approche par la demande : cas de la wilaya de Bejaia (Algérie).
- **Rachid BOUKLIA-HASSANE, 2011.** Contribution à la gestion de l'eau dans la ville d'Oran. 2011.
- **Samir Baha-eddine MALIKI, 2006.** Politique de l'eau en Algérie : les modèles marchands face à la pauvreté. Les Cahiers du MECAS, N° 2, Mars 2006.
- **ONS, 2008.** Résultat du recensement général de la population et de l'habitat.
- **ONS, 2015.** Collections Statistiques n° 177 / 2015.