

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf -Mila  
Institut des Sciences et de Technologie  
Département de Sciences et Technologie



N° Réf : .....

Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme de  
**MASTER**

Spécialité : Hydraulique urbaine

**Contribution, à la prévision de la  
demande en eau en Algérie  
(application sur la ville de Mila)**

Réaliser par :

- Bouketta Ayda
- Belaib Ilham

Soutenu devant le jury :

M. khelalfa mohamed

Président

Mr yahyaoui lekhamissi

Examineur

Mr Kabour Abdeslam

Promoteur

Année universitaire : 2019/2020

## *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions dieu le tout puissant, pour nous avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour nous avoir permis de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions.*

*Nous remercions également notre promoteur M. Kabour Abdeslam pour le privilège qu'il nous a fait en acceptant de diriger ce travail. Pour son entière disposition, ses judicieux conseils, sa patience, sa rigueur persévérance tout au long de notre projet.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants du département d'hydraulique, et nos sentiments de profonde gratitude vont à nos professeurs qui tout au long des années d'études nous ont transmis leur savoir sans réserve.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Et enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.*

## *Dédicace 1*

*Je dédie ce modeste travail à ma chère tante Farida qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.*

*Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

*Je dédis aussi ce travail à mon frère Fouad, mes amis Aida, Meriem, Romaiassa, khaoula. Mes professeurs qui m'ont enseigné et à tous ceux qui me sont chers.*

*Belail Ilham*

## *Dédicace 2*

*Je dédie ce travail*

*À ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.*

*Particulièrement à ma grand-mère pour le plaisir de m'élever et le bien de mon éducation. À toi mon père et ma mère.*

*Je dédie aussi de ce travail à mes frères, mes tantes, et mes amis Ilham, Meriem, Romaiassa, khaoula.*

*Bouketta Aida*

## الملخص:

رغم الجهود التي بذلتها الجزائر منذ الاستقلال لتلبية احتياجات السكان للمياه الصالحة للشرب إلا انه لا تزال هناك مشاكل عديدة تواجهها لان سياسة الجزائر تركز على البحث عن مصادر جديدة للمياه دون التركيز على ادارة المصادر المتاحة. ان التركيز على الطلب المستقبلي للمياه يساعد على تلبية الاحتياجات المستقبلية للسكان وتحديد تكلفة البنى التحتية والمحافظة عليها و تجنب الاستغلال المفرط للموارد المائية.

ان الهدف من هذه المذكرة هو دراسة مختلف طرق التنبؤ بالطلب على المياه واختيار الطريقة الامثل لتحديد الاستهلاك المستقبلي للسكان مع مراعاة مختلف التطورات السكانية والاقتصادية.

بالنسبة لمدينة ميلة فان الطريقة الانسب لتحديد احتياجات السكان هي طريقة الاحصاء متعدد المتغيرات.

**الكلمات المفتاحية:** البنى التحتية للمياه, التنبؤ بالطلب على المياه, الاستهلاك المستقبلي, الموارد المائية.

## **Résumé:**

Malgré les efforts que l'Algérie a déployés depuis l'indépendance pour répondre aux besoins de la population en matière d'eau potable, il y a encore beaucoup de problèmes auxquels elle est confrontée parce que la politique de l'Algérie est de recherche de nouvelles sources d'eau sans se concentrer sur la gestion des sources disponibles.

Mettre l'accent sur la demande future d'eau aide à répondre aux besoins futurs de la population, aux l'infrastructure de couts et de contrôle, et à éviter la surexploitation des ressource en eau.

Le but de cette étude est d'étudier les différentes façons de prédire la demande de l'eau, et choisir la meilleure méthode de déterminer la consommation future de la population en tenant compte des différents développements démographiques et économiques.

Pour la ville de Mila on pu déterminer que la méthode la plus convenable a la détermination de ses besoins futurs est la méthode statistique multi variée tendancielle.

**Mots clés :** l'infrastructure hydraulique, prévision a la demande en eau, consommation future, la ressource en eau.

## **Abstract:**

Despite Algeria's efforts since independence to meet the population's potable water needs, there are still faces many problems because Algeria's policy is to seek new water sources without focusing on managing available sources.

Focusing on future water demand helps meet the future needs of the population, cost and control infrastructure, and avoids overexploitation of water resources.

The purpose of this study is to study the different ways of predicting water demand, and to choose the best method of determining future population consumption taking into account different demographic and economic developments.

For the city of Mila, the most appropriate method for determining the population's needs is multivariate statistics.

**Keywords:** water infrastructure, forecasting of water demand, future consumption, water resource.

# SOMMAIRE

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Introduction générale

### Chapitre 1 : Généralité sur la gestion des ressources en eau et les problématiques d'estimation des besoins en eau

Introduction : .....	4
1. Statistique sur l'eau : .....	4
1.1. L'eau dans le monde : .....	4
1.2. L'eau en Algérie : .....	5
1.3. Répartition de l'utilisation de L'eau : .....	5
2. La gestion des ressources en eau : .....	5
2.1. Une vision commune de la gestion intégrée des ressources en eau : .....	6
3. Mobilisation des ressources en eau : .....	7
3.1. Mobilisation des eaux superficielles : .....	8
3.2. Mobilisation des eaux souterraines : .....	8
3.3. Mobilisation des eaux non conventionnelles : .....	8
4. Problématique d'estimation des besoins en eau : .....	8
4.1. La concentration des populations et l'urbanisation : .....	9
4.2. Des populations privées d'eau : .....	9
4.3. Crise de la gestion de l'eau : .....	10
4.4. L'eau : un autre atout à côté de la force politico-économique : .....	10
4.5. Le développement industriel : .....	10
4.6. La contrainte climatique : .....	10
4.7. Impact de développement économique sur les ressources en eau : .....	11
4.8. Les empreintes de la pollution : .....	11

4.9. Problématique de l'eau en Algérie : .....	11
5. Politique de l'eau en Algérie : .....	13
6. La gestion de l'eau en Algérie : .....	15
6.1. La gestion régionale : .....	15
6.2. La gestion économique : .....	16
6.3. La gestion écologique : .....	17
Conclusion : .....	19

## **Chapitre 2 : Paramètres influençant sur la demande en eau**

Introduction : .....	21
1. Ressource en eau : .....	21
1.1. Eaux conventionnelles : .....	22
1.1.1. Eau de surface.....	22
1.1.2. Eaux souterraines : .....	24
1.2. Eaux non conventionnelles : .....	24
1.2.1. Épuration des eaux usées : .....	24
1.2.2. Dessalement et déminéralisation : .....	25
1.3. Prélèvements et Approvisionnement en eau : .....	26
2. La rareté des ressources : .....	27
2.1. La demande en croissance permanente .....	27
2.2. La diminution probable des écoulements des eaux .....	27
2.3. L'évaporation des eaux de surface.....	27
2.4. La dégradation de l'infrastructure hydraulique.....	27
2.5. Les inondations et divers phénomènes extrêmes .....	27
2.6. Les menaces aux zones humides.....	28
3. Evolution de la population : .....	28
4. Une répartition spatiale et temporelle inégale et déséquilibrée : .....	29

5. La tarification d'eau : .....	30
6 Climat : .....	31
6.1. Les impacts sur les écoulements de surface .....	36
6.2. Les changements affectant les eaux de barrages.....	37
6.3. Les changements affectant les nappes phréatiques.....	37
7. Infrastructure : .....	37
7.1. Envasement des barrages en Algérie : .....	39
7.2. Evaporation des lacs de barrages .....	39
7.3. Fuites dans les barrages : .....	39
7.4. Eutrophisation des retenues de barrages : .....	40
7.5. Intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers : .....	40
Conclusion .....	40

### **Chapitre 3 : modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau**

Introduction : .....	43
1. La demande en eau potable : .....	43
1.1. Les besoin en eau potable : .....	43
1.2. L'utilisation de l'eau .....	43
1.2.1. Utilisation pour l'agriculture : .....	44
1.2.2. Utilisation pour l'industrie : .....	44
1.2.3. Utilisation pour le secteur domestique : .....	44
2. La prévision de la demande en eau potable : .....	44
2.1. Méthodes tendanciennes : .....	46
2.2. Méthodes globales : .....	46
2.3. Méthodes analytiques : .....	47
2.4. La méthode d'extrapolation temporelle : .....	48
2.5. La méthode basée sur une prévision de l'évolution globale du nombre d'utilisateurs : .....	48

2.6.	La méthode de modélisation des usages finaux :.....	49
2.7.	Les modèles statistiques multi-variés :.....	49
2.8.	L'estimation basée sur les prévisions d'urbanisation et d'occupation du sol : .....	49
2.9.	Les méthodes hybrides :.....	50
3.	Présentation de la zone d'étude :.....	50
3.1.	Situation géographique :.....	50
3.2.	Reliefs :.....	51
3.3.	Les ressources en eau : .....	52
3.3.1.	points de production de l'eau : .....	53
3.3.2.	Production par point d'eau : .....	53
3.3.3.	Barrage de béni Haroun :.....	53
3.4.	Le climat :.....	57
3.4.1.	Précipitations :.....	57
3.4.2.	Température :.....	58
3.5.	La population : .....	58
4.	Application : .....	61
4.1.	Calcul par la méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle : .....	61
4.2.	Calcul par la méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'utilisateurs :.....	63
4.3.	Les modèles statistiques multi variés : .....	64
4.3.1.	Evolution de la population.....	65
4.3.2.	Dotation .....	68
4.3.3.	Influence du climat : .....	69
5.	Interprétation des résultats :.....	70
6.	Interprétation : .....	71
	Conclusion :.....	72
	<b>Conclusion générale</b> :.....	74



## Liste des figures

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

**Figure II-1:** Carte pluviométrique annuelle (mm) du nord de l'Algérie. ....36

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

**Figure III-1:** la wilaya de Mila limite administrative (Détermination de la dotation réelle pour l'étude d'un réseau d'assainissement de la cité de BEN MAHDJOUR - Mila) – (2013-2014). ....51

**Figure III-2:** schéma synoptique d'AEP de la commune de Mila par barrage de Bni Haroun. ....55

**Figure III-3:** alimentation en eau potable des villes de Mila, Constantine et les régions avoisinantes à partir du transfert de Bni Haroun. ....56

**Figure III-4:** Evaluation de population de la wilaya de Mila (2009-2019). ....58

**Figure III-5:** population est le volume desservé (2014-2019). ....62

## Liste des tableaux

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

<b>Tableau II- 1:</b> Prélèvement d'eau conventionnelle et non conventionnelle .....	26
<b>Tableau II- 2:</b> subvention de l'eau .....	31
<b>Tableau II- 3 :</b> les infrastructures de wilaya de Mila .....	38

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

<b>Tableau III-1:</b> les différents horizons temporels de la prévision de la demande en eau potable ...	45
<b>Tableau III-2:</b> production annuelle d'eau de la wilaya de Mila .....	53
<b>Tableau III-3:</b> volume distribué .....	53
<b>Tableau III-4:</b> les points de production de l'eau de la ville de Mila (mai 2020) .....	53
<b>Tableau III-5:</b> volume produit par les points d'eau (mai 2020) .....	53
<b>Tableau III-6:</b> précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila .....	58
<b>Tableau III-7:</b> température moyenne mensuelle de la région de Mila .....	58
<b>Tableau III-8:</b> Programme de Distribution centre Mila .....	59
<b>Tableau III-9:</b> caractéristique de l'échantillon (2019).....	60
<b>Tableau III-10:</b> population et volume desservie (2009-2019).....	61
<b>Tableau III-11:</b> le calcul des besoins de l'échantillon dans les futurs horizons .....	62
<b>Tableau III-12:</b> Evolution démographique de l'échantillon.....	63
<b>Tableau III-13:</b> la consommation démastique de l'échantillon .....	64
<b>Tableau III-14:</b> Nomenclature des strates de population .....	65
<b>Tableau III-15:</b> les taux d'accroissement .....	66
<b>Tableau III-16:</b> les taux d'accroissement de l'échantillon.....	66
<b>Tableau III-17:</b> l'évolution de population de l'échantillon.....	66
<b>Tableau III-18:</b> Dotation par l'hypothèse tendancielle.....	67
<b>Tableau III-19:</b> Dotation par l'hypothèse volontariste .....	68
<b>Tableau III-20:</b> coefficient de majoration climatique .....	68
<b>Tableau III-21 :</b> les besoins calculés par la méthode multi variée .....	69
<b>Tableau III-22 :</b> Tableau récapitulatif des calcules .....	69

# **INTRODUCTION**

## **Introduction générale**

L'eau est source de vie, elle est donc l'une des ressources les plus précieuses sur terre, et contribue au développement des activités humaines, l'eau participe quasiment à toutes les activités quotidiennes notamment, domestique, industrielles et agricoles.

L'eau recouvre 72% de la surface du globe pour un volume total estimée à 1400 millions de km<sup>3</sup>, au cours des siècles passés, l'homme n'a pas en dommage la disponibilité en l'eau. Mais, le monde moderne, les aménagements et la maîtrise de l'eau disponible dans la nature ont transformé le régime des eaux et perturbé leurs fonctions naturelles. (Le centre d'information sur l'eau)

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).

La gestion de l'eau en Algérie, depuis une dizaine d'années, davantage axée sur la mobilisation de nouvelles ressources que sur la recherche d'une meilleure utilisation des ressources déjà disponibles. Priorité a été donnée au développement de l'offre et non à la gestion de la demande. En témoigne la part prépondérante accordée jusqu'à présent dans les budgets d'investissements à l'augmentation des capacités de stockage et au développement des grandes infrastructures de transferts et d'adductions, face à la faiblesse des financements consacrés à l'entretien et à la maintenance des installations, ou à l'amélioration des performances des systèmes de distribution d'eau et d'irrigation.

Les ressources de l'eau en Algérie souffre de deux énormes contraintes : La rareté et la mauvaise gestion (qui met tous les efforts sur l'offre, négligeant d'agir suffisamment sur la demande), et plusieurs paramètre influence sur cette ressources de l'eau telle que : Le développement de tourisme, accroissement démographique, besoins énergétiques, intensification de l'agriculture, la sécheresse est le changement de climat mondiale .....Etc. sont des facteurs effectues sur les ressource en eau tant du point de vue qualité que quantité est aussi la répartition inégale de cette ressource est la déséquilibre entre offre est la demande en eau potable cause en problème de la gestion de l'eau.

La concurrence pour les ressources en eau douce est de plus en plus forte à cause de la demande croissante, est pour faire en équilibre entre la demande est la production de l'eau est

satisfaire les différents besoins en eau il faut applique en programme de gestion de l'eau est contribution est prévision de la demande future en eau.

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.

Le premier chapitre donnée une vision commune de la gestion intégrée des ressources en eau, et les problématiques d'estimation des besoins en eau, le deuxième chapitre présentés les ressources en eau de l'Algérie, et les différents paramètres influence sur la demande en eau, en suite explique les méthodes de la prévision de la demande en eau potable dans le troisième chapitre, et applique sur un échantillon réel (la ville de Mila), pour la contribution et la prévision des besoin de consommation future de cette échantillonne.

**Chapitre 1 :**  
Généralité sur la  
gestion des  
ressources en eau et  
les problématiques  
d'estimation des  
besoins en eau

## **Introduction :**

L'eau est essentielle pour l'Homme; elle a toujours joué un rôle important dans l'histoire de l'humanité. Source de vie, elle est aussi source de conflits dans de nombreuses régions du monde. Dans ce début du XXI<sup>e</sup> siècle, l'eau est devenue un enjeu de taille et seules les nations qui auront su préserver leur capital hydrique pourront survivre. À titre d'exemple, il faut dire qu'il y a environ 220 fleuves internationaux qui sont partagés par au moins deux pays (le Nil, le Jourdain, l'Amazone, etc.). Par conséquent, la gestion de l'eau doit avant tout tenir compte des questions sécuritaires [1].

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.

### **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. [2]

#### **1.1. L'eau dans le monde :**

L'eau couvre environ 70% de la planète, c'est-à-dire environ 1.4 milliards de km<sup>3</sup>. C'est pour cela qu'on donne souvent à la terre le nom de planète bleue.

Dans toute cette eau, 97.2% est de l'eau salée et seulement 2.8% est de l'eau douce.

Les 2.8% d'eau douce se répartissent de la façon suivante :

- 2.15 % de glace polaire
- 0.63 % d'eaux souterraines
- 0.02% d'eaux de surface (lacs, fleuves, rivières...)
- 0.001% d'eau atmosphérique

La majorité de l'eau douce est sous forme de glace polaire qui est inutilisable. Il ne reste donc que environ  $\frac{1}{4}$  de l'eau douce pour que tous les habitants de la planète bleue puissent assouvir leurs besoins, c'est donc très peu. [3]

## **1.2. L'eau en Algérie :**

En Algérie, les ressources en eau sont réparties comme suit :

- 100 milliards de m<sup>3</sup> de précipitations totales dans le nord de l'Algérie, dont 85 % s'évapore et 15 % constitue l'écoulement superficiel ;
- 12,4 milliards de m<sup>3</sup> d'écoulement superficiels ;
- 1,8 milliard de m<sup>3</sup> d'eaux souterraines mobilisables dans le nord et sont exploités à près de 90 % ;
- 6 milliards de m<sup>3</sup> mobilisables en tenant compte des sites favorables techniquement (hydrologie, topographie, géologie, etc..) ;
- 4,8 milliards de m<sup>3</sup> mobilisables actuellement ;
- 2 milliards de m<sup>3</sup> mobilisés pour une centaine de barrages ;
- 29 barrages en construction actuellement [1].

## **1.3. Répartition de l'utilisation de L'eau :**

Utilisation des prélèvements mondiaux en eau :

Agriculture : 70 %

Industries : 20 %

Consommation domestique : 10 % [3]

## **2. La gestion des ressources en 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 qualitatifs et quantitatifs. Ceci inclut la gestion des risques << quantitatifs >> de sécheresse et pénurie, crues, intrusions marines et celle de des eaux pluviales. [Wikipédia]

Chaque pays applique un programme de gestion des ressources hydrique, en l'adaptant selon la nature et l'intensité des problèmes liées à l'eau, les ressources humaines, les capacités institutionnelles, les forces et les caractéristiques relatives des acteurs de l'eau, Le paysage culturel et les conditions naturelles qui lui sont propres [George G, 2004].

En matière de lutte pour le développement économique et social, les défis auxquels sont confrontés un nombre croissant de pays sont de plus en plus liés à l'eau. Ainsi, il est nécessaire de s'intéresser plus en profondeur à des problèmes tels que les pénuries, la baisse de la qualité et l'impact des inondations, domaines dans lesquels nous nous devons d'agir. La gestion intégrée

des ressources en eau permet d'aider les pays à faire face aux problèmes liés à l'eau de manière économiquement efficace et durable. L'intérêt du concept de gestion intégrée des ressources en eau s'est développé au lendemain des conférences internationales sur l'eau et l'environnement qui se sont tenues à Dublin et Rio de Janeiro en 1992. Cependant, ni le concept, ni sa mise en application, n'ont été clairement définis. Que faut-il intégrer et comment procéder à cette intégration? Les principes généraux de gestion intégrée des ressources en eau peuvent-ils passer le cap de la théorie à la pratique et, le cas échéant.

La gestion des ressources nous pouvons appliquer par différentes formes :

- ❖ Réduction des pertes dans les infrastructures d'eau et particulièrement dans les réseaux de distribution
- ❖ Mise en œuvre d'une tarification qui incite à l'économie de l'eau et tend vers le coût réel de l'eau
- ❖ Incitation à l'utilisation de systèmes d'irrigation économes en eau
- ❖ Résoudre les problèmes liés à la pollution des ressources en eau et du milieu marin [4]

### **2.1. Une vision commune de la gestion intégrée des ressources en eau :**

Le Partenariat mondial pour l'eau s'est engagé à s'employer, sans relâche, à promouvoir une gestion durable des ressources en eau en favorisant l'échange d'informations et en contribuant à faire correspondre les besoins de solutions des problèmes liés à l'eau aux outils, à l'aide et aux ressources disponibles. Pour pouvoir travailler ensemble à la réalisation d'un objectif commun, il est clair que tous les acteurs impliqués doivent partager une vision commune de la gestion intégrée des ressources en eau. À ces fins, le Comité technique consultatif présente ici sa conception de ce type de gestion, au bénéfice du Partenariat mondial pour l'eau et de ses partenaires. [5].

Au plus simple, la gestion intégrée des ressources en eau est un concept logique et séduisant. Sa base est que les nombreuses différentes utilisations des ressources en eau sont interdépendantes. Ceci est évident pour nous tous. De fortes demandes en irrigation et des flots de drainage fortement pollués signifient moins d'eau douce pour la boisson ou pour l'utilisation industrielle; les eaux usées municipales et industrielles contaminées polluent les fleuves et menacent les écosystèmes; si on doit laisser de l'eau dans un fleuve pour protéger la pêche et les écosystèmes, on pourra en prélever moins pour la production agricole. Il y a une abondance d'exemples par rapport à ce thème de base pour soutenir que l'utilisation non régulée des ressources en eau rares est un gâchis et en soi non durable.

**Gestion Intégrée** veut dire que toutes les différentes utilisations des ressources en eau sont prises en compte ensemble. Les attributions et les décisions de gestion de l'eau prennent en compte les effets de chaque utilisation sur les autres. Elles sont en mesure de tenir compte des objectifs sociaux et économiques globaux, y compris la réalisation du développement durable. Ceci signifie également assurer une prise de décision politique logique liée à tous les secteurs. Car nous le verrons, le concept GIRE de base a été élargi pour incorporer la prise de décision participative. Différents groupes d'utilisateurs (paysans, communautés, écologistes ...) peuvent influencer les stratégies de gestion et de mise en valeur des ressources en eau. Cela apporte des avantages additionnels, car les utilisateurs avisés appliquent une autorégulation locale par rapport aux questions telles que la conservation de l'eau et la protection du bassin bien plus efficacement que la réglementation et la surveillance centralisées ne peuvent réaliser.

**La Gestion** est employée dans son sens le plus large. Elle souligne que nous devons non seulement nous concentrer sur la mise en valeur des ressources en eau mais que nous devons gérer consciemment la mise en valeur de l'eau de manière à assurer son utilisation durable à long terme pour les générations futures [6].

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

Les ressources en eau, qu'elles soient superficielles ou souterraines, ont un impact direct sur le développement socio-économique d'une région. Ainsi, il est indispensable avant toute tentative de mobilisation de bien étudier leur contexte hydrogéologique. Une fois leur mode de gisement identifié, on opte pour le type d'ouvrage le mieux adapté techniquement et économiquement.

La mobilisation des ressources en eau est très dépendante de deux facteurs à savoir le contexte climatique et le développement socio-économique de la région considérée.

Plusieurs moyens de mobilisation des eaux sont réalisables sur le terrain.

Cependant il existe des conditions favorables pour certains moyens et pas pour d'autres. Pour une bonne réussite d'une opération de mobilisation des eaux en général, il est très important de passer par certaines étapes qui sont principalement, l'identification de la ressources à mobiliser, son évaluation et enfin le choix du type d'ouvrage à réaliser. Toutes ces étapes nécessitent certainement la mise en œuvre de moyens humains et matériels parfois importants sur une période assez prolongée [7].

**3.1. Mobilisation des eaux superficielles :**

- A travers l'identification de nouveaux sites potentiels de barrages collinaires et réalisation des études de faisabilité ;
- Gestion et maintenance des barrages existants ;
- Réalisation de digues de protection contre les inondations ;
- Assistance technique des études et travaux de nouveaux barrages.

**3.2. Mobilisation des eaux souterraines :**

- Prospection de nouveaux points d'eaux ;
- Suivi et assistance techniques des travaux de forages

**3.3. Mobilisation des eaux non conventionnelles :**

- Dessalement des eaux de mers ;
- Réutilisation des eaux usées ;
- Déminéralisation des eaux saumâtres [8]

**4. Problématique d'estimation des besoins en eau :**

Depuis une vingtaine d'années, le discours sur la rareté hydrique s'est développé. Il véhicule souvent une vision que l'on peut qualifier de sécuritaire de la ressource, dans laquelle les eaux douces, s'entendant essentiellement des systèmes hydrologiques que sont les bassins versants et les aquifères, constituent des ressources stratégiques permettant de satisfaire la demande en eau des populations et des activités, notamment industrielles et agricoles. Cette vision s'appuie sur des données objectives et inquiétantes relatives aux ressources en eau et à leur inadaptation croissante à des besoins en augmentation et mal distribués<sup>1</sup>. Le manque d'eau est appelé à croître sous l'effet d'un certain nombre de facteurs, qui pèsent sur la compatibilité à échéance prochaine de la quantité d'eau de qualité disponible avec des besoins en expansion. Il va de soi qu'aujourd'hui déjà, les ressources en eau dans de nombreux pays se situent à un niveau critique parce que la demande dépasse l'offre mobilisée et que la dégradation de la qualité de la ressource est croissante et parfois irrémédiable. Alors que le bilan est déjà pessimiste, les projections sont alarmantes.

- **Caractériser la crise de l'eau :**

La pénurie de l'eau aggravée par la pression démographique et les usages intensifs de l'agriculture, posent de très sérieux problèmes économiques, alimentaires et sanitaires. Certains

indicateurs permettent de caractériser une crise de l'eau : il s'agit d'indicateurs auxquels le retour est indispensable mais insuffisant pour saisir une situation de terrain

Ainsi, connaître les quantités d'eau douce effectivement accessibles et le volume annuel des prélèvements humains ne permettent que des interprétations limitées. La rareté de l'eau n'est un problème de disponibilité globale mais en premier lieu de répartition géographique. Trois indicateurs peuvent permettre de cerner les zones où l'eau peut être source de tensions à savoir : l'évaluation, par l'état, des ressources en eau par an et par habitant, le taux d'utilisation (ou de mobilisation) des ressources renouvelables et le taux d'utilisation du potentiel de prélèvement.

L'augmentation de la population mondiale aggrave considérablement la rareté relative à l'eau pour deux raisons principales. D'une part, l'explosion démographique se réalisera majoritairement dans les pays en développement : au cours du siècle dernier la population a triplé ; dans le même temps, les prélèvements par habitant doublient, ce qui signifie que la pression sur la ressource a globalement été multipliée par six en un siècle. D'autre part, l'urbanisation massive accroît également la pression sur la ressource, induisant une concentration des besoins (90% de l'accroissement démographique futur devrait être absorbé par les villes). [9]

#### **4.1. La concentration des populations et l'urbanisation :**

Le niveau d'urbanisation et l'importance de la concentration des populations déterminent le niveau d'utilisation de l'eau d'un pays. Dans les villes, les infrastructures de mobilisation de l'eau sont insuffisantes pour faire face aux besoins croissants de la population.

Au niveau mondial les 2/3 de la population obtient l'eau de fontaines publiques, des puits communautaires, de cours d'eau et de lacs. Dès lors, l'urbanisation entraîne une augmentation considérable de l'emploi de l'eau l'agriculture devient de plus en plus irriguée pour faire face aux besoins alimentaires de la population. Une croissance urbaine rapide exerce souvent des pressions spectaculaires sur les réseaux d'eau vétustes, mal entretenus et insuffisants.

#### **4.2. Des populations privées d'eau :**

La population mondiale a quasiment triplé au cours du XXe siècle, alors que les prélèvements d'eau ont été multipliés par sept environ. On estime qu'à l'heure actuelle, un tiers de la population mondiale vit dans des pays souffrant de pénuries d'eau moyennes à graves. Selon les estimations, ce pourcentage devrait passer à deux tiers de la population d'ici 2025.

**4.3. Crise de la gestion de l'eau :**

Tous ces problèmes sont aggravés par les carences des systèmes de gestion. En matière de gestion des ressources en eau, les approches sectorielles, qui prévalent toujours, sont synonymes d'un développement et d'une gestion fragmentés et non coordonnés de l'eau. De plus, la gestion de l'eau est généralement [10].

**4.4. L'eau : un autre atout à côté de la force politico-économique :**

Marquons qu'il existe des discordances et des inégalités de répartition de l'eau dans le monde.

Des continents et des régions ont un coefficient de disponibilité de l'eau supérieur par rapport à la population.

**4.5. Le développement industriel :**

Le développement industriel est beaucoup plus puissant et il se propage désormais dans la plupart des pays, entraînant le dégagement de gaz carbonique qui s'accumule dans l'atmosphère ; d'où l'apparition des signes de l'effet de serre. Ses conséquences vont sans doute s'amplifier, malgré les mesures prises dans la plupart des pays déjà fortement industrialisés pour limiter les consommations des énergies. Toutefois, il ne paraît pas possible de bloquer le rapide développement industriel de grands états comme l'Inde et la Chine, qui rejettent d'ores et déjà de très grosses quantités de gaz carbonique dans l'atmosphère. Le développement industriel a surgi un écart de revenus entre les habitants d'où l'utilisation de l'eau est devenue tributaire de ce revenu.

**4.6. La contrainte climatique :**

Le phénomène du changement climatique n'est pas nouveau. Dès les années 1970, il y avait une prise de conscience sur les perspectives d'un réchauffement climatique de la planète dû aux émissions du gaz à effet de serre dont l'origine provient pour une grande part des émissions de CO<sub>2</sub> des industries et du transport.

Le changement climatique ne passe pas sans laisser une trace et un bilan pessimiste sur les ressources en eau. En effet, le premier point noir se dessine sur le cycle de l'eau, certains font état de catastrophes de grande ampleur, comme des changements affectant les grands courants océaniques et un relèvement du niveau des mers à cause de la fonte des glaciers.

**4.7. Impact de développement économique sur les ressources en eau :**

Le niveau de consommation de l'eau douce d'un pays augmente en fonction de son niveau du développement économique. Pour cela, la majorité des pays cherche à réduire l'intensité hydrique par les actions de la politique de l'eau. Dans les régions du monde en développement, le niveau de consommation d'eau est beaucoup plus faible de même l'utilisation diffère entre régions (urbaines ou rurales).

**4.8. Les empreintes de la pollution :**

Un autre effet boomerang du modèle de développement choisi par la majorité des pays est la <<pollution>>. Cette catastrophe est parmi les contraintes les plus destructives des ressources en eau, compte tenu des bilans retracés par les spécialistes et les rapports des institutions internationales. La pollution consiste en l'introduction de n'importe quelle composant dans un fleuve, une nappes ou cours d'eau et qui cause une dégradation de la qualité des ressources en eau. Les activités quotidiennes comme le lavage des aliments, le nettoyage et le dégraissage des voitures sont aussi une cause de pollution de l'eau. L'eau polluée est inutilisable pour les besoin domestiques, mais elle peut de même servir à l'irrigation ou à l'industrie [11].

La pollution de l'eau est intrinsèquement liée aux activités humaines. Outre son rôle fondamental pour la vie et l'industrie, l'eau entraîne et transporte les déchets domestiques, agricoles et industriels à l'origine de la pollution. La dégradation de la qualité de l'eau due à la pollution diminue sa capacité à être utilisée en aval et menace la santé publique et les écosystèmes aquatiques, réduisant ainsi les volumes disponibles et augmentant la concurrence pour une eau de qualité acceptable [10].

**4.9. Problématique de l'eau en Algérie :**

En Algérie, les ressources en eau sont caractérisées par un contexte naturel défavorable, accentué par des cycles de sécheresse prolongés engendrant une maîtrise insuffisante de la gestion de l'eau dans ses différents aspects (décalages dans la mobilisation de l'eau par rapport à la forte croissance des besoins au niveau des grands pôles urbains et industriels, pertes importantes dans les réseaux, multiplication des sources de pollution d'origine urbaine, industrielle et agricole, tarification inadaptée et mode de financement qui a atteint ses limites).

Toutes ces insuffisances font qu'aujourd'hui que l'alimentation en eau potable connaît une situation de crise face à laquelle l'Etat et les collectivités locales ont engagé, souvent dans

l'urgence, des efforts conséquents de mobilisation d'eau et de réhabilitation des installations ainsi que des mesures organisationnelles pour mettre à niveau la gestion du service public de l'eau.[12]

A cet de fait naturel la situation actuelle en Algérie est encore exacerbée par plusieurs contraintes les plus importantes sont :

a) Un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles : La croissance démographique et le développement économique et social du pays ont induit durant les deux décennies écoulées, un accroissement considérable des besoins en eau potable, industrielle et agricole, le pays atteindra la limite maximale de son potentiel hydraulique avant 2050, vu le rythme de croissance de la demande cet auteur note que la demande globale a quadruplé durant les quatre dernières décennies, à cause d'une croissance très forte de la demande en eau potable, notamment urbaine, au détriment de l'agriculture

b) Les besoins en eau exprimés par les différents usagers sont nettement supérieurs aux ressources en eau mobilisées ce qui engendre des conflits d'affectation et nécessite parfois des arbitrages difficiles.

c) Un déséquilibre géographique entre les besoins et les ressources : La forte concentration des besoins en eau sur la bande littorale (60%) oblige à une réaffectation, par des transferts de ressources en eau assez coûteux financièrement, pour équilibrer les déficits de régions intérieures du pays, notamment toute la zone des hauts plateaux.

d) La pollution des nappes et des ressources superficielles : les rejets domestiques, industriels et agricoles dépassent de loin les capacités des systèmes d'épuration, ce qui réduit considérablement les volumes d'eau susceptibles d'être utilisés.

e) Risques de rupture d'un développement durable : En sus de la pollution. De sérieux problèmes apparaissent dans les prélèvements effectués dans les nappes souterraines qui dépassent les limites de renouvellement des ressources naturelles et nécessitent de puiser dans les réserves non renouvelables.

Outre cela, la faiblesse de ces ressources est encore aggravée par :

- La mauvaise répartition spatiale de ces ressources et l'irrégularité temporelle des écoulements hydriques.

- L'érosion des sols et l'envasement des barrages.

- Les pertes dues à la vétusté des réseaux de distribution et à l'insuffisance de la gestion.

- L'insuffisance des infrastructures existantes malgré les investissements importants consentis par le pays.

- Les couts sans cesse importants des investissements nécessaires à la mobilisation et au transfert des ressources en eau.
- L'insuffisance dans la gestion des équipements

Après ce constat, le gouvernement algérien a pris des mesures importantes pour sortir de la situation de pénurie d'eau qui touchait le pays. La question hydraulique a été placée en priorité sur l'agenda politique et de gros moyens ont été mis on ouvre pour mobiliser de nouvelles ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles. [13]

## **5. Politique de l'eau en Algérie :**

Après l'indépendance, l'encadrement technique avait fondu avec le départ de la grande majorité des fonctionnaires français. Des directions départementales ne disposaient plus d'ingénieurs. Plus grave encore, il en était de même pour certains services en charge du fonctionnement d'installations hydrauliques d'importances vitale et stratégiques : stations de pompages, adductions urbaines, barrages...Si le secteur de l'eau n'a pas connu, fort heureusement, d'incidents graves durant la période 1962-1963, il le doit aux quelques agents techniques algériens présents qui spontanément, ont assuré la continuité du service et veillé au bon fonctionnement et à la sécurité des ouvrages et équipements. C'est seulement à partir d'octobre 1963 que les premiers ingénieurs et spécialistes algériens ont commencé à arriver et rejoindre les structures de l'administration de l'hydraulique dont une partie relevait du Ministère de la Reconstruction, des Travaux Publics, et des Transports. L'autre partie, celle des activités liées à l'irrigation avait été confiée au Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire en février 1963. Cette décision avait mis fin à l'unicité de responsabilité et de direction dans la gestion de l'eau. Elle engendrera quelques difficultés de coordination et de cohérence dans l'action des services des deux administrations concernées. Toutefois, un comité de l'eau créé en juillet 1963 avait pour mission d'assurer une concertation sur les programmes et les projets hydrauliques

La politique nationale se manifeste comme suit1

### ➤ 1962-1970

- Prise en charge des projets en cours et mise en œuvre de nouveaux projets dans le cadre du plan triennal 1967 – 1969.

## ***Chapitre 1 : Généralité sur la gestion des ressources en eau et les problématiques d'estimation des besoins en eau***

---

- Algérianisation et renforcement progressif des structures centrales et déconcentrées en charge de l'eau. En juillet 1970, ces structures ont été unifiées avec la création d'un Secrétariat d'Etat à l'Hydraulique.

- 1971-1989

- Mise en œuvre d'un développement hydraulique sur quatre périodes de planification successives, en cohérence avec la politique nationale de développement industriel et agricole.

- Refonte du cadre juridique de l'eau basé sur le principe de la propriété publique des ressources en eau (code civil, ordonnance révolution agricole, code des eaux de 1983)

- Création d'établissements publics et d'entreprises publiques d'études et de réalisation des infrastructures hydrauliques

- Restructuration des opérateurs en charge de la gestion des services publics de l'eau et de l'assainissement

- 1990-1999

- La mise en œuvre d'investissements prioritaires pour mettre à niveau l'approvisionnement en eau potable et industrielle

- La création d'agences de bassins hydrographiques en charge de la gestion intégrée des ressources en eau incluant un système de redevances d'utilisation et de protection des ressources en eau.

- 2000-2012

- La multiplication du nombre de barrages et de retenues collinaires ainsi que des grands transferts d'eau

- La promotion de la mobilisation des ressources en eau non conventionnelles avec des unités de dessalement d'eau de mer et leurs aménagements aval ainsi que des stations d'épuration d'eaux usées permettant la réutilisation des eaux traitées.

- Le renforcement de l'accès à l'eau pour tous les usages sur l'ensemble du territoire national en ciblant la sécurisation et l'économie de l'eau.

- La création en 1999 d'un ministère chargé des ressources en eau,

- La promulgation en 2005 d'une nouvelle loi relative à l'eau et des textes d'application

- La refonte organisationnelle des établissements publics de l'eau sous tutelle

-La création de filiales de distribution d'eau et d'assainissement au niveau des grands pôles urbains du pays. [14]

## **6. La gestion de l'eau en Algérie :**

L'Algérie compte 17 bassins-versants. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants. L'utilisation de l'eau est liée aux activités économiques. La connaissance des ressources en eau est la condition nécessaire pour une bonne gestion. Les instruments de gestion sont un outil indispensable pour l'organisation des institutions juridiques, économiques et administratives de ladite gestion [15].

La nouvelle politique de l'eau s'est fixé comme objectifs outre la mobilisation de toutes les ressources potentielles pour satisfaire l'ensemble des besoins sectoriels , une gestion rationnelle de ces ressources c'est à dire une gestion économique , organisée à l'échelle des bassins et écologique . En effet, la gestion de ressources hydriques nettement insuffisantes, faiblement mobilisées et mal exploitées a conduit au gaspillage de ces dernières. Les diverses pollutions et les pertes dans les réseaux de distribution d'eau potable et d'irrigation ont aggravé la situation en matière de disponibilité d'eau. On estime les pertes totales à 50% sur les volumes prélevés dans les réseaux d'eau potable et à 40% pour l'irrigation. Le programme quinquennal (2009- 2014) envisage la poursuite de la création de sociétés de gestion des réseaux des villes ainsi que la formation de cadres et personnels chargés de la gestion de l'eau et de celle des infrastructures hydrauliques . La nouvelle politique de l'eau est basée non plus sur une approche sectorielle comme celle qui a prévalu durant les décennies précédentes mais sur une approche intégrée de la gestion qui tient compte à la fois de l'adéquation des ressources par rapport aux besoins et qui préserve l'environnement. Cette gestion englobe les aspects suivants : la gestion régionale, économique et écologique de cette ressource rare.

### **6.1. La gestion régionale :**

La gestion de l'eau est très complexe et implique la participation des tous les agents concernés : usagers, collectivités locales, structures du ministère des ressources en eaux .Elle nécessite une gestion solidaire et organisée de la ressource c'est-à-dire une collaboration entre les instances nationales et les structures régionales de gestion. Il faut rappeler que la gestion des ressources hydriques confiée d'abord à des structures locales et régionales décentralisées a fait

l'objet d'une gestion centralisée à partir des années 1970 avec la création de la SONADE. En 1987, la gestion est de nouveau décentralisée avec la création de 9 établissements publics sous tutelle de l'administration centrale et 26 établissements sous tutelle de wilaya. Toutes ces structures ont été regroupées en 2001 au sein d'un EPIC : l'Algérienne Des Eaux (ADE) fonctionnant selon 2 principes à savoir : la décentralisation de la gestion et la mise à niveau du service public de l'eau en vue d'introduire des normes de gestion universelles. Cette restructuration exprime la volonté de l'état de se désengager progressivement de la mobilisation et de l'exploitation des ressources hydriques en favorisant la participation d'opérateurs privés nationaux ou étrangers dans la gestion. L'organisation de la gestion à l'échelle des bassins hydrographiques qu'elle préconise, est une solution qui permet de dépasser les découpages administratifs et les sphères territorialement compétentes suite au découpage du pays en 5 régions hydrographiques compte tenu de la répartition de la population, des pôles industriels et agricoles ainsi que de la disponibilité des ressources en eaux. Selon la loi relative à l'eau de 2005, la gestion des ressources en eaux est confiée à une agence des bassins hydrographiques Il faut rappeler que la création de ces agences remonte à Aout 1996 dans le cadre du plan national de l'eau adoptée 1995. Mais à l'époque, ces agences dont la création a été accompagnée par celle de comités de bassins hydrographiques n'avaient aucune prérogative en matière de gestion et n'avaient qu'un avis consultatif. Ces agences traduisent le principe de la concertation et la gestion intégrée des ressources à l'échelle des bassins hydrographiques retenus dans le cadre de la nouvelle politique de l'eau. Le nouveau mode de gestion introduit par cette nouvelle politique de l'eau a permis de décentraliser les systèmes de gestion par région en tenant compte des besoins et des ressources propres à Chacune d'elles .

## **6.2. La gestion économique :**

La gestion économique renvoie au cout de l'eau .Les gaspillages mettent en péril cette ressource indispensable .Pour Loïc Fauchon, président du conseil mondial de l'eau, le temps de « l'eau facile » est terminé. La gestion économique .est contenue dans la loi relative à l'eau de 2005. Elle est un élément du programme élaboré dans le cadre de la nouvelle politique, basé principalement sur la maîtrise de la demande (d'eau potable, dans l'industrie et l'agriculture) et l'incitation à l'économie d'eau par le système de tarification des services de l'eau. En effet, l'un des problèmes majeurs que rencontre le secteur réside dans les fuites et les pertes dans les réseaux d'eau potable et dans le secteur d'irrigation .L'article 129 de la loi sur l'eau soumet les propriétaires et exploitants à une rationalisation de l'eau agricole à travers l'utilisation de techniques plus économes .Pour réduire la demande destinée à l'irrigation des grands périmètres,

on a prévu de passer de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée et d'utiliser le goutte à goutte plus économe. Si cette gestion se concrétise avec la lutte contre le gaspillage, elle apparaît aussi dans le choix entre les couts des procédés technologiques utilisés et les charges d'exploitation à minimiser en basant les projets sur un prix compétitif du gaz naturel et sur un prix de vente attractif de l'eau afin d'assurer la rentabilité des projets .Des redevances sur « la qualité de l'eau » et « l'économie de l'eau » avaient été institués par la loi de finances de 1996 ;ils étaient fixés à 8% de la facture d'eau potable, industrielle et agricole pour les wilayas du nord et 4% pour celles du sud .La loi a aussi institué la création d'un fond « pour la gestion intégrée des ressources en eau ». Avec la nouvelle politique ,l'un des principes sur lesquels se fonde la gestion et le développement des ressources en eau est la prise en compte des couts réels des services d'approvisionnement en eau à usage domestique ,industriel et agricole et des services de collectes et d'épuration des eaux usées à travers des systèmes de redevance, d'économie d'eau et de protection de sa qualité. Il semblerait que les composantes réelles du prix des services de l'eau ne sont pas encore maîtrisées et que c'est une conséquence de la rareté des études menées sur le cout des services .Le mode actuel de tarification ne couvre pas totalement le cout total de l'eau ; le m<sup>3</sup> d'eau sorti d'usine de dessalement est de 45DA et il est cédé au consommateur à 19DA soit subventionné par l'état à plus de 50% .Ce qui engendre une gestion déséquilibrée et non durable des ressources puisque un tarif bas n'inciterait pas à l'investissement et ne limiterait pas le gaspillage d'une part et d'autre part l'exploitation de ce service ne peut être rationnelle et durable que si les revenus qu'il génère lui permettent de reconstituer le patrimoine .

### **6.3. La gestion écologique :**

La gestion écologique renvoie à la préservation de l'environnement. La protection des écosystèmes est l'un des principes de la GIRE. Les écosystèmes terrestres dans les zones en amont d'un bassin sont importants pour l'infiltration des eaux fluviales, la recharge des eaux souterraines et des régimes de débit des fleuves. Les écosystèmes aquatiques produisent en outre de nombreux avantages économiques tels que le bois de construction, le bois de chauffe, et des plantes médicinales. Les écosystèmes dépendent des écoulements d'eaux, du caractère saisonnier et des fluctuations de la nappe phréatique et sont donc menacés par la mauvaise qualité de l'eau .La gestion des ressources en eaux doit veiller au maintien des écosystèmes indispensables ainsi qu'à la réduction des effets nuisibles sur les autres ressources naturelles. La gestion écologique c'est aussi la maîtrise de la valorisation agronomique des eaux usées traitées et du risque sanitaire global chimique et microbiologique. La préservation des réserves d'eau, notamment

celles non renouvelables, devient un préalable pour assurer aux générations futures leur part de cette ressource. L'accès à l'eau doit être amélioré et ce par une lutte contre la pollution des cours d'eau comme des nappes phréatiques et par la nécessité de faire des économies d'eau. C'est un principe sur lequel se sont engagés tous les participants au 5ème forum mondial de l'eau. Il faut noter que d des efforts importants sont réalisés en matière de traitement de ces déchets pour réduire la pollution des ressources hydriques. [16]

Défini par :

Au niveau national, c'est le MRE (Ministre des Ressources en Eau) que 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 (DRE : Direction des Ressource en Eau, ADE : Algérienne Des Eaux), et des agences (ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transferts).

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 l'eau(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)

Au niveau régional de gestion des ressources en eau est apparu en 1996 avec la création des agences de bassin hydrographique (ABH). Couvrante des territoires constitués de plusieurs bassins hydrographique, ne correspondant pas à un découpage administratif, ces agences ont pour but de promouvoir le 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 [2].

La gestion de l'eau en Algérie pose un problème épineux aux autorités. Les ressources disponibles sont en deçà des besoins. La vétusté des réseaux d'adduction et la capacité de stockage déficiente entravent la bonne distribution de l'eau aux consommateurs.

La dotation journalière par habitant reste faible par rapport aux normes internationales. Les instruments de gestion de l'eau ne sont pas efficaces [15].

### **Conclusion :**

Le problème de l'eau est planétaire; un risque majeur de pénurie d'eau douce menace l'humanité, particulièrement les pays arides, sans oublier que l'eau peut devenir une source majeure de conflits entre les États, et le Moyen-Orient est un exemple frappant. Il est démontré que la consommation augmente deux fois plus vite que la croissance démographique et elle double tous les vingt ans. Au XXI<sup>e</sup> siècle, la quantité d'eau douce disponible par habitant ne sera plus que le quart de ce qu'elle était en 1950 en Afrique, le tiers en Asie ou en Amérique Latine [1].

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[17].

**Chapitre 2 :**  
Paramètres  
influençant sur la  
demande en eau

**Introduction :**

L'Algérie dispose de ressources naturelles limitées, irrégulières et très inégalement réparties. A l'exception des eaux fossiles du Sahara, les ressources hydrauliques naturelles sont principalement situées dans le Nord du pays. 90 % de la totalité des écoulements superficiels (estimée à 12,4 milliards de m<sup>3</sup>/an) se trouvent sur la région littorale (7 % de la superficie du territoire), les 10 % restant se partageant entre les Hauts Plateaux et les bassins sahariens.

La demande globale en eau a considérablement et rapidement augmenté. Multipliée par 4 au cours des quarante dernières années, elle dépasse actuellement plus de la moitié du volume des ressources potentiellement mobilisables. A ce rythme, la limite maximum du potentiel hydraulique sera atteinte avant 2050. Dans ce contexte, une forte concurrence se développe entre les grands secteurs d'utilisation, se surajoutant aux déséquilibres de disponibilités de ressources entre les régions, et rendant de plus en plus difficiles les arbitrages de répartition. La part que prend l'alimentation en eau potable s'est considérablement accrue en volume et en proportion. De 16 % de la consommation globale en 1975, elle est passée à 35 % actuellement. Durant la même période, la part de l'eau agricole a chuté de 80 % à 60 %, celle de l'industrie restant égale à 3,5 %.

L'alimentation en eau potable a acquis une nette priorité par rapport aux autres utilisations, priorité qui a été consacrée dans la législation algérienne relative à l'eau. [18]

**1. Ressource en eau :**

Les ressources en eau de l'Algérie sont actuellement, relativement bien connues, mais la sécheresse qui sévit depuis plus de 20 ans a amené les services du secteur de l'eau à actualiser leurs évaluations de la pluviométrie dans chaque région. Les potentialités sont actuellement évaluées à 16,3 milliards de m<sup>3</sup> qui se décomposent comme suit :

- 9,8 milliards de m<sup>3</sup> d'eau superficielle ;
- 1,5 milliards de m<sup>3</sup> d'eau souterraine dans la région Nord ;
- 5 milliards de m<sup>3</sup> d'eau souterraine dans la région du Sahara septentrional.

Les disponibilités de ressources renouvelables par habitant, en année moyenne, avec une population de plus de 30 millions d'habitants, sont évaluées à 383 m<sup>3</sup>/hab/an environ, et passera en 2020 avec une population de quelques 44 millions d'habitants, à 261m<sup>3</sup>/hab/an. Ce qui classe l'Algérie parmi les pays pauvres en eau, proches d'une situation de crise [19].

L'approvisionnement en eau fraîche et potable est fourni par les deux sources suivantes :

- Eaux conventionnelles : eaux de surface (réservoir d'eau de pluie), eaux souterraines.
- Eaux non conventionnelles : eau usée épurée, déminéralisation et désalinisation.

### **1.1. Eaux conventionnelles :**

Il s'agit de l'eau provenant de sources d'eau douce, rivière, puits, retenues, barrages, forages...etc., c'est de l'eau qu'on peut tout simplement utiliser à l'état naturel même si celle-ci subi une légère déminéralisation. Les Ressources conventionnelles se subdivisent en deux catégories : Les ressources conventionnelles renouvelables et les ressources conventionnelles non renouvelables.

#### **1.1.1. Eau de surface**

Les ressources renouvelables (75 % du total) se concentrent dans la partie Nord du pays qui couvre environ 6 % du territoire. Les eaux renouvelables internes sont évaluées à 12,7 milliard m<sup>3</sup>/an pour l'ensemble du pays dont le Sahara

Il existe quelques cours d'eau côtiers, au centre et à l'Est comme Aïn El Hammam, Soummam, Medjerda, Rhummel, Sebaou, Aïn El Hammam, Hamiz, Macta, Mazafran, etc. en revanche, le Chelif reste le plus long fleuve d'Algérie, sa longueur étant de 725 km. Ce fleuve est situé au nord-ouest de l'Algérie, il prend sa source dans l'Atlas tellien et se jette dans la Méditerranée. Il débite, dans les périodes de crues, 1 500 m<sup>3</sup> par seconde.

Au sud de la région du Tell, les cours d'eau ne sont pas permanents. Il existe de nombreux lacs dans les régions désertiques, mais ce sont des lacs temporaires et salés pour la majorité comme Chott el Chergui et Chott el Hodna. Les cours d'eau du Tell se déversent dans la Méditerranée. Mais, ceux qui descendent vers l'Atlas saharien font partie de la plus grande réserve d'eau au monde. Ils forment une nappe phréatique dite la nappe de l'Albien.

Depuis 1999 à nos jours, l'état algérien a énormément investi dans la construction des barrages dans différentes régions afin de contrôler l'eau de surface en Algérie. Selon Drouiche et al, au cours des 20 dernières années, le gouvernement algérien a dépensé environ 130 millions d'USD/an sur ce sous-secteur. Cet investissement a résulté par la construction de 73 barrages, 163 petits barrages (d'une hauteur ne dépassant pas les 12 mètres et destinés à des fins agricoles), et 524 retenues collinaires en 2014, permettant le stockage d'environ 70 millions m<sup>3</sup>/an additionnels. Certains barrages sont interconnectés concentrés sur le littoral en systèmes régionaux pour permettre des transferts d'eau et d'équilibrer les besoins en eau.

Ces barrages se concentrent presque exclusivement dans la partie tellienne du pays où les conditions naturelles (ressources en eau et sites favorables) sont optimales. La répartition du taux de remplissage de ces barrages en 2014 était plus ou moins équilibrée entre les quatre régions du pays, puisqu'on enregistrait : 68 % pour les barrages de la région de l'Ouest, 60 % pour la région du Chelif, 67 % pour les barrages du Centre, et un léger avantage pour ceux de l'Est avec 74 %. Avec un taux de remplissage qui s'élevait à 68%. Les 73 barrages du pays en exploitation enregistraient un volume d'eau stocké de 5 milliard de m<sup>3</sup> lors des dernières mesures effectuées en 2016.

Par leurs dispositions géographiques et capacité de stockage (surtout avec l'apport du barrage de Bni Haroun), les barrages de l'Est du pays ont enregistré, en 2014, le plus fort volume de mobilisation avec 1895 millions de m<sup>3</sup>, soit 41 % du volume total enregistré dans la même année, suivi, successivement, des barrages de la région du centre avec 1046,5 millions de m<sup>3</sup> correspondant à 22,5 % du total, les barrages du Chelif avec 1032 millions de m<sup>3</sup> soit un pourcentage de 22 %, et enfin, les barrages de la région de l'Ouest (15 %) avec seulement 686 millions de m<sup>3</sup> d'eau mobilisée. Les pertes sont très importantes en raison des fuites et de l'évaporation. Elles représentent un volume total de 14,9 millions de m<sup>3</sup>.

Par ailleurs, le phénomène d'envasement des barrages se pose avec acuité et constitue un problème majeur en Algérie.

Plusieurs paramètres entrent en jeu dans ce processus, il s'agit d'une part, des caractéristiques du milieu : le climat, la topographie, la lithologie, le couvert végétal. L'ampleur des dégâts provoqués par l'envasement des barrages est souvent considérable. La réduction de la capacité des barrages en est directement liée. Par conséquent, la diminution des volumes stockés qui s'en suit, agit ainsi sur la satisfaction des besoins qui est déjà loin d'être optimale. Néanmoins, la lutte contre l'envasement occupe, aujourd'hui, une place importante dans les programmes de l'état puisque des actions ont été menées dans ce sens. En effet, l'Agence Nationale des Barrages et Transferts a lancé un vaste programme de dévasement depuis l'an 2000 : la réponse à ce problème peut être préventive (réduction des apports solides par un traitement des bassins versants, la protection des bassins versants contre l'érosion, etc...) ou curative (réalisation d'un barrage de décantation à l'amont, dévasement par divers procédés, etc...).

**1.1.2. Eaux souterraines :**

Les ressources en eaux souterraines renouvelables contenues dans les nappes phréatiques Situées dans le nord du pays sont estimées à 2 milliards de m<sup>3</sup> et sont exploitées à 90 % soit 1,8 milliards de m<sup>3</sup>/an qui est produite et consommée. Par ailleurs, le sud du pays se caractérise par l'existence de ressources en eau souterraines très importantes Provenant des nappes du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal, ou du Système aquifère du Sahara Septentrional, mais ces ressources sont faiblement renouvelables. Les Réserves exploitables sans risque de déséquilibre hydrodynamique sont estimées à 5 milliards de mètres cubes par an (56 % pour le continental intercalaire et 44 % pour le complexe terminal), dont 1,6 milliards de mètres cubes qui sont utilisées. Néanmoins, le renouvellement des eaux souterraines n'est assuré qu'à hauteur de 800 millions de mètres cubes environ provenant des nappes superficielles, soit un taux de renouvellement de 15%. De ce fait, la plus grande partie des eaux souterraines sont exploitées comme des gisements.

Toutefois, la pollution des ressources en eau acquiert des proportions inquiétantes, notamment dans le nord où se trouve la plus grande partie de ces ressources

**1.2. Eaux non conventionnelles :**

C'est dans le but d'augmenter la dotation en eau potable (par le dessalement) et protéger l'environnement (STEP) que l'Algérie s'est orientée vers les ressources non conventionnelles.

En effet, en dépit des investissements et des réalisations en structures de stockage, la demande reste en constante croissance mais surtout insatiable. Les ressources en eau non conventionnelles offre un potentiel d'eau significatif à l'Algérie. Elles impliquent la réutilisation des eaux usées, la recharge artificielle des nappes souterraines et la production d'eau douce par dessalement d'eau de mer ou par la déminéralisation d'eaux saumâtres. [20]

**1.2.1. Épuration des eaux usées :**

Étant donnée la situation de stress hydrique, les pouvoirs publics ont vu dans cette opportunité un moyen de réduire ou du moins de préserver les ressources en eaux traditionnelles tout en accroissant la production agricole.

Dès les années 70, la notion de protection des ressources en eau contre les effets de la pollution, a été prise en considération par les pouvoirs publics. Ces eaux usées épurées servent alors à l'irrigation des cultures pérennes, principalement à l'arboriculture fruitière. Elles ne servent pas, cependant, à la culture maraîchère.

L'effort en matière de systèmes d'épurations a été fait essentiellement depuis le début des années 80, puisque 70 % des stations d'épurations (STEP), ont été livrées après cette date, avec une capacité totale de 3,5 millions d'équivalent habitant, soit 83 % de la capacité totale.

En 2010, selon le ministère des ressources en eau, l'Algérie comptait un nombre de 134 stations d'épuration d'une capacité d'épuration de  $669 \text{ Hm}^3/\text{an}$ .

En 2012, l'Algérie disposait de 145 stations d'épuration avec une capacité installée estimée environ à 12 millions équivalent/habitant (12 millions Eq/h), soit  $800 \text{ Hm}^3/\text{an}$  (tableau ci-dessous). Aujourd'hui l'Algérie dispose un nombre des stations d'épuration en exploitation à 165 stations d'épurations avec une capacité installée estimée à environ 12,5 millions équivalent/habitant soit  $900 \text{ Hm}^3/\text{an}$ . [21]

### **1.2.2. Dessalement et déminéralisation :**

Le dessalement a fortement contribué à la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable des villes côtières. En une décennie, l'Algérie a mis en place un grand programme d'installations de 13 grandes stations de dessalement d'eau de mer sur tout le littoral algérien dont 9 seulement sont fonctionnelles. La capacité de production a considérablement augmenté ces dernières années en passant d'une capacité de  $47\,000 \text{ m}^3/\text{jour}$  en 2002 à  $2,26 \text{ million m}^3/\text{jour}$  en 2014. La station d'El-Mactaa, près d'Oran, inaugurée fin 2014 dispose à elle seule d'une capacité de  $500\,000 \text{ m}^3/\text{jour}$ , soit, l'une des plus grandes unités de dessalement par osmose inverse<sup>14</sup> au monde, permettant la couverture à long terme des besoins de cinq millions de personnes en eau potable. La production actuelle est de  $515 \text{ millions m}^3/\text{an}$ , desservant ainsi plus de 6 million d'habitants. En plus de ces grandes stations, l'Algérie possède 21 stations monoblocs d'une capacité globale de  $57\,500 \text{ m}^3/\text{j}$  ( $20,9 \text{ millions m}^3/\text{an}$ ) pour desservir  $247\,406$  habitants. Ainsi, le nombre de stations de dessalement est de l'ordre de 34 stations avec une capacité totale de production d'eau douce de  $2\,317\,000 \text{ m}^3/\text{j}$ .

Par ailleurs, la déminéralisation des eaux saumâtres a également une place importante dans les hauts plateaux et le Sahara. Cette technique est introduite dans la perspective d'améliorer et de renforcer la mobilisation des eaux destinées à la consommation humaine. Il a été prévu de déminéraliser les eaux saumâtres dans les hauts plateaux et le sud par ordre prioritaire depuis 1999. Le volume d'eau mobilisé est d'environ  $72\,000 \text{ m}^3/\text{jour}$ , soit  $26 \text{ millions m}^3/\text{an}$  sont déminéralisés dans les 15 stations de déminéralisation en exploitation et sont utilisées soit par les collectivités locales soit par l'entreprise nationale Sonatrach. [20]

**1.3. Prélèvements et Approvisionnement en eau :**

L'accroissement rapide de la population, le développement de l'urbanisation et l'élévation du niveau de vie ont entraîné une évolution considérable de la demande en eau en Algérie. Ainsi, pour satisfaire cette demande croissante, les stratégies nationales ont privilégié l'accroissement de l'offre en eau et prévoient la poursuite des grands travaux afin d'accroître la maîtrise des eaux et de réduire les risques face aux contraintes naturelles. Cette politique de l'offre a permis de dégager des ressources supplémentaires en eau et l'Algérie a vu sa capacité de stockage des eaux de surface doubler.

Cette politique axée sur l'augmentation de l'offre en eau s'inscrit dans la stratégie nationale d'aménagement du territoire et elle est basée sur :

- Un accroissement des prélèvements sur les ressources renouvelables via l'intensification et le parachèvement des aménagements hydrauliques, la surexploitation des eaux souterraines et le développement des transferts interrégionaux ;

- l'accroissement de l'exploitation "minière" des réserves d'eau souterraine non renouvelables dans les bassins sahariens, exploitation qui pourrait plus que doubler d'ici 2025 ;

- la réutilisation des eaux usées épurées ;

- la production industrielle d'eau douce par dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre [22].

**Tableau 4:Prélèvement d'eau conventionnelle et non conventionnelle**

Prélèvement en eau :	
Prélèvement total en eau	8330 Million m3/an
- Agriculture	5164,6 (62%) Million m3/an
- Municipalités	2915,5 (35%)
- Industrie	249,9 (3%)
Par habitant	219 m3/an
Prélèvement d'eau de surface et souterrain	7800 Million m3/an
Eau non conventionnelles :	
Utilisation directe des eaux usées municipales traitées	14,6 Million m3/an
Eau dessalée produit	515 Million m3/an

(Source : MRE (2017a) et FAO (2015a))

## **2. La rareté des ressources :**

L'Algérie se situe, à l'instar des 17 pays Africains touchés par le stress hydrique, dans la catégorie des pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques, soit en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m<sup>3</sup> par habitant et par an. Si en 1962, la disponibilité en eau théorique par habitant et par an était de 1500 m<sup>3</sup>, elle n'était plus que de 720 m<sup>3</sup> en 1990, 680 m<sup>3</sup> en 1995, 630 m<sup>3</sup> en 1998, 500 m<sup>3</sup> elle ne sera que de 430 m<sup>3</sup> en 2020 La disponibilité en eau potable en Algérie en m<sup>3</sup>/habitant/an dépassera légèrement le seuil des 400 m<sup>3</sup>/ha.

### **2.1. La demande en croissance permanente**

La demande en eau potable, en eau agricole et en eau industrielle est en croissance, générée par une démographie et un développement industriel sans cesse croissants.

### **2.2. La diminution probable des écoulements des eaux**

Etant donné que les hauts plateaux et les régions sahariennes qui occupent une grande partie du territoire national (93%) ne reçoivent que 10% de l'écoulement total en Algérie, évalué à 12,4 milliards de m<sup>3</sup>.

### **2.3. L'évaporation des eaux de surface**

En raison de l'évaporation des eaux de surface, il en résulte une augmentation de la demande en eaux souterraines. La vulnérabilité des eaux de surface peut se traduire également en cas d'augmentation de la température à leur réchauffement d'où la réduction de leur capacité à biodégrader certains polluants entraînant une baisse de la qualité.

### **2.4. La dégradation de l'infrastructure hydraulique**

Cette dégradation est due à l'absence fréquente du couvert végétal des bassins versants. Une dégradation rapide des infrastructures hydrauliques vu les rejets de pollution d'origine urbaine et industrielle et la qualité médiocre de gestion technique des ouvrages provoque des pertes énormes d'eaux.

### **2.5. Les inondations et divers phénomènes extrêmes**

Ces phénomènes ont d'ores et déjà touché plusieurs parties du territoire national, c'est l'exemple de Bab El Oued à Alger en mai 2001, ainsi que d'autres au sud du pays, c'est le cas de Tamanrasset, Ain Guezzam et Ghardaïa.

**2.6. Les menaces aux zones humides**

Malgré leur importance dans les processus vitaux et l'accueil de poissons et d'oiseaux, de nombreuses menaces pèsent sur ces zones, tel le pompage excessif, construction irréflechie de barrages qui drainent au profit de l'agriculture. L'assèchement des deux grandes zones humides, il y'a un peu plus d'un siècle, en l'occurrence le lac Fetzara à Annaba et le lac Halloula à Tipaza a conduit à la disparition de 7 ou 8 espèces d'oiseaux qui y nichaient [23]

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

**3. Evolution de la population :**

L'analyse des données démographiques de l'Algérie, rapportées dans la littérature, révèle que ce pays occupe la troisième place sur le continent africain, la septième position par rapport aux pays arabes et les trente quatrième rangs dans le monde. Ce qui traduit l'importance des besoins en eau de consommation<sup>5</sup>. La demande en eau douce croît de ce fait chaque année de 4 à 5%, tandis que les ressources naturelles restent invariables

En Algérie, la question de l'eau a été de tout temps un problème pour les usagers, les décideurs et la nature. L'importance de ces besoins en eau de consommation se traduit par son développement démographique. En effet, entre 1966 et 1998 et dans l'absence d'une réelle politique de maîtrise démographique, la population de la seule région du Nord-Ouest de l'Algérie a plus que doublé, atteignant 4,8 millions en 1998 avec un rythme d'accroissement annuel moyen de 2,5%, et la densité brute est passée de 61 hab/Km<sup>2</sup> en 1966 à 136 hab/Km<sup>2</sup> en 1998. Si en 1962 la disponibilité en eau théorique par habitant et par an en Algérie était de 1500 m<sup>3</sup>, elle n'était plus que de 720 m<sup>3</sup> en 1990, 680 m<sup>3</sup> en 1995, 630 m<sup>3</sup> en 1998, 500 m<sup>3</sup> en 2000 et ne représenterait que 430m<sup>3</sup> en 2020.

Dans le futur, on estime que les besoins en alimentation en eau potable seront multipliés par 2,5 environ en 25 ans et ils représenteront 40% des ressources mobilisables vers l'an 2025 [24]

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. 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, une Européenne 70 fois plus.

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 bétail, mais la majorité possède ses propres puits). [2]

#### **4. Une répartition spatiale et temporelle inégale et déséquilibrée :**

L'Algérie un pays aride et semi-aride où les précipitations varient considérablement dans l'année et selon les régions. Alors que certaines régions côtières de l'Est reçoivent jusqu'à 1 500 mm, voire plus, à l'Ouest il ne tombe que 350 mm. En plus à ce déséquilibre d'Est en Ouest, les précipitations baissent d'intensité au fur et à mesure que nous nous éloignons du littoral vers le Sud, la pluviométrie dans la région des Hauts Plateaux varie de 200 mm à 400 mm. Quant au Sahara, il continue à guetter la moindre goutte qui tombe du ciel puisque les précipitations sont souvent inférieures à 100 mm et elles sont souvent violentes et ravageuses causant des inondations en aval et des érosions en amont. À ces grandes disparités du milieu naturel, s'ajoute la disparité de densité de la population. En 2010, la frange côtière concentre plus de 63 % de la population alors que les régions des Hauts Plateaux regroupent 26 % de la population et la région de Sahara n'en abritent que 11 %. C'est parce que les précipitations sont inégalement réparties spatialement et temporellement que les régimes et les débits des cours d'eau sont instables. En effet, les cours d'eau du Nord se caractérisent par une variation interannuelle conséquente. Les cours d'eau du Sud, par contre, sont caractérisés par un régime complexe, les précipitations y sont rares et l'évaporation y est intense [25]

## **5. 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 cout 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 [2].

Le système tarifaire de l'eau en Algérie obéit à une logique de tarification selon les zones correspondantes aux bassins hydrographiques et selon des tranches définies en fonction du volume de consommation. Ces volumes de consommation ne prennent pas en compte le nombre de personnes par ménage. La tarification pratiquée en Algérie est répartie en tranches de consommation. Une première tranche, parfois appelée «tranche sociale», est destinée à couvrir les besoins minimaux d'une famille et elle est facturée au prix minimum correspondant au coût de production (6,3 DA/m<sup>3</sup>). Le prix de vente augmente ensuite très rapidement pour les tranches supérieures.

Enfin, le principe de la tranche de consommation dite sociale mérite réexamen. En effet on observe fréquemment que, dans les quartiers populaires, plusieurs ménages partagent le même logement et donc le même compteur d'eau. Ceci les fait sortir de la tranche sociale de tarification, de sorte qu'en définitive ils paient l'eau plus chère que certains ménages aisés vivant seuls. Cette situation biaise le principe de tarification sociale tant que les compteurs ne sont pas différenciés en fonction du niveau de revenu des utilisateurs et du nombre de personne dans un seul ménage. [26].

Les tarifs de l'eau potable font l'objet de barèmes spécifiques à chaque zone tarifaire territoriale. Ils sont calculés sur la base du coût du service public d'alimentation en eau potable et de sa répartition entre les différentes catégories d'usagers et tranches de consommation d'eau. Les catégories d'usagers comprennent :- les ménages (catégorie I) ;- les administrations, les artisans et les services du secteur tertiaire (catégorie II) ;- les unités industrielles et touristiques (catégorie III) [27].

Tableau 5: subvention de l'eau

Catégorie	Tarif payé DA/m	Subvention DA/m <sup>3</sup>
Ménages	7,8	40,2
Administration	16,2	31,8
Commerce	19,8	28,2
Industrie	23	25,0
Moyenne pondérée	11,2	36,8

(Source : Rapport du Conseil National Economique du territoire et de l'environnement)

## 6. Climat :

Le changement climatique est un enjeu global majeur, qui est de plus en plus prégnant sur la scène internationale. Les études scientifiques montrent clairement que les changements à l'œuvre depuis le début de la période industrielle sont sans commune mesure avec la variabilité naturelle du climat. Le réchauffement, global et progressif, de la planète est ainsi étroitement lié aux modes de vie, de production et de consommation contemporains, 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, les observations et les projections des principaux scientifiques réunis autour du GIEC<sup>1</sup> le démontrent. Le cycle hydrologique se trouve affecté dans tous ses 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, tandis que la disponibilité en eau devrait augmenter dans les latitudes Nord de la planète. 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 liées à l'eau augmenteront. Ceux qui ressentent le plus les impacts de ces changements seront d'abord les plus vulnérables [28].

- **Vulnérabilité de l'eau au changement climatique**

Les conséquences sur le cycle de l'eau concernent essentiellement la modification de la moyenne et de la répartition géographique des précipitations, l'accroissement de l'évapotranspiration, la recrudescence des périodes de sécheresse et de fortes précipitations. Cette recrudescence, dont l'impact socioéconomique commence à peser financièrement sur les

pays, interpelle les gouvernements et la communauté internationale pour la mise en œuvre d'actions de résilience urgentes.

En effet, les impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sont déjà visibles un peu partout à travers le monde, en Californie, au Brésil, dans les pays du Sahel... Dans la région de la méditerranée, des réductions des précipitations sont enregistrées avec une accentuation des phénomènes climatiques extrêmes. De même, le réchauffement climatique a un impact négatif sur la régularité des débits des rivières, qui jadis étaient alimentés par la fonte des neiges. D'un autre côté, le changement climatique réduit le pouvoir auto épurateur des cours d'eau, ce qui accentue les problèmes de pollution de l'eau. Toutes ces conséquences entraînent des pressions supplémentaires sur les ressources en eau qui subissent déjà des pressions en termes de surexploitation dans beaucoup de régions du monde, ce qui augmente le nombre de défis à relever.

Selon le dernier rapport, les tendances de changement du cycle de l'eau se manifestent par:

- **la modification de la moyenne et de la répartition géographique des précipitations avec des disparités importantes au niveau régional :**

Le changement climatique a tendance à interférer dans la distribution spatiale et temporelle des précipitations. Ainsi, certaines régions devraient devenir plus humides, et d'autres plus sèches.

- **La recrudescence des périodes de sécheresse et de fortes précipitations :**

Le changement climatique mène à des changements dans la fréquence, l'intensité, l'étendue spatiale, la durée et le timing des événements climatiques extrêmes. Les événements climatiques extrêmes représentent un sérieux risque pour la population, les infrastructures et les écosystèmes ; et ont un impact sur la quantité et la qualité de l'eau.

- **La fonte des glaciers et la diminution de l'enneigement :**

Les glaciers à travers le monde ont diminué à cause des effets du réchauffement du climat, menant à un déclin significatif dans le stockage d'eau dans ces derniers, et contribuant par là même à l'augmentation du niveau de la mer. Par ailleurs, dans la majorité des régions, la couverture neigeuse a diminué, particulièrement durant le printemps et en été.

- **La modification du ruissellement, du débit fluvial et de l'écoulement souterrain :**

Les changements dans les volumes des précipitations annuelles et les événements extrêmes vont impacter le ruissellement et le taux de recharge des nappes d'eau souterraine. L'écoulement peut également être affecté par l'augmentation de l'évapotranspiration. Une tendance à la baisse du ruissellement est observée sur le pourtour du bassin Méditerranéen et en Afrique de l'Ouest.

La baisse de la disponibilité de la ressource en eau dans les régions qui connaîtront une baisse du ruissellement aura pour conséquence l'accroissement des conflits entre les différents usages de l'eau. Ces régions, qui connaissent déjà des pénuries, seront le plus fortement impactées, avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses dans les zones arides, et des épisodes de fortes précipitations destructrices. Dans ces régions, les populations se rabattront sur les ressources en eau facilement accessibles et surexploitées, telles les eaux souterraines pour puiser dans les réserves non renouvelables avec toutes les conséquences que l'on connaît sur la gestion durable de cette ressource.

- **L'impact sur l'évapotranspiration et l'humidité du sol :**

Le changement climatique affecte l'évapotranspiration et l'humidité du sol. Dans le grand cycle de l'eau, l'évapotranspiration représente de l'ordre des deux tiers du volume des échanges. Par conséquent, il est nécessaire de s'investir sur le sujet, d'autant que les mesures directes de ce phénomène sont limitées, et de ce fait, peu d'informations fiables concernant les tendances observées sont disponibles. Le changement dans l'évapotranspiration, dans le volume et dans le timing des précipitations aurait un impact sur l'humidité au sol. Cependant, les projections sur l'évolution de l'humidité du sol sont très incertaines. Des diminutions seraient ressenties dans certaines régions (comme les régions subtropicales, la Méditerranée, et les hautes altitudes) alors que des augmentations sont attendues dans d'autres régions (comme l'Afrique de l'Est et l'Asie Centrale).

- **L'augmentation des niveaux des mers :**

L'augmentation continue des températures atmosphériques s'est traduite par la fonte progressive des glaciers, la dilatation thermique de l'eau et par conséquent l'augmentation des niveaux des mers, ce qui menace les villes côtières et les petites îles qui sont juste au-dessus ou au niveau de la mer. Depuis le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle, le rythme d'élévation du niveau moyen des mers est supérieur au rythme moyen des deux derniers millénaires. La moyenne globale du niveau de la mer a augmenté entre le 19<sup>ème</sup> et le 20<sup>ème</sup> siècle et continue encore. La distribution spatiale du changement n'est pas homogène.

L'autre impact du changement climatique est l'augmentation des catastrophes naturelles liées à l'eau. Au niveau mondial, le nombre de catastrophes par décennie provoquées par les crues continentales au cours de la période 1996- 2005 a doublés par rapport à la période 1950-1980 et les pertes économiques ont été multipliées par 5. Il est prévu que les risques d'inondations augmentent notamment au Sud, Sud-est et au Nord-est de l'Asie, en Afrique tropicale et en Amérique du Sud. Si l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles liées à l'eau peut être en grande partie attribuée au changement climatique, l'augmentation des pertes liées à ces catastrophes s'explique essentiellement par des facteurs socio-économiques qui contribuent à accroître la vulnérabilité des populations : croissance démographique, pauvreté, précarité, absence ou manque de planification et d'aménagement urbain, habitat informel, constructions en zones inondables, absence de systèmes de surveillance et d'alerte et de gestion des crises, etc.

Par ailleurs, la vulnérabilité à la pollution et aux nuisances ne fera qu'augmenter surtout dans les régions qui connaîtront une baisse de l'écoulement et/ou une plus forte concentration du ruissellement dans le temps, en raison notamment de la diminution de la capacité de dilution et d'autoépuration des cours d'eau. Avec le changement climatique, les écosystèmes d'eau douce sont particulièrement menacés. En effet, l'augmentation des températures de l'eau, la diminution du ruissellement et l'assèchement des zones humides vont entraîner la disparition d'un nombre important d'espèces d'amphibiens ou d'autres espèces aquatiques. Les côtes des deltas sont aussi particulièrement sensibles au changement, et la diminution du ruissellement ainsi que la construction de barrages modifient les apports en sédiments, ce qui a pour conséquence une augmentation de l'érosion côtière.

Par ailleurs, l'augmentation de l'incertitude sur l'évolution des ressources en eau est donc en elle-même l'impact principal du changement climatique avec des conséquences qui peuvent être importantes sur la gestion de l'eau.

Enfin, le réchauffement climatique entraînerait une augmentation de la demande en eau domestique, industrielle, touristique et pour l'irrigation. [29]

L'existence du changement climatique que subit le globe depuis une trentaine d'années n'a fait qu'augmenter la vulnérabilité de la ressource en eau, Les zones les plus touchées sont celles déjà affaiblies par la parcimonie initiale de leurs ressources en eau. Cette situation cadre bien avec le cas de l'Algérie avec ses problèmes d'irrégularité des précipitations.

L'Algérie fait partie des pays semi-arides les plus exposés au phénomène de changement climatique.

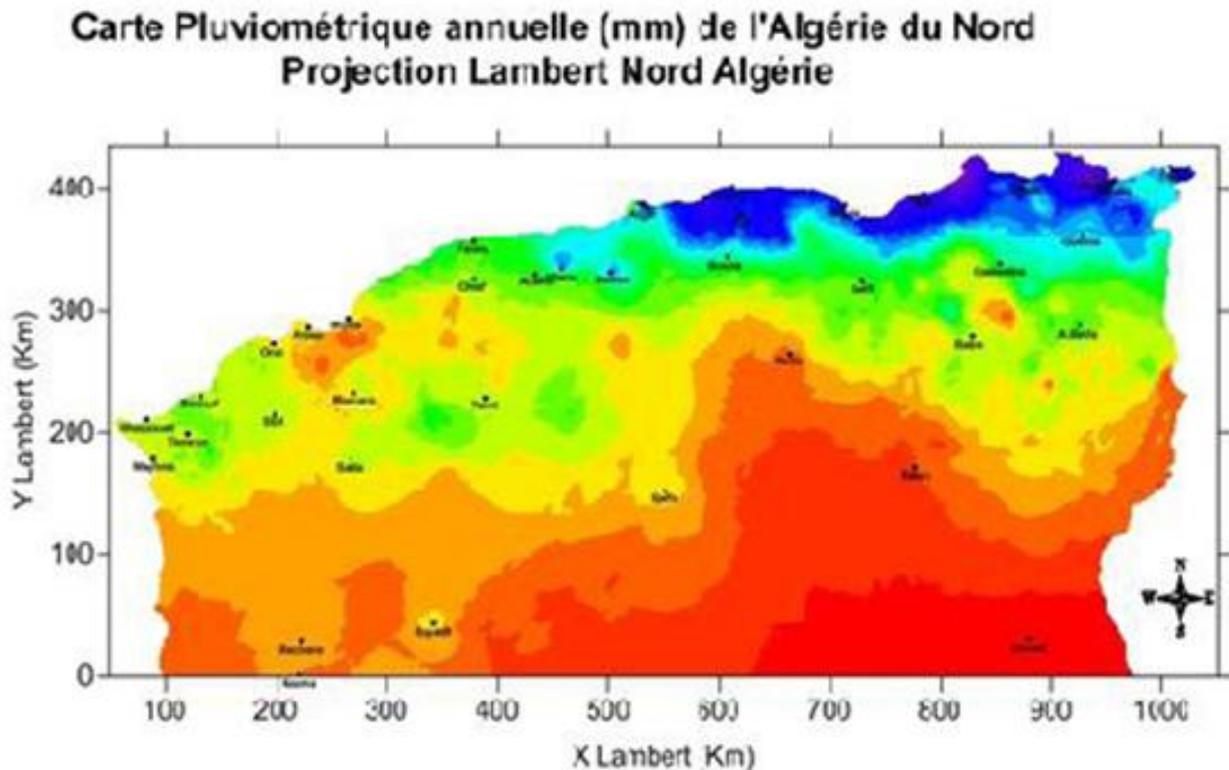
La variabilité du climat, une gestion non optimale de la ressource en eau et l'intensification des activités anthropiques pourraient être les trois facteurs majeurs menaçant les écoulements et l'état de la ressource en eau dans les sous-bassins algériens.

Ainsi, l'Algérie est passée depuis les 30 dernières années à un déficit hydrique sévère et persistant sur plusieurs années, issu d'un déficit pluviométrique évalué à 30%. Cette sécheresse météorologique serait la principale source de tous les problèmes socio-économiques dans la région [30].

L'Algérie est un pays de la zone subtropicale du Nord-africain. Son climat est très différent entre les régions (Nord-Sud, Est-Ouest). Il est de type méditerranéen sur toute la frange nord qui englobe le littoral et l'atlas tellien (étés chauds et secs, hivers humides et frais), semi-aride sur les hauts plateaux au centre du pays, et désertique dès que l'on franchit la chaîne de l'atlas saharien.

En Algérie les précipitations sont caractérisées par une variabilité spatio-temporelle très marquante. 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 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 (voir carte pluviométrique annuelle de l'Algérie du Nord



**Figure 2: Carte pluviométrique annuelle (mm) du nord de l'Algérie. (météo algérie)**

L'Algérie est soumise à des conditions physiques et hydro climatiques défavorables, accentuées par des périodes de sécheresses chroniques. L'Algérie présente une grande sensibilité au climat, notamment dans les hauts plateaux et la steppe qui couvrent environ 60% des terres viables du Nord. Une modification du climat est donc inéluctable et il en résultera des impacts significatifs, liés entre autres à l'augmentation des températures et des précipitations, à la raréfaction des ressources en eau et à la hausse de la fréquence des tempêtes. D'autres impacts sont étudiés : la perte de biodiversité et la dégradation d'écosystèmes, la hausse du risque de famines, les mouvements de populations, ainsi que les incidences sur la santé [31]

### **6.1. Les impacts sur les écoulements de surface**

La sécheresse intense et persistante, observée en Algérie durant les 30 dernières années et caractérisée par un déficit pluviométrique évalué à 30% (50% durant l'année l'année 2001-2002), a eu un impact négatif sur les régimes d'écoulement des cours d'eau, entraînant des conséquences graves sur l'ensemble des activités socio-économiques du pays.

**6.2. Les changements affectant les eaux de barrages**

Les changements affectant la retenue des eaux de surface sont dus à l'envasement et à la diminution du ruissellement. L'envasement : La nature et la morphologie des terrains en pente, la fragilité du couvert végétal, le manque de boisement et l'urbanisation en amont des

Barrages engendrent une forte érosion qui réduit la capacité de stockage des barrages de 2 à 3% chaque année, à cause de l'envasement dû au transport et au dépôt de sédiments par les eaux de pluie. Actuellement, 14 barrages sur la soixantaine existante sont envasés. La diminution du ruissellement : La contribution du ruissellement aux eaux de surface a systématiquement diminué. Les flux trop faibles ne permettent pas de remplir suffisamment les barrages existants.

**6.3. Les changements affectant les nappes phréatiques**

La diminution des pluies due aux sécheresses qui sévissent depuis le début des années 70 a entraîné une baisse constante des réserves d'eau souterraine des principales nappes aquifères du nord du pays. Dans beaucoup de plaines du pays, le niveau des nappes phréatiques a déjà chuté dans des proportions alarmantes (> 20 m.). L'aggravation des sécheresses conjuguée à la surexploitation des nappes phréatiques a entraîné la minéralisation des zones non saturées des nappes aquifères profondes, dans les régions semi-arides comme le plateau d'Oran et les hautes plaines occidentales. Le taux moyen d'utilisation des nappes phréatiques est de 79% dans la région Nord, il peut parfois atteindre et dépasser les 90% dans certaines zones. Dans les régions côtières, la baisse des niveaux de pression hydrostatique a d'ores et déjà entraîné la pénétration d'eau de mer dans les réserves d'eau douce des nappes aquifères côtières des régions de la Mitidja, d'Oran, de Terga et d'Annaba.[32]

**7. 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.

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 [2].

Tableau 6 : les infrastructures de wilaya de Mila

	Réservoirs	Châteaux d'eau	Station de pompage	Retenues collinaires	Station de traitement de l'eau potable	Station de traitement des eaux usées
Nber	425	67	175	4	2	2
Capacité (M <sup>3</sup> et M <sup>3</sup> /J)	157 010	21 700	95 163	1 573 000	394 000	29 657

(Source : ADE 2019)

- **Le développement des barrages et retenues collinaires :**

Afin de développer la capacité de retenue des eaux de surface, de nombreux ouvrages ont été construits. Alors qu'en 1962, il n'existait que treize barrages permettant de stocker 450 millions de m<sup>3</sup> d'eau destinée essentiellement à l'irrigation des plaines agricoles de l'Ouest du pays, on en dénombre actuellement 70 pour une capacité globale de 7,3 milliards de m<sup>3</sup> d'eau. Si les constructions en cours se déroulent comme prévues, ils devraient être 84

En 2016, pour une capacité de stockage évaluée à 8,4 milliards de m<sup>3</sup>. Afin de mobiliser de nouvelles ressources en eau, l'Agence nationale des barrages et transferts (ANBT) a engagé d'importants moyens pour améliorer le rendement des exploitations déjà existantes et réaliser de nouveaux ouvrages hydrauliques (25 nouveaux barrages ont été réalisés ces dix dernières années). La stratégie au niveau national est d'interconnecter les ouvrages de stockage en systèmes régionaux : ainsi, en s'intégrant dans un système, les barrages de Keddarra, Taksebt et Koudiat Acerdoun desservent Alger, Boumerdes et Tizi-Ouzou ; le réseau MAO – Mostaganem-Arzew-Oran – interconnecte les barrages et les unités de dessalement en vue d'approvisionner en eau les centres urbains du Nord-Ouest de l'Oranie. Les barrages répondent à deux enjeux majeurs auxquels l'Algérie doit faire face : la mobilisation de nouvelles ressources pour l'alimentation en eau potable et industrielle ( AEPI ) et l'irrigation. En effet, pour relever le défi de la sécurité alimentaire, l'Algérie a cherché à affecter de plus grandes ressources en eau au secteur agricole. Le pays a augmenté en dix ans les dotations en eau des Grands périmètres irrigués (GPI) tout en multipliant par deux leur superficie globale. L'aménagement et les équipements de nouveaux périmètres d'irrigation permettraient de passer de 200 000 hectares actuellement à 400 000 hectares à moyen terme. Au titre du plan quinquennal 2010-2014 [33].

**7.1. Envasement des barrages en Algérie :**

En Algérie, les 52 grands barrages reçoivent 32 millions de m<sup>3</sup> de matériau solide annuellement. La répartition des barrages sur les cinq bassins hydrographiques indiquent clairement que les barrages de la région de Chéllif – Zahrez sont les barrages les plus menacés par le phénomène de l'envasement puisque le taux de sédimentation annuel est de 0,75% Ceci est dû à la forte érosion des bassins versants de la région, favorisé par la nature des sols et l'absence de boisement. Même pour les petits barrages, le taux de comblement évalué en 2002 dans le bassin hydrographique Chellif –Zahrez est de 16% de la capacité totale, il est beaucoup plus grand par rapport à celui des autres régions.

**7.2. Evaporation des lacs de barrages**

Le phénomène de l'évaporation des lacs des barrages en Algérie est considérable ; une perte de volume très élevée est enregistrée annuellement dans les barrages. Les mesures de l'évaporation se font à l'aide d'un bac Colorado installé à proximité de la retenue.

Il est intéressant de constater que durant la période : 1992-2002, la quantité évaporée représente la moitié du volume consommé par l'irrigation, l'alimentation en eau potable et l'industrie, ce qui est considérable. La valeur maximale de l'évaporation enregistrée a été de 350 millions de m<sup>3</sup> d'eau durant l'année 1992/1993, par contre la valeur minimale avoisine les 100 millions de m<sup>3</sup> en 2001/2002. La moyenne annuelle de l'évaporation est de 250 millions de m<sup>3</sup> pour les 39 barrages, soit une perte moyenne annuelle de 6,5 % de la capacité totale. Le volume d'eau total perdu durant dix années d'exploitation (1992-2002) avoisine la valeur de 2.5 milliards de m<sup>3</sup>.

**7.3. Fuites dans les barrages :**

Le problème est beaucoup plus grave qu'on imagine, il ne s'agit plus de perte de la capacité de l'eau, mais plutôt la déstabilisation de l'ouvrage. En réalité l'eau des fuites ne se perd pas, il peut être récupérée et réutilisée pour l'agriculture et à la limite le laisser s'infiltrer pour réalimenter la nappe. A titre d'exemple, un réseau de collecte des fuites d'eau installé à l'aval du barrage de Foum El Gherza permet de récupérer en moyenne 5 millions de m<sup>3</sup>/an et de les utiliser pour l'irrigation. Cette irrigation forcée pose des problèmes de salinité des sols, puisque l'eau coule en continue. Mais le grand problème réside dans la circulation des eaux dans les failles de la roche dont la section mouillée augmentera dans le temps suite au changement de températures et les variations de la vitesse de l'écoulement (variation du plan d'eau) qui

engendreront l'érosion de la roche et avec le temps c'est le glissement au niveau des berges et l'ouvrage sera en danger.

#### **7.4. Eutrophisation des retenues de barrages :**

Ces dernières années les rejets des eaux usées d'origine urbaine et industrielle ont augmenté dans les oueds. Ceci constitue une menace pour la qualité des ressources en eau dans les barrages. Plusieurs tronçons d'oueds sont déjà pollués (Tafna, Mekerra, Chellif, Soummam et Seybouse).

#### **7.5. Intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers :**

En Algérie, 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. Aujourd'hui, toutes les régions du littoral algérien (1200km) 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. [34]

### **Conclusion**

En Algérie, les ressources en eau sont caractérisées par un contexte naturel défavorable, accentué par des cycles de sécheresse prolongés engendrant une maîtrise insuffisante de la gestion de l'eau dans ses différents aspects (décalages dans la mobilisation de l'eau par rapport à la forte croissance des besoins au niveau des grands pôles urbains et industriels, pertes importantes dans les réseaux, multiplication des sources de pollution d'origine urbaine, industrielle et agricole, tarification inadaptée et mode de financement qui a atteint ses limites).

Toutes ces insuffisances font qu'aujourd'hui que l'alimentation en eau potable connaît une situation de crise face à laquelle l'Etat et les collectivités locales ont engagé, souvent dans l'urgence, des efforts conséquents de mobilisation d'eau et de réhabilitation des installations ainsi que des mesures organisationnelles pour mettre à niveau la gestion du service public de l'eau.[35]

Les solutions pour faire face à ce nombreux défis sont nécessairement multiples, et doivent être coordonnées de manière à tenir compte des logiques naturelles de reproduction de la ressource. Elles doivent être adaptées au contexte local, exigent de combiner des principes pas toujours faciles à appliquer (vérité des prix, droits d'usage, gestion communautaire), nécessitent la participation de toutes les parties prenantes (populations locales, puissance publique,

entreprise...), et ne doivent jamais perdre de vue que les politiques de l'eau doivent articuler autant que faire se peut gestion efficace de la ressource et solidarité envers les plus nécessiteux.

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 [36].

**Chapitre 3 :**  
modèle d'estimation  
et de prévision de la  
demande en eau

**Introduction :**

Au fil du temps, le développement rapide de la demande en eau pour les usages domestiques, industriels, touristiques et d'irrigation a rendu la gestion des systèmes d'alimentation en eau potable de plus en plus complexe pour répondre aux exigences et besoins multiples des abonnés tant dans le milieu urbain que dans le milieu rural. Il est donc apparu nécessaire de disposer de méthodes et d'outils performants permettant une approche systématique des problèmes et une maîtrise des systèmes complexes.

Dans ce cadre, la prévision de la demande en eau potable constitue une nécessité et une initiative d'importance capitale pour des fins de planification et de gestion efficaces. [37]

**1. La demande en eau potable :**

La **demande** est la requête d'une quantité d'eau exprimée par un usager. Celle-ci peut être estimée ou modélisée pour un environnement et un contexte climatique et socio-économique particulier. Selon les ressources disponibles, l'eau effectivement fournie et utilisée par l'utilisateur peut être inférieure ou supérieure à la demande, qui se retrouvera donc plus ou moins satisfaite.

**1.1. Les besoins en eau potable :**

Le **besoin** en eau est la notion de quantité d'eau la plus abstraite, souvent matérialisée par des standards. Les besoins en eau sont les volumes d'eau nécessaires aux différents usages correspondant au bien-être des activités humaines (besoins physiologiques, besoins essentiels, besoins culturels, besoins liés aux activités commerciales, agricoles, industrielles, etc.)<sup>1</sup>, ainsi qu'au fonctionnement de la nature (besoins nécessaires pour assurer les fonctions écologiques des hydro systèmes et le maintien de la biodiversité). [38]

**1.2. L'utilisation de l'eau :**

Entre irrigation, industrie et usage domestique, l'eau est le chaînon de toute une économie. Élément indissociable de la vie tant économique qu'industrielle ou sociale. Elle est à la croisée de diverses disciplines, ce bien attire bien des convoitises et représente parfois la cause de conflits entre certains pays. L'or bleu est aujourd'hui aussi bien discuté que l'or noir. Ses usagers sont divers aussi bien dans le secteur primaire que secondaire ou tertiaire. [39]

Les principaux secteurs utilisateurs de l'eau en Algérie sont : l'agriculture, l'industrie et le secteur domestique. [40].

**1.2.1. Utilisation pour l'agriculture :**

L'eau de l'irrigation provient des sources d'eau douce, de rivières, de barrages, de retenues collinaires ou encore de puits. Elle peut provenir aussi des eaux recyclées ou épurées. Les ressources hydriques représentent le cheval de bataille du secteur primaire. Indispensable aussi bien à l'arrosage de champs qu'à l'élevage d'animaux, la sécurité alimentaire reste fonction de cette variable [39]

C'est le volume d'eau utilisé principalement à des fins d'irrigation et accessoirement pour l'élevage et l'aquaculture. [40]

**1.2.2. Utilisation pour l'industrie :**

Présente dans les différents stades de la chaîne de fabrication. L'eau représente une des matières premières qui rentrent dans la composition d'un produit comme les boissons et les produits laitiers, elle est présentée aussi dans le processus de fabrication, aussi bien comme élément de refroidissement, que comme solvant dans l'entraînement des déchets. L'eau sert à arroser, rincer, cuire, et tempérer textiles, peaux, pâtes à papiers et produits alimentaires. Dans les centrales nucléaires, l'eau sous pression est utilisée pour refroidir le cœur des réacteurs [39]

C'est le volume d'eau utilisé par les industries. Cette catégorie comprend des usages variés tels que le processus de fabrication, le lavage, l'incorporation aux produits, le refroidissement, etc. [40]

**1.2.3. Utilisation pour le secteur domestique :**

L'eau est omniprésente dans nos foyers. Les ménages représentent les deuxièmes plus grands consommateurs d'eau douce après l'agriculture. Contrairement à cette dernière, l'usage de l'eau chez les ménages a plus que doublé en l'espace de 25 ans. [39]

**2. La prévision de la demande en eau potable :**

La prévision en eau consiste à établir un modèle qui permet d'évaluer la demande en eau future. La prévision de la demande en eau future peut être effectuée à court et long termes avec un pas de temps des calculs d'une année comme elle peut être effectuée à court ou à très court terme avec un pas de temps mensuel voire journalier. Dans le second cas de figure, la prévision sert d'outil de décision pour l'organisme de distribution et doit prendre en compte une composante de variation saisonnière de la demande en eau. Cette composante de variation saisonnière peut être ignorée dans le premier cas de figure (moyen et long termes) si la prévision a pour seul but de déterminer le programme d'investissement optimal de mobilisation

des ressources en eau, puisque ce qui importe dans ce cas précis c'est d'évaluer les volumes globaux à livrer annuellement par les ouvrages de mobilisation (barrages, nappes, sources .....Etc.). Dans le cas de dimensionnement des ouvrages hydraulique de transport et/ou de distribution d'eau, la composante de variation saisonnière est bien évidemment prise en compte, puisque les ouvrages doivent être dimensionnés pour faire face à la demande en eau de la journée(ou de la période) la plus chargée de l'année. [41]

En cas de surestimation de la demande, les infrastructures construites seront surdimensionnées et le coût du capital associé pèsera durablement sur les usagers, entraînant une augmentation du prix de l'eau. En cas de sous-estimation, il existe un risque de défaillance du système : le réseau risque de ne pas satisfaire la demande en période de pointe ou, en année exceptionnellement sèche, générer des pertes d'activité économique et bloquer la réalisation de projets de développement urbain (projets suspendus du fait de la contrainte eau). [42]

**Tableau III-1: les différents horizons temporels de la prévision de la demande en eau potable [45]**

<b>Horizon temporel</b>	<b>Finalité</b>
Très court terme (quelques jours, semaines)	Anticiper les pics de demande pour optimiser le pilotage du réseau (stockage, pompage, démarrage de station), la consommation d'énergie ou pour planifier la maintenance
Court terme (1-2ans)	Gestion tactique de l'utilisation d'un portefeuille de ressources pluriannuelles. Prévision des recettes et décision d'engager des dépenses de maintenance ou d'investissement (enjeu budgétaire) Ajustement de la tarification pour équilibrer le budget
Moyen terme (7-10 ans)	Phasage de la construction d'infrastructures Choix de politiques de tarification
Long terme (15-30 ans)	Dimensionnement des infrastructures principales (barrages, transfert, dessalement) de durée de vie importante

Les méthodes classiques les plus utilisées pour la prévision des demandes en eau potable en zone urbaine à moyen et long termes peuvent être classées en trois méthodes :

- 1- méthode tendancielle
- 2- méthode globale,
- 3- méthode analytique.

**2.1. Méthodes tendanciennes :**

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. On applique généralement un ajustement statistique (exponentiel ou linéaire), basé sur la méthode des moindres carrés.

Cette méthode ne peut bien évidemment être appliquée que lorsqu'on dispose d'une longue série de productions annuelles qui reflètent dans l'ensemble une progression régulière dans le temps. Elle sous-entend non seulement que la série des statistiques passées, est suffisamment homogène et bien corrélée pour confirmer une très nette tendance passée, mais également que les chiffres de production sont suffisamment faibles et traduisent effectivement la demande de l'agglomération et pas seulement l'offre que permettent les ressources mobilisées.

La méthode tendancielle ne peut pas être appliquée sur des séries courtes ni sur des séries hétérogènes où la production connaît des évolutions en dents de scie d'une année à l'autre. Une variation erratique de la production est la caractéristique principale d'une ville déficitaire où la production reflète non pas la demande mais l'offre (en volumes d'eau) qui a pu être faite aux usagers.

Cette méthode ignore les différentes composantes constituant la consommation d'eau d'une agglomération et évalue la production future sur la base des productions passées sans se préoccuper du rythme de développement spécifique à chacune des secteurs consommateurs d'eau (domestique, administrations, industries et tourisme). Sur le plan systémique, cette méthode considère par conséquent une agglomération comme une boîte noire qui consomme l'eau et dont on ne cherche pas à analyser dans le détail les différents composants.

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 et variations que peut connaître la demande en eau potable. De plus, la notion de prolongation de la tendance n'est pas dépourvue d'ambiguïté puisque selon l'importance accordée aux données statistiques récentes, l'évolution future peut suivre différents rythmes d'accroissement.

**2.2. Méthodes globales :**

La méthode globale quant à elle essaie de relier la production en eau potable à un facteur explicatif de la consommation. Il peut s'agir de la démographie ou du nombre d'abonnés par exemple la demande en eau potable est alors reliée au facteur explicatif (démographie ou nombre

d'abonnés) 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.

La prévision consiste alors à émettre des hypothèses sur l'évolution future de cette dotation sur la base des statistiques passées disponibles aussi bien en matière de production d'eau que de démographie ou du nombre d'abonnés.

### **2.3. Méthodes analytiques :**

La méthode analytique, méthode la plus utilisée actuellement, consiste en un modèle linéaire qui comporte plusieurs paramètres de base. Cette méthode a l'avantage d'analyser dans un premier temps, et de façon relativement fine, la structure passée de la consommation en eau de l'agglomération selon les volumes consommés par chaque catégorie de consommateur. Ce qui permet d'expliquer les raisons saillantes des évolutions passées des consommations en eau de l'agglomération selon les volumes consommés par chaque catégorie de consommateur. Ce qui permet d'expliquer les raisons saillantes des évolutions passées des consommations en eau par type d'utilisateur.

La variante de base de cette méthode prend en compte les paramètres principaux suivants (en situations passée, actuelle et future)

1. Démographie, taux de raccordement au réseau de distribution,
2. Nombre d'abonnés selon les différentes catégories d'utilisateur (domestique, administratif, industriel, point d'eau public, complexe touristique.. etc.)
3. Consommations unitaires par type d'utilisateur: consommation domestique (population raccordée au réseau et celle desservie par points d'eau publics), consommation administrative et municipale (établissements 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).
4. Les pertes d'eau et les rendements des ouvrages hydrauliques de production, d'adduction et de distribution. [41]

Il y a d'autres méthodes qui ont été développées et mises en œuvre par les acteurs de l'eau pour prévoir l'évolution future de la demande en eau. Nous distinguons :

**2.4. La méthode d'extrapolation temporelle :**

Cette méthode suppose que l'évolution future de la demande peut être déduite des tendances passées. La projection des tendances peut être appliquée globalement à l'échelle d'un service d'eau potable ou d'une région, ou être affinée en raisonnant par classes de consommateurs (usagers domestiques, secteur tertiaire, industrie) ou par secteurs géographiques. La capacité prédictive de ce type de méthode est cependant très limitée car ne pouvant pas rendre compte de l'évolution du contexte socio-économique (tarification, technologie, emploi, démographie et urbanisme) et de l'occurrence de ruptures par rapport au passé.

**2.5. La méthode basée sur une prévision de l'évolution globale du nombre d'usagers :**

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 ce ratio par le nombre d'habitants (ou de ménages) que le service est susceptible de desservir dans le futur. Les applications diffèrent principalement en fonction du niveau de décomposition de la demande qui est retenu pour réaliser les calculs :

— estimation globale : on estime un unique ratio de consommation en divisant la consommation totale de la commune par le nombre d'habitant ; la projection réalisée suppose implicitement que la consommation liée aux activités économiques (commerce, industries) et aux services publics (écoles, hôpitaux...) augmentera proportionnellement au nombre d'habitants ;

— estimation séparée de la demande domestique, de celle des usages publics (écoles, services publics...) et de la demande économique (commerces et industries) ; chacune de ces composantes de la demande peut à son tour être décomposée en sous catégories ; la demande domestique peut ainsi être estimée séparément pour l'habitat collectif et les maisons individuelles, pour les logements avec et sans compteurs, en utilisant des ratios de consommation différents pour chaque catégorie ; de même, la demande des usagers industriels et commerciaux peut faire l'objet d'une décomposition par branche d'activité. Les ratios de consommation peuvent être éventuellement considérés comme variables dans le temps, leur évolution future étant extrapolée à partir de l'observation des tendances passées.

**2.6. La méthode de modélisation des usages finaux :**

Cette méthode consiste à simuler finement les différents usages que les consommateurs font de l'eau potable pour évaluer leur consommation totale. Principalement appliquée à la consommation domestique, la démarche estime séparément les volumes des usages liés à l'hygiène corporelle (douches, lavabos...), à l'utilisation des sanitaires, des équipements électroménagers (lave-linge et lave-vaisselle), aux autres usages intérieurs (cuisine) et aux usages extérieurs (arrosage des jardins, remplissage des piscines). Le principal intérêt de cette méthode est de permettre de simuler l'effet à long terme de l'évolution de la technologie : performance de l'électroménager, réduction du volume des chasses d'eau, etc.

Il s'agit donc de modèles plus prospectifs, permettant de simuler l'effet de politiques d'incitation aux économies d'eau. Cette capacité prospective reste cependant limitée par l'impossibilité d'intégrer l'effet de tous les facteurs déterminants, comme l'évolution du prix de l'eau, les changements de caractéristiques économiques de la population, etc. Cette méthode est utilisée depuis une dizaine d'années par les compagnies d'eau d'Angleterre et du Pays de Galles.

**2.7. Les modèles statistiques multi-variés :**

Cette méthode consiste à construire un modèle statistique établissant une relation numérique entre consommation unitaire d'une part (variable expliquée) et un ensemble de variables explicatives d'autre part. Les principales variables explicatives sont le prix de l'eau, 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. . Le modèle est généralement établi en utilisant des données de panel, c'est-à-dire un échantillon de communes pour lesquelles on dispose de données sur cinq à dix ans. Le modèle peut ensuite être utilisé en prédiction pour calculer la demande à laquelle conduirait une évolution hypothétique des variables explicatives, en supposant que les coefficients du modèle, estimés sur une chronique passée, restent valables pour la période future considérée.

**2.8. L'estimation basée sur les prévisions d'urbanisation et d'occupation du sol :**

Cette méthode consiste à baser l'estimation de la demande future en eau potable sur les prévisions en matière de construction de logements, définies dans les documents de planification urbaine. 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.

## **2.9. Les méthodes hybrides :**

Les méthodes décrites ci-dessus peuvent être combinées, notamment dans des outils logiciels spécifiques. Citons par exemple le logiciel IWR-MAIN, développé et utilisé aux États-Unis, dont le fonctionnement repose sur un modèle statistique très élaboré qui décompose très finement la demande par secteur d'activité (industriel et commercial). Le logiciel intègre également une modélisation des usages finaux permettant de simuler l'effet de politiques volontaristes en matière d'économie d'eau. Le cas de la métropole de Los Angeles présenté dans la suite de cet article illustre ce type de méthodes hybrides. La mise en œuvre de ces différentes méthodes suppose des niveaux d'investissement technique (données, logiciels, compétences) et financier très différents. 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 ou des durées d'amortissement de plusieurs

Décennies. [43]

## **3. Présentation de la zone d'étude :**

### **3.1. Situation géographique :**

La wilaya de Mila est issue du découpage administratif de 1984, située à l'Est algérien, à 400 km de la capitale Alger. Elle s'étend sur une superficie de 3407,60 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au nord par les wilayas de Jijel et Skikda, à l'Est par la wilaya de Constantine, à l'Ouest par la wilaya de Sétif et au Sud par la wilaya de Batna et d'Oum El Bouaghi.

Elle composée de 32 communes et 13 daïra. Et une population globale de l'ordre de 926 751habitants au 2019 (ADE).



Figure III-1: la wilaya de Mila limite administrative

### 3.2. Reliefs :

Prenant une grande partie du bassin versant, la région se caractérise par un espace géographique très diversifié avec un relief complexe et irrégulier et profondément disséqué par un réseau hydrographique dense. Une certaine polarité donc biogéographique se greffe à cette complexité du relief : du Sud vers le Nord on passe vers un domaine méditerranéen marqué par des espèces caractéristiques (chêne liège, chêne zeen, bruyère). Cependant, on distingue trois espaces différents dans la région : un espace montagneux, un espace de piedmonts et de collines et un espace de hautes plaines.

**L'espace montagneux** : formé d'une succession de massifs montagneux (massifs Telliens) et caractérisé essentiellement par un relief accidenté et des sols érodés. Concernant la configuration du relief, on distingue deux grandes unités géomorphologiques :

- Les hauts piedmonts au centre Ouest avec une pente allant de 12,5 à 25%.

- Montagne pour le reste de la région et dont la pente est généralement supérieure à 25%.

**L'espace de piedmonts et de collines :** constituant la région centrale du piedmont Sud Tellien, l'espace de piedmonts et de collines présente des altitudes très élevées comprise entre 500 et 800 m. Il est composé par :

- Les plaines intra montagneuses dont l'altitude moyenne est de 400 m.
- Les collines et les piedmonts situés dans la partie Est de la wilaya et qui sont limités au Nord par la région montagneuse. Au Sud, ils forment la limite des hautes plaines.

Il s'agit de collines présentant un relief montagneux très désordonné.

- La région des hauts piedmonts qui forment au Nord-Ouest le prolongement des reliefs telliens, concerne la dépression de Ferdjioua et Oued Enja.

- La dépression de Mila formée par un ensemble de basses collines (de 500 à 600 mètres d'altitude) et de massifs isolés (massif de Ahmed Rachedi).

**L'espace Sud des hautes plaines :** Dans cette région Sud de la wilaya, dont l'altitude moyenne est généralement comprise entre **800** et **900** m émergent des massifs montagneux isolés tels que :

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| Kef Lebioud 1.408 m,     | Kef Isserame 1.726 m,   |
| Djebel Tariolet 1.285 m, | Djebel Gherour 1.271 m, |
| Djebel Grouz 1.187 m,    | Djebel Lehmam 1.237 m,  |
| Djebel Méziout 1.127 m,  | Djebel Tarkia 1.066 m.  |

Les deux unités géomorphologiques (plaines et glacés) occupent la majorité de la surface de l'espace avec une faible pente comprise entre 0 et 3% (plaines) et une pente comprise entre 3 et 12% (bas piedmonts). [44]

### **3.3. Les ressources en eau :**

La wilaya abrite un important réseau hydrographique composé de rivières et de barrage : Barrage beni Haroun, barrage oued el athmania, et barrage oued seguèn.

Les rivières: oueds rhumel, oued Nadja (oued el-kabir) sont les principales sources d'alimentation du barrage de bni Haroun [DPAT]

**Tableau III-2: production annuelle d'eau de la wilaya de Mila.**

Nature de la ressource	2017	2018	2019
Surface (m <sup>3</sup> )	2870	3464	4441
Souterraines (m3)	928	474	634
Dessalement	0	0	0
Total (m <sup>3</sup> )	3798	3938	5075

(Source : ADE MILA 2019)

**Tableau III-3: volume distribué**

<b>Année</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>Volume distribué (M<sup>3</sup>)</b>	<b>3356</b>	<b>3300</b>	<b>3933</b>

(Source : ADE MILA 2019)

**3.3.1. Points de production de l'eau :**

**Tableau III-4: les points de production de l'eau de la ville de Mila (mai 2020)**

Ressources	Forages ain tinne		Station de pompage		Source		Réservoirs	
	marche	Arrêt	marche	Arrêt	marche	Arrêt	marche	Arrêt
<b>Mila</b>	Forage	Forage	02	/	00	01	11	01

(Source : ADE 2019)

**3.3.2. Production par point d'eau :**

**Tableau III-5: volume produit par les points d'eau (mai 2020)**

	Points d'eau	Volume produit (M <sup>3</sup> /mois)
Mila	Ain-tinn	88 680
	Lamkhoed + sidi khanano	11 730
	App : BBH	403 000
	Total	414730

(Source : ADE 2019)

**3.3.3. Barrage de béni Haroun :**

Le barrage de Bni-Haroun à été réalisé en 2007 avec trop de difficultés rencontrées à la cour de la réalisation par l'entreprise Espagnole DRAGADOS. Il est implanté au point d'exutoire du bassin versant El Rhumel Elkibir pour la rétention les eaux de l'oued El Rhumel et oued Elkibir. [45]

Le complexe hydraulique de Béni Haroun demeure une réalisation stratégique majeure dans le programme du développement du secteur des ressources en eau. Cet énorme édifice, érigé sur le territoire de la wilaya de Mila, représente aussi le sésame tant attendu et un atout

maître pour le Constantinois et les Aurès dans la mesure où les infrastructures complémentaires programmées, ont prolongé leurs tentacules vers les wilayas de Jijel, de Constantine, d'Oum El Bouaghi, de Batna ainsi que vers des régions limitrophes ayant souffert le martyre quant à l'alimentation en eau potable, notamment en période estivale.

A ce titre, cette source vitale est destinée à près de quatre millions d'habitants répartis sur le territoire de cinq wilayas. En sus, il permettra l'irrigation de plus de 400.000 hectares allant ainsi jusqu'aux plaines de Téléghma, Remila, Ouled Fadel, Chemora, Batna et Aïn Touta. Sur le plan technique, ce barrage atteint les 120 m de hauteur à partir des fondations, une longueur de 710 m en crête avec une capacité de retenue normale de 960 millions m<sup>3</sup>. Ce grand site comprend deux barrages principaux: le Boussiba et le Béni Haroun. Ce dernier situé au cœur du complexe hydraulique conçu en BCR (béton compact roulé) selon une nouvelle technique de réalisation des barrages (créée en 1980), est d'une capacité de 960 millions de m<sup>3</sup>. Ses travaux ont été achevés en 2004 et à ce jour, il emmagasine un volume de 420 millions de m<sup>3</sup>.

En outre, sa consistance physique comprend 3 barrages réservoirs: Oued Athmania, Koudiat Medouar et Ourkis d'une capacité respective de 35, 62 et 65 millions de m<sup>3</sup>. Le fameux site de Béni Haroun se compose également de trois stations de pompage d'eau brute de grande capacité. La plus importante, précisons-le, est celle de Béni Haroun considérée comme l'une des plus grandes de la planète. D'une puissance de 180 mW, elle refoule un débit de 23 m<sup>3</sup>/s, soit plus de 1,5 million de m<sup>3</sup> par jour, sur une hauteur de 800 m. En second lieu arrive le barrage de Bled Yousef (Oued El Athmania). Sa mise en service a débuté au mois d'août 2003.

S'agissant du transfert de l'eau potable du barrage de Béni Haroun à celui de Oued Athmania, totalement achevé et mis en eau, il est à noter que les travaux sont achevés et la conduite a été mise en service depuis juillet 2007. Le transfert quotidien, indique-t-on est de 600.000 m<sup>3</sup>. Un soulagement pour les populations concernées. Les eaux du second ouvrage, celui du barrage de Boussaïbia, seront réparties entre l'alimentation en eau potable d'El Milia et l'appoint au remplissage du barrage de Béni Haroun. [46]

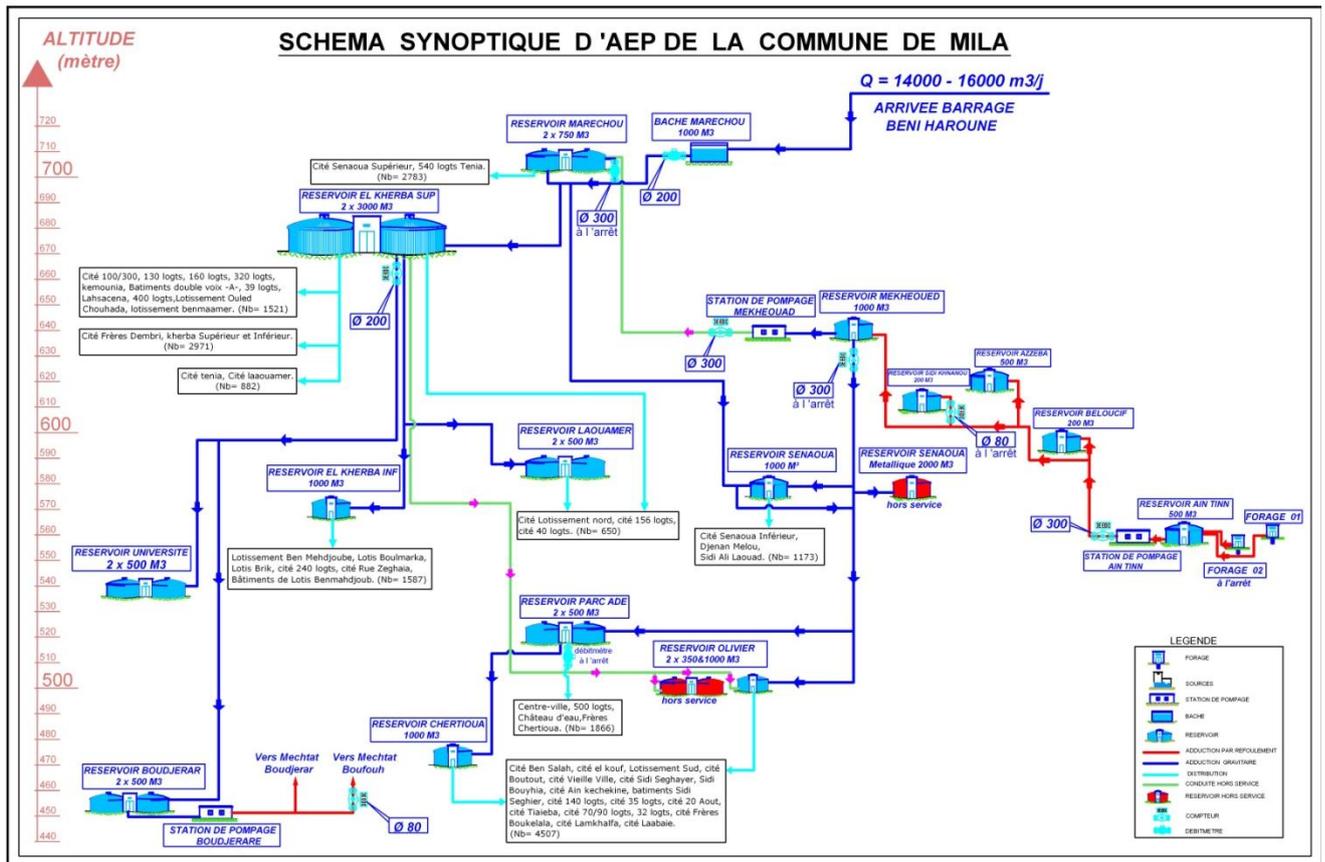


Figure III-2 : schéma synoptique d'AEP de la commune de Mila par barrage de Bni Haroun. (Source : ADE 2019)



Figure III-3: alimentation en eau potable des villes de Mila, Constantine et les régions avoisinantes à partir du transfert de bni Haroun. (Source : ADE 2019)

**3.4. Le climat :****3.4.1. Précipitations :**

Les précipitations sont des facteurs climatiques essentiels en ce qui concerne le cycle écologique, le régime hydrographique et l'activité agricole. La variation de précipitations annuelles est le fait marquant dans cette wilaya. La pluviométrie à Mila est inégalement répartie à travers les mois de l'année et les précipitations sont, naturellement, cantonnées dans le semestre frais qui débute en Novembre et se termine en Mars. Le manque ou l'abondance des précipitations agissent sensiblement sur les réserves en eau ; quantités mobilisées et quantités exploitées. La sécheresse agit directement sur le comportement de la population de cette zone. Les données du climat de cette zone nous montrent une répartition de précipitations très inégale dans l'espace et le temps :

- un gradient pluviométrique nord-sud ;
- une variation interannuelle marquant le trait du climat méditerranéen
- une variation sous l'effet de l'orographie : le nord montagneux reçoit une pluviométrie de 1161mm/an, cette quantité considérable favorisant le maintien et le développement d'une économie agro-sylvo-pastorale. Les bassins de l'intérieur reçoivent une lame d'eau qui varie entre 500 et 650 mm/an. Cela demeure favorable à la céréaliculture en sec. [47]

Le régime pluviométrique est caractérisé par une irrégularité intra et interannuelle, souvent la torrencialité des averses. La concentration des pluies est sur une part assez courte de l'année. Mais de manière générale, les précipitations décroissent du Nord au Sud de la région.

· L'espace Nord appartient à l'étage bioclimatique sub-humide. C'est la partie bien arrosée et caractérisée par un niveau de précipitations variant de **600 à 700** mm/an.

· L'espace de piedmonts et de collines est caractérisé par un climat favorable avec des précipitations qui varient entre **400 et 600** mm/an. Mais compte tenu des altitudes élevées, la gelée est généralement importante en hiver. Cet espace appartient à l'étage bioclimatique sub-humide

· L'espace Sud des hautes plaines se caractérise par une pluviométrie annuelle moyenne de **350** mm, bien répartie sur l'ensemble de l'année à l'exception de la période estivale qui s'étale de juin à septembre.

**Tableau III-6: précipitations moyennes mensuelles de la région de Mila**

Mois	Jan	fév	Mar	avr	mai	jun	jui	aout	sept	oct	Nov	Déc
P (mm)	80,37	88,1	82,83	50,51	39,35	15,49	10,97	17,39	28,99	42,56	65,36	74,16

(Source : Station météorologique de Ain tinne, 2009 à 2018).

**3.4.2. Température :**

Le climat de la wilaya est de type méditerranéen, il est globalement caractérisé par deux saisons nettement distinctes :

- L'une humide et pluvieuse s'étendant de novembre à avril.
- L'autre chaud et sec allant de mai à octobre. [44]

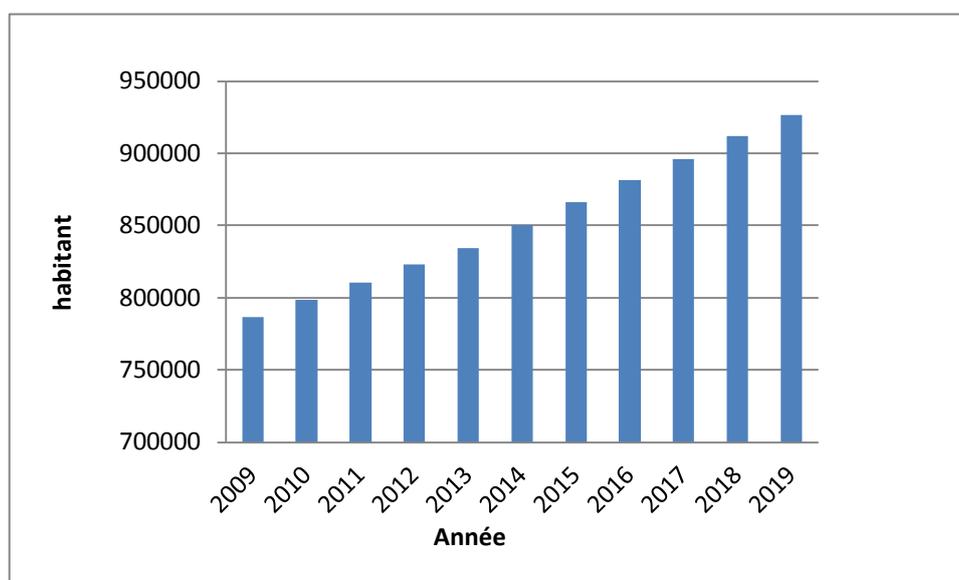
**Tableau III-7: température moyenne mensuelle de la région de Mila**

Moins	Jan	fév	Mar	Avr	mai	jun	Jui	Aout	sept	oct	Nov	déc
T(c)	8,39	8,40	11,87	14,41	17,68	22,60	26,80	26,74	22,16	18,6	12,60	9,5

(Source : Station météorologique de Ain tinne, 2009 à 2018).

**3.5. La population :**

En 1998, la population de la wilaya de Mila est de 674480 habitants. En 2009, l'effectif remonte rapidement à 786941 habitants. En 2019 on dénombre une population de 926751 habitants. Cela reflète une évolution rapide consécutive d'une mutation-économique.



**Figure III-4 : Evaluation de population de la wilaya de Mila (2009-2019), (Source: DPAT)**

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. [2]

L'échantillon de la population choisi dans ce travail est pris du chef lieu de la ville de Mila, il s'agit de plusieurs quartiers alimentés 24h/24h par l'ADE, et des quartiers alimentés un certain temps dans les jours, A partir de 10 réservoir de stockage rempli par deux Source d'alimentation (barrage de Bni Haroun et forage Ain Tinn).

**Tableau III-8: Programme de Distribution centre Mila**

Centre	Zone de Distribution	Réservoirs de Stockage	Source d'alimentation	Fréquence de distribution	Plage horaire	Quartiers et cités desservis
	Zone 01	R. 1000m <sup>3</sup> (château d'eau Oliviers + R 1000m <sup>3</sup> (F.chertiou a))	BBH	24 H	/	Cité Ben Salah, cité el kouf, Lotissement Nord, cité Boutout, cité Vieille Ville, cité Sidi Seghayer, Sidi Bouyhia, cité Ain kechekine, batiments Sidi Seghier, cité 140 logts, cité 35 logts, cité 20 Aout, cité Tiaieba, cité 70/90 logts, 32 logts, cité Frères Boukelala, cité Lamkhalfa, cité Laabaie. <b>(NB Ab = 4540)</b>
	Zone 02	R 2x500 m <sup>3</sup> (Parc)	BBH	Chaque jour	07 <sup>h</sup> 00 à 13 <sup>h</sup> 30	Centre-ville, cité 500 logts, cité Château d'eau, cité Frères Chertioua. <b>(NB Ab = 2273)</b>
	Zone 03	R 2x500 m <sup>3</sup> (Laaouamer)	BBH	Chaque jour	07 <sup>h</sup> 00 à 10 <sup>h</sup> 30	Cité Lotissement sud, cité 150 logts, cité 40 logts, cité 60 logts, Cité Chouhada, Cité Lahsasna. <b>(NB Ab = 738)</b>
	Zone 04	R 2x3000 m <sup>3</sup>	BBH	01 jour/2	07 <sup>h</sup> 00 à	Cité 100/300, cité 130 logts, cité 160

		(Elkherba)			10 <sup>h</sup> 30	logts, cité 320 logts, cité kemounia, lotissement ben maamer. <b>(NB Ab = 1529)</b>
	Zone 05	R 2x3000 m <sup>3</sup> (Elkherba)	BBH	01 jour/2	04 <sup>h</sup> 00 à 09 <sup>h</sup> 00	Cité Frères Dembri, cité kherba Supérieur et Inférieur. <b>(NB Ab = 3089)</b>
	Zone 06	R 2x3000 m <sup>3</sup> (Elkherba)	BBH	01 jour/2	04 <sup>h</sup> 00 à 07 <sup>h</sup> 00	Cité tenia, Cité laaouamer. <b>(NB Ab = 1308)</b>
	Zone 07	R 1000 m <sup>3</sup> (Elkherba)	BBH	01 jour/2	06 <sup>h</sup> 00 à 12 <sup>h</sup> 00	Lotissement Ben Mehdjoub, Lotis Boulmarka, Lots Brik, cité 240 logts, cité Rue Zeghaia, Bâtiments de Lotis Benmahdjoub. <b>(NB Ab = 1287)</b>
	Zone 08	R 2x750 m <sup>3</sup> (Marechou) + 1000 m <sup>3</sup>	BBH	Chaque jour	07 <sup>h</sup> 00 à 10 <sup>h</sup> 00	Cité Senaoua Supérieur. <b>(NB Ab = 2773)</b>
	Zone 09	R.1000 m <sup>3</sup> (Sennaoua)	BBH + forage Ain Tinn	01 jour/2	08 <sup>h</sup> 00 à 11 <sup>h</sup> 00	Cité Senaoua Inférieur, cité Djenan Melou, Mehta khelfaoui. <b>(NB Ab = 1073)</b>

H24 = 24 %	Chaque jour = 31 %	01J/2 = 45 %
------------	--------------------	--------------

(Source : ADE 2019)

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

**Tableau III-9:caractéristique de l'échantillon (2019).**

	Habitant desservie	Volume produit (m <sup>3</sup> /J)	Dotation (l/j/hab)
Ville de Mila	78 976	39 590	153

(Source : ADE 2019).

#### **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'usagers
- ❖ Méthode analytique par La méthode statistique multi variée.

##### **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 Mila sur une série de données « population-volume desservie » de dix ans (2009-2019).

**Tableau III-10 : population et volume desservie (2009-2019)**

<b>Année</b>	<b>V prod (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V dis (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Population total (hab)</b>	<b>Population desservie (hab)</b>
2009	6 699 823	4 019 893	69 823	67 823
2010	7 997 198	5 198 178	70 671	68 421
2011	7 602 998	4 941 948	71 476	69 226
2012	7 966 998	4 780 799	72 044	70 294
2013	6 856 306	3 770 998	73 154	70 654
2014	5 840 350	3 504 210	73 773	71 723
2015	5 965 563	3 877 635	75 977	73 277
2016	6 081 216	4 864 973	76 067	74 067
2017	5 200 562	4 160 449	78 891	76 141
2018	4 931 062	4 437 956	79 625	76 170
2019	5 296 063	4 766 546	80 293	78 976

(Source : ADE Mila 2019)

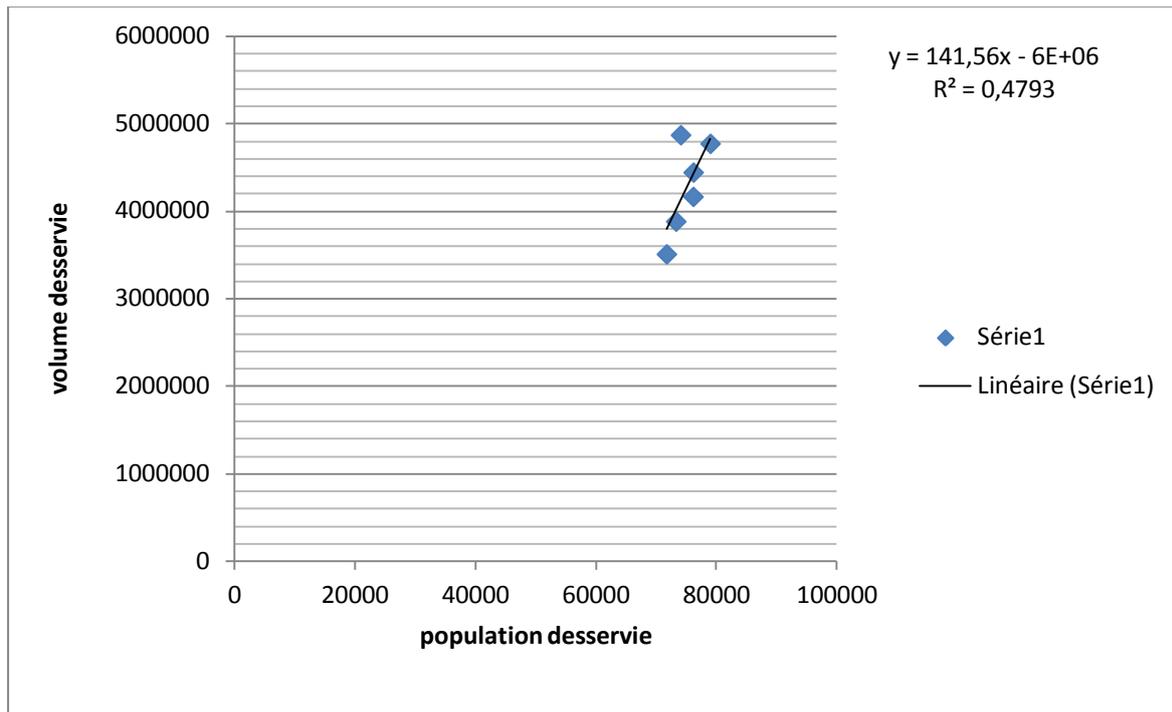


Figure III-5: population est le volume desserve (2014-2019)

Ce graphe représente le volume desservi par l’ADE pour la population de la ville de Mila pendant les années de 2014 à 2019.

L’extrapolation est un calcul qui consiste également à estimer la valeur inconnue d’une des deux variables étudiées. Ce calcul est réalisé en dehors du domaine d’étude fourni par l’échantillon en utilisant le modèle mathématique obtenu, on fait l’étude afin de connaître l’équation qui régit l’évolution d’une série de données. L’équation doit être de la forme :

$$Y = A.X + B$$

La série qu’on dispose s’évalue suivant la fonction :

$$Y = 141.56 * X - 6 * 10^6$$

Tableau III-11: le calcul des besoins de l’échantillon dans les futurs horizons.

Année	Population desservie (hab)	Volume distribué (m³)	Dotation (m³/ha /an)	Dotation (l/hab /j)
2019	78976	4822989.32	61	167
2025	84195	5561904.21	66	181
2030	89545	6319087.41	71	193
2035	94894	7076270.62	75	204
2040	100243	7833453.83	78	214
2045	105592	8590637.03	81	222

**Conclusion :** Après l'application de la méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle nous avons obtenu les résultats suivants l'échantillon d'étude atteindra à l'horizon 2045 les 105592 hab, il aura besoin d'un volume de 8590637.03 m<sup>3</sup> par année, telle que la dotation sera 222 l/j/hab.

**4.2.    Calcul par la méthode globale par le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'usagers :**

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).

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 :

$$P_n = P_0 [1 + \tau]^n$$

Avec :

- P n : nombre d'habitants futurs prise à l'horizon 2045 (hab.).
- P0 : nombre d'habitants de l'année de référence (hab.).
- n : nombres d'années séparant l'année de référence a l'horizon considéré.
- τ : taux d'accroissement annuel de la population, celui de la ville de Mila à τ =1.45 (DPAT 2019).

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

**Tableau III-12:Evolution démographique de l'échantillon.**

horizons villes	Actuel	Court terme	Moyen terme		Longe terme	
	2019	2025	2030	2035	2040	2045
échantillon	80304	87549	94083	101105	108651	116760

D'après l'application de la première méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle, la dotation de la ville de Mila est prévis de 222 l/hab/j pour l'horizon 2045.

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

$$Q_{\text{moy j}} = \frac{Q_i \times N_i}{1000}$$

Avec :

- $Q_{\text{moy j}}$  : consommation moyenne journalière en m<sup>3</sup> /j.
- $Q_i$  : dotation moyenne journalière en l/j/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-13: la consommation domestique de l'échantillon**

Horizon	2019				2045			
	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	80304	163	13089,6	151,5	116760	222	25921	300

**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 2045 les 116760 hab avec un taux d'accroissement de 1.45 % et il aura besoin d'un volume de 300 l/s, qui est équivalent à 25921 m<sup>3</sup>/j, avec une dotation de 222 l/s.

#### 4.3. Les modèles statistiques multi variés :

L'analyse multi variée regroupe les méthodes statistiques qui s'attachent à l'observation et au traitement simultané de plusieurs variables statistiques en vue d'en dégager une information synthétique pertinente. Les deux grandes catégories de méthodes d'analyse statistique multi variées sont, d'une part, les méthodes dites descriptives et, d'autre part, les méthodes dites explicatives. Les méthodes descriptives ont pour objectif d'aider à structurer et résumer un ensemble de données issues de plusieurs variables, sans privilégier particulièrement l'une de ces variables. Toutes les variables sont donc prises en compte au même niveau. Les traitements et représentations graphiques visent à apporter une vision globale la plus exacte possible de l'ensemble des données analysées, en minimisant la déperdition d'information. Les méthodes descriptives d'analyse multi variée les plus utilisées dans le traitement des enquêtes. [42]

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.

**4.3.1. Evolution de la population**

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

On commence par le classement de l'agglomération, la ville de Mila appartient à la strate S6 selon la classification faite par « l'étude d'actualisation du plan national ».

**Tableau III-14: Nomenclature des strates de population**

Strates	Classe de population		Agglomération à dominante
	100 000	< population	
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 : Boukamoum M 2016)

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-15: les taux d'accroissement**

S6	50 000 ≤ hab		REGION NORD		
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 : Boukamoum M 2016)

Le choix des taux d'accroissement des horizons futurs est basé sur le taux d'accroissement passé. La ville de Mila avait un taux d'accroissement de 1.07% en 2008(DPAT), du tableau 13 on maintient pour les taux d'accroissements suivants (tableau 14) pour faire la projection de la population de l'échantillon :

**Tableau III-16: les taux d'accroissement de l'échantillon**

Horizon	2008	2008/2010	2010/2015	2015/2020	2020/2025	2025/2030
Taux	1.07	1.5	2	2	1.8	1.5

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

**Tableau III-17: l'évolution de population de l'échantillon**

Horizons villes	Actuel	Courte terme	Moyenne terme	Longe terme
-----------------	--------	--------------	---------------	-------------

**Chapitre 3 :                      *modèle d'estimation et de prévision de la demande en eau***

---

	2019	2025	2030	2035	2040	2045
Echantillon	80304	89 377	94 595	101 905	109 781	118 5

**4.3.2. Dotation**

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

a) 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-18: Dotation par l'hypothèse tendancielle**

Hypothèse 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	2030
M�tropolles (SPE)	170	179	187	196	204	179	187	196	205	214	196	205	215	225	235
M�tropolles	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 population agglomérée	121	125	133	143	155	118	123	131	145	160	126	132	140	154	171
Eparce	60	60	60	60	60	63	63	63	63	63	69	69	69	69	69

(Source : Boukamoum M.2016)

b) 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 maitrise de l'évolution de la dotation sur l'ensemble du territoire.

**Tableau III-19 : Dotation par l'hypothèse volontariste**

Hypothèse 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	2030
Métropoles (SPE)	170	170	162	153	145	179	179	170	161	152	196	196	186	176	235
Métropoles	144	144	136	136	128	151	151	143	143	134	166	166	156	156	221
Urbain sup	128	128	120	120	120	134	134	126	126	126	147	147	138	138	190
Urbain	112	112	105	98	98	118	118	110	103	103	129	129	121	113	177
Semi urbain	108	108	101	95	95	113	113	106	99	99	124	124	116	109	155
Semi rural	94	94	88	88	88	98	98	92	92	92	108	108	101	101	144
Rural aggloméré	81	81	81	81	81	85	85	85	85	85	93	93	93	93	119
Dotation moyenne population agglomérée	121	121	114	109	108	118	119	113	110	110	126	128	121	117	171
Eparce	60	60	60	60	60	63	63	63	63	63	69	69	69	69	69

(Source : Boukamoum M.2016)

**4.3.3. 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-20: coefficient de majoration climatique**

Région	Taux de majoration
Région Nord	<b>0</b>
Région Haut Plateaux	<b>5</b>
Région Sud	<b>15</b>

(Source : Boukamoum M.2016)

Les valeurs des dotations pour chaque horizon sont prises dans les tableaux Mila appartient aux métropoles (SPE) des régions des nord, le calcul des besoins par les deux dotations est dans ce qui suit :



tand = 24126.06 m<sup>3</sup> respectivement), la plus petite consommation est par la volontariste (C3, vol = 17148.42 m<sup>3</sup>).

➤        **Dotation**

La méthode d'extrapolation temporelle, La méthode globale et la méthode multi-variée tendancielle donnent des dotations supérieures à la dotation universelle 170 l/j/hab (222 et 204l/j/hab respectivement), ce qui est bien, pour la dernière méthode (la méthode multi variée volontariste) qui donnent par contre une dotation un peu faible par rapport à la norme (145 l/j/hab).

**6. Interprétation :**

❖        La méthode N°1 :

La méthode tendancielle par L'extrapolation temporelle    Cette méthode suppose que l'évolution future de la demande peut être déduite de tendances passées, Il faut noter que cette extrapolation est appliquée sur une série de données issues des informations de l'ADE de Mila. Donne une estimation minimale 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 222 l/hab./j répondes aux besoins journaliers d'un consommateur mais le nombre de population estime par cette méthode n'est pas conforme avec le développement technologique et l'amélioration du niveau social.

❖        La méthode N°2 :

Le modèle qui prévoit l'évaluation globale du nombre d'usagers » donne la plus grande consommation journalière (25921 m<sup>3</sup>) et pour le nombre d'habitants (116760 hab.). Mais cette méthode ne prend pas en considération les facteurs influençant sur la consommation par exemple les habitudes de consommation, la dotation proposée est de 222 l/hab./j pour l'horizon 2045 alors que la dotation à l'horizon actuel est de 145 l/hab./jour (l'information est trouvée par l'ADE Mila à partir du volume desservi et du nombre d'abonnés), cette méthode est donne un résultat acceptable.

❖        La méthode N°3 :

La méthode statistique multi varie prend en considération le changement climatique et le changement des habitudes des populations qui résultent du développement technologique et socioculturel.

Donne la plus grande estimation de nombra d'habitante (118 265 hab), elle donne la plus grande consommation si on calcule par la voie tendancielle (24 126.05 m<sup>3</sup>) et la consommation

journalière par individu est estimée à 204 l/hab./j pour l'horizon 2045, ce qui est acceptable si on compare avec la dotation actuelle qui est de 145 l/hab./j, une augmentation de 59 l/h/j pendant 26 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.

La plus faible que celle par la voie volontariste (17 148.42 m<sup>3</sup>), et donne une consommation journalière par individu (145 l/j/hab) n'est pas acceptable puisque consommation journalière par individu actuellement (145 l/j/hab).

**Conclusion :**

Après l'application de trois méthodes de prévision de la demande en eau potable :

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

Sur un échantillon (ville de Mila) de 80304 hab et en consommation journalière par individu (145 l/j/hab), la méthode statistique multi variée par la voie tendancielle 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 Mila.

# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale :**

À travers de ce mémoire de fin d'étude de master, nous avons abordé les méthodes de contribution et la prévision de la demande en eau. Nous sommes arrivés en premièrement les problématiques des ressources en eau telle que le changement climatique, la pollution et la dégradation de cette ressource ...etc. aussi les paramètres influencent sur la demande en eau comme le développement de population et économique, la rareté et la répartition inégale des ressources en eau....etc.

Les problématiques de l'eau est indissociable de la question du développement durable, dans la mesure où l'eau doit répondre au besoin des générations actuelles sans hypothéquer la capacité des générations futures.

Pour répondre à ce besoin suivre un programme de gestion de l'eau par l'estimation des besoins futurs de l'eau à travers l'application des différentes méthodes de prévision de la demande en eau future.

Les besoins ont été calculés par trois approches différentes :

- Méthode tendancielle par l'extrapolation temporelle.
- Méthode globale par le modèle qui prévoit l'évolution globale du nombre d'usage.
- Méthode analytique par la méthode statistique multi variée.

Afin de connaître la méthode la plus fiable en Algérie, nous avons pris un échantillon de la population de la ville de Mila avec un nombre d'habitants de 80 304 hab, et une consommation journalière par individu (145 l/j/hab) à l'horizon de 2019.

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'habitants à l'horizon 2045 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.

# **Références Bibliographiques**

## **Références Bibliographiques**

- [1]\_ Ahmed k. Ratiba M., Naoual B., 2008.de l'eau pour un développement durable : enjeux et stratégies. Revue des sciences de l'eau Journal of Water Science. Volume 21, numéro 2 : page 251.
- [2]\_ Meriem B, 2016.contribution a la prévision de la demande en eau en Algérie (application sur l'agglomération de Sétif). Mémoire de master : hydraulique urbaine. Ecole national supérieure d'hydraulique-Arbaoui Abdellah, page [1,7 ,16,32]
- [3]\_ société publique de gestion de l'eau, l'eau dans le monde. <http://www.spge.be/fr/l-eau-dans-le-monde.html?IDC=1300>
- [4]\_ Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.2015.Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise". Page 8
- [5]\_ GLOBAL WATER PARTNERSHIP.2000. La gestion intégrée des ressources en eau. Partenariat mondial pour l'eau, n°4 : Pag 6
- [6]\_ Taylour P., Gabrielli E, le soutien de l'agence canadienne pour le développement (ACDI), dans cadre de l'initiative canadienne (PAWD), programme pour le développement de l'eau en Afrique.2005. Plans de gestion intégrée des ressources en eau. Cap- net. Module de formation, Pag 7
- [7]\_ BENSAOULA F., ADJIM M., 2008. Mobilisation des ressources en eau : contexte climatique et contraintes socio-économiques (cas de la wilaya de Tlemcen). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 07, page 80
- [8]\_ Agence du Bassin Hydraulique de la Moulouya.2017. Mobilisation des ressources en eau ;<http://www.abhmoulouya.ma/Activites/ArticleID/14/Mobilisation-des-ressources-en-eau>
- [9]\_ BOUBOU N., BOUZIANI., MALIKI S .2014. La crise de l'eau : entre réalité, enjeu et perspectives. Maitre assistante en Management à l'École Nationale Polytechnique d'Oran et doctorante à l'Université de Tlemcen. N°10, page 196-197.
- [10]\_ GLOBAL WATER PARTNERSHIP.2000. La gestion intégrée des ressources en eau. Partenariat mondial pour l'eau, n°4 : Pag 9

- [11]\_ Kherbache N ,2014.la problématique de l'eau en Algérie : enjeux et contraint Mémoire de magister : Economie et géographie. Université Abderrahmane mira(Bejaia), page ( 43 , 44 La,46 ,47 , 48, 49).
- [12]\_ Messahel M., Benhafid M. gestion du service public de l'eau potable et de l'assainissement en Algérie. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique. Page 55
- [13]\_ Akli S, économie des ressources en eau en Algérie : quelle place pour la gestion de la demande et quel impacte sur l'économie de l'eau ? Application au bassin côtier algérois 02A.thèses de doctorat : sciences agronomiques. Alger, page 20-21
- [14]\_ Souad M., Souad M., 2017.Gestion durable de l'eau potable et industrielle dans la commune de Tizi-Ouzou Application à l'ADE et à l'ONA. Mémoire de master : Management Territorial et Ingénierie de Projets. UNIVERSITE mouloud mammeri de tizi ouzou, Pag : [29-31]
- [15]\_ KADI A.1997. La gestion de l'eau en Algérie. Hydrologique Sciences Journal 42(2) :p191
- [16]\_ Souak F LA POLITIQUE DE L'EAU EN ALGERIE : VALORISATION ET DEVELOPPEMENT DURABLE. Maitre de conférences à l'ENSSEA (ex INPS), Pag [108-111]
- [17]\_ Rimini B. 2010.la problématique de l'eau en Algérie du nord. Larhyss journal, ISSN1112-3680, n<sup>o</sup>08, page 2.
- [18]\_ BENBLIDIA M, 2011.l'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique. Plan bleu centre d'activités régionales PNUE/ PAM, page 5
- [19]\_ Bouziani ., Boubou N .,Maliki S. innovations technologiques et gestion de l'eau en Algérie : la maitrise de la demande . Cahiers du Mecas, n<sup>o</sup>5, Pag 28
- [20]\_ Oulmane A, 2018. Gestion de l'eau d'irrigation en Algérie : d'une politique de l'offre vers une politique de gestion de la demande. Thèses doctorat : Economie rural et agroalimentaire. Ecole nationale supérieure agronomique- Alger, Pag [48-53]
- [21]\_ SAMAH F, 2017. Gestion et valorisation des ressources en eau cas de la daïra de kherratta (béjaia). Mémoire de master : économie du développement et. Gouvernance. Université de béjaia, Pag 5

- [22]\_ Oulmane A, 2018. Gestion de l'eau d'irrigation en Algérie : d'une politique de l'offre vers une politique de gestion de la demande. Thèses doctorat : Economie rural et agroalimentaire. Ecole nationale supérieure agronomique- Alger, Pag [66-|67]
- [23]\_ Nichane M .khelil M.A .2015. Changements climatiques et ressources en eau en Algérie (vulnérabilité, impacte et stratégies d'adaptation). Larhyss journal, ISSN1112-3680, n<sup>0</sup>21, Pag [27-29]
- [24]\_ Bouziani., Boubou N. Maliki S. 2009. innovations technologiques et gestion de l'eau en Algérie la maîtrise de la demande. Les cahiers du Mecas, n<sup>0</sup>5 Pag 2
- [25]\_ N ,2014.la problématique de l'eau en Algérie : enjeux et contraintes. Mémoire de magister : Economie et géographie. Université Abderrahmane mira (béjaia), Pag 76.
- [26]\_ Boukhari S ., Djebbar Y., Abida H.2008. Prix des services de l'eau en Algérie, un outil de gestion durable. Centre Universitaire de Souk-Ahras, Algérie, Laboratoire de Recherche LGRMF Université de Sfax, Tunisie : page 3
- [27]\_ Messahel M., Benhafid M. gestion du service public de l'eau potable et de l'assainissement en Algérie. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique. Pag 63
- [28]\_ LE MOUVEMENT DES ONG FRANÇAISES ENGAGEES POUR L'ACCES A L'EAU ET A L'ASSAINISSEMENT POUR TOUS, 2014. EAU ET CHANGEMENT CLIMATIQUE NOTE DE RECHERCHE. Coalition Eau, Pag 7
- [29]\_ le Ministère Délégué chargé de l'Eau, Royaume du Maroc.2015.eau et climat livre bleu, Pag [12-15]
- [30]\_ Bakreti, A., Braud, I., Leblois, E., & Benali, A. (2013). Analyse conjointe des régimes pluviométriques et hydrologiques dans le bassin de la Tafna (Algérie Occidentale). Hydrological sciences journal, 58(1), Pag [133-151]
- [31]\_ <https://www.meteo.dz/climatenalgerie.php>
- [32]\_ Nichane M .khelil M.A .2015. Changements climatiques et ressources en eau en Algérie (vulnérabilité, impacte et stratégies d'adaptation). Larhyss journal, ISSN1112-3680, n<sup>0</sup>21, Pag
- [33]\_ Mozas M., Ghosen A .2013. État des lieux du secteur de l'eau en Algérie . Institut de prospective économique du monde méditerranéen. Pag 8

[34]\_ Rimini B. 2010.la problématique de l'eau en Algérie du nord. Larhyss journal, ISSN1112-3680, n°08, page [31-35]

[35]\_ Mekki M., mohamed said B. Gestion du service public de l'eau potable et de l'assainissement en Algérie. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. BP 31. 09 000. Blida. Algérie. Pag 55

[36]\_ Laurent beachler.2012.la bonne gestion de l'eau : un enjeu majeur du développement durable. Centre international de formation européenne (l'Europe en formation). n°365, Pag 21

E EAU ET

[37]\_ Belhassen K., Nouiri I., Jeridi A., Ridene S., 2016. Prévion de la demande en eau potable journalière par les réseaux de neurones artificiels : Cas du système de répartition du grand Tunis, Tunisie. Institut National Agronomique de Tunisie : page 2.

[38]\_ Calianno M, Buchs B, Milano M, Reynard E., 2014. Réflexions sur la notion d'usage de l'eau. Université de Lausanne, Institut de géographie et durabilité [aqueduc.info](http://aqueduc.info), volume 6, n°100 : Pag 2

[39]\_ Souad M., Souad M., 2017.Gestion durable de l'eau potable et industrielle dans la commune de Tizi-Ouzou Application à l'ADE et à l'ONA. Mémoire de master : Management Territorial et Ingénierie de Projets. UNIVERSITE mouloud mammeri de tizi ousou, Pag 9.

[40]\_ Office National des Statistiques, 2006. Compendium national sur les statistiques de l'environnement, ALGER. Pag 14

[41]\_ Geoffray D., 1997. Prévion des demandes en eau en zone urbaine. Aspects économiques de la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen, 31 : p[164-167]

[42]\_ Rinaudo J., Neverre N.2017. la prévion à moyen et long terme de la demande en eau potable : bilan des méthodes et pratiques actuelles. L'agence française pour la biodiversité. Pag13

[43]\_ Rinaudo J-D., 2013.PRÉVOIR la demande en eau potable : une comparaison des méthodes utilisées en France et en Californie. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, n°10 : Pag [79-80]

[44]\_ ZOUAIDIA H. 2006.bilan des incendies de forêts dans l'est algérien cas de mila, constantine, geulma et souk-ahras. Mémoire de Magistère : Ecologie Végétale. Université MENTOURI de CONSTANTINE .Pag [3-4-6]

[45]\_ SOUIKI S. 11 Juillet 2007. Les argiles du bassin de Mila – Constantine: Composition minérale, chimique, caractéristiques géotechniques et répartition des gisements. MEMOIRE DE MAGISTERE : Faculté des Sciences de la Terre de La Géographie et de L'aménagement du territoire. UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE. Pag 11

[46]\_ Irnatène F : complexe hydraulique du barrage de béni Haroun. (09/2007), disponible sur : <http://www.algerie-monde.com/actualite/article2215.html> , page consultée 2007.

[47]\_ SOUKEHAL B.2008.la wilaya de Mila : villes, villages et problématique de l'alimentation en eau potable. Thèses de doctorat : facule des sciences de la terre de la géographie et de l'aménagement du territoire. université montouri Constantine. Pag 35