

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIER ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF – M'SILA



Faculté de technologie

Département d'hydraulique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention Du diplôme

De MASTER

FILIERE : Hydraulique

OPTION : Ressources hydrique

THEME

Gestion des ressources en eau dans la commune de M'sila

Dirigé par :

Mr .MEZALI Farouk

Présenté par :

- DILMI Belkheyr

- MAHDI Brahim

Devant le jury composé de :

TEMIM Djamel
BERGHOUT Ali

Université de M'Sila
Université de M'Sila

Président
Examinateur

Année universitaire : 2019 /2020

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A ceux qui ont tout sacrifié pour moi depuis

mon enfance et qui ont tout fait pour ma

formation, chers parents vous avez toute la

gratitude. A mes frères,

A toute ma famille et mes amis.

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions **ALLAH** tout puissant de m'avoir donnée la force et les moyens pour accomplir ce modeste travail.

Ensuite nous tenons à remercier vivement Mr MEZALI Farouk notre encadreur, qui ont donné un sens à notre travail grâce à ses conseils et ses orientations significatives.

Nous exprimons aussi notre gratitude à l'ensemble des enseignants du Département d'Hydraulique qui ont contribué à notre formation, nous les prions de bien vouloir croire à notre profond respect en espérant que cet humble travail fera crédibilité de leurs efforts.

De vifs remerciements à Mr YALA Mohamed Tahar et Mme ROUBI Hassina et Mme MAHDI Hadjira pour toute l'aide qu'ils m'ont apportée.

En fin nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Résumé

Notre travail vise à analyser l'état actuel du potentiel hydrique (Ressources en eau) au niveau de la commune de M'sila et étudier les facteurs qui l'affecteront au futur.

Le plus important de ces facteurs est le facteur démographique, où nous avons estimé la croissance de la population selon plusieurs modèles, afin de déterminer différents scénarios pour les perspectives de croissance démographique, et donc de déterminer plusieurs de perspectives de demande en eau.

L'autre facteur tout aussi important est la valeur de la dotation, où nous avons proposé trois hypothèses de l'offre qui sont l'hypothèse forte, l'hypothèse moyenne et l'hypothèse faible.

Afin saisir les principaux enjeux relatifs aux défis d'une gestion durable des ressources en eau, nous avons incarné ce projet afin de mettre à la disposition des personnes chargées du renforcement des capacités en GIRE au niveau de la commune de M'sila.

Mots-clés : Ressources en eau, Facteur démographique, Scénarios, Demande, Hypothèses, Offre, GIRE

Abstract

This study aims at analyzing the current state of water potential (Water resources) at the level of M'sila municipality and studying the factors that will affect it in the future.

The most important of these factors is the demographic factor, as we have estimated population growth according to several models in order to define different scenarios for population growth prospects, and thus define several scenarios for the expectations of water demand.

The other equally important factor is the value of the endowment, as we have proposed three supply hypotheses, which are the strong hypothesis, the medium hypothesis and the weak hypothesis.

In order to understand the main issues related to the challenges of sustainable water resources management, we have incarnated this project in order to make it available to the people responsible for promoting the integrated management of water resources at the level of M'sila municipality.

Keywords: Water resources, Demographic, Scenarios, Demand, Assumptions, Supply, Integrated management, Integrated management of water resource

الملخص

يهدف عملنا هذا إلى تحليل الوضع الحالي لإمكانات المياه (موارد المياه) على مستوى بلدية المسيلة و دراسة العوامل التي ستؤثر عليها في المستقبل.

أهم هذه العوامل هو العامل الديمغرافي حيث قمنا بتقدير النمو السكاني حسب عدة نماذج ، و ذلك من أجل تحديد سيناريوهات مختلفة لإحتمالات النمو السكاني و بالتالي تحديد عدة سيناريوهات لتوقعات الطلب على المياه.

العامل الآخر الذي لا يقل أهمية هو قيمة منحة المياه اليومية حيث وضعنا ثلاث فرضيات للعرض و هي الافتراض القوي و الافتراض المتوسط و الافتراض المنخفض.

من أجل فهم القضايا الرئيسية المتعلقة بتحديات الإدارة المستدامة لموارد المياه قمنا بتجسيد هذا المشروع من أجل إتاحتها للأشخاص المسؤولين عن تعزيز التسيير المتكامل للموارد المائية على مستوى بلدية المسيلة.

الكلمات الرئيسية : موارد المياه ، العامل الديمغرافي ، السيناريوهات، الطلب، فرضيات، العرض، التسيير المتكامل، التسيير المتكامل للموارد المائية

Sommaire

Introduction Générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Importance de la gestion en eau

1.1	Introduction.....	3
1.2	Situation des ressources en eau dans le monde	5
1.2.1	Importance et enjeux autour des ressources en eau	5
1.2.1.1	Les enjeux actuels autour des ressources en eau	5
1.2.1.2	Situation actuelle de l'eau dans le monde	5
1.2.1.3	Situation des ressources en eau en Algérie.....	6
1.2.2	Une approche nouvelle de la gestion de l'eau	7
1.2.2.1	Les éléments de la crise.....	7
1.2.2.2	Les perspectives ou voies de sortie de crise	8
1.3	La GIRE : contexte historique, concepts, principes et outils de gestion.....	8
1.3.1	Historique de la GIRE.....	8
1.3.2	Les avantages de la GIRE	9
1.3.2.1	Les objectifs de la GIRE	9
1.3.2.2	Les impacts de l'utilisation de l'eau	10
1.3.2.3	Les avantages environnementaux de la GIRE.....	11
1.3.2.4	Les avantages agricoles de la GIRE.....	11
1.3.2.5	Les avantages de l'AEPA dans la GIRE	12
1.3.3	La mise en œuvre de la GIRE	13
1.3.3.1	Le cadre politique et juridique favorable	13
1.3.3.2	Le cadre institutionnel.....	13

Chapitre II : Présentation de la région

2.1	Introduction.....	14
2.2	Un aperçu historique sur l'origine de la ville et son évolution au fil du temps.....	14
2.2.1	L'époque romaine.....	14
2.2.2	L'époque des fatimides	14
2.2.3	L'époque des Hammadides	14
2.2.4	L'époque des almoravides.....	15
2.2.5	L'époque pré Ottomane	15
2.2.6	L'époque ottomane	15
2.2.7	L'époque de la colonisation française.....	15
2.2.8	L'époque post-indépendance.....	15

Sommaire

2.3	Situation Géographique	16
2.4	Le relief	16
2.5	Géologie	18
2.5.1	Le Quaternaire.....	19
2.5.2	Le Crétacé	19
2.5.3	Le Tertiaire.....	19
2.6	Pédologie	21
2.7	Hydrologie	22
2.7.1	Les principaux oueds du bassin du Hodna	22
2.8	Hydrogéologie.....	24
2.9	Climat et bioclimat	25
2.9.1	La pluviométrie	25
2.9.2	Variations interannuelles des précipitations	26
2.9.3	Régime saisonnier.....	26
2.9.4	La température.....	27
2.9.5	Humidité relative	28
2.9.6	Le vent	29
2.10	Conclusion.....	30

Chapitre III : Ressources en eau

3.1	Introduction.....	31
3.2	Ressources superficielles	31
3.2.1	Ressources superficielles transférées	31
3.2.2	Ressources superficielles locales.....	31
3.3	Ressources souterraines	33
3.3.1	Ressources souterraines pour AEP	33
3.3.2	Stockage.....	35
3.3.3	Ressources souterraines agricoles.....	36
3.4	Les Ressources en eau non conventionnelles	36
3.4.1	Données de base	37

Chapitre IV : Gestion des ressources en eau : Bilan et perspectives

4.1	Introduction.....	39
4.2	Etude Socio-économique	39
4.2.1	Evolution de la population de la Commune	40
4.2.2	Perspectives démographiques.....	41

Sommaire

4.2.2.1	Méthode exponentielle	42
4.2.2.2	Méthode algébrique	43
4.2.2.3	Méthode géométrique	45
4.2.2.4	Méthode logistique	46
4.2.3	Estimation de l'évolution des besoins Actuels	50
4.2.3.1	Evaluation des besoins domestiques en eau de la population actuelle (2019).....	52
4.2.3.2	Les besoins actuels en eau Industrielle	53
4.2.3.3	Besoins en eau d'irrigation	55
4.2.3.4	Estimation des besoins actuels en eau des différentes activités (Equipements)	57
4.2.3.5	Estimation des besoins actuels de l'AEP	57
4.2.4	Estimation de la demande actuelle de l'AEP	58
4.2.5	Balance des ressources actuelles pour l'AEP/ demande actuelles estimées (Bilan)	59
4.2.6	Estimation de l'évolution des besoins futurs de l'AEP	60
4.2.6.1	Evaluation des besoins domestiques en eau potable de la population (2020-2045)	60
4.2.6.2	Estimation des besoins futurs en eau des différentes activités (Equipements)	64
4.2.6.3	Estimation des besoins futurs de l'AEP	65
4.3	Balance des besoins futurs de l'AEP / Ressources Mobilisées	66
4.4	Conclusion	70
	Conclusions et Recommandations	72

Liste des abréviations

°C : Degrés Celsius

ADE : Algérienne des Eaux

AEA : Alimentation en Eau d'Agriculture

AEI : Alimentation en Eau d'Industrie

AEP : Alimentation en Eau Potable

AEPA : Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

ANARH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

APC : Assemblée Populaire Communale

CIHEAM : Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes

CME : Conseil Mondial de l'Eau

DRE : Direction des Ressources en Eau

DSA : Direction des Services Agricoles

GIRE : Gestion Intégrée des Ressources en Eau

Hab : Habitant

HLM : (type de bâtiment)

l/s : Litre par seconde

m : Mètre

m³ : Mètre cube

m³/j : Mètre cube par jour

OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement

OMS : l'organisation mondiale de la santé

RERI : Ressources en eau renouvelables internes

STEP : Station d'Épuration

T : Température

TAG : Taux d'accroissement global

URBASE : Centre d'Études et de Réalisations en Urbanisme de Setif

Liste des tableaux

Tableau I-1- Disponibilité en eau douce – Ressources en eau renouvelables internes (RERI)	6
Tableau I-2- Impacts des secteurs d'utilisation de l'eau sur les ressources en eau.....	11
Tableau II-1- Caractéristiques de la station de M'Sila.....	25
Tableau II-2- Les variations des précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la commune de M'sila (1988-2015)	26
Tableau II-3- Le régime saisonnier de la région de M'sila	26
Tableau II-4- Les moyennes mensuelles des températures en (°C) de la commune de M'sila (1988-2015)	28
Tableau II-5- L'humidité moyennes en (%) de la région de M'sila Période (1988 -2015)	28
Tableau II-6- Vitesses moyennes du vent en m/s de la région de M'sila Période (1988-2015)	30
Tableau III-1- Principales caractéristiques du barrage El K'sob.....	32
Tableau III-2- Répartition des forages à travers la Commune de M'sila	33
Tableau III-3- Caractéristiques des stations de pompage (commune de M'sila).	34
Tableau III-4- Caractéristiques des réservoirs (commune de M'sila).	35
Tableau III-5- Ressources souterraines agricoles.	36
Tableau III-6- Fiche technique de la STEP de la ville de M'sila.....	37
Tableau III-7- Caractéristiques de l'effluent	38
Tableau IV-1- Evolution de la population 1966/2008 dans la commune de M'sila.....	40
Tableau IV-2- Population de la commune de M'sila 2019.....	40
Tableau IV-3- Evolution de la population 1966/2019 dans la commune de M'sila.....	40
Tableau IV-4- Taux exponentiel de variation annuelle moyenne(en%)	42
Tableau IV-5- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode exponentielle.....	42
Tableau IV-6- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode algébrique	44
Tableau IV-7- Taux d'accroissement global (T.A.G en %).....	45
Tableau IV-8- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode géométrique	45
Tableau IV-9- Population de saturation et taux d'accroissement	48
Tableau IV-10- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode logistique	48
Tableau IV-11- Dotations de J.Bodin, 1962 (L/j/hab).....	51
Tableau IV-12- Hypothèses du calcul (L/j/hab).....	51
Tableau IV-13- Besoins actuels domestiques en eau - Hypothèse forte	52
Tableau IV-14- Besoins actuels domestiques en eau - Hypothèse moyenne	52
Tableau IV-15- Besoins actuels domestiques en eau - Hypothèse faible.....	53

Tableau IV-16- <i>Dotation équivalente de la population totale</i>	53
Tableau IV-17- <i>Liste des installations industrielles de la commune de M'sila (D.H.W, 2013)</i>	54
Tableau IV-18- <i>Consommation annuelle en eau Industrielle (2019)</i>	55
Tableau IV-19- <i>Superficies des aires agricoles de la zone étudiée</i>	57
Tableau IV-20- <i>Besoins actuels des équipements en eau</i>	57
Tableau IV-21- <i>Estimation des besoins actuels de l'AEP</i>	58
Tableau IV-22- <i>Estimation de la demande actuelle de l'AEP</i>	58
Tableau IV-23- <i>Bilan de volume productible et produit pour l'AEP en 2019</i>	59
Tableau IV-24- <i>Balance demande actuelle en AEP- Offre actuelle</i>	59
Tableau IV-25- <i>Besoins domestiques futurs d'après la méthode algébrique - Hypothèse forte</i>	60
Tableau IV-26- <i>Besoins domestiques futurs d'après la méthode algébrique - Hypothèse moyenne</i>	61
Tableau IV-27- <i>Besoins domestiques futurs d'après la méthode algébrique - Hypothèse faible</i>	61
Tableau IV-28- <i>Besoins domestiques futurs d'après la méthode géométrique - Hypothèse forte</i>	62
Tableau IV-29- <i>Besoins domestiques futurs d'après la méthode géométrique - Hypothèse moyenne</i>	62
Tableau IV-30- <i>Besoins domestiques futurs d'après la méthode géométrique - Hypothèse faible</i>	63
Tableau IV-31- <i>Besoins domestiques futurs de la commune de M'sila d'après la méthode logistique - Hypothèse forte, moyenne et faible</i>	63
Tableau IV-32- <i>Besoins futurs estimés des équipements en eau- méthode algébrique</i>	64
Tableau IV-33- <i>Besoins futurs estimés des équipements en eau- méthode géométrique</i>	64
Tableau IV-34- <i>Besoins futurs estimés des équipements en eau- méthode logistique</i>	64
Tableau IV-35- <i>Besoins futurs estimés de l'AEP- méthode algébrique</i>	65
Tableau IV-36- <i>Besoins futurs estimés de l'AEP- méthode géométrique</i>	65
Tableau IV-37- <i>Besoins futurs estimés de l'AEP- méthode logistique</i>	65
Tableau IV-38- <i>Déterminations des besoins futurs du secteur d'AEP aux différents horizons- Hypothèse forte</i>	66
Tableau IV-39- <i>Déterminations des besoins futurs du secteur d'AEP aux différents horizons- Hypothèse moyenne</i>	67
Tableau IV-40- <i>Déterminations des besoins futurs du secteur d'AEP aux différents horizons- Hypothèse faible</i>	69

Liste des figures

Figure II-1- Localisation de la zone d'étude	18
Figure II-2- Géologie de la région du Hodna (Le Houerou et claudin ,1972)	21
Figure II-3- Carte pédologique de la région d'El-Hodna	23
Figure II-4- Carte de réseau hydriques de la Wilaya de M'Sila	24
Figure II-5- Les variations des précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la commune de M'sila (1988-2015)	26
Figure II-6- Le régime saisonnier de la commune de M'sila (1988-2015)	27
Figure II-7- Les moyennes mensuelles des températures en (°C) de la commune de M'sila (1988-2015)	28
Figure II-8- Les variations de l'humidité moyennes mensuelles exprimé en (%) de la région de M'sila période (1988-2015)	29
Figure II-9- Les variations des vitesses moyennes mensuelles des vents (m/s) pour la région de M'sila (1988-2015)	30
Figure III-1- Position géographique du barrage El K'sob	32
Figure III-2- Vue générale de la STEP de M'sila (à partir de Google earth 2016)	37
Figure IV-1- Graphe de l'évolution de la population 1966/2019 dans la commune de M'sila	41
Figure IV-2- Courbe de l'évolution de la population 1966/2019 dans la commune de M'sila	41
Figure IV-3- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode exponentielle	43
Figure IV-4- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode algébrique	44
Figure IV-5- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode géométrique	46
Figure IV-6- Graphe des perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode logistique	49
Figure IV-7- Courbe des perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode logistique	49
Figure IV-8- Résumé des modèles de croissance démographique	50
Figure IV-9- Balance demande actuelle en AEP- Offre actuelle	59
Figure IV-10- Graphe de bilan besoins futurs de l'AEP- Hypothèse forte / ressources mobilisables .66	
Figure IV-11- Courbe de bilan besoins futurs de l'AEP- Hypothèse forte / ressources mobilisables ..67	
Figure IV-12- Graphe de bilan besoins futurs de l'AEP-Hypothèse moyenne / ressources mobilisables	68
Figure IV-13- Courbe de bilan besoins futurs de l'AEP-Hypothèse moyenne / ressources mobilisables	68
Figure IV-14- Graphe de bilan besoins futurs de l'AEP-Hypothèse faible / ressources mobilisables .69	
Figure IV-15- Courbe de bilan besoins futurs de l'AEP-Hypothèse faible / ressources mobilisables .70	

Introduction générale

Introduction Générale

En Algérie, l'eau revêt un caractère stratégique du fait de sa rareté et d'un cycle naturellement perturbé et déséquilibré. Qu'il s'agisse de l'eau souterraine ou de l'eau de surface, les ressources sont limitées et, compte tenu des problèmes démographiques, d'importants efforts sont nécessaires en matière d'urbanisation intégrée et de gestion rigoureuse dans l'exploitation des réserves. S'y ajoutent des problèmes de faible mobilisation et de mauvais recyclage par manque de maîtrise des stations d'épuration et l'envasement des retenues.

Face à l'augmentation vertigineuse des besoins par rapport à des ressources mobilisées relativement limitées, à la pollution grandissante de ces ressources, qu'elles soient superficielles ou souterraines, l'Algérie, comme tout les autres pays du monde, est sensée mener une politique de l'eau. Une prise de conscience a débuté par la mise en œuvre d'un ambitieux programme de réalisation de barrages– réservoirs à court, moyen et long terme. Considérée comme la capitale de la wilaya, la commune de M'sila située sur le côté nord-ouest du bassin de chott El Hodna, ce qui lui confère une place particulière. Dans l'espace de la commune, l'eau représente le facteur moteur du développement industriel, touristique, agricole, urbain et rural de la région, nécessitant sa mobilisation en quantités énormes.

Par ailleurs, les ressources mobilisées pourront-ils répondre de manière adéquate aux besoins sans cesse croissants en eau?

Pour trouver la réponse, une politique dans ce sens est à concevoir et à mettre en œuvre sur la base des données exactes et suffisantes sur les potentialités hydriques de la région. Notre travail se veut comme une modeste contribution dans ce sens et a pour but d'étudier la dualité hydrique, à savoir la mobilisation et l'utilisation des eaux superficielles, souterraines. La problématique de cette recherche s'articule autour d'un certain nombre de questions et son but est d'essayer de donner des éléments de réponse:

-Comment faut-il orienter la politique de gestion et de l'utilisation de l'eau dans la commune de M'sila?

- Comment répondre aux besoins sans cesse croissants, des différents secteurs?

La réponse à ces deux questions fondamentales passera obligatoirement, et comme nous l'avons souligné, par une meilleure compréhension et une analyse des composantes de l'hydro-système de la région. C'est ainsi, que nous nous sommes intéressées aux facteurs physico-géographiques (topographie, géologie, hydrogéologie ...), et les facteurs climatiques, hydrologiques, ainsi que ceux démographiques.

Notre travail a débouché sur la nécessité de comprendre le fonctionnement du système hydraulique d'une part et, d'autre part, sur l'évaluation des ressources en eau utilisées, pour pouvoir déterminer celle qui est la plus importante pour une gestion intégrée de ces ressources, estimer les potentialités et les confronter aux besoins en tenant compte de la croissance démographique dans notre secteur d'étude.

Nous avons organisé notre mémoire en quatre chapitres :

Le premier chapitre a été consacré à l'importance des ressources en eau et aux stratégies pour les gérer de manière intégrée, en fonction de ce qui a été formulé dans les forums internationaux et de l'ampleur de ses répercussions sur l'environnement d'une part, et sur le bien-être de la société d'autre part.

Le deuxième chapitre a été consacré aux caractéristiques naturelles de la région, afin de déterminer l'impact de chaque élément du milieu physique sur l'abondance de la ressource en eau de surface et celle souterraine (la topographie, la géologie, le climat, et l'hydrogéologie).

Le troisième chapitre, quant à il, a été consacré à la connaissance les capacités hydrauliques de la commune de M'sila, qu'il s'agisse d'eau souterraine ou de surface, locale ou transférée.

Le quatrième chapitre a été consacré à l'étude du potentiel hydrique pour répondre aux besoins actuels et attendus grâce à l'utilisation de plusieurs modèles de croissance démographique, à court et long terme.

Chapitre I :

Importance de

la gestion en

eau

1.1 Introduction :

L'eau est une ressource naturelle limitée, nécessaire à la vie et aux systèmes écologiques, et essentielle pour le développement économique et social. Cette assertion a été comprise dans sa pleine mesure par le chapitre 18 de l'Action 21 du sommet de Rio en 1992. Son objectif général était ' de veiller à ce que l'ensemble de la population de la planète dispose en permanence d'eau en quantité et en qualité, tout en préservant les fonctions hydrologique, biologique et chimique des écosystèmes, en adaptant les activités humaines à la capacité limitée de la nature et en luttant contre les vecteurs des maladies liées à l'eau.

En effet l'eau est une ressource indispensable pour de nombreux usages : l'agriculture utilise 67 % de l'eau prélevée, contre 23% pour l'industrie et 10% pour les agglomérations et usages domestiques. L'utilisation de l'eau agricole augmente de plus en plus devant un contexte, d'une part de compétition avec les usages domestiques dont la tendance à la hausse suit l'accroissement de la population, d'autre part dans un contexte de changements climatiques dont les impacts sur les ressources en eau sont de plus en plus manifestes.

L'eau potable est essentielle pour la santé, la survie, la croissance ; il n'y a pas de développement sans eau potable, sans assainissement et sans hygiène. D'ailleurs la communauté mondiale s'est engagée à réduire de moitié le nombre de personnes n'ayant pas accès de façon durable à l'eau de boisson salubre et à l'assainissement de base. L'atteinte des OMD demeure un défi majeur de nos Etats. L'alimentation en eau potable et l'accès à des systèmes d'assainissement adéquats font donc partie des axes stratégiques majeurs parmi ceux identifiés pour la réduction de la pauvreté.

Or la quantité d'eau sur cette planète est limitée ; elle ne peut ni diminuer, ni augmenter, l'eau se trouvant en constant recyclage suivant le cycle hydrologique. L'eau douce ne représente que 2,5% du stock total d'eau sur la planète (les 97,5 % restant étant salés), or 2/3 de l'eau douce planétaire est concentrée dans les glaciers et la couverture neigeuse, 1/3 dans les nappes souterraines. Il ne reste que 0,3 % de l'eau douce (soit 0,007% de la totalité de l'eau de la planète) dans les rivières, ruisseaux, réservoirs et lacs.

Aujourd'hui les ressources en eau de manière générale font face à des contraintes majeures que sont la variabilité et le changement climatiques, l'accroissement de la demande, la dégradation de la qualité des eaux, les conflits d'usages et les tensions nationales (amont/aval) ou internationales (cours d'eau partagés) pour le partage de la ressource. Pour faire face à ces préoccupations une meilleure gestion des ressources en eau doit être envisagée. Pour cela il faut une approche intégrée de gestion des ressources en eau, dont l'objectif sera de :

- protéger la ressource et améliorer sa connaissance ;
- planifier l'utilisation de la ressource, et pratiquer une politique d'économie de l'eau;
- impliquer les hommes et femmes équitablement, ensuite prévenir et gérer les conflits liés aux usages de l'eau ;
- satisfaire de façon globale les demandes légitimes et raisonnées (agriculture, électricité, usages domestiques, transports, industrie, loisirs, aquaculture, pêche...)

- préserver les écosystèmes et prévenir les risques (érosion, sécheresse, inondations).

Cette approche intégrée est d'autant plus nécessaire que la plupart des utilisations de l'eau apportent des avantages (économique et social) à la société mais elles peuvent avoir également des impacts négatifs (notamment sur l'environnement). Cette situation peut empirer à cause des procédures de gestion insuffisante, l'absence de réglementation ou le manque de motivation provoquée par les régimes de gouvernance de l'eau en place.

Afin saisir tous les enjeux relatifs à l'état actuel des ressources en eau et de faire face aux défis d'une gestion durable des ressources en eau, aussi bien de surface que souterraine, les acteurs doivent avoir les capacités requises de connaissance et de maîtrise des outils de gestion et de planification. Le renforcement de capacité apparaît donc comme un maillon essentiel dans le dispositif de mise en œuvre de la GIRE.⁽¹⁾

¹ Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

1.2 Situation des ressources en eau dans le monde

1.2.1 Importance et enjeux autour des ressources en eau

Dans la plupart des pays en développement comme ceux d'Afrique, l'accès à l'eau se pose en termes de développement. En effet l'eau est source de vie au sens large du terme, puisqu'elle permet de développer les fonctions de production qui sous-tendent l'épanouissement des populations. C'est une ressource limitée nécessaire à la vie et aux systèmes écologiques, et essentielle pour le développement économique et social. Les populations ont besoin d'eau en qualité et en quantité pour être en bonne santé, ils ont besoin d'eau pour maintenir leurs activités économiques, agricoles...etc.⁽¹⁾

1.2.1.1 Les enjeux actuels autour des ressources en eau

Tous ces problèmes sont aggravés par l'organisation sectorielle des institutions qui est en contradiction avec la nature multifonctionnelle et multidimensionnelle de l'eau. Il est alors urgent d'adapter des concepts et méthodes nouveaux de gestion. L'objectif est d'atteindre un équilibre entre l'utilisation de l'eau en tant que fondement pour la subsistance d'une population mondiale en plein essor, et sa protection et sa conservation en vue de garantir la pérennité de ses fonctions et caractéristiques. Dans cette optique un certain nombre d'enjeux méritent d'être mis en exergue :

- Garantir de l'eau aux populations ;
- Garantir de l'eau pour la production alimentaire ;
- Couvrir les besoins en eau pour d'autres activités créatrices d'emploi ;
- Protéger les écosystèmes vitaux ;
- Gérer la variabilité spatio-temporelle de l'eau ;
- Gérer les risques.⁽²⁾

1.2.1.2 Situation actuelle de l'eau dans le monde

L'accès à l'approvisionnement en eau salubre et à un assainissement adéquat suit à peine le rythme de la croissance démographique au cours de la dernière décennie : 1,1 milliard de personnes n'ont toujours pas accès à l'eau salubre, un tiers de la population mondiale est privée d'eau potable, et près de 2,5 milliards n'ont pas d'installations adéquates d'assainissement.

La disponibilité en eau dans le monde (Tableau I-1) cache mal les difficultés liées à une répartition inégale et à des problèmes de la demande, de l'augmentation de la pollution, de l'utilisation de l'eau.

La demande en eau

On estime qu'au cours des deux prochaines décennies, la consommation d'eau par individu augmentera de 40% et qu'il faudra 17% de plus d'eau pour la production vivrière des populations des pays en développement. Un tiers des pays situés dans les régions arides devraient connaître de graves pénuries d'eau au cours du siècle actuel. L'Inde, l'Asie centrale, une partie de l'Europe de l'Est et des Etats-Unis et le Mexique sont déjà en proie à de sérieuses difficultés. Entre 1950 et 1990, le taux de croissance des prélèvements en eau a été plus du double de celui de la population. Il a été multiplié par six depuis le début du siècle.

¹ Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

² Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

Corrélativement, la quantité d'eau douce renouvelable et disponible est passée, par habitant, de 17000 m³ en 1950 à 7500 m³ en 1995 et devrait tomber à 5100 m³ en 2025.

Tableau I-1- Disponibilité en eau douce – Ressources en eau renouvelables internes (RERI).

Continent /Région	Ressources en eau renouvelables internes		
	Volume par an (km ³ ou 10 ⁹ m ³)	En % des ressources mondiales en eau douce	Par habitant en 2003 (m ³)
Monde	43 659	100,0	6 900
Afrique	3 936	9,0	4 600
Asie	11 594	26,6	3 000
Amérique latine	13 477	30,9	26 700
Caraïbes	93	0,2	2 400
Amérique du Nord	6 253	14,3	19 300
Océanie	1 703	3,9	54 800
Europe	6 603	15,1	9 100

1.2.1.3 Situation des ressources en eau en Algérie

A l'exception des eaux fossiles des nappes profondes du Sahara, les ressources hydrauliques naturelles de l'Algérie dépendent essentiellement de la pluviométrie qui est très inégalement répartie sur le territoire et caractérisée par de fortes irrégularités intra-annuelles et interannuelles. Les volumes des précipitations sont très variables dans le temps : concentration sur quelques mois dans le Nord et quelques jours par an dans le Sud. Des années de fortes pluies peuvent être suivies par des périodes de sécheresses sévères. Des fluctuations aussi marquées vont affecter, d'une année à l'autre, le volume des ressources renouvelables disponibles (écoulements superficiels et alimentation des nappes souterraines). Les grandes différences dans la répartition des précipitations à travers le territoire national se retrouvent dans celle des ressources hydrauliques renouvelables.

Ainsi, la région littorale du Nord, qui regroupe les bassins méditerranéens et ne représente que 7% de la surface du territoire national, accapare 90% du total des écoulements superficiels du pays (estimée à 12,4 milliards de m³ par an), le reste étant partagé entre les Hauts Plateaux pour 6% et les bassins sahariens pour 4%. En outre, les précipitations étant, en moyenne, deux fois plus importantes à l'est qu'à l'ouest, le même déséquilibre se retrouve dans les potentialités hydriques de ces régions.

En tenant compte des débits que pourraient fournir les nappes souterraines situées au nord de l'Atlas saharien (région littorale et Hauts Plateaux) et réalimentées par les précipitations, on peut évaluer à 14,4 milliards de m³ le volume total annuel des eaux renouvelables. Mais une partie seulement (10 milliards maximum) de ce volume est exploitable parce que physiquement et techniquement mobilisable.

Deux autres types de ressources se rajoutent aux eaux naturelles renouvelables :

- les eaux fossiles des grandes nappes profondes de la région du Sahara septentrional dont le débit d'extraction maximum est fixé, actuellement, à 5 milliards de m³ par an.

- les eaux « non conventionnelles » fournies par les stations de dessalement d'eau de mer récemment installées à Oran et Alger et qui vont se développer sur le littoral algérien.

Comme d'autres pays de la région méditerranéenne, l'Algérie est d'ores et déjà en situation de « pénurie » d'eau avec environ 350 m³/habitant/an. Pour faire face à des besoins croissants, elle dispose de ressources naturelles limitées dont l'irrégularité et l'inégale répartition compliquent singulièrement les travaux de prévision et de planification nécessaires à une bonne gestion. Les effets probables du changement climatique rendront cette situation encore plus difficile.⁽¹⁾

1.2.2 Une approche nouvelle de la gestion de l'eau

La situation inquiétante de l'environnement en général et des ressources en eau en particulier, que l'on peut considérer comme une crise, a amené la communauté internationale à revoir sa stratégie d'approche en matière d'aménagement et de mise en valeur des ressources.⁽²⁾

1.2.2.1 Les éléments de la crise

L'eau a toujours été considérée comme un don de Dieu inépuisable et éternellement pur.

Est-elle inépuisable? Non, car le volume terrestre de la ressource d'eau douce renouvelable est constant. Comme la population mondiale croît de façon régulière, le volume moyen d'eau douce par habitant ne peut que décroître.

Est-elle éternellement pure? Sûrement pas, malgré parfois une limpidité apparente : très fragile, elle se pollue facilement. Ces pollutions sont d'origines anthropiques (rejets sauvages ou tolérés, domestiques, industriels et agricoles) et naturelles (éruption volcanique, présence d'arsenic, pluviométrie excessive, ...).

Voici quelques raisons pour lesquelles beaucoup de gens pensent que le monde fait face à une crise imminente de l'eau :

- Les ressources en eau sont sous la pression croissante de la croissance démographique, de l'activité économique et de la concurrence entre différents utilisateurs ;
- Les extractions d'eau ont augmenté à un rythme deux fois plus rapide que celui de la croissance de la population et actuellement un tiers de la population du monde vit dans des pays qui éprouvent un stress de l'eau de niveau moyen à élevé ;
- La pollution augmente davantage la pénurie de l'eau en réduisant l'utilité de l'eau en aval ;
- Des imperfections dans la gestion de l'eau, des approches sectorielles de gestion de l'eau du sommet à la base aboutissent en une mise en valeur et une gestion non coordonnés de la ressource ;
- Une plus grande mise en valeur signifie de plus grands impacts sur l'environnement.

Ces constats ont pour conséquence :

- une réduction et un assèchement des ressources en eau

¹ Mohammed Benblidia et Gaëlle « Gestion des ressources en eau : les limites d'une politique de l'offre » Les notes d'analyse du CIHEAM. N° 58. Mai 2010.

² Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

- une dégradation de la qualité des eaux, des écosystèmes et une perte de biodiversité
- une croissance de la pauvreté et une insécurité alimentaire
- des conflits d'usages et des tensions internationales pour le partage de l'eau
- etc.⁽¹⁾

1.2.2.2 Les perspectives ou voies de sortie de crise

Les inquiétudes quant à la situation des ressources en eau sont réelles et des solutions techniques existent. Cependant les problèmes sont d'abord institutionnels et relatifs à :

- des approches sectorielles de mise en valeur des ressources en eau dans un contexte de centralisation et de bureaucratie avec des moyens insuffisants des administrations et des pouvoirs locaux ;
- une absence de cadres législatifs, réglementaires et normatifs à laquelle il faut ajouter la non-implication de tous les acteurs de l'eau ;
- une méconnaissance des ressources, des usages et des pollutions, avec un déficit de formation de base et de renforcement de capacité des professionnels du secteur, mais aussi une absence de politique d'éducation des différents types de public.

Toutes ces préoccupations ajoutées à celles relatives à la variabilité du climat et au changement climatique exigent une gestion améliorée des ressources en eau. Pour cela il faut une approche intégrée de gestion des ressources en eau, dont l'objectif sera de :

- protéger la ressource et améliorer sa connaissance ;
- planifier l'utilisation de la ressource et pratiquer une politique d'économie de l'eau ;
- impliquer les hommes et femmes équitablement, ensuite prévenir et gérer les conflits liés aux usages de l'eau ;
- satisfaire de façon globale les demandes légitimes et raisonnées (agriculture, électricité, usages domestiques, transports, industrie, loisirs, aquaculture, pêche...)
- préserver les écosystèmes et prévenir les risques (érosion, sécheresse, inondations).

L'élément moteur qui peut mener vers une mise en œuvre effective de cette approche est la manifestation d'une forte volonté politique au niveau des institutions nationales et locales. Il est essentiel de proposer une politique d'éducation des différents types de public de la population pour responsabiliser les individus, favoriser les modifications des modes de vie, permettre le dialogue, faciliter la participation, promouvoir la concertation, imposer de nouvelles règles de vie, une éthique de l'eau (protection, solidarité, partage, respect). Il est tout aussi important de définir une politique nationale assortie des outils nécessaires (tarification, lois, décrets d'application, mesures incitatives, contraintes, évaluation des coûts, financements, concertations interministérielles, éducation de la population) en s'appuyant sur une concertation sociale.⁽²⁾

1.3 La GIRE : contexte historique, concepts, principes et outils de gestion

1.3.1 Historique de la GIRE

La Conférence de Dublin en 1992 adopte une déclaration dite Déclaration de Dublin sur l'eau dans la perspective d'un développement durable. Cette déclaration adopte quatre (04) principes directeurs et un programme d'action. Ces principes de Dublin sont reconnus à

¹ Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

² Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

l'échelle internationale et constituent le fondement des débats touchant la gestion des ressources en eau.

Principe 1 : L'eau est une ressource limitée et vulnérable qui est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement.

Principe 2 : La mise en valeur et la gestion de l'eau doivent avoir un caractère participatif et associer les utilisateurs, les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux.

Principe 3 : Les femmes jouent un rôle déterminant dans l'approvisionnement, la gestion et la préservation de l'eau.

Principe 4 : L'eau est utilisée à de multiples fins, elle a une valeur économique et l'on doit donc la reconnaître comme un bien économique.⁽¹⁾

1.3.2 Les avantages de la GIRE

1.3.2.1 Les objectifs de la GIRE

L'objectif principal de la GIRE est d'atteindre un équilibre entre d'une part l'utilisation de l'eau en tant que fondement pour la subsistance d'une population mondiale en plein essor et, d'autre part, sa protection et sa conservation en vue de garantir la pérennité de ses fonctions et caractéristiques.

Selon le chapitre 18 de l'Agenda 21 (Sommet de Rio de Janeiro en 1992) il s'agit de :

- Promouvoir une approche dynamique, interactive, itérative et multisectorielle de la gestion des ressources en eau ;
- Planifier l'utilisation, la protection, la conservation et la gestion durable et rationnelle des ressources en eau en fonction des besoins et des priorités des collectivités, dans le cadre des politiques de développement économiques nationales ;
- Concevoir, mettre en œuvre et évaluer des projets et des programmes qui soient à la fois socialement adaptés et économiquement rentables, dans le cadre de stratégies clairement définies et fondées sur la pleine participation du public ;
- Définir et renforcer ou créer, selon qu'il convient, et notamment dans les pays en développement, les mécanismes institutionnels, juridiques et financiers appropriés pour veiller à ce que la politique de l'eau et son application jouent le rôle d'un catalyseur du progrès social et d'une croissance économique durables.

Le Conseil Mondial de l'Eau (CME) fixe trois principaux objectifs pour une gestion intégrée des ressources en eau :

- Habilitier les femmes, les hommes et les collectivités à décider de leur niveau d'accès à de l'eau potable et à des conditions de vie hygiéniques, à choisir le type d'activités économiques prêtant à l'utilisation d'eau qui leur convient et à s'organiser pour y parvenir ;
- Produire davantage de nourriture, concevoir des moyens d'existence durables par unité d'eau utilisée (un rendement agricole accru et un plus grand nombre d'emplois pour chaque goutte d'eau) et s'assurer que toute la population peut se procurer la nourriture dont elle a besoin pour vivre de façon saine et productive ;

¹ PLANS DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU « Manuel de Formation et Guide Opérationnel » Mars 2005. Traduction de l'anglais Juin 2005.

- Gérer l'utilisation de l'eau afin de conserver le nombre et la qualité des écosystèmes terrestres et d'eau douce qui rendent des services aux êtres humains et à tous les organismes vivants.

Pour atteindre ces objectifs, la vision mondiale de l'eau prévoit cinq principaux moyens d'action :

- Faire participer toutes les parties intéressées à la gestion intégrée ;
- Instaurer la tarification de tous les services d'eau en fonction de la totalité des coûts ;
- Augmenter le financement public pour la recherche et l'innovation dans l'intérêt de la population ;
- Reconnaître la nécessité de coopérer à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans les bassins fluviaux internationaux ;
- Accroître massivement les investissements dans le domaine de l'eau.

La 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.

Egalement la prise de décision politique logique est liée à tous les secteurs : 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.⁽¹⁾

1.3.2.2 Les impacts de l'utilisation de l'eau

La plupart des utilisations de l'eau apportent des avantages à la société mais elles ont également des impacts négatifs (Tableau I-2) qui peuvent empirer à cause des procédures de gestion insuffisante, l'absence de réglementation ou le manque de motivation provoquée par les régimes de gouvernance de l'eau en place.

Chaque pays a ses objectifs de développement et ses objectifs économiques prioritaires fixés selon des réalités environnementales, sociales et politiques. Des problèmes et des contraintes surgissent dans chaque domaine d'utilisation de l'eau, mais la volonté et la capacité de traiter ces questions de manière coordonnée sont affectées par la structure de gouvernance de l'eau. L'identification de la nature interdépendante des différentes sources d'eau et, par conséquent, de la nature interdépendante des différents impacts et utilisations de l'eau constitue une étape importante dans l'introduction de la GIRE.⁽²⁾

¹ Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

² Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

Tableau I-2- *Impacts des secteurs d'utilisation de l'eau sur les ressources en eau.*

	Impacts positifs	Impacts négatifs
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> • Purification • Stockage • Cycle hydrologique 	
Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> • Retour des flots • Infiltration accrue • Érosion diminuée • Recharge des eaux souterraines • Réutilisation nutritive 	<ul style="list-style-type: none"> • Épuisement • Pollution • Salinisation • Exploitation de l'eau • Érosion
Approvisionnement en Eau & Assainissement	<ul style="list-style-type: none"> • Réutilisation nutritive 	<ul style="list-style-type: none"> • Niveau élevé de sécurité de l'eau exigé • Pollution des eaux de surface et des eaux souterraines

1.3.2.3 Les avantages environnementaux de la GIRE

- Les écosystèmes peuvent profiter de l'application de l'approche gestion intégrée de l'eau en donnant une voix aux besoins environnementaux dans le débat sur l'allocation de l'eau. A présent ces besoins ne sont pas toujours représentés à la table de négociation.
- La GIRE peut aider le secteur en sensibilisant les autres utilisateurs sur les besoins des écosystèmes et les avantages que ceux-ci génèrent pour eux. Souvent ceux-ci sont sous estimés et ne sont pas incorporés dans la planification et la prise de décision.
- L'approche écosystème offre un nouveau cadre à la GIRE pour concentrer plus d'attention sur une approche système à la gestion de l'eau : protection des hauts bassins (par exemple, le reboisement, l'élevage, la lutte contre l'érosion du sol), la lutte contre la pollution (par exemple, la réduction des sources et les motivations en cas d'absence de sources de pollution, la protection de la nappe phréatique) et les flux environnementaux. Elle offre une solution de rechange à la perspective de compétition intersectorielle qui peut associer les parties prenantes dans l'élaboration d'une nouvelle vision partagée et d'une action commune.⁽¹⁾

1.3.2.4 Les avantages agricoles de la GIRE

En tant qu'utilisateur de l'eau et principal pollueur de la ressource principale des ressources en eau souterraine et de surface, l'agriculture a une piètre image. Ajoutée à la mauvaise performance en termes de production agricole, cela signifie que fréquemment, en particulier dans des conditions de pénurie d'eau, l'eau est détournée de l'agriculture vers d'autres utilisations. Cependant, une réduction indiscriminée dans l'allocation de l'eau pour l'agriculture pourrait avoir des conséquences économiques et sociales inimaginables. Avec la GIRE, on encourage les planificateurs à aller au-delà de l'économie du secteur et de prendre en compte les implications des décisions de gestion de l'eau sur l'emploi, l'environnement et l'équité sociale.

¹ Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

En rassemblant toutes les parties prenantes et tous les secteurs dans le processus de prise de décision, la GIRE peut refléter la “valeur” combinée de l’eau à la société dans son ensemble au moment des décisions difficiles sur les allocations de l’eau. Ceci peut signifier que la contribution à la production alimentaire à la santé, à la réduction de la pauvreté et à l’équité Genre, par exemple, pourrait dépasser les comparaisons économiques strictes de taux de rendement sur chaque mètre cube d’eau. Egalement, la GIRE peut mettre en équation le potentiel de réutilisation des eaux usées d’irrigation pour les autres secteurs et la portée de la réutilisation agricole des eaux usées municipales et industrielles.

La GIRE invite à une planification intégrée afin d’utiliser la terre, l’eau et autres ressources de manière durable. Pour le secteur agricole, la GIRE cherche à accroître la productivité de l’eau (c’est à dire plus de grains par goutte d’eau) dans les contraintes imposées par le contexte économique et social d’une région ou d’un pays donné.⁽¹⁾

1.3.2.5 Les avantages de l’AEP dans la GIRE

Une GIRE convenablement appliquée aboutirait à la garantie de la sécurité de l’eau pour les populations pauvres et les personnes non desservies. La mise en œuvre de la GIRE basée sur des politiques devrait signifier une sécurité accrue des approvisionnements en eau domestiques, de même qu’une réduction des coûts de traitement lorsque la pollution est abordée plus efficacement.

La reconnaissance des droits des populations et en particulier des femmes et des pauvres, à un partage équitable des ressources en eau tant pour les utilisations domestiques que pour les utilisations à des fins de production au niveau du ménage, aboutit inévitablement à la nécessité d’assurer une représentation correcte de ces groupes dans les instances qui s’occupent de l’allocation des ressources en eau.

La focalisation sur la gestion intégrée et l’utilisation efficace devrait être un stimulant pour le secteur en vue de pousser à une réutilisation, un recyclage et une réduction des déchets. Des fortes taxes de pollution renforcées par une mise en vigueur rigide ont donné des améliorations considérables dans les efficacités d’utilisation industrielle de l’eau dans les pays développés avec les avantages des approvisionnements en eau domestiques et l’environnement.

Les systèmes d’assainissement passés se sont souvent concentrés sur l’élimination du problème des déchets des zones d’occupation humaine gardant ainsi les territoires humains propres et sains, mais en déplaçant simplement le problème des déchets, avec souvent des effets environnementaux catastrophiques ailleurs. L’introduction de la GIRE améliorera l’opportunité de l’introduction de solutions d’assainissement durables qui visent à minimiser les sources de production de déchets, et la réduction des effets directs des déchets et à résoudre aussi les problèmes d’assainissement le plus près possible de l’endroit où cela se passe.

Pratiquement à un niveau local, l’intégration améliorée de la gestion des ressources en eau pourrait aboutir à des coûts considérablement réduits de prestation de services domestiques d’eau, si par exemple plus d’ouvrages d’irrigation étaient conçus avec une composante de l’eau domestique explicitement impliquée dès le début.⁽²⁾

¹ Institut International d’Ingénierie de l’Eau et de l’Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

² Institut International d’Ingénierie de l’Eau et de l’Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

1.3.3 La mise en œuvre de la GIRE

1.3.3.1 Le cadre politique et juridique favorable

Les attitudes changent pendant que les responsables se rendent compte de la nécessité de gérer les ressources efficacement. Ils voient aussi que la construction de nouvelles infrastructures doit tenir compte des impacts environnementaux et sociaux et la nécessité fondamentale de viabiliser les systèmes économiquement à des fins d'entretien. Cependant, ils peuvent encore être gênés par les implications politiques d'un tel changement. Le processus d'actualisation de la politique de l'eau est donc une étape majeure, qui exige une consultation élargie et nécessite un engagement politique.

La législation de l'eau convertit la politique en loi et devrait :

- Clarifier le droit et les responsabilités des utilisateurs et des fournisseurs de l'eau;
- Clarifier les rôles de l'état par rapport aux autres parties prenantes;
- Formaliser le transfert des allocations de l'eau;
- Offrir un statut juridique aux institutions de gestion de l'eau du gouvernement et des groupes d'utilisateurs de l'eau;
- Assurer l'utilisation durable de la ressource.⁽¹⁾

1.3.3.2 Le cadre institutionnel

Il définit les rôles en créant un cadre organisationnel incluant les aspects formels et fonctionnels et en renforçant les capacités institutionnelles avec le développement des ressources humaines. Pour cela des arrangements institutionnels sont nécessaires pour permettre :

- Le fonctionnement d'un consortium de parties prenantes impliquées dans la prise de décision avec la représentation de toutes les sections de la société et un bon équilibre Genre ;
- La gestion des ressources en eau basée sur les frontières hydrologiques (bassin versant, aquifère) et non administratives ;
- La mise en place de structures organisationnelles aux niveaux de bassins et de sous bassins afin de permettre la prise de décision au niveau approprié le plus bas ;
- La coordination par le gouvernement de la gestion nationale des ressources en eau à travers les secteurs d'utilisation de l'eau ; il doit faciliter, réguler et encourager le secteur privé à contribuer au financement et à la fourniture de services d'eau, d'irrigation...).⁽²⁾

¹ PLANS DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU « Manuel de Formation et Guide Opérationnel » Mars 2005. Traduction de l'anglais Juin 2005.

² Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.

Chapitre II :

Présentation de

la région

2.1 Introduction

Compte tenu des transformations majeures qui se produisent à travers le pays et de la démographie croissante, les villes moyennes ont évolué et sont devenues de plus en plus grandes. Or l'augmentation de la population nécessite de mettre l'accent sur le rôle de la Gestion Intégrée des Ressources en Eaux (GIRE) pour la satisfaction des besoins en eaux qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles.

Avant d'entamer les différents points nécessaires à l'étude, il convient de faire ressortir les caractéristiques propres de l'agglomération de la zone d'étude.

Ce chapitre reprend ces caractéristiques point par point qu'elles soient géographiques, géologiques, pédologiques, climatologiques ou hydrauliques.

2.2 Un aperçu historique sur l'origine de la ville et son évolution au fil du temps

La ville de M'sila a connu plusieurs époques historiques ou chacune d'elle a laissé sa trace ; nous mentionnons :

2.2.1 L'époque romaine

Dans cette période, le premier noyau a été construit près de la zone de Belshelka qui est actuellement un site archéologique située à 3km du siège de l'APC. M'sila portait alors le nom de Zabi Justina c'est à dire la « ville des eaux ». Toutefois cette ville n'a pas connu un grand développement car elle était tournée vers l'agriculture facilitée par la fertilité de son sol.

C'est à l'époque romaine et selon les normes modernes de l'époque qu'a été mise en place l'organisation du transfert et de la distribution des eaux

La ville a été détruite en l'an 740 hégirien

2.2.2 L'époque des fatimides

Les fatimides ont reconstruit la ville en l'an 925 à proximité du site archéologique de Justina.

2.2.3 L'époque des Hammadides

Lorsque Jaafer Beni Hamad a pris son autonomie par rapport à la dynastie de Qalaat Beni Hammad, il a construit le premier noyau de la ville qui porte encore son nom aujourd'hui « le quartier d'Al Djaafara »

Puis le noyau s'est étendu sur la rive Est de l'Oued K'sob où d'autres quartiers sont apparus tel que Ras el Hara, Elshennawah, Kherbet Alice. Un marché se trouvait au milieu de ces quartiers et il portait le nom El Chammas. (La mosquée actuelle du nom de « Bilal » est construite sur le site de ce marché)

Le tissu urbain se distinguait par la simplicité de l'architecture et le respect des propriétés et du voisinage, des façades unies en accord avec les valeurs de la société. Le domaine urbain était conçu autour un espace vide entourées de bâtisses, une espèce de place centrale appelée El Hara.

2.2.4 L'époque des almoravides

Dans cette période, la ville de M'sila a connu une grande expansion architecturale ou elle devint un centre scientifique et un carrefour commercial et ceci jusqu'à sa destruction par les Beni Hilal vers 1350 après JC

2.2.5 L'époque pré Ottomane

Entre 1350 et 1500 la ville a été rebâtie après l'arrivée de Sidi Mohamed Ben Abdallah El Maghribi originaire de la ville d'Oujda. Celui-ci s'est installé à M'sila à son retour du pèlerinage et a initié sa reconstruction. La ville avait pris alors le nom de Sidi Boudjemline.

2.2.6 L'époque ottomane

Les ottomans sont entrés en 1500, dans cette période, le quartier de Kraghila a été construit et il est considéré comme une expansion pour les quartiers d'Elshennawahde Ras El Haras et d'El Djaafara .

2.2.7 L'époque de la colonisation française

Les troupes coloniales ont occupé la ville de M'sila en 1840 c'est-à-dire dix ans après le débarquement de Sidi Fredj

Au cours du siècle qui a suivi cette occupation jusqu'à 1940 sont apparues des installations sur la rive Ouest de l'Oued K'sob parmi lesquelles d'abord une infrastructure militaire et le quartier colonial de Dhahra comprenant le siège de la résidence du gouvernement, l'église, le service de la police, la poste et le tribunal. C'est à cette époque, probablement après 1870 qu'ont été construits le quartier de « Argoub » où se sont installés les juifs et certains colons, ainsi que le quartier de Kouch occupé essentiellement par les commerçants et certains notables. La ville a connu aussi, vers la fin de cette période, une émergence des logements collectifs tels les bâtiments du type HLM.

Cette période a été marquée par l'apparition du style architectural et de l'urbanisme européen avec des façades ouvertes, des balcons et des passages routiers (les rues)

Compte tenu de la fertilité qui caractérise les terres de la région, deux projets importants complémentaires ont été construits : un barrage « K'sob » suivi par un système d'irrigation.

2.2.8 L'époque post-indépendance

Après l'indépendance la ville a connu des changements importants. Dans la première période 1962-1974 deux quartiers ont été construits (les cités 300 logements et 500 logements après le séisme qui a touché la ville en 1965) pour recaser les populations sinistrées des quartiers suivants : Kraghila, Elshennawah, Ras El Haras, Kherbet Alice ; puis un lotissement a été créé conçu par l'ingénieur Roland appelé Hai Echouwaf. Enfin des bâtiments ont émergés dans la rive Est dans le désordre et sans plan d'urbanisme. Ces bâtiments constituent aujourd'hui le quartier dit de la Rcade.

C'est au début de la seconde période entre 1974 et 1987 que M'Sila a été hissée au rang de chef-lieu de Wilaya et a connu en conséquence un développement particulier lié à ce nouveau statut. La ville a bénéficié de plusieurs infrastructures administratives et de services à commencer par les sièges de la daïra et de la wilaya. Elle a aussi développé une zone industrielle et deux zones résidentielles urbaines, ainsi que plusieurs lotissements, parmi lesquels les quartiers de 700, 346, 270, 166, et 86 lots

Le premier plan directeur concernant les études urbaines a été élaboré en 1977, et en 1992 le plan directeur pour l'aménagement et l'urbanisme a été préparé suivi par plusieurs autres études. ⁽¹⁾

2.3 Situation Géographique

La zone concernée par l'étude est située à la latitude 35°40 Nord et à la longitude 4°30 Est.

La ville de M'Sila chef-lieu de la wilaya du même nom, est située au Sud-Est à 245 Km de la capitale Alger, et se trouve à la porte du Sud. La wilaya de M'Sila fait partie des hauts plateaux de la région centre de l'Algérie entre l'atlas tellien (Monts du Hodna) au Nord et l'atlas saharien (Monts d'Ouled Nail) au Sud. Ce territoire constitue de par cette particularité géographique une zone de transition reliant différentes régions entre un domaine subhumide au nord, et l'autre semi-aride au sud.

La wilaya de M'Sila est frontalière 7 wilaya : au Nord, la wilaya de Bordj Bou Arreridj ; au Nord-Est, la wilaya de Sétif ; au Nord-Ouest, la wilaya de Bouira ; à l'Est, la wilaya de Batna ; à l'Ouest, la wilaya de Média ; au Sud-Est, la wilaya de Biskra et au Sud-Ouest, la wilaya de Djelfa. (PDRMM, 2008 in Achouri et Tadjine.2013) (Figure II-1)

La wilaya couvre une superficie de 18175 Km² pour une population estimée à 1094000 habitants soit 60 habitants/ Km², M'Sila fut constituée à partir des communes des wilayas mères (Sétif, Batna et Médéa) en 1974. Elle possède 47 communes, relevant de 15 Dairas. (HODNA, 2012 in Achouri et Tadjine.2013). ⁽²⁾

2.4 Le relief

Le territoire de la wilaya constitue une zone charnière et de transition entre deux grandes chaînes de montagnes qui sont l'Atlas Saharien et l'Atlas Tellien avec la configuration géographique suivante :

- Une zone de montagne de part et d'autre du chott El-Hodna.
- Une zone centrale constituée essentiellement de plaines et de hautes plaines.
- Une zone de Chott et de dépression avec le chott El-Hodna au centre Est et le Zahrez el Chergui au centre Ouest.
- Une zone de dunes de sables éoliens. (I .E.2002 in Mahmoudi et Dlaladja, 2008).

Le chott EL Hodna est une dépression salée de 1000 Km² au total, dont 808.8 Km² se trouve dans la wilaya de M'sila, et constitue environ 4% de la superficie de la wilaya. C'est une surface d'épandage où la végétation est quasiment absente.

La plaine du Hodna est située dans une dépression à une altitude moyenne de 400 m. Au Nord les cultures se font par épandages de crue. Le Sud est moins fertile et les dunes en couvrent une bonne partie.

¹ مركز الدراسات و الإنجاز العمراني بسطيف-المديرية الجهوية المسيلة. "المخطط التوجيهي للتهيئة و التعمير بلدية المسيلة المرحلة الثالثة"

² BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

Les hautes plaines se trouvant à partir de 500 m d'altitude, occupent près de 65% de la superficie de la wilaya. Au sud de l'Atlas tellien, l'ensemble des Hautes plaines offre un paysage de steppes unique ; à l'Ouest ces steppes s'étirent sur près de 500 Km sur une largeur de 100 Km à 200 Km ; et à l'Est, elles s'étendent sur près de 200 Km, et en raison d'un relief plus élevé (800 m à 1000 m) on parle plutôt de Hauts plateaux. C'est une région de transition où l'élevage des ovins y est la principale activité.

Enfin pour ce qui est des reliefs montagneux deux atlas bordent la wilaya de M'Sila: l'Atlas Saharien et l'Atlas Tellien. (PDRMM, 2008in Achouri et Tadjine.2013)⁽¹⁾

¹ BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

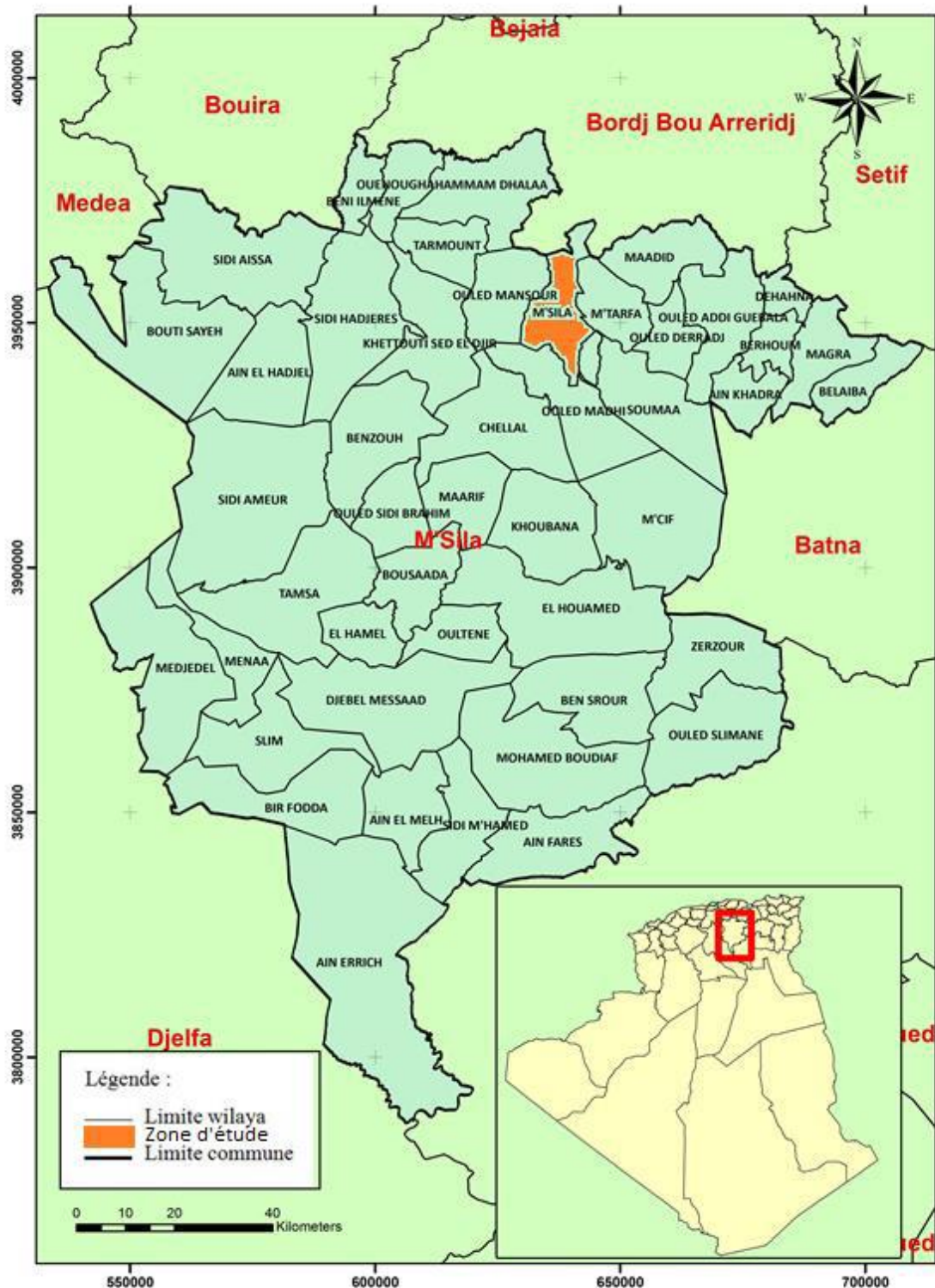


Figure II-1- Localisation de la zone d'étude.⁽¹⁾

2.5 Géologie

Selon le Plan d'aménagement de la wilaya de M'Sila élaboré par L'Agence Nationale Pour l'Aménagement du Territoire, la géologie de M'Sila se représente comme suit :

¹ BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mas. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

2.5.1 Le Quaternaire

Ce sont des alluvions anciennes constituées essentiellement par des sédiments fins.

a- Alluvions: Ce sont des limons à couleur grise, ces formations sont riches en matière sableuse, les graviers sont rares.

b- cône de déjection: Il existe d'important cône de déjection située sur le flanc de Nord-Ouest du Djebel Tsegna et sur le versant Sud-Est de Djebel Fernane. Ce sont les larges glacis caillouteux.

c- les Alluvions actuelles: Sont peu représentés, ils existent au niveau des lits des Oueds.

d- les Dunes: Localisées dans la région centrale au Sud et au Sud-Ouest du Chott El Hodna, au Sud du Zahrez El Chergui et vers Boussaâda elles sont formé de sable quartzeux fins parfois chargés de matériel argileux. Ces formations sont à l'origine de l'érosion des grés barrémiens.

e- Chott: Formé de limon gris à cristaux de gypse comme les roses des sables.

2.5.2 Le Crétacé

a- Crétacé supérieur: Il est largement représenté, ce sont des dépôts marins représentés par des marnes et des calcaires. Il est largement réparti sur le territoire de la wilaya et présente toutes ses subdivisions stratigraphiques.

b- le Turonien: Il constitue les sommets de tous les synclinaux. Caractérisé par des calcaires sublithographique à sa base, par des calcaires argileux en plaquette et par des marnes à intercalation calcaire.

c- Cénomaniens: Il affleure largement, occupe une grande superficie dans sa partie inférieure, constitué par une série d'alternance de calcaire et marne. Dans sa partie supérieure au Sud de Bou-saâda, il est composé par une alternance de marne argileuse.

d- Crétacé inférieur: Ce sont des formations continentales et lagunaires.

2.5.3 Le Tertiaire

a- Eocène: Les formations de l'Eocène varient suivant les zones, l'Eocène débute par des calcaires blancs à intercalations de marnes se terminant par un ensemble conglomératique. L'Eocène est représenté par des grés rouges, des argiles variées, viennent ensuite des calcaires et des conglomérats. Ils constituent les contreforts méridionaux des Monts du Hodna.

b- Miocène: Les séries continentales sont constituées d'une alternance d'argile sableuse, de Grés, de sables, de graviers et de conglomérats.

c- Jurassique: C'est formations peu représentées affleurent aux anticlinales ou des monoclinaux, il comprend des marnes et grés argileux, ensuite du calcaire.

d- Trias: Les formations Triasiques apparaissent souvent à l'intersection de plusieurs failles. De nombreux sédiments tels que les marnes, les argiles, les gypses, les grés fins argileux et les dolomies. Il se montre très limité en affleurements à l'extrême Nord-Ouest.

Les formations superficielles (lithologie) jouent un rôle considérable dans l'appréciation de l'hérodabilité du substratum de la Wilaya côté Nord. Les études qui sont faites par analyse de la carte lithologique établie à partir de la carte géologique et les observations de terrain a

fait ressortir une mosaïque de roches. Ces dernières sont classées selon leur résistance à l'érosion comme suit : roches peu résistantes, moyennement résistantes et résistantes.

L'érosion se manifeste à travers les facteurs ci-après :

- La morphologie du terrain.
- L'agressivité du climat : (caractère torrentiel des pluies) marquée par l'intensité et l'irrégularité, ainsi que la longueur de la période sèche.
- Le faciès lithologique des roches : dominance relative des formations meubles à moyennement résistantes à l'érosion (alluvions, sable, marnes, argiles et calcaire friable) notamment sur les piémonts et sur glacis.
- La dégradation du couvert végétal : insuffisance d'une couverture végétale protectrice sur les sommets (dominance alfa).
- La pression humaine : exploitation non organisée et abusive des terres de parcours (surpâturage, défrichage, brûlis).

Les diverses formes d'érosion rencontrées sur terrain se répartissent par degré d'influence érosion hydrique, érosion éolienne, érosion anthropique. (PDRMM, 2008 in Achouri et Tadjine, 2013)⁽¹⁾

¹ BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mas. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

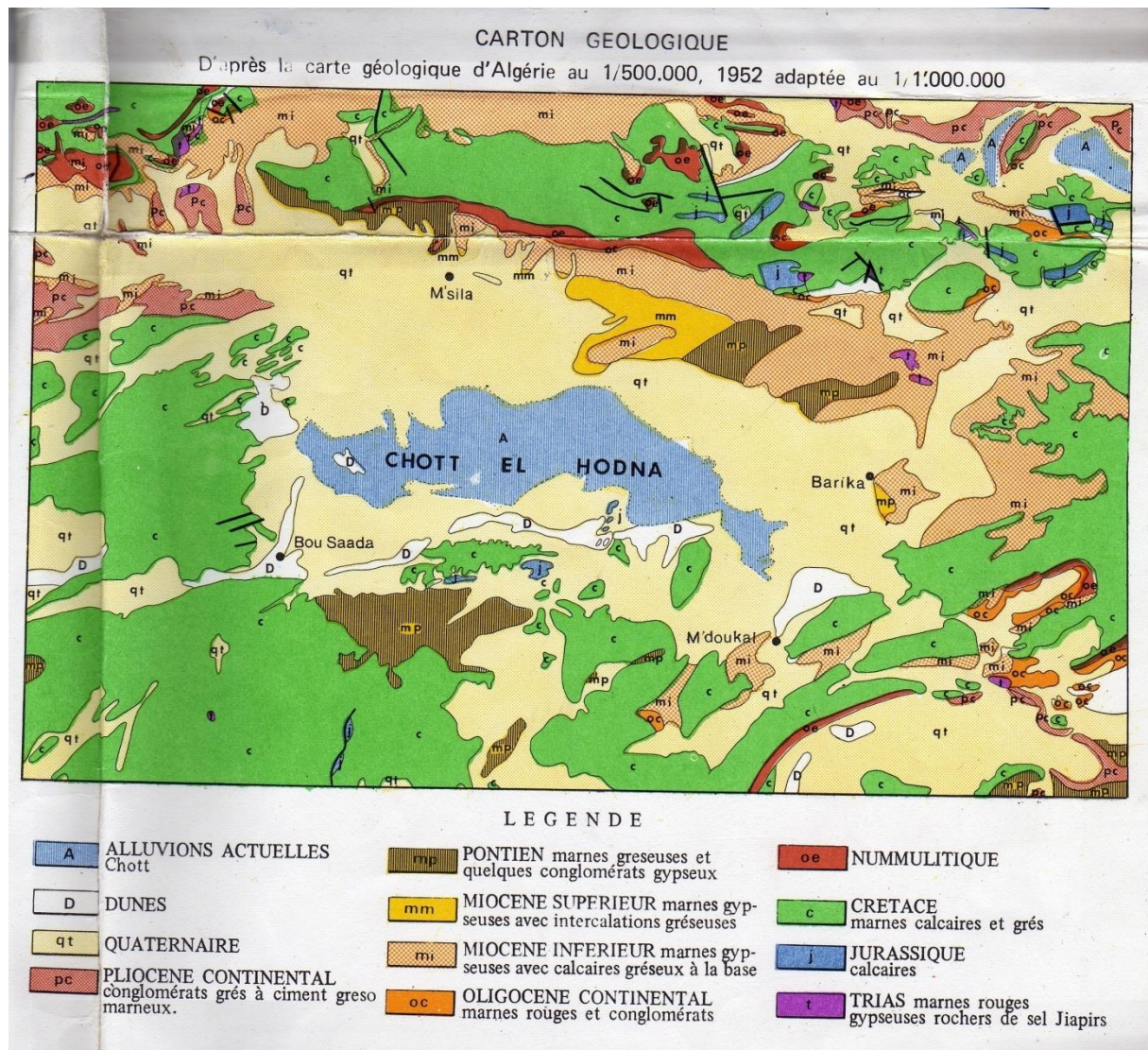


Figure II-2- géologie de la région du Hodna (Le Houerou et claudin ,1972)⁽¹⁾

2.6 Pédologie

A travers le territoire de la région de M'Sila, on peut relever l'existence de divers types de sol, qui sont repartis comme suite :

Sur les pentes les sols sont de type alluviaux peu évolués, ils ne dépassent pas les 50 cm d'épaisseur.

L'horizon supérieur est brun foncé limono-argileux à structure granuleuse. Cet horizon devient en profondeur plus rougeâtre et plus lourd, avec une quantité importante de cailloux.

Dans les dépressions des montagnes, les sols sont profonds avec un horizon proche de la surface brun foncé à structure granuleuse et à texture limoneuse, poreuse en profondeur il devient plus clair, plus rougeâtre et plus lourd (40% d'argile).les parties ouest et nord-ouest de

¹ ANARH

la ville de M'Sila sont caractérisées par une terrasse de cailloutis. (Bakhti et Lagraa, 2017) (Figure II-2).⁽¹⁾

2.7 Hydrologie

L'Algérie compte 17 bassins-versants (Kadi, 1997), parmi ces bassins on trouve le bassin du Hodna. Le régime hydrologique du Hodna est lié au régime pluviométrique qui est caractérisé par de grandes irrégularités.

La majorité des cours d'eaux n'ont pas de débits pérennes à l'exception des oueds de : Lougmane -El Ham -K'sob - Selmane - Berhoum -Soubella et Barika dont les eaux en amont proviennent des sources et sont retenue par des barrages traditionnels ; c'est pour cette raison qu'ils sont toujours à sec en aval. On ajoute une multitude de petits cours d'eau (Chaaba) qui, à sec pratiquement toute l'année, ne coulent qu'en période de pluie (Figure II-3).⁽²⁾

2.7.1 Les principaux oueds du bassin du Hodna

On peut citer d'Ouest en Est les oueds suivant :

- Oued El Ham : son bassin versant est de 5600 Km² (présente 1/5 ou 1/6 de la totalité du bassin hydrologique du Hodna). Le régime de cet oued est permanent;
- Oued Lougmane, dont le régime est permanent;
- Oued K'sob sur le quel existe un important barrage construit en 1939 à 15 Km en amont de M'Sila. Son régime est permanent;
- Oued Barika sur le quel existe un important barrage de dérivation. Cet oued draine le mont du Belazma. Son régime est temporaire ;
- Oued Bitham dont le régime temporaire ;

Par contre dans la zone Sud du Chott El Hodna, il n'existe que deux oueds important :

- Oued Boussaâda, son régime est temporaire ;
- Oued M'Cif ou Melah plus en aval, rejoint le Chott à l'Ouest de Guelalia, son régime est permanent. (Mimoune, 1995).⁽³⁾

¹ BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mas. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

² BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mas. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

³ BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mas. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

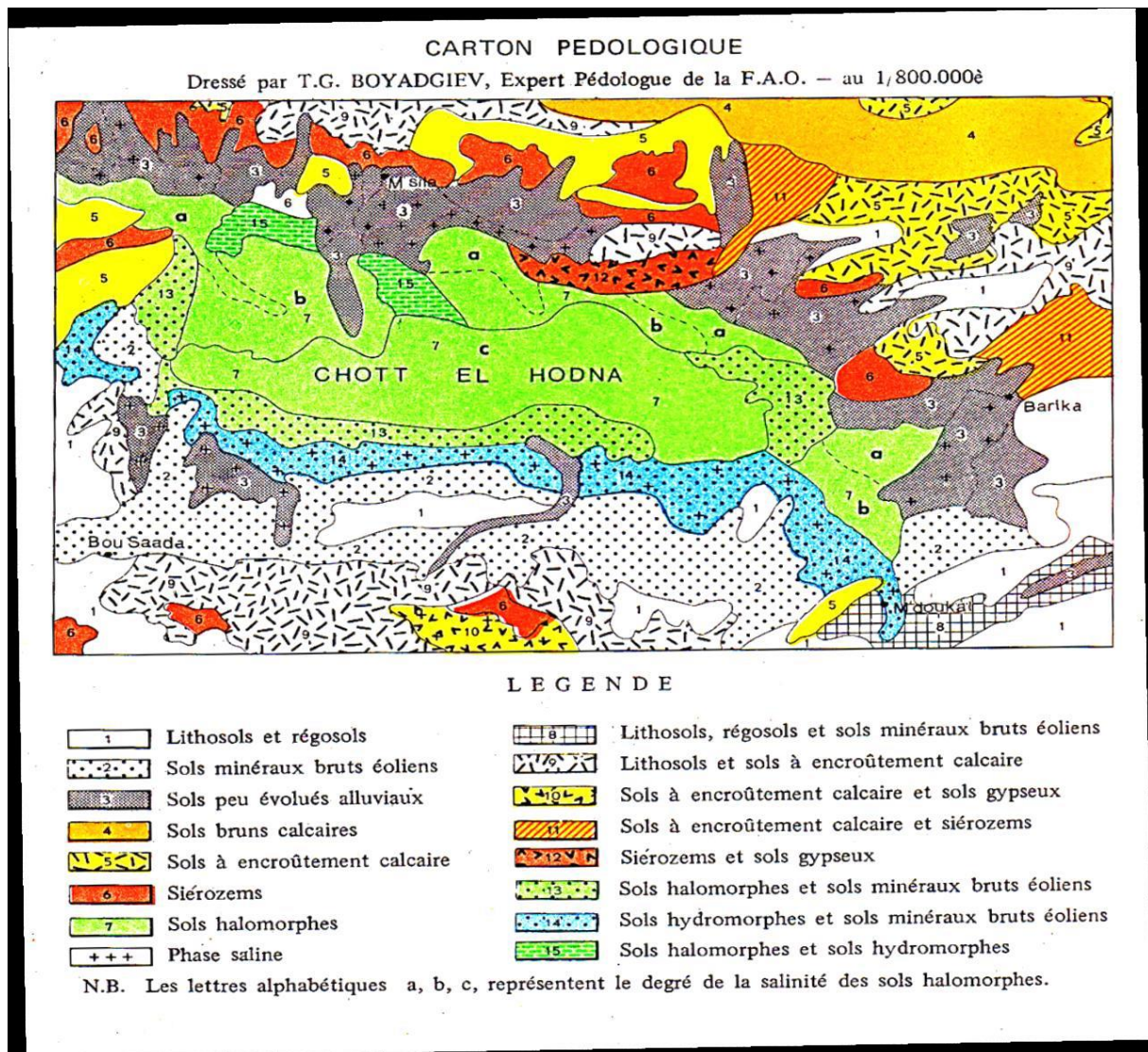


Figure II-3- Carte pédologique de la région d'El-Hodna.⁽¹⁾

¹ ABDELKEBIR, F & ZERGUINE, Y. « Evaluation des périmètres agricoles au niveau de la zone de mise en valeur de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences Agronomiques, Univ. M'sila, Promo. (2017/2018).

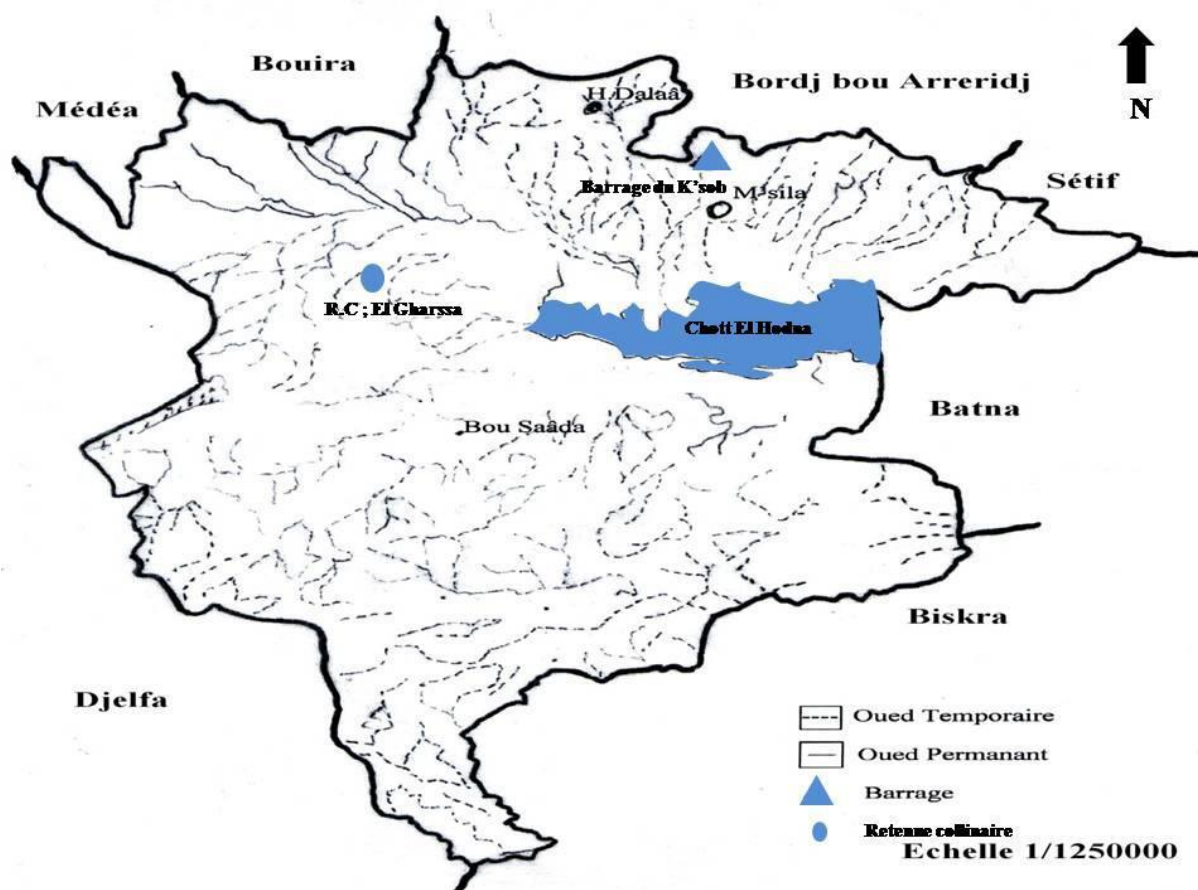


Figure II-4- Carte de réseau hydrographique de la Wilaya de M'Sila.⁽¹⁾

2.8 Hydrogéologie

Il existe une nappe phréatique dont l'eau est impropre à la consommation domestique car très chargée et saumâtre ; ainsi que des nappes profondes captives notamment celles du Hodna et de la plaine de Ain Riche.

Une grande partie de la Wilaya est considérée comme un immense bassin versant bénéficiant de l'impluvium de l'Atlas et qui reçoit les eaux de pluie des différents oueds qui se jettent principalement au Chott El Hodna.

Les potentialités en eau de surface sont estimées à 320 HM³.

Les potentialités en eau souterraine sont limitées dans la Wilaya, et les nappes aquifères, actuellement connues, sont :

- La nappe phréatique
- La nappe profonde du Hodna

¹ BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mas. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

- La nappe profonde d'Ain Riche

Les réserves en eau de la nappe phréatique sont difficilement quantifiables. Quant aux deux autres nappes, elles renferment respectivement 133 HM³ et 08 HM³.

En sus de ces nappes, il y a lieu de signaler l'existence:

- Du barrage K'sob d'une capacité théorique de 29 millions de mètres cubes et qui est de nouveau envasé en dépit de la surélévation entamée en 1972 et menée à terme lors de la décennie 1980. La protection de son bassin versant est menée dans le cadre de l'opération « grands travaux » conjointement par les deux Wilaya de B.B.Arréridj et de M'sila.⁽¹⁾

2.9 Climat et bioclimat

Les conditions climatiques sont fortement corrélées au gradient altitudinal. On peut distinguer quatre types de bioclimats :

- l'aride doux dans la plaine du Hodna
- le semi-aride frais dans la zone piémont
- le semi-aride froid en montagne
- le subhumide froid en haute altitude.

La caractérisation des principaux paramètres climatiques de la wilaya de M'sila ont été déterminés à partir de l'exploitation des données enregistrées au niveau de la station météorologique de M'Sila. (PDRMM, 2008 in Achouri et Tadjine.2013) ⁽²⁾

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques géographiques de M'Sila et les données disponibles :

Tableau II-1- Caractéristiques de la station de M'Sila⁽³⁾

Station	coordonnées		Altitude
	Latitude	Longitude	
M'sila	35°40' N	04°30'E	441 m

2.9.1 La pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques, tels les mares et les lacs temporaires, et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (RAMADE, 2003).

¹ « Wilaya de M'sila par les chiffres année 2014 » Edition. Mars 2015.

² BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mas. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

³ BRIKI. Z. «Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mas. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).

On remarque d'après la figure n°05, que la variation des précipitations moyennes mensuelles est irrégulière d'une façon générale. Le mois le plus pluvieux est octobre avec une moyenne de 26.43 mm, alors que le mois de juillet présente le mois le moins pluvieux avec une valeur de 3.74mm. Le total annuel des précipitations enregistrées est égal à 202 .05 mm.

Tableau II-2-Les variations des précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la commune de M'sila (1988-2015). ⁽¹⁾

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P(mm)	17.49	13.19	15.38	21.35	23.93	9.78	3.74	7.36	25.23	26.43	19.28	18.89

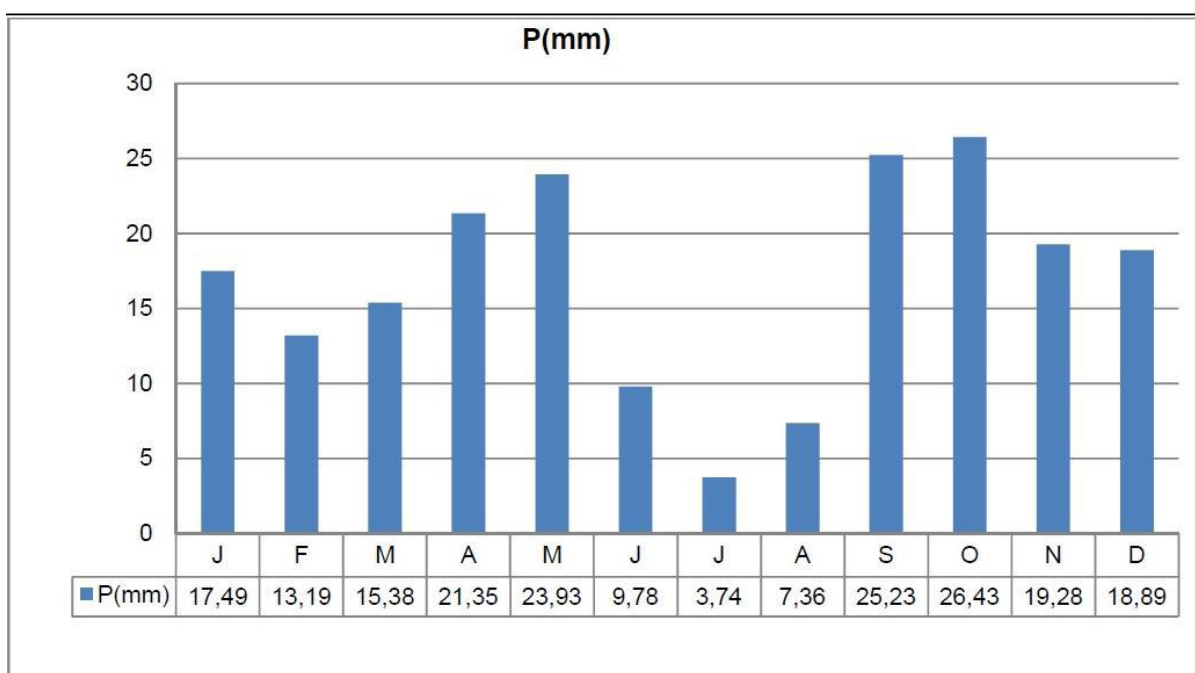


Figure II-5- les variations des précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la commune de M'sila (1988-2015).

2.9.2 Variations interannuelles des précipitations

Les valeurs des précipitations interannuelles de M'sila sont irrégulières. Elles varient de 105 mm en 2002 à 348 mm en 2003 .M'sila reçoit en moyenne 213.03 mm de pluie par an. ⁽²⁾

2.9.3 Régime saisonnier

La distribution des précipitations par saison (Tableau II-3) nous laisse la possibilité de dresser son régime saisonnier.

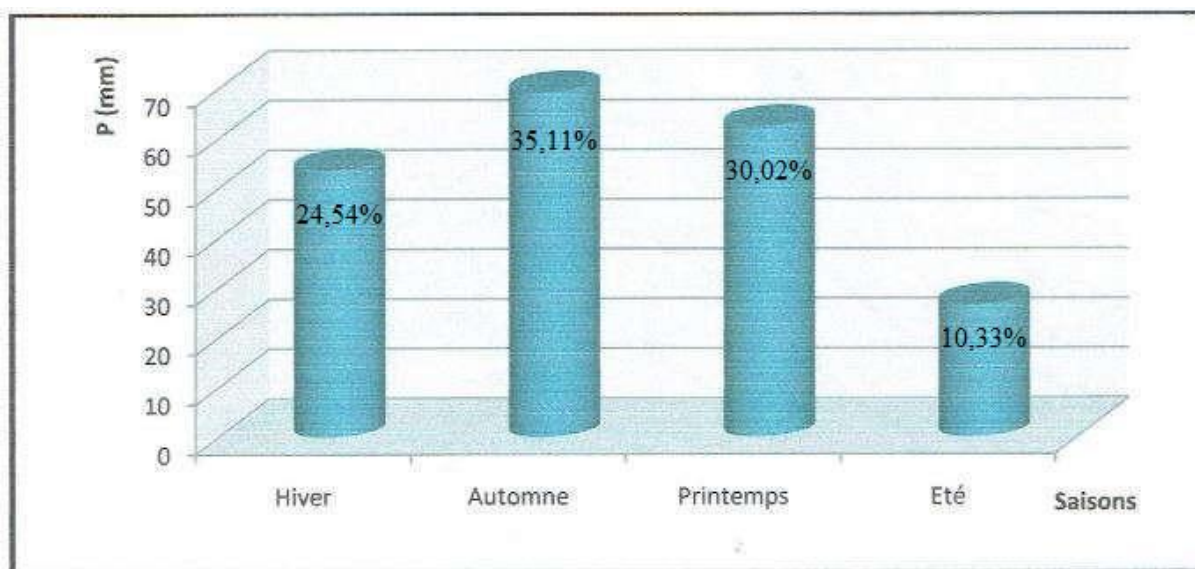
¹ ABDELKEBIR. F & ZERGUINE. Y. « Evaluation des périmètres agricoles au niveau de la zone de mise en valeur de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences Agronomiques. Univ. M'sila. Promo. (2017/2018).

² HAMIDAT. A & BOUDRAA. S. « Biodiversité des arbres d'alignements de la ville de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Univ. M'sila. Promo. (2016/2017).

Tableau II-3- *Le régime saisonnier de la région de M'sila.⁽¹⁾*

Saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Totale	Type saisonnier
P (mm)	49.57	60.66	20.88	70.94	202.05	APHE
P(%)	24.54	30.02	10.33	35.11	100	

L'illustration de la distribution des précipitations par saison nous a permis d'aboutir à la figure II-6 ci-dessous.

**Figure II-6-** *Le régime saisonnier de la commune de M'sila (1988-2015).*

Le tableau II-3 et à la figure II-6 permettent de caractériser le régime pluviométrique en fonction des saisons. Le régime saisonnier des précipitations de la station de M'Sila est de type (APHE). En effet, l'Automne est la saison la plus arrosée avec un total de précipitations de 70.94 mm par contre l'Eté paraît la saison la plus sèche avec un total de précipitations de 20.88 mm.

2.9.4 La température

La température de l'air est l'un des paramètres ayant une grande influence sur le climat et sur le bilan hydrique car il conditionne l'évaporation et l'évapotranspiration. Elle est en fonction de l'altitude, de la distance de la mer, des saisons.

¹ ABDELKEBIR. F & ZERGUINE. Y. « Evaluation des périmètres agricoles au niveau de la zone de mise en valeur de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences Agronomiques. Univ. M'sila. Promo. (2017/2018).

Les moyennes mensuelles des températures enregistrées pour la commune de M'sila sont présentées dans le tableau II-4.

Tableau II-4- Les moyennes mensuelles des températures en (°C) de la commune de M'sila (1988-2015). ⁽¹⁾

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T (°C)	80.08	10.1	13.8	16.8	22	27.9	31.7	31.2	25.7	20.1	13.7	9.43

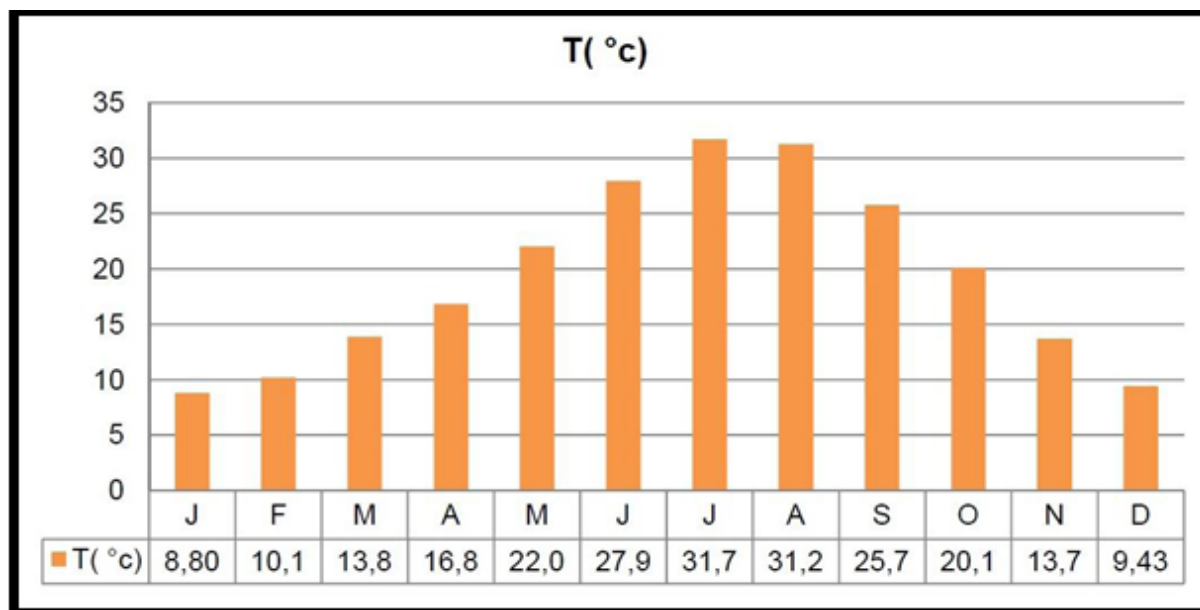


Figure II-7- Les moyennes mensuelles des températures en (°C) de la commune de M'sila (1988-2015).

Les hivers sont froids avec minima de 8.80°C en janvier et 9.43°C en décembre, les étés sont chauds avec des maxima de 31.7 °C en juillet et 31. 2°C en Août.

2.9.5 Humidité relative

C'est le rapport entre la teneur en vapeur d'eau de l'air et la masse théorique de vapeur d'eau que peut renfermer l'atmosphère à saturation compte tenu de la température et de la pression barométrique existante (Ramade, 2003).

Tableau II-5- L'humidité moyennes en (%) de la région de M'sila Période (1988 -2015). ⁽²⁾

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
H (%)	74.35	67.08	60.75	56.75	49.22	42.14	35.74	38.23	52.58	60.15	70.9	75.31

¹ ABDELKEBIR. F & ZERGUINE. Y. « Evaluation des périmètres agricoles au niveau de la zone de mise en valeur de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences Agronomiques. Univ. M'sila. Promo. (2017/2018).

² ABDELKEBIR. F & ZERGUINE. Y. « Evaluation des périmètres agricoles au niveau de la zone de mise en valeur de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences Agronomiques. Univ. M'sila. Promo. (2017/2018).

Selon le tableau II-5, les résultats d'observations à partir de la station météorologique de M'sila montrent que les moyennes de l'humidité mesurées durant la période 1988-2015 est variée pendant l'année entre un maximum de 75.31% en Décembre à 74.35% en janvier et un minimum de 35.74 % juillet à 38.23 % en Août.

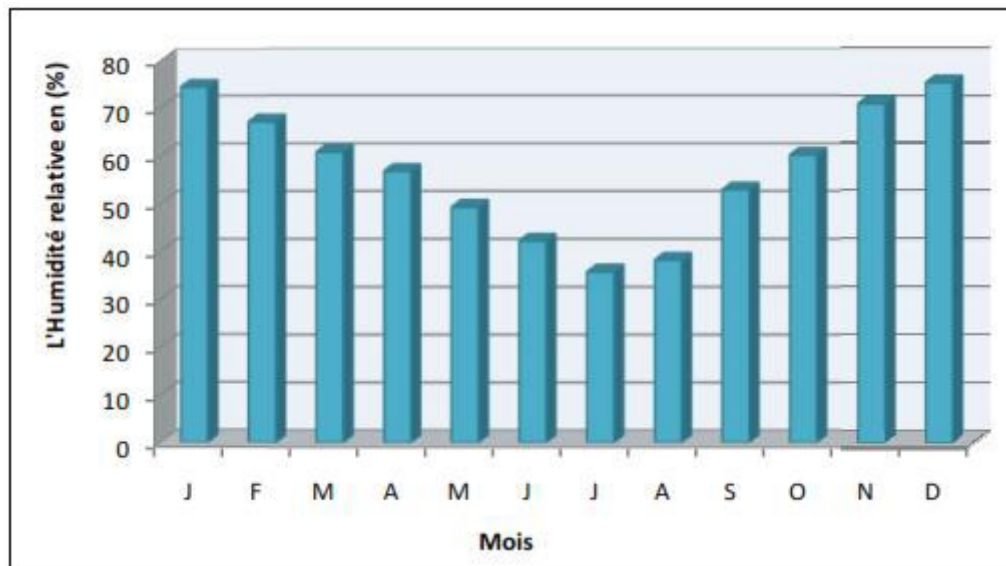


Figure II-8- Les variations de l'humidité moyennes mensuelles exprimé en (%) de la région de M'sila période (1988-2015).

2.9.6 Le vent

Il constitue un facteur écologique limitant. Sous l'influence du vent, la végétation est limitée dans son développement (RAMADE, 2003). Les vents dominants qui soufflent dans la région de M'Sila sont:

- **Le vent d'ouest (W)**, dit « DAHRAOUI » est le plus pluvieux, il est fréquent en Automne, en hiver et au printemps.
- **Le vent de nord (N)**, dit « BAHRI » est moins fréquent, il est froid et sec.
- **Les vents à directions variables (Var)**, qui soufflent surtout pendant les saisons sèches.
- **Le sirocco** : vent chaud et sec, souffle en général du sud, il entrave le développement des cultures. Il constitue la cause du faible tapis végétal dans la wilaya de M'Sila parce que les vents chauds et secs accentuent les dessèchements du substrat et limitent l'installation de la végétation.

Les vents du Nord sont fréquents pendant l'hiver, alors que ceux du Nord-est, bien répartis surtout l'année accèdent facilement dans la cuvette du Hodna par la vallée de l'Oued Barika. Ceux du Sud n'atteignent le Hodna qu'en été, période durant laquelle ils soufflent avec des rafales brûlantes. (Bounab, 2018)

Tableau II-6- Vitesses moyennes du vent en m/s de la région de M'sila Période (1988-2015).
(¹)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
V _{moy} (m/s)	3.7	4.2	4.5	5	4.7	4.6	4	4	3.7	3.75	3.7	3.85	49.7

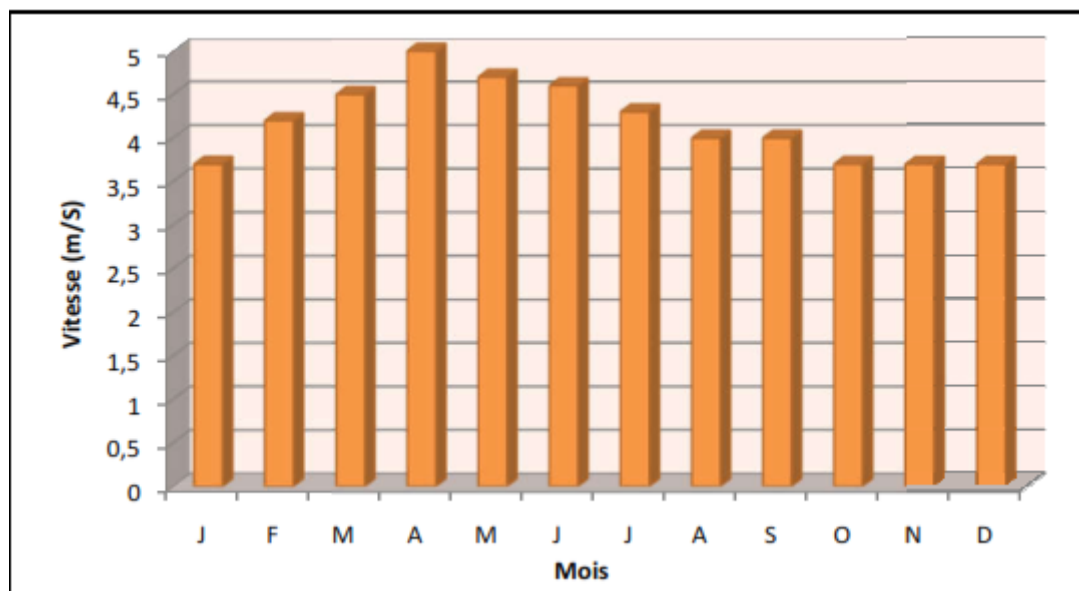


Figure II-9- Les variations des vitesses moyennes mensuelles des vents (m/s) pour la région de M'sila (1988-2015).

L'analyse de la figure II-9, montre que la vitesse des vents dans notre région est faible, avec une moyenne de 4.17 m/s. Les basses vitesses sont observées en automne, alors que les plus élevées sont enregistrées au printemps et en été.

2.10 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé de représenter la commune, aborder son développement historique, connaître le relief, le climat, la géologie, l'hydrologie et l'hydrogéologie.

Après ce résumé de la présentation de la ville, nous pouvons faire ressortir les différentes ressources en eau de la région et procéder dans le chapitre qui suit à l'examen de ces ressources.

¹ ABDELKEBIR. F & ZERGUINE. Y. « Evaluation des périmètres agricoles au niveau de la zone de mise en valeur de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences Agronomiques. Univ. M'sila. Promo. (2017/2018).

Chapitre III :

Ressources en

eau

3.1 Introduction

Ce chapitre porte sur les différentes sources d'eau dans la commune de M'sila. Il s'agit des eaux de surface, des eaux souterraines et des eaux non conventionnelles (eaux usées).

Les capacités hydriques de la commune de M'sila se composent des eaux locales et des eaux transférées. Chaque ressource sera examinée avec son utilisation que ce soit dans le cadre de l'alimentation en eau potable (AEP), en eau d'agriculture (AEA), ou en eau d'industrie (AEI).

3.2 Ressources superficielles

Les ressources superficielles dont bénéficie la commune de M'sila se divisent en :

- Ressources superficielles transférées
- Ressources superficielles locales

3.2.1 Ressources superficielles transférées

Actuellement, la commune de M'sila bénéficie d'une quantité importante d'eau transférée du barrage de Koudiat Asserdoune à Bouira, qui sert à couvrir la pénurie de ressources en eaux locales afin de répondre aux besoins en eau potable des habitants de la commune.

La quantité programmée est estimée à $4400 \text{ m}^3 / \text{j}$, mais elle n'atteint plus cette quantité, pour des raisons de déficit en maintenance technique.⁽¹⁾

La quantité actuelle (en 2019) produite est estimée à $2933 \text{ m}^3/\text{j}$ ⁽²⁾

3.2.2 Ressources superficielles locales

Le barrage du k'sob sur l'oued du même nom se trouve dans la wilaya de M'sila à 15 Km au nord de la ville. Il est destiné à l'irrigation de la plaine de M'sila dont les terres sont favorables aux cultures maraichères, aux céréales et aux arbres fruitiers.

Le bassin versant de l'oued K'sob est situé dans le grand bassin du "Hodna" (Figures III.1). Il est limité au Nord-Ouest par la chaîne montagneuse des Bibans ; au Sud et au Sud-Ouest par les monts du Hodna et à l'Est par les hautes plaines de Sétif. Il se situe entre les méridiens de longitudes $5^{\circ} 06'$ et $4^{\circ} 34'$ Est et les parallèles de latitude $35^{\circ} 33'$ et $36^{\circ} 18'$ Nord.⁽³⁾

Le barrage K'sob souffre de phénomène d'envasement qui lui cause de grandes pertes. Il a en effet perdu beaucoup de ses capacités depuis le début de son fonctionnement en 1939. En 2013 une couverture financière de deux milliards de dinars a été allouée pour son dragage et le nettoyage des fonds afin de rétablir son potentiel initial.

¹ DRE M'sila 2019.

² ADE M'sila 2019

³ MADANI. I. « Etude de la stabilité à long terme d' un barrage rigide, cas barrage El'Ksob, M'sila » Mém. Mast. Dép. Hydraulique. Univ. M'sila. Promo. (2015/2016).

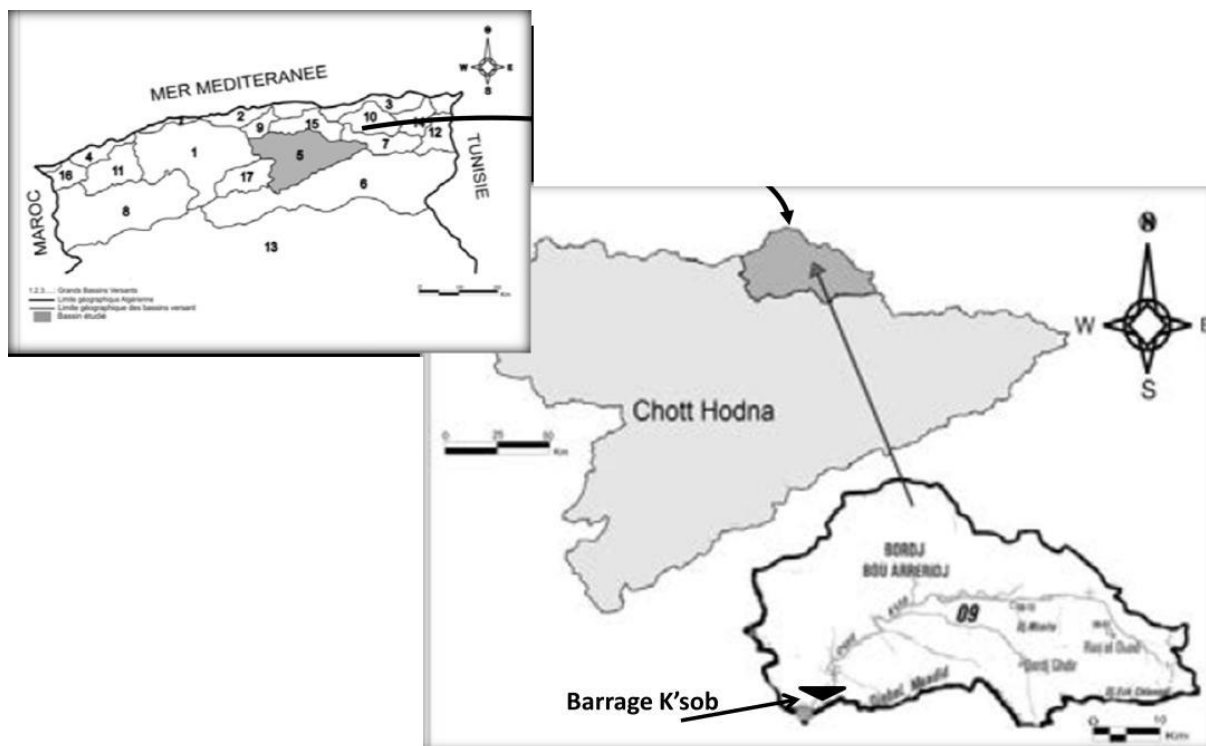


Figure III-1- Position géographique du barrage El K'sob. (1)

Tableau III-1- Principales caractéristiques du barrage El K'sob. (2)

Caractéristiques générales	Données		
Superficie du bassin versant	1 460 km ²		
Périmètre du bassin versant	180 km		
Altitude moyen	1070 m		
Apport annuel moyen	51.5 Hm ³		
Précipitation moyenne annuelle	220.0 mm		
Déversoir	Evacuateurs de crue en rive droite		
Caractéristiques du barrage	Barrage initial	Après surélévation	Récent
Début et fin des travaux	1934 à 1940	1972 à 1976	-
Année tenue en eau	1940	1977	-
Surface du plan d'eau	121 ha	252.5 ha	-
Altitude maximale de la retenue	591m	605.5	-
Hauteur de surélévation	-	15 m	-
Hauteur maximal	31 m	46 m	-
Longueur crête	254.5 m	280 m	-
Largeur de la crête	5.5 m	3 m	-
Base de la digue	48 m	56 m	-
Pente des parements amont	0.9	-	-

¹ MADANI. I. « Etude de la stabilité à long terme d' un barrage rigide, cas barrage El'Ksob, M'sila » Mém. Mast. Dép. Hydraulique. Univ. M'sila. Promo. (2015/2016).

² MADANI. I. « Etude de la stabilité à long terme d' un barrage rigide, cas barrage El'Ksob, M'sila » Mém. Mast. Dép. Hydraulique. Univ. M'sila. Promo. (2015/2016).

Pente des parements aval	0.4	-	-
Cote de la retenue maximale	591	605.5	-
Cote de la retenue normale	590	604	-
Capacité à la retenue normale	11.5 hm ³ (590)	29.5 hm ³ (604)	11.8 hm ³ (2008)
Taux d'envasement	69 % Levé 1968	60 % Levé 2008	-
Périmètre irrigué.	13000 ha	6250 ha	4840 ha

3.3 Ressources souterraines

3.3.1 Ressources souterraines pour AEP

Les ressources en eaux souterraines destinées à l'eau potable de la commune de M'sila sont constituées de 44 forages répartis sur plusieurs zones de la région qui nous concerne :

- 12 forages dans la zone Khabeb
- 18 forages dans la zone Mezrir
- 6 forages dans la zone Lougmane
- 3 forages dans la zone Guerfala
- Un seul forage dans la zone Boukhmissa
- 2 forages dans la zone Ghozel
- Un seul forage dans la zone Achiakh
- Un seul forage dans la zone Sidi Amara

Le tableau suivant résume les données sur les sources en eaux potables souterraines

Tableau III-2- Répartition des forages à travers la Commune de M'sila. (1)

Localisation	Nom du forage	Débit déclaré	Débit en service	Débit exploité
		(m ³ /j)		
Khabeb	F310 BIS	1296	864	864
	F 05 Bis	1296	1209.6	691.2
	F 11 Bis	1555.2	1296	1296
	F 08 Bis	1468.8	1296	1296
	F 224 bis	1468.8	1036.8	1036.8
	F 06 Bis	1037	432	432
	330/168 F10 bis	1296	864	864
	331/168 F01	1555.2	1296	1296
	332/168 F02	1468.8	1468.8	1468.8
	F 233	1037	259.2	259.2
	F 256	1123	1123.2	1123.2
Mezrir Est	Mezrir 4/14-F03	1296	1123.2	1123.2
	F 250 Bis	1296	691.2	691.2
	F 249 Bis	1555	864	864
	F 284/168	1468.8	864	864
	F278/168 Remplace F 215	1123.2	1123.2	1123.2

¹ DRE M'sila 2019.

	F 268 Bis	1296	1209.6	1209.6
	F 311	1468.8	1209.6	1209.6
	Mezrir 2/14	1555.2	1296	1296
	Mezrir 3/14	1555.2	1468.8	1468.8
	M'sila 1	1555.2	864	864
Mezrir Ouest	F 252	1209.6	864	864
	F 283	1209.6	950.4	950.4
	Mezrir ouest	1728	1036.8	1036.8
	F 312/168 Bayadha 2	1296	1036.8	1036.8
	Mezrir 1/14	1296	1728	1728
	Forage Mezrir 02 à l'intérieur SP	864	864	864
Lougmane	Dokkara	2592	432	432
	lougmane 1	1728	691.2	432
	lougmane 2 APC	2160	345.6	259.2
	F256/T02	1728	259.2	0
	Forage T03	2160	691.2	691.2
	Forage T06	604.8	345.6	345.6
Guerfala	F 260/168 Guerfala 1	1036.8	432	0
	F 255/168 Guerfala 2	1209.6	864	864
	F 329/168 Guerfala 3	604.8	86.4	86.4
Boukhmissa	F 279/168 Boukhmissa	1728	1468.8	1468.8
Ghozel	F 313/168 Bayadha 1	1296	1036.8	1036.8
	F 335/168 Ghozel Bis	1209.6	864	864
Achiakh	328/168 lechiakh	691.2	518.4	518.4
Sidi amara	F 333/168 Sidi amara	604.8	259.2	259.2
Mezrir	Mezrir 1	1296	864	864
	Mezrir 2	1296	691.2	691.2
	Mezrir 3	1296	1209.6	1209.6
Total	-	59616	39398.4	37843.2

Le pompage des eaux souterraines pour l'eau potable se fait par l'intermédiaire des stations de pompage situées à proximité de la ville de M'sila indiquées dans le tableau suivant:

Tableau III-3- Caractéristiques des stations de pompage (commune de M'sila) ⁽¹⁾

Désignation	Coordonnées de l'ouvrage		Capacité (m ³ /h)
	X	Y	
Station de pompage khabbeb	644461.35	3946447.33	1476
Station de pompage Mezrir Est	640520.08	3945048.95	1404
Station de pompage Mezrir Ouest	637434.00	3945551.00	1224
Station de pompage Lougmane	630622.00	3960931.00	2160
Station de reprise S.R.I M'sila	639692.00	3953293.00	3240
Station de reprise S.R.II M'sila	639656.00	3953330.00	100
Station de reprise CADAT	638514.00	3951896.00	432
Station de reprise Ichebilia	637524.00	3954153.00	

¹ ADE M'sila 2019.

3.3.2 Stockage

Le stockage de l'eau potable est effectué dans les réservoirs situés dans la ville de M'sila, qui sont donnés dans le tableau suivant:

Tableau III-4- Caractéristiques des réservoirs (commune de M'sila) (¹)

Désignation	Capacité (m ³)	Coordonnées de l'ouvrage	
		X	Y
Rés 1000 m3 (Mache) S/Enterré	1000	644486.00	3946441.00
Rés 2000 m3 (Mache) S/Enterré	2000	640542.00	3945038.00
Rés 500 m3(Mache) S/Enterré	500	640497.00	3945014.00
Rés 500 m3 (Mache) S/Enterré	500	637442.00	3945537.00
Rés 2000 m3(Mache) S/Enterré	2000	630618.00	3960952.00
Rés 2000 m3 (Mache) S/Enterré	2000	639687.00	3953315.00
Rés 2*2000 m3 (Mache) S/Enterré	4000	638511.00	3951873.00
Rés 2500 m3 (Mache) S/Enterré	2500	637416.00	3954167.00
Rés 2500 m3 S/Enterré Forestier	2500	639616.00	3953232.00
Rés 750 m3 Sur élevé Forestier	750	639640.00	3953248.00
Rés 1000 m3 S/Enterré Forestier	1000	639596.00	3953281.00
Rés 2*3000 m3 S/Enterré	6000	639649.00	3958466.00
Rés 5000 m3 S/Enterré	5000	639656.00	3958420.00
Rés 2500 m3 S/Enterré	2500	639651.00	3958371.00
Rés 750 m3 Sur élevé	750	641564.00	3951278.00
Rés 1000 m3 S/Enterré	1000	639879.00	3962423.00
Rés 2*1000 m3 S/Enterré	2000	633406.84	3951596.70
Rés 2500 m3 S/Enterré	2500	634754.00	3956129.00
Rés 4*2500 m3 S/Enterré	10000	636712.00	3957581.00
Rés 10000 m3	10000	635563.00	3957441.00
Rés 2500m3 S/Enterré	2500		

¹ ADE M'sila 2019.

Rés 500 m3 Sur élevé	500	640966.98	3952448.97
----------------------	-----	-----------	------------

À travers le tableau III-1, nous constatons que la capacité totale de stockage est de 61500 m³ ; ce qui est une capacité suffisante pour couvrir les besoins actuels.

3.3.3 Ressources souterraines agricoles

Les ressources en eau souterraine allouées à l'irrigation sont réalisées par de 222 forages et 82 puits, comme indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau III-5- Ressources souterraines agricoles ⁽¹⁾

Désignation	Nombre	Débit moyen (l/s)
Forage	222	5 à 6
Puits	82	1 à 2

3.4 Les Ressources en eau non conventionnelles

La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages. Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir la dimension sociale, la dimension économique et la dimension environnementale. C'est dans cette dernière dimension que s'inscrivent les opérations d'épuration des eaux usées.

Les principales utilisations des eaux usées épurées sont : l'utilisation agricole (par l'irrigation), l'utilisation municipale (arrosage, lavage, lutte contre les incendies...etc.) et l'amélioration des ressources en eau en rechargeant les nappes pour maintenir leur niveau (rabattement des nappes) et les protéger contre l'intrusion des eaux saumâtres (biseaux salés)

La ville de M'sila, comme la majorité des grandes villes Algériennes, vise à disposer d'un réseau d'épuration de ses différents rejets dans le but d'épurer les eaux usées de cette ville, de contribuer à l'assainissement des cours d'eau dans le respect de l'environnement et des populations, et, de protéger les ressources en eau et les milieux naturels.

Aujourd'hui M'sila dispose d'une station d'épuration située à Ghezal.

Cette station d'épuration est située au Sud à environ 9 Km du centre de la ville, d'une superficie de 4.16 ha. Elle se trouve à la frontière entre la commune de M'sila et la commune de Ouled Madhi. Elle est délimitée par l'Oued El Djayeh au Nord, l'Oued K'sob à l'Est, Ardh El Hichem au Sud et la route nationale N°45 à l'Ouest.

Le système d'épuration qui sera implanté dans la région recevra les eaux usées de la ville de M'sila. Le choix de site est motivé par des critères essentiels tels que la disponibilité

¹ DSA M'sila 2019.

du terrain, son voisinage des surfaces d'irrigation (L'eau traitée est réutilisée pour l'irrigation uniquement) et enfin son éloignement des zones urbaines habitées.⁽¹⁾



Figure III-2- Vue générale de la STEP de M'sila (à partir de Google earth 2016). ⁽²⁾

3.4.1 Données de base

a- Procédé d'épuration des eaux dans la STEP de M'sila :

Cette STEP a été réalisée pour une capacité de 200.000 équivalent habitants pour l'horizon 2020, elle est extensible à 300.000 équivalent habitants pour l'année 2030. Le procédé épuratoire choisi est le procédé par boues activées à faible charge. Le tableau ci-dessous, présente la fiche technique de la STEP de la ville de M'sila

Tableau III-6- Fiche technique de la STEP de la ville de M'sila. ⁽³⁾

Nom du projet	Station d'épuration la ville de M'sila
N° de l'opération	ND.5.342.3.262.128.06.01
Entreprises de réalisation	Su bal – SPA – SFC
Date de mise en service	08-avr-13

¹ TAHIR. D. « Analyse de modes de défaillance et de leurs effets sur la production (AMDEC) cas d'une station d'épuration les eaux usées » Mém. Mast. Dép. Hydraulique. Univ. M'sila. Promo. (2015/2016).

² TAHIR. D. « Analyse de modes de défaillance et de leurs effets sur la production (AMDEC) cas d'une station d'épuration les eaux usées » Mém. Mast. Dép. Hydraulique. Univ. M'sila. Promo. (2015/2016).

³ TAHIR. D. « Analyse de modes de défaillance et de leurs effets sur la production (AMDEC) cas d'une station d'épuration les eaux usées » Mém. Mast. Dép. Hydraulique. Univ. M'sila. Promo. (2015/2016).

Type de réseau	Unitaire
Capacité de la station à l'horizon de 2020	200 000 Eq.h
Capacité de la station à l'horizon de 2030	300 000 Eq.h
Procédé d'épuration	Procédé biologique
Mode épuratoire	Boues activées à faible charge
Débit journalier nominal à l'horizon de 2015	30000 m ³ /j
Débit journalier nominal à l'horizon de 2020	32000 m ³ /j

b- Caractéristiques de l'effluent

Tableau III-7- Caractéristiques de l'effluent. (1)

	A l'horizon 2020 (m ³ /h)	A l'horizon 2030 (m ³ /h)
Débit journalier	32000 m ³ /h	48000 m ³ /h
Débit de point en temps sec	2.772 m ³ /h	4.129 m ³ /h
Débit de point en temps de pluie	5.544 m ³ /h	8.258 m ³ /h

Pour satisfaire l'ensemble des besoins en eau de la région et afin de réserver les eaux de bonne qualité à l'alimentation en eau potable, l'épuration de l'eau usée et son utilisation en irrigation est une option attrayante, car elle représente une source d'eau et d'engrais additionnels renouvelables et fiables.

¹ TAHIR. D. « Analyse de modes de défaillance et de leurs effets sur la production (AMDEC) cas d'une station d'épuration les eaux usées » Mém. Mast. Dép. Hydraulique. Univ. M'sila. Promo. (2015/2016).

Chapitre IV :
Gestion des
ressources en
eau : Bilan et
perspectives

4.1 Introduction

L'identification des domaines d'utilisation de l'eau avec précision en l'AEP que ce soit agricole ou industrielle nous aide à une planification exacte de la demande futur en eau et suffisamment d'une manière durable pour les générations futures. Ainsi que la connaissance des facteurs de la demande en eau tels que haut revenu de l'individu , l'urbanisation et l'expansion urbaine, l'augmentation de logements et leur type, la croissance démographique , le nombre et le genre ,aussi la capacité des industries et le climat (en termes de température et de l'humidité) , la croissance du secteur touristique et les facteurs sociaux, le mode de vie, la disponibilité du réseau d'eau, la tarif de l'eau (les frais pour son utilisation), et la période d'utilisation aux moments réguliers ou pic (heures de pointe) été et hiver.

Ce chapitre traite la relation entre la population et l'eau, en termes de l'évolution et la croissance démographique et leurs effets sur la quantité de demande en eau dans les domaines économiques (AEP, industriel et agricole).

Dans ce chapitre nous allons baser sur le domaine d'utilisation de l'eau potable (AEP).

4.2 Etude Socio-économique

Selon les besoins des prévisions, il existe deux types d'estimations des populations : l'estimation à court terme, de 5 à 10 ans, et l'estimation à long terme, de 10 à 50 ans.

Les estimations à long terme constituent un défi, étant donné la grande incertitude entourant les conditions qui existeront dans un avenir lointain. Il semble utile, dans ce cas, d'analyser la courbe de croissance des années passées pour tenter d'y déceler une tendance, même si, souvent, des facteurs sociaux et économiques (guerre, récession économique, installation ou départ d'une importante entreprise, etc.) perturbent la croissance des agglomérations urbaines.

La plupart des méthodes d'estimation des populations ne peuvent décrire le comportement de ces dernières que pour une période relativement brève de leur croissance. Elles constituent cependant des modèles utiles qui peuvent aider l'estimateur à se faire une opinion adéquate, qu'il précisera en interrogeant les notables, en prenant connaissance des dossiers des services techniques de la municipalité et en consultant des professionnels d'autres disciplines (urbanistes, économistes, démographes, sociologues, etc.).

Dans plusieurs parties du globe, notamment en Afrique et en Amérique du Sud, on continue d'observer des croissances de populations très élevées. En revanche, dans les pays les plus riches du monde occidental, on a mis un frein à l'essor démographique. ⁽¹⁾

La composante population étant le critère principal de toute étude liée aux domaines économiques, nous aborderons dans cette étude à l'estimation des scénarios de croissance démographique de la commune de M'sila à court et long terme, ainsi que l'estimation des

¹ François G. Brière. « Distribution et collecte des eaux » 2012.

scénarios de besoins en eau potable. Pour estimer ces scénarios, nous nous appuyerons sur l'analyse des données démographiques historiques.

4.2.1 Evolution de la population de la Commune

La population de la commune de M'sila s'est considérablement développée ces dernières années. Elle est passée de 12 1683 habitants en 1998 à 156 667 habitants en 2008, selon les données obtenues d'URBASE unité de M'sila.

Tableau IV-1- Evolution de la population 1966/2008 dans la commune de M'sila. ⁽¹⁾

Agglomérations	1966	1977	1987	1998	2008
Siège d'APC	19675	30419	66373	100745	132975
Agglomérations secondaires	-	4294	9709	13450	16041
Agglomérations ruraux	15720	17875	6795	7488	7631
Total	35377	52600	82877	121683	156647

Selon les données démographiques obtenues auprès de la DRE, nous constatons que la population est passée de 156 647 personnes en 2008 à 245 534 personnes en 2019.

Tableau IV-2- Population de la commune de M'sila 2019. ⁽²⁾

Agglomérations	2019
Siège d'A.P.C	209593
Agglomération secondaires	22954
Agglomérations ruraux	12987
Total	245534

Le tableau suivant (Tableau IV -3) résume le développement démographique de la commune de M'sila de 1966 à 2019 selon les données obtenues d'URBASE-unité de M'sila et la DRE.

Tableau IV-3- Evolution de la population 1966/2019 dans la commune de M'sila.

Agglomérations	1966	1977	1987	1998	2008	2019
Siège d'APC	19675	30419	66373	100745	132975	209593
Agglomération secondaires	-	4294	9709	13450	16041	22954
Agglomérations ruraux	15720	17875	6795	7488	7631	12987
Total	35377	52600	82877	121683	156647	245534

1 مركز الدراسات و الإنجاز العمراني بسطيف-المديرية الجهوية المسيلة. "المخطط التوجيهي للتهيئة و التعمير بلدية المسيلة المرحلة الثالثة"

2 DRE M'sila 2019.

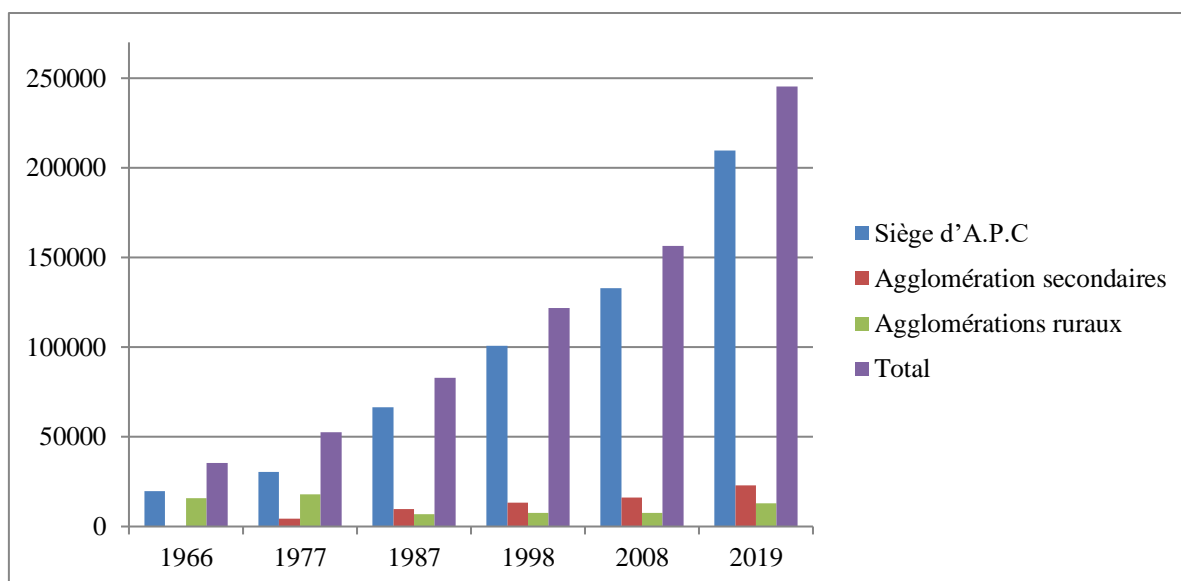


Figure IV-1- *Graphe de l'évolution de la population 1966/2019 dans la commune de M'sila.*

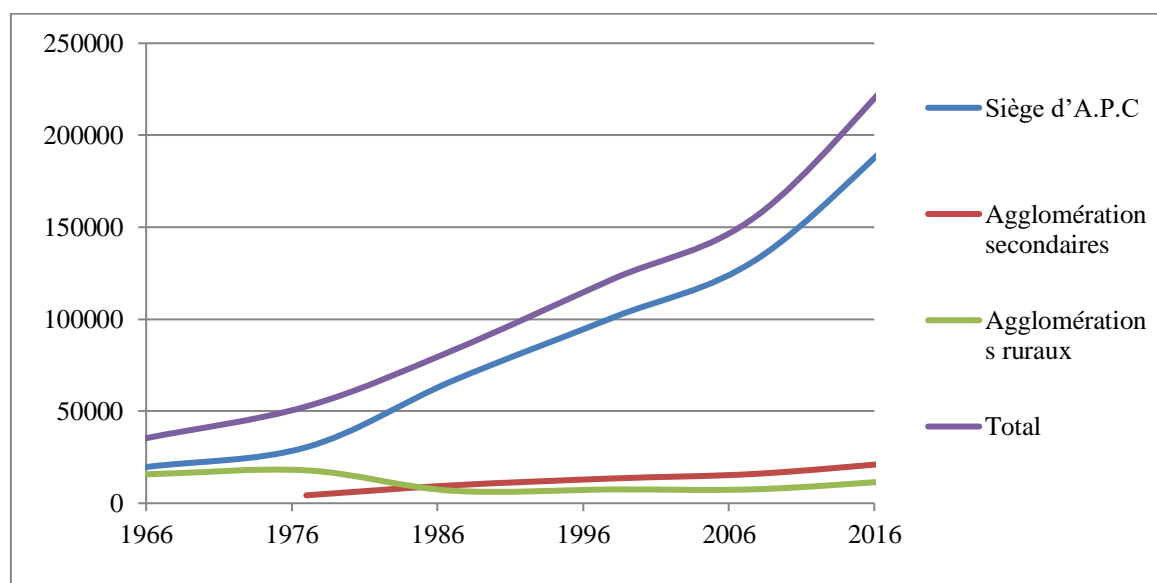


Figure IV-2- *Courbe de l'évolution de la population 1966/2019 dans la commune de M'sila.*

4.2.2 Perspectives démographiques

Dans cette étude, les évolutions démographiques sont établies sur la base des deux derniers recensements faits en 2008 et 2019.

En l'absence de données provenant des statistiques de l'état civil, les données de deux recensements de population peuvent être utilisées pour calculer les taux de croissance, puis estimer la population future, en utilisant l'une des méthodes connues suivantes : la méthode exponentielle, la méthode algébrique, la méthode géométrique ou la méthode logistique qui basé sur trois recensements évaluées à des moments régulièrement espacés ($t_3 - t_2 = t_2 - t_1$).

4.2.2.1 Méthode exponentielle

La méthode exponentielle est une des méthodes la plus précise d'estimation de la population, elle est utilisée à partir de deux recensements (en calculant le taux de croissance entre ces deux recensements). C'est la méthode est la plus utilisée.

Cette méthode qui permet d'estimer la population totale à tout moment dans le futur, peut également être utilisée pour estimer les groupes de population spécifiques, tels que les hommes et les femmes, et les populations urbaines ou rurales en utilisant évidemment pour chaque groupe son taux de croissance spécifique. Cette méthode est considérée comme réaliste en raison de la nature de la croissance démographique en constante évolution.

Elle se base sur le taux de croissance calculé entre les deux recensements de la population selon la formule suivante :

$$P_f = P_0 \times e^{R \times n}$$

Avec :

P_f : Population future à l'horizon considéré.

P_0 : Population de référence.

R : Taux exponentiel de variation annuelle moyenne

n : Nombre d'années de la période de projection (entre année de départ et année de fin de projection)

On détermine R comme suit :

$$R = \frac{\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)}{n} \times 100$$

Tableau IV-4- Taux exponentiel de variation annuelle moyenne(en%).

Agglomérations	2008	2019	R
Siège d'APC	132975	209593	4.14
Agglomération secondaires	16041	22954	3.26
Agglomérations ruraux	7631	12987	4.83
Total	156647	245534	4.09

Tableau IV-5- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode exponentielle.

Agglomérations	2019	2025	2030	2035	2040	2045
Siège d'APC	209593	268635	330357	406261	499604	614395

Agglomération secondaires	22954	27909	32846	38657	45495	53543
Agglomérations ruraux	12987	17357	22102	28145	35840	45639
Total	245534	313901	385305	473063	580939	713577

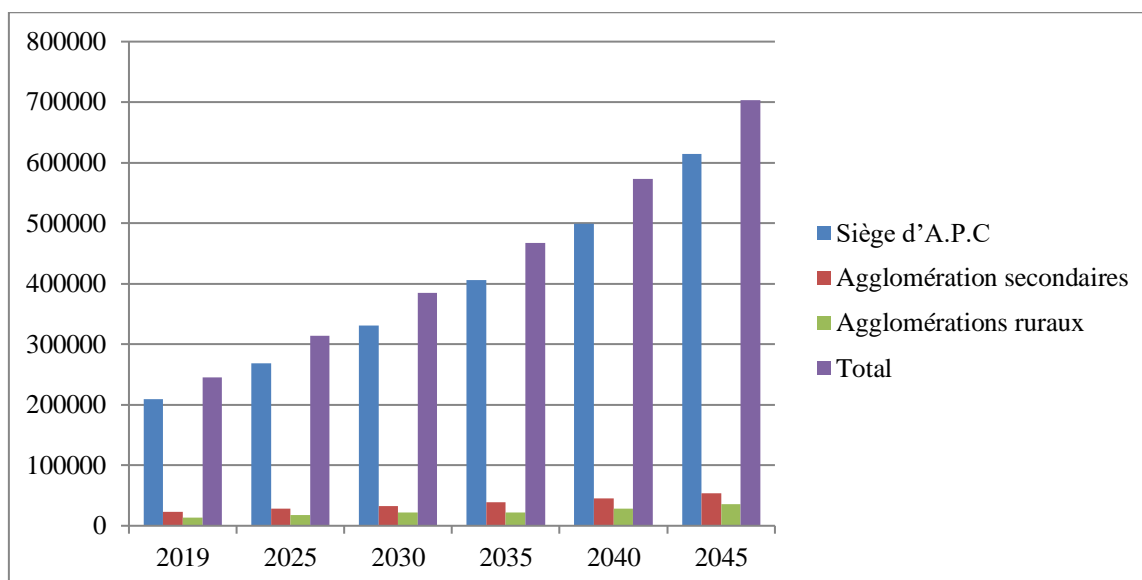


Figure IV-3- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode exponentielle.

4.2.2.2 Méthode algébrique

Cette méthode est basée sur l'hypothèse que le taux de croissance de la population est constant dans le temps, or cette hypothèse peut ne pas être réaliste à long terme, donc cette méthode est surtout utilisée pour une courte période.

L'hypothèse selon laquelle le taux de croissance de la population est constant dans le temps peut être validée en analysant les données des recensements précédents de la population de la région au cours des dernières années, ce qui conduit à la relation mathématique suivante:

$$k = \frac{dP}{dt}$$

Où $\frac{dP}{dt}$ est le taux de variation de la population en fonction du temps et k est une constante.

En intégrant cette donnée, on extrait le futur recensement de la population comme suit:

$$P_f = P_0 + kt$$

Avec :

P_f : Population future à l'horizon considéré.

P_0 : Population de référence.

k : Variation annuelle de l'effectif de la population

t : Nombre d'années pour l'horizon fixé.

La valeur de k peut être déduite du graphique des statistiques démographiques précédentes en fonction du temps comme le montre la figure IV-2 en utilisant la formule suivante:

$$k = \frac{P_m - P_n}{t_m - t_n}$$

P_m : Population au cours de la période t_m

P_n : Population au cours de la période t_n

Tableau IV-6- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode algébrique.

Agglomérations	2019	2025	2030	2035	2040	2045
Siège d'APC	209593	251385	286211	321037	355864	390690
Agglomération secondaires	22954	26725	29867	33009	36152	39294
Agglomérations ruraux	12987	15908	18343	20778	23212	25647
Total	245534	294018	334421	374824	415227	455631

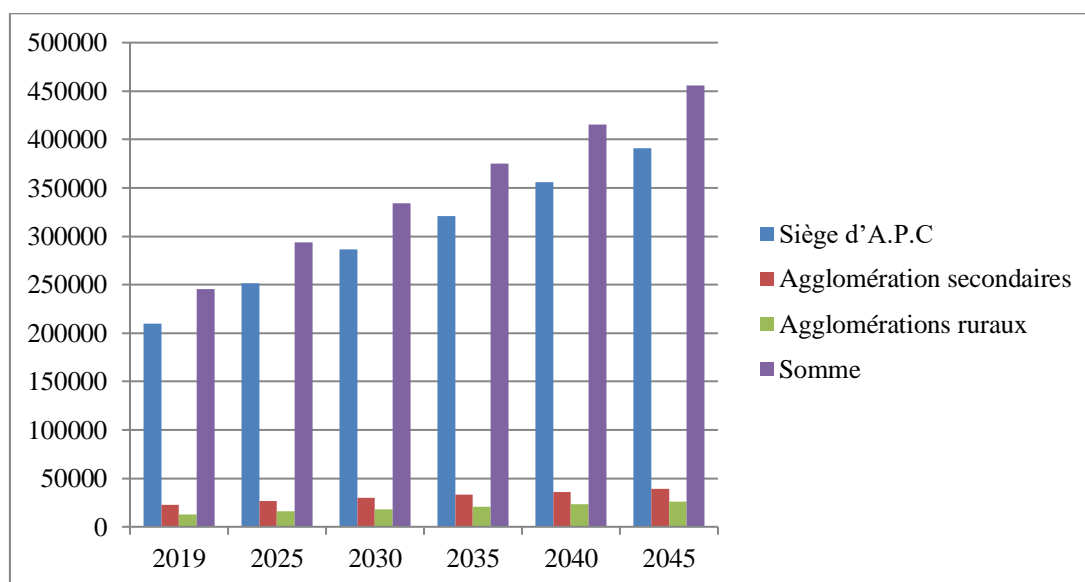


Figure IV-4- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode algébrique.

4.2.2.3 Méthode géométrique

Avec la méthode exponentielle, cette méthode est l'une des méthodes les plus utilisées pour estimer la population ou calculer les taux de croissance sur la base de deux recensements précédents.

Cette méthode est la plus utilisée en Algérie. Elle prend la forme suivante:

$$P_f = P_0 \times (1 + \alpha)^n$$

P_f : Population future à l'horizon considéré.

P_0 : Population de référence.

α : Taux d'accroissement démographique.

n : Nombre d'années pour l'horizon fixé.

On détermine α comme suit :

$$\alpha = \left(\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{1/t} - 1 \right) \times 100$$

Où P_1 et P_2 désignent le nombre de population selon les données du premier recensement (c'est-à-dire la période précédente) et du deuxième recensement (c'est-à-dire la période suivante) respectivement, et t est la différence de temps entre les deux recensements.

Tableau IV-7- Taux d'accroissement global (T.A.G en %).

Agglomérations	1966/1977	1977/1987	1987/1998	1998/2008	2008/2019
Siège d'APC	4.04	8.11	3.87	2.81	4.22
Agglomération secondaires		8.50	3.01	1.78	3.31
Agglomérations ruraux	1.17	0.78	0.89	0.19	4.95
Total	3.67	4.65	3.55	2.56	4.17

Tableau IV-8- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode géométrique.

Agglomérations	2019	2025	2030	2035	2040	2045
Siège d'APC	209593	268635	330357	406261	499604	614395
Agglomération secondaires	22954	27909	32846	38657	45495	53543
Agglomérations ruraux	12987	17357	22102	28145	28146	35842
Total	245534	313901	385305	473063	573246	703779

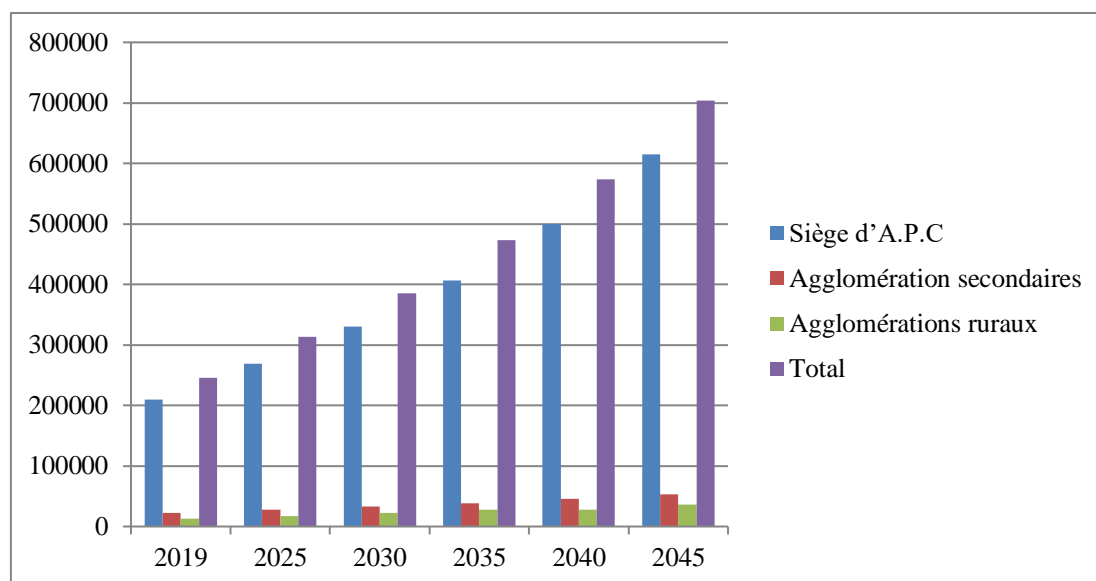


Figure IV-5- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode géométrique.

4.2.2.4 Méthode logistique

La croissance démographique peut être représentée par l'équation différentielle suivante:

$$\frac{dP}{dt} = KP$$

En séparant les variables de l'équation différentielle puis en effectuant l'intégration, on constate que la solution de l'équation est:

$$P(t) = P_0 e^{Kt}$$

K : Taux d'accroissement démographique.

t : Nombre d'années de la période de projection (entre année de départ et année de fin de projection)

C'est le modèle exponentiel que nous avons pris précédemment et qui est considéré le modèle le plus simple pour la croissance de la population

Cependant, on doit réfléchir à la possibilité l'application pratique de ce modèle, car il montre que la population continuera de croître à un rythme toujours constant. En fait, il est improbable que cela se produise car l'environnement où les habitants vivent sera limité en termes de ressources. Une étape peut survenir lorsque la population est si importante que les ressources disponibles ne répondront pas à ses besoins. À cette phase, ce modèle ne sera pas précis pour prédire la croissance future qui se produira dans la population, par conséquent, nous voulons changer ce paradigme pour qu'il inclue l'hypothèse qu'il y a un nombre maximum d'habitants qu'un environnement peut assimiler. C'est ce qu'on appelle la population de saturation. On peut l'exprimer avec la lettre S

L'estimation selon cette l'hypothèse s'appuie que la croissance de la population d'une agglomération donnée comporte trois périodes distinctes : un départ lent suivi d'un accroissement rapide, puis une croissance de plus en plus ralentie au fur et mesure que la population tend vers la saturation.

L'hypothèse est résumée dans l'équation suivante:

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dt} = K \left(1 - \frac{P}{S}\right)$$

On multiplie les deux membres dans P et on obtient :

$$\frac{dP}{dt} = KP \left(1 - \frac{P}{S}\right)$$

C'est ce qu'on appelle l'équation différentielle logistique de la croissance démographique.

La solution générale à cette équation est:

$$P(t) = \frac{S}{1 + Ae^{-Kt}}$$

et

$$A = \frac{S - P_0}{P_0}$$

Où P_0 : Population au moment $t=0$.

Cette méthode est applicable lorsqu'on a affaire à une agglomération dont on connaît la population depuis de nombreuses années. On choisit ainsi trois population, P_1 , P_2 et P_3 , évaluées à des moments régulièrement espacés ($t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = n$). La population P_1 correspond à la période de croissance lente, P_2 , à la période de croissance rapide et P_3 , à la période dont la croissance est à taux décroissant.

On calcule la saturation de la population S à l'aide de l'équation suivante:

$$S = \frac{2P_1P_2P_3 - P_2^2(P_1 + P_3)}{P_1P_3 - P_2^2} \quad (1)$$

Dans notre étude d'évolution démographique de la commune de M'sila, notre application du modèle logistique ne sera pas correcte à 100%, car comme nous l'avons dit plus tôt, application de ce principe dépend de trois phases de croissance marquée précédemment : lente, suivie d'une croissance rapide, puis lente, et finalement la population se stabilise à un niveau équivalent à la population de saturation. Mais les données de la croissance historique des habitants de la commune de M'sila indiquent que la population n'a pas encore atteint la troisième phase (P_3) (à l'approche de la saturation).

¹ François G. Brière. « Distribution et collecte des eaux. Page. 18 » 2012.

C'est pour cela, nous allons estimer la croissance de la population à partir de trois recensements aléatoires P_0 , P_1 , P_2 séparés par des moments régulièrement stables (on prend 20 ans), sans respecter l'exigence de croissance historique pour passer par les trois étapes.

Les recensements (P_0 , P_1 et P_2) s'accordent le nombre de population en 1978, en 1998 et en 2018, respectivement.

On estime d'abord la population de saturation S puis détermine la valeur de la constante A , puis on peut calculer la valeur du taux de croissance K à l'aide la formule suivante:

$$K = \frac{1}{t} \ln \frac{AP_t}{S - P_t}$$

Tableau IV-9- Population de saturation et taux d'accroissement.

Désignation	1978 (P_0)	1998 (P_1)	2018 (P_2)	S (Habitants)	A	K
Commune de M'sila	53937	121683	235693	570448	9.5763	0.09542

L'observation générale qu'on enregistre sur la commune de M'sila est la présence d'un centre urbain principal qui est le centre-ville de M'sila et il fournit tous les services sociaux, soit de la santé, l'éducation et les divertissements, et de meilleures possibilités de travail. Et les centres semi-urbains marginaux qui manquent de nombreux services sociaux qui jouent un rôle important dans la stabilisation de la population rurale dans leurs emplacements et la réduction de la migration continue vers le centre-ville.

À travers cette brève observation de l'état du champ étudié, on suppose qu' on ne peut pas estimer séparément la population de saturation de chaque centre urbain, car les centres semi-urbains peuvent supporter une population de saturation qui dépasse la valeur qu' on valorise à partir d'une équation mathématique basée sur trois recensements historiques de la population si l'isolement est démantelé à propos de ces centres urbains et surmonter les obstacles dont ils souffrent.

Nous avons donc appliqué le modèle logistique de la croissance démographique, nous avons négligé la différence de taux de croissance entre les trois centres urbains de la commune (siège d'APC, Agglomération secondaires et Agglomérations ruraux), et nous avons estimé la croissance sur la base que la population est une seule agglomération.

Tableau IV-10- Perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode logistique.

Année	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Population	235693	485879	514838	534612	547666	556093	561454

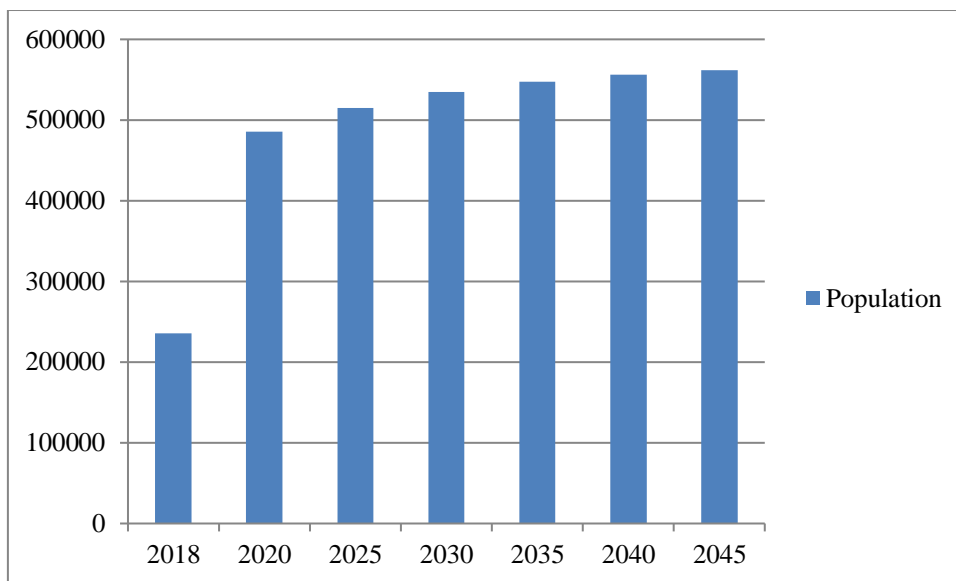


Figure IV-6- *Graphe des perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode logistique.*

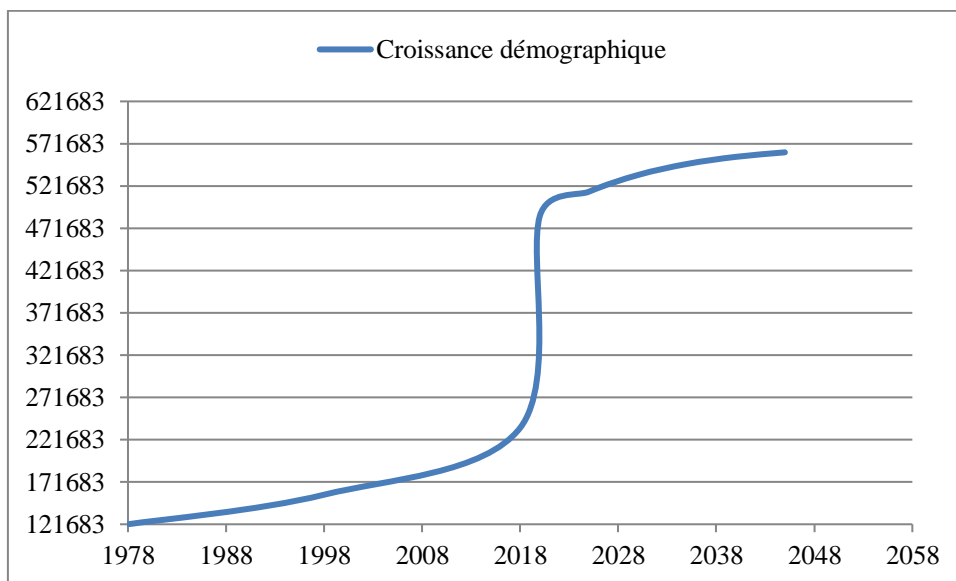


Figure IV-7- *Courbe des perspectives d'évolution de la population de la commune de M'sila selon la méthode logistique.*

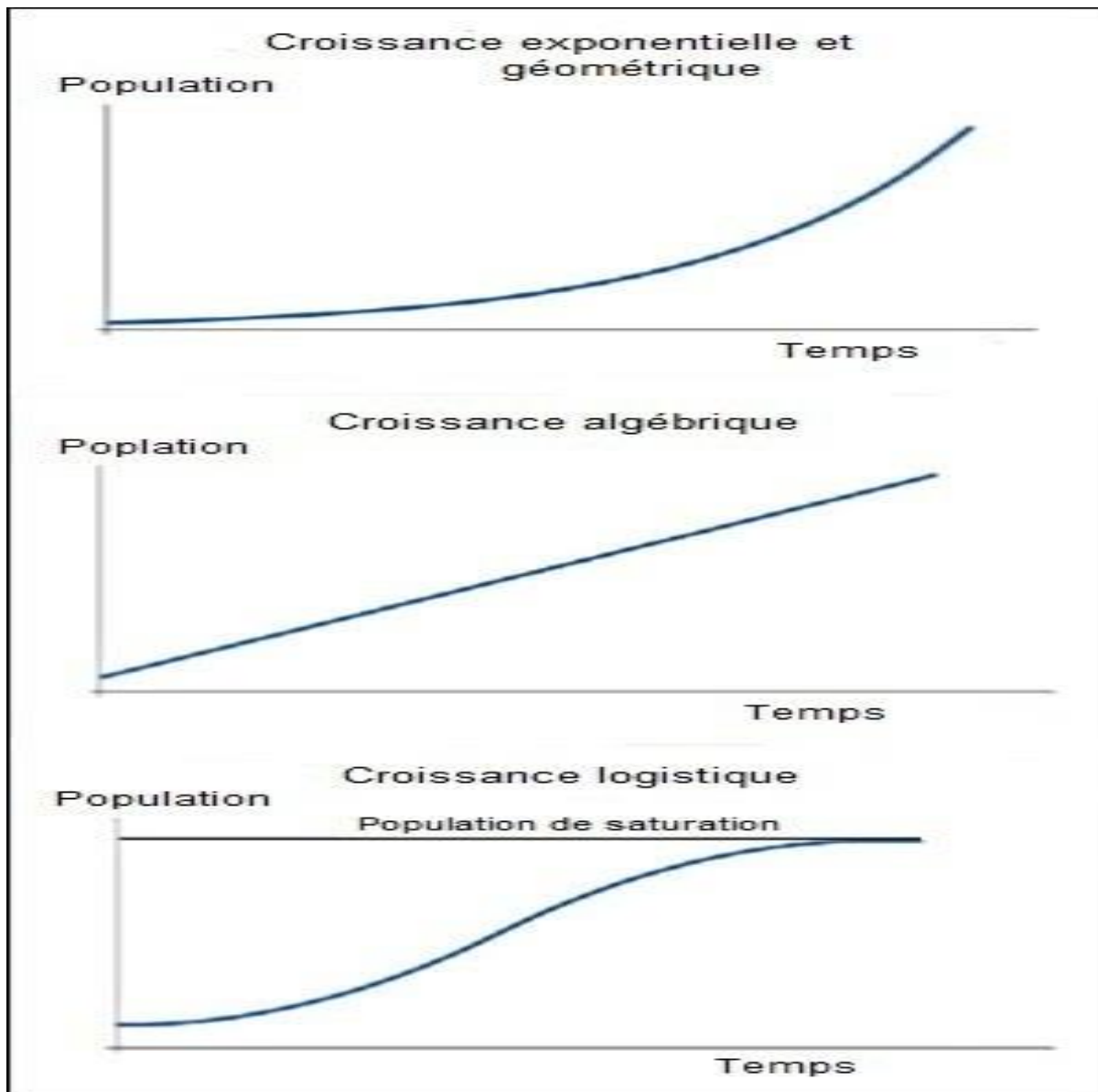


Figure IV-8- *Résumé des modèles de croissance démographique.*

4.2.3 Estimation de l'évolution des besoins Actuels

Après le début de la fourniture du barrage Koudiat Asserdoune à Bouira.

a- les hypothèses de calcul

Les besoins en eau d'une certaine agglomération dépendent de :

- L'aménagement du territoire en matière du développement socio-économique ;
- Les objectifs du niveau de vie à atteindre ;
- Les normes internationales à respecter, ces normes sont données par J. Bodin, 1962 selon le tableau qui suit :

Tableau IV-11- Dotations de J.Bodin, 1962 (L/j/hab). ⁽¹⁾

Désignation	Hypothèse faible	Hypothèse moyenne	Hypothèse forte
Grande ville plus de 100000	200	250	300
Petite et moyenne ville 20000 – 100000	150	200	250
Agglomération secondaire 5000 – 20000	120	150	200
Population éparsé	80	100	150

Les différents types de besoins en eau à satisfaire sont:

- Besoins en eau en milieu urbain, rural et touristique (AEP),
- Besoins en eau industrielle (AEI),
- Besoins en eau agricole (AEA).

Cette évaluation s'effectue selon deux situations:

- Situation actuelle.
- Situation actuelle.

Ces besoins sont évalués de façon globale suivant la demande moyenne journalière en eau par habitant, sans tenir compte des besoins propres à chaque usager. Pour cela trois paramètres sont à prendre en considération:

- La population actuelle et estimée.
- La dotation moyenne en eau.
- Les statistiques relatives à la population correspondant aux résultats.

Concernant les dotations unitaires, on a choisi des dotations par ordre décroissant selon l'importance de l'agglomération, ces dotations sont prises en fonction des ressources hydriques actuelles en les assimilant avec les dotations de J. Bonin, 1962.

Selon l'enquête que nous avons menée sur le niveau des services ADE dans le secteur de M'sila, les hypothèses ont pris selon le tableau suivant :

Tableau IV-12- Hypothèses du calcul (L/j/hab).

Agglomérations	Hypothèse forte	Hypothèse moyenne	Hypothèse faible
Siège d'APC	150	120	100

¹ AHMED AMMAR. Y. « Gestion des ressources en eau dans la commune de Ghazaouet Bilan et perspectives » Mém. Mast. Dép. Sciences de la Terre et de l'Univers. Univ. Tlemcen. Promo. (2013/2014).

Agglomération secondaires	120	100	60
Agglomérations ruraux	100	80	50

4.2.3.1 Evaluation des besoins domestiques en eau de la population actuelle (2019)

L'eau employée pour la consommation domestique comprend la totalité de l'eau utilisée dans les résidences pour des usages aussi variés que l'hygiène personnelle, la lessive, l'arrosage des pelouses et le remplissage des piscines

La consommation domestique varie selon que les pays sont en voie de développement ou industrialisés et selon que le milieu est rural ou urbain.

Dans les pays en voie de développement, comme il existe peu de données, on pense que la consommation domestique n'est le plus souvent que de quelques litre par personne et par jour, notamment dans les nombreuses régions où on transporte l'eau à pied depuis le point d'eau jusqu'au domicile. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), la consommation d'eau aux fontaines publiques dans les petites villes et les villages varie entre 20 et 40 l/personne. ⁽¹⁾

1- Hypothèse forte

Tableau IV-13- Besoins actuels domestiques en eau - Hypothèse forte.

Agglomérations	Population	Dotation (l/j)	Besoins	
			(l/j)	(10 ⁵ m ³ /an)
Siège d'APC	209593	150	31438950	114.75
Agglomération secondaires	22954	120	2754480	10.05
Agglomérations ruraux	12987	100	1298700	4.74
Total	245534		35492130	129.55

2- Hypothèse moyenne

Tableau IV-14- Besoins actuels domestiques en eau - Hypothèse moyenne.

Agglomérations	Population	Dotation (l/j)	Besoins	
			(l/j)	(10 ⁵ m ³ /an)
Siège d'APC	209593	120	25151160	91.80
Agglomération secondaires	22954	100	2295400	8.38
Agglomérations ruraux	12987	80	1038960	3.79
Total	245534		28485520	103.97

3- Hypothèse faible

¹ François G. Brière. « Distribution et collecte des eaux » 2012.

Tableau IV-15- Besoins actuels domestiques en eau - Hypothèse faible.

Agglomérations	Population	Dotation (l/j)	Besoins	
			(l/j)	(10 ⁵ m ³ /an)
Siège d'APC	209593	100	20959300	76.50
Agglomération secondaires	22954	80	1836320	6.70
Agglomérations ruraux	12987	50	649350	2.37
Total	245534		23444970	85.57

Après l'estimation des besoins domestiques de chaque agglomération séparément, on détermine une dotation équivalente à la population totale

On a : $besoins = dotation \times population$

Alors : $dotation = \frac{besoins}{population}$

Tableau IV-16- Dotation équivalente de la population totale.

Hypothèses	Besoins actuels (l/j)	Population totales	Dotation équivalente (l/j)
Hypothèse forte	35492130	245534	145
Hypothèse moyenne	28485520		116
Hypothèse faible	23444970		95

4.2.3.2 Les besoins actuels en eau Industrielle

La consommation en eau dans les unités industrielles dépend du:

- Type d'industrie.
- Circuit de l'eau à l'intérieur de l'unité (branchement et rejet).

Donc, l'évaluation se fait en fonction de la consommation enregistrée et la demande en eau dictée par la production ainsi que des besoins théoriques en eau.

Les prévisions des besoins futurs en eau industrielle prennent en considération le développement des unités industrielles à prévoir, que ce soit une unité consommatrice ou une unité non consommatrice.

Pour notre travail, les prévisions ne sont pas précises concernant l'extension de l'industrie, pour cela, on a pris en compte les consommations totaux actuelles qui sont enregistrées pour les différentes unités industrielles

Parmi les zones les plus importantes désignées pour les activités industrielles à proximité de la zone d'étude, on trouve:

1- La zone industrielle:

La zone industrielle est située sur le côté sud du tissu urbain de la ville de M'sila sur la route nationale "45 M'sila - Bou Saâda". Elle s'étend sur une superficie de 162 hectares. Parmi les unités industrielles les plus importantes qui exercent leurs activités en continu, nous trouvons ce qui suit:

- "Mitanov" (La société nationale de l'industrie de l'aluminium).
- Le complexe de texture
- Unité de lait (crémerie Hodna).
- Société NAFTAL
- Unité d'alimentation des bétails
- La coopérative de légumes et de céréales sèches.

2- La Zone Industrielle "Draa Hadja":

Il est situé sur la route nationale n ° 1 reliant la commune de M'sila et la commune de «Ouled Mansour» dans la zone appelée «Draa Hadja», qui est couverte une superficie de 45 hectares, cette zone est encore vacante et aucune activité industrielle n'a été enregistrée.

3- Zone d'activités:

Il est situé du côté sud du tissu urbain de la ville de M'sila le long de la route nationale n ° 45 "M'sila - Bou Saâda". Il occupe une superficie de 99,5 hectares, et les unités industrielles les plus importantes sont:

- Unité "NAFTAL" pour le remplissage des bouteilles de gaz.
- Unités de production de tuiles, briques et canaux. ⁽¹⁾

Le tableau ci-dessous montre les différentes installations industrielles

Tableau IV-17- Liste des installations industrielles de la commune de M'sila (D.H.W, 2013).

⁽²⁾

Nom de l'industrie	Activité principal
ALGAL+ZONE INDUSTRIELLE	Transformation de l'Aluminium
SARL HODNA LAIT	Production des Produits laitiers
SONELGAZ CENTRATE THERMIQUE DRAA EL-HADJA	Production d'électricité
NAFTAL SPA ZONE INDUSTRIELLE	Distribution des produits pétroliers
NAFTAL ZEA	Enfutage du gaz
Station de Pompage du pétrole	Transport par canalisation du pétrole
O.N.A.B ZONE INDUSTRIELLE	Fabrication aliment du bétail
ERIAD M'SILA	Trituration blé dur et tendre

¹ مركز الدراسات و الإنجاز العمراني بسطيف-المديرية الجهوية المسيلة. "المخطط التوجيهي للتهيئة و التعمير بلدية المسيلة المرحلة الثالثة"

² BENAOUIRA, F. « Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurées destinées à l'irrigation (cas de station d'épuration de M'sila »Mém. Mast. Dép. Sciences agronomiques. Univ. M'sila. Promo. (2016/2017).

SPA COSIDER TRAVEAUX	Rénovation entretien des engins de travaux public
----------------------	---

Tableau IV-18- *Consommation annuelle en eau Industrielle (2019). (1)*

Année	Consommation annuelles (m ³)
2007	196724
2008	220216
2009	277570
2010	432141
2011	422824
2012	232373
2013	192459
2014	189609
2015	187740
2016	187592
2017	194369
2018	161341
2019	177223

4.2.3.3 Besoins en eau d'irrigation

Affectation des terrains agricoles

Comme partout en Algérie, la priorité de l'eau étant accordée essentiellement à l'usage domestique et secondairement à l'usage industriel.

L'irrigation est la plus souvent sacrifiée au profit de ces derniers et bénéficie donc de la plus faible quantité d'eau.

Les prévisions futures en matière des besoins en eau d'irrigation se basent sur la connaissance du potentiel en sol irrigable ainsi que des cultures qui y sont pratiquées dont la demande en eau est liée à l'importance du déficit hydrique. (2)

Dans les études des domaines d'exploitation des terres on distingue :

- Les terres à arbres fruitiers ou vergers
- Les terres irriguées ou irrigables
- Les terres labourées ou arables
- Les terres pastorales

¹ ADE M'sila.

² AHMED AMMAR. Y. « Gestion des ressources en eau dans la commune de Ghazaouet Bilan et perspectives » Mém. Mast. Dép. Sciences de la Terre et de l'Univers. Univ. Tlemcen. Promo. (2013/2014).

1-Les terres des arbres fruitiers : (1 569.5 ha)

Ce sont toutes les terres qui forment les vastes zones ou sont cultivés les arbres fruitiers, qui sont situées sur les bords de l'Oued K'sob, dans une zone limitée au nord par le barrage K'sob et au sud par Mezrir. Elles occupent une superficie de 1569.5 hectares soit 6.76% de la superficie totale de la zone étudiée. Les structures géologiques les plus importantes qui caractérisent cette superficie sont composées par des formations sédimentaires d'origine récente constituées de limon qui s'est déposé sur les bords de l'Oued K'sob. Ces sédiments riches en matières organiques transportées pendant des millions d'années permettent de classer ces terres parmi les terres fertiles de haute qualité.

2-Les terres irriguées et irrigables : (2877 ha)

Ce sont les terres qui s'étendent du sud de Guerfala jusqu'à Mezrir et situées en aval et à proximité du barrage K'sob. Ces terres étaient dotées de canaux d'irrigations (aériens) avec une couverture totale mais ces canaux ont connu une dégradation pour ne couvrir actuellement que 10% environ.

Ces terres sont situées sur une superficie de 2877 hectares soit un taux de 12.5% de la superficie totale de la commune. La zone est caractérisée par un sol plat ou à faible pente plutôt favorable aux cultures extensives à grande échelle telles que la culture du blé de l'orge et de certains légumes.

Le sol est composé essentiellement d'argile et d'argile sablonneuse, qui sont des sédiments d'origine récente.

Il y a lieu de signaler que certaines parties de ces terres, par exemple celles des régions de Guerfala et de Sidi Amara ont été pénétrées par le tissu urbain et des constructions illicites.

Même la région de Mezrir est menacée par une extension anarchique du tissu urbain dans la mesure où des constructions non autorisées ont déjà été édifiées.

3-Les terres cultivées et les terres cultivables : (8 106.15 ha)

Ce sont les terres qui se situent dans les régions du sud et du sud-est de la ville de M'sila, celles à proximité de Ghozel et la région à l'est de Lehcene, occupant pour toutes ces régions, une superficie de 8106.15 hectares soit un taux de 34% de la superficie totale de la zone d'étude.

Dans ces terres on cultive essentiellement l'orge. Il existe également quelques petites parcelles récupérées dans le cadre d'un programme agricole plus intensif

4-Les terres pastorales : (10 606 ha)

Les terres pastorales occupent 44% de la zone étudiée. Il s'agit :

D'une part toute la zone de pente moyenne située au nord et au nord-ouest de la ville de M'sila qui s'étendent à partir de la route nationale n°60 à l'ouest jusqu'à Draa Buya

Ahmed au nord et d'autre part les régions à forte pente situées au nord, sur les hauteurs de la chaîne de montagnes du Hodna. Elles se caractérisent par un tapis végétal très dégradé, qui a provoqué de nombreux glissements de terrains surtout dans les régions du nord. Ce phénomène devient plus préoccupant, d'autant plus ces zones déversent dans le bassin du barrage K'sob qui souffre d'envasement. (1)

Le tableau IV-19 résume les formes d'utilisation des terres dans le domaine agricole dans la zone d'étude.

Tableau IV-19- Superficies des aires agricoles de la zone étudiée.

Désignation	Superficie (hectare)
les terres des arbres fruitiers	1569.5
les terres irriguées et irrigables	2877
les terres cultivées et les terres cultivables	8106.15
les terres pastorales	10606

4.2.3.4 Estimation des besoins actuels en eau des différentes activités (Equipements)

Indépendamment des activités industrielles et agricoles, des autres activités consommatrices d'eau sont prises en compte, et elles ne doivent pas être négligées, et nous entendons ici ce qui est lié aux activités de services (santé, administration, éducation, commerce, etc.) pour lesquelles il est difficile d'obtenir des données correctes, et donc nous pouvons estimer ces besoins à partir de ceux domestiques (souvent pris de 12% à 20% des besoins domestiques).

Dans cette étude on prend des besoins des équipements égaux 16% de besoins domestiques.

Tableau IV-20- Besoins actuels des équipements en eau.

Hypothèses	Besoins domestiques (10 ⁵ m ³ /an)	Besoins des équipements (16%)
Hypothèse forte	129.55	20.73
Hypothèse moyenne	103.97	16.64
Hypothèse faible	85.57	13.69

4.2.3.5 Estimation des besoins actuels de l'AEP

Les besoins de l'AEP sont égaux à la somme des besoins domestiques plus les besoins des équipements (besoins de l'AEP = besoins domestiques + besoins des équipements)

مركز الدراسات و الإنجاز العمراني بسطيف-المديرية الجهوية المسيلة. "المخطط التوجيهي للتهيئة و التعمير بلدية المسيلة المرحلة الثالثة" 1

Tableau IV-21- Estimation des besoins actuels de l'AEP.

Hypothèses	Besoins domestiques	Besoins des équipements	Besoins de l'AEP
	(10 ⁵ m ³ /an)		
Hypothèse forte	129.55	20.73	150.27
Hypothèse moyenne	103.97	16.64	120.61
Hypothèse faible	85.57	13.69	99.27

4.2.4 Estimation de la demande actuelle de l'AEP

La demande en eau égale la somme des besoins plus la perte (Demande en eau = Besoins + Pertes)

Qu'est-ce qu'est une perte d'eau ?

La perte d'eau représente l'inefficacité dans des opérations de la livraison et de mesure de l'eau dans des réseaux de transmission et de distribution. Pour quelques systèmes, elle peut s'élever à une importante proportion de production totale de l'eau. Les pertes d'eau pour un système entier ou pour un système partiel sont calculées comme la différence entre le volume d'eau entrée dans les systèmes et le volume de consommation autorisée. Les pertes d'eau se composent de pertes vraies et de pertes apparentes:

- **Les pertes vraies** : sont des pertes physiques de fuites, des éclatements et débordements du système pressurisé, jusqu'au point de doser sur les raccordements de service.
- **Les pertes apparentes** : se composent de tous les types des inexactitudes de mètre (mètres d'entrée, de sortie et du client) et de consommation non autorisée (vol et utilisation illégale). Elles sont également nommées pertes commerciales. ⁽¹⁾

L'eau potable est distribuée dans la ville de M'sila par un réseau de canaux différents en termes de matière et d'épaisseurs, dont la plupart sont en fonte et ciment (amiante ciment) ainsi qu'en plastique (PVC et PE), Où elles souffrent la plupart de vieillesse (âgés), son taux de perte est de 06%, et la réhabilitation de ce réseau nécessite une bonne étude et expérience. ⁽²⁾

Tableau IV-22- Estimation de la demande actuelle de l'AEP.

Hypothèses	Besoins	Pertes (06% de Besoins)	Demande
	(10 ⁵ m ³ /an)		
Hypothèse forte	150.27	9.02	159.29
Hypothèse moyenne	120.61	7.24	127.84
Hypothèse faible	99.27	5.96	105.22

¹ AHMED AMMAR. Y. « Gestion des ressources en eau dans la commune de Ghazaouet Bilan et perspectives » Mém. Mast. Dép. Sciences de la Terre et de l'Univers. Univ. Tlemcen. Promo. (2013/2014).

² مركز الدراسات و الإنجاز العمراني بسطيف-المديرية الجهوية المسيلة. "المخطط التوجيهي للتهيئة و التعمير بلدية المسيلة المرحلة الثالثة"

4.2.5 Balance des ressources actuelles pour l'AEP/ demande actuelles estimées (Bilan)

C'est la confrontation entre la ressource en eau et les besoins de consommation pour déterminer les déficits ou les excédents en eau, cette étude a été faite suivant les hypothèses fortes et moyennes et faibles.

Tableau IV-23- Bilan de volume productible et produit pour l'AEP en 2019.

Volume d'eau (2019)	Eaux souterraines	Eaux superficielles (barrage Koudiat Asserdoune)	Total
	(m ³ /j)		(10 ⁵ m ³ /an)
Volume productible	39398.4	4400	159.86
Volume produit	25388	2933	103.37

Nous remarquons à travers le tableau IV-23 que le produit a actuellement est de 103.37 10⁵ m³/an, alors que le volume qu'on peut le produire est de 159.86 10⁵ m³/an, ce qui signifie que la quantité de production actuelle n'a pas atteint le volume pouvant être fourni par les deux types de ressources (ressources superficielles de l'eau et ressources souterraines).

Tableau IV-24- Balance demande actuelle en AEP- Offre actuelle.

Hypothèses de calcul	Demande	Volume produit	Déficit	Excédent	taux de satisfaction (%)
	(10 ⁵ m ³ /an)				
Hypothèse forte	159.29	103.37	55.92	0.00	64.90
Hypothèse moyenne	127.84		24.47	0.00	80.86
Hypothèse faible	105.22		1.85	0.00	98.24

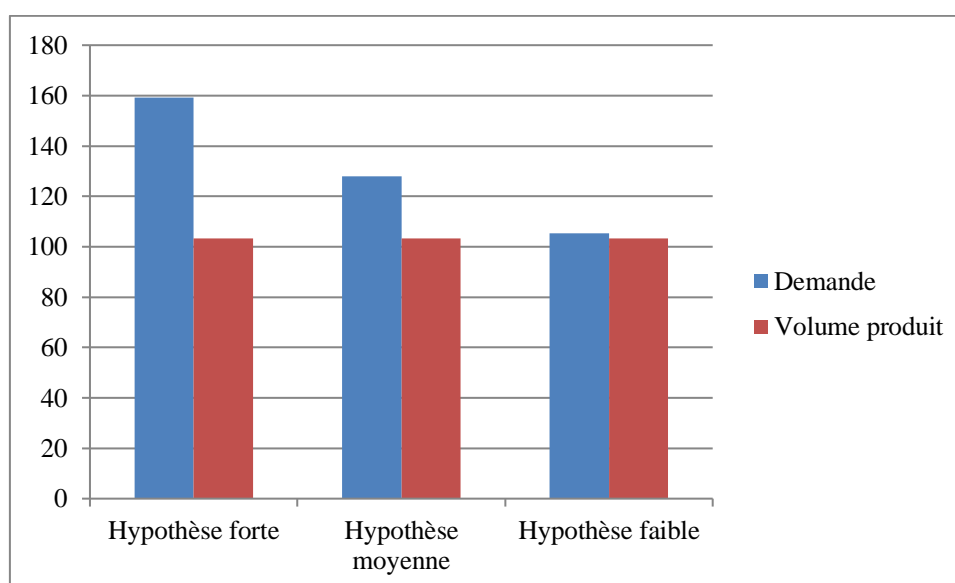


Figure IV-9- Balance demande actuelle en AEP- Offre actuelle.

Le tableau IV-24 montre que la production totale actuelle de l'eau potable est de $103.37 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, et cette quantité n'a même pas atteint la quantité minimale requise qui est de $105.22 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, estimée selon l'hypothèse faible, et cela signifie que la commune de M'sila souffre d'une grande pénurie d'eau potable, bien que la commune bénéficie de deux types de ressources de l'eau, qui sont les ressources de surface et les ressources souterraines.

Toutes les ressources en eaux souterraines sont considérées comme locales, et avec une capacité totale à $39398.4 \text{ m}^3/\text{j}$ selon les données de la DRE, mais la quantité produite en 2019 s'élevait à $25388 \text{ m}^3/\text{j}$ (Tableau IV-23), cela signifie que la capacité de la pleine exploitation de ces ressources atteint le déficit est estimée à $14010.4 \text{ m}^3/\text{j}$.

Quant aux ressources en eau de surface allouées à l'AEP, elles ne sont pas locales, mais elles sont détournées du barrage Koudiat Asserdoune à Bouira, avec une valeur programmée de $4400 \text{ m}^3/\text{j}$ selon les données obtenues de l'ADE, la quantité obtenue en 2019 est de $2933 \text{ m}^3/\text{j}$ (Tableau IV-23), ce qui signifie que le déficit d'exploitation de ces ressources estimé à $1467 \text{ m}^3/\text{j}$.

Le déficit total pour l'exploitation des ressources en eau potable est de $56.49 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, soit un taux équivalent à 35%, un volume qui ne peut être négligé. Par conséquent, les services concernés doivent revoir les raisons de la faiblesse de la production malgré l'abondance des ressources mises à disposition, et s'efforcer de mobiliser les moyens nécessaires pour exploiter pleinement les ressources disponibles.

4.2.6 Estimation de l'évolution des besoins futurs de l'AEP

4.2.6.1 Evaluation des besoins domestiques en eau potable de la population (2020-2045)

a-Estimation de l'évolution des besoins domestiques d'après la méthode algébrique

a-1- Hypothèse forte

Tableau IV-25- *Besoins domestiques futurs d'après la méthode algébrique - Hypothèse forte.*

Désignation		Siège d'APC	Agglomération secondaires	Agglomérations ruraux	Total
Dotation (l/j/hab)		150	120	100	-
2020	Population	216558	23582	13474	-
	Besoins ($10^5 \text{ m}^3/\text{an}$)	118.57	10.33	4.92	133.81
2025	Population	251385	26725	15908	-
	Besoins ($10^5 \text{ m}^3/\text{an}$)	137.63	11.71	5.81	155.15
2030	Population	286211	29867	18343	-
	Besoins ($10^5 \text{ m}^3/\text{an}$)	156.70	13.08	6.70	176.48
2035	Population	321037	33009	20778	-
	Besoins ($10^5 \text{ m}^3/\text{an}$)	175.77	14.46	7.58	197.81
2040	Population	355864	36152	23212	-
	Besoins ($10^5 \text{ m}^3/\text{an}$)	194.84	15.83	8.47	219.14
2045	Population	390690	39294	25647	-

	Besoins (10^5 m ³ /an)	213.90	17.21	9.36	240.47
--	--------------------------------------	--------	-------	------	--------

a-2- Hypothèse moyenne

Tableau IV-26- *Besoins domestiques futurs d'après la méthode algébrique - Hypothèse moyenne.*

Désignation		Siège d'APC	Agglomération secondaires	Agglomérations ruraux	Total
Dotation (l/j/hab)		120	100	80	-
2020	Population	216558	23582	13474	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	94.85	8.61	3.93	107.39
2025	Population	251385	26725	15908	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	110.11	9.75	4.65	124.51
2030	Population	286211	29867	18343	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	125.36	10.90	5.36	141.62
2035	Population	321037	33009	20778	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	140.61	12.05	6.07	158.73
2040	Population	355864	36152	23212	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	155.87	13.20	6.78	175.84
2045	Population	390690	39294	25647	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	171.12	14.34	7.49	192.95

a-3-Hypothèse faible

Tableau IV-27- *Besoins domestiques futurs d'après la méthode algébrique - Hypothèse faible.*

Désignation		Siège d'APC	Agglomération secondaires	Agglomérations ruraux	Total
Dotation (l/j/hab)		100	80	50	-
2020	Population	216558	23582	13474	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	79.04	6.89	2.46	88.39
2025	Population	251385	26725	15908	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	91.76	7.80	2.90	102.46
2030	Population	286211	29867	18343	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	104.47	8.72	3.35	116.54
2035	Population	321037	33009	20778	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	117.18	9.64	3.79	130.61
2040	Population	355864	36152	23212	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	129.89	10.56	4.24	144.68
2045	Population	390690	39294	25647	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	142.60	11.47	4.68	158.76

b-Estimation de l'évolution des besoins domestiques d'après la méthode géométrique

b-1- Hypothèse forte

Tableau IV-28- *Besoins domestiques futurs d'après la méthode géométrique - Hypothèse forte.*

Désignation		Siège d'APC	Agglomération secondaires	Agglomérations ruraux	Total
Dotation (l/j/hab)		150	120	100	-
2020	Population	218444	23714	13630	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	119.60	10.39	4.97	134.96
2025	Population	268635	27909	17357	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	147.08	12.22	6.34	165.64
2030	Population	330357	32846	22102	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	180.87	14.39	8.07	203.32
2035	Population	406261	38657	28145	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	222.43	16.93	10.27	249.63
2040	Population	499604	45495	28146	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	273.53	19.93	10.27	303.73
2045	Population	614395	53543	35842	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	336.38	23.45	13.08	372.92

b-2- Hypothèse moyenne

Tableau IV-29- *Besoins domestiques futurs d'après la méthode géométrique - Hypothèse moyenne.*

Désignation		Siège d'APC	Agglomération secondaires	Agglomérations ruraux	Total
Dotation (l/j/hab)		120	100	80	-
2020	Population	218444	23714	13630	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	95.68	8.66	3.98	108.31
2025	Population	268635	27909	17357	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	117.66	10.19	5.07	132.92
2030	Population	330357	32846	22102	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	144.70	11.99	6.45	163.14
2035	Population	406261	38657	28145	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	177.94	14.11	8.22	200.27
2040	Population	499604	45495	28146	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	218.83	16.61	8.22	243.65
2045	Population	614395	53543	35842	-
	Besoins (10^5 m ³ /an)	269.10	19.54	10.47	299.11

b-3-Hypothèse faible

Tableau IV-30- *Besoins domestiques futurs d'après la méthode géométrique - Hypothèse faible.*

Désignation		Siège d'APC	Agglomération secondaires	Agglomérations ruraux	Total
Dotation (l/j/hab)		100	80	50	-
2020	Population	218444	23714	13630	-
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	79.73	6.92	2.49	89.14
2025	Population	268635	27909	17357	-
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	98.05	8.15	3.17	109.37
2030	Population	330357	32846	22102	-
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	120.58	9.59	4.03	134.21
2035	Population	406261	38657	28145	-
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	148.29	11.29	5.14	164.71
2040	Population	499604	45495	28146	-
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	182.36	13.28	5.14	200.78
2045	Population	614395	53543	35842	-
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	224.25	15.63	6.54	246.43

c-Estimation de l'évolution des besoins domestiques d'après la méthode logistique

Tableau IV-31- *Besoins domestiques futurs de la commune de M'sila d'après la méthode logistique - Hypothèse forte, moyenne et faible.*

Désignation		Hypothèse forte	Hypothèse moyenne	Hypothèse faible
Dotation (l/j/hab)		145	116	95
2020	Population	485879		
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	256.35	205.75	169.34
2025	Population	514838		
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	271.63	205.75	179.43
2030	Population	534612		
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	282.07	226.38	186.32
2035	Population	547666		
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	288.95	231.91	190.87
2040	Population	556093		
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	293.40	235.48	193.81
2045	Population	561454		
	Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	296.23	237.75	195.68

4.2.6.2 Estimation des besoins futurs en eau des différentes activités (Equipements)

On prend les besoins futurs des équipements sont égaux 16% de besoins domestiques

a- Estimation des besoins futur des équipements d'après la méthode algébrique

Tableau IV-32- *Besoins futurs estimés des équipements en eau- méthode algébrique.*

Année	Hypothèse forte		Hypothèse moyenne		Hypothèse faible	
	Besoins (10^5 m ³ /an)					
	Domes	Equip	Domes	Equip	Domes	Equip
2020	133.81	21.41	107.39	17.18	88.39	14.14
2025	155.15	24.82	124.51	19.92	102.46	16.39
2030	176.48	28.24	141.62	22.66	116.54	18.65
2035	197.81	31.65	158.73	25.40	130.61	20.90
2040	219.14	35.06	175.84	28.13	144.68	23.15
2045	240.47	38.48	192.95	30.87	158.76	25.40

b- Estimation des besoins futur des équipements d'après la méthode géométrique

Tableau IV-33- *Besoins futurs estimés des équipements en eau- méthode géométrique.*

Année	Hypothèse forte		Hypothèse moyenne		Hypothèse faible	
	Besoins (10^5 m ³ /an)					
	Domes	Equip	Domes	Equip	Domes	Equip
2020	134.96	21.59	108.31	17.33	89.14	14.26
2025	165.64	26.50	132.92	21.27	109.37	17.50
2030	203.32	32.53	163.14	26.10	134.21	21.47
2035	249.63	39.94	200.27	32.04	164.71	26.35
2040	303.73	48.60	243.65	38.98	200.78	32.12
2045	372.92	59.67	299.11	47.86	246.43	39.43

c- Estimation des besoins futur des équipements d'après la méthode logistique

Tableau IV-34- *Besoins futurs estimés des équipements en eau- méthode logistique.*

Année	Hypothèse forte		Hypothèse moyenne		Hypothèse faible	
	Besoins (10^5 m ³ /an)					
	Domes	Equip	Domes	Equip	Domes	Equip
2020	256.35	41.02	205.75	32.92	169.34	27.09
2025	271.63	43.46	205.75	32.92	179.43	28.71
2030	282.07	45.13	226.38	36.22	186.32	29.81
2035	288.95	46.23	231.91	37.11	190.87	30.54
2040	293.40	46.94	235.48	37.68	193.81	31.01
2045	296.23	47.40	237.75	38.04	195.68	31.31

4.2.6.3 Estimation des besoins futurs de l'AEP

Besoins de l'AEP = besoins domestiques + besoins des équipements

a- Estimation des besoins futur de l'AEP d'après la méthode algébrique.

Tableau IV-35- *Besoins futurs estimés de l'AEP- méthode algébrique.*

Année	Hypothèse forte			Hypothèse moyenne			Hypothèse faible		
	Besoins (10^5 m ³ /an)								
	Domes	Equip	AEP	Domes	Equip	AEP	Domes	Equip	AEP
2020	133.81	21.41	155.22	107.39	17.18	124.58	88.39	14.14	102.53
2025	155.15	24.82	179.97	124.51	19.92	144.43	102.46	16.39	118.86
2030	176.48	28.24	204.71	141.62	22.66	164.28	116.54	18.65	135.18
2035	197.81	31.65	229.46	158.73	25.40	184.13	130.61	20.90	151.51
2040	219.14	35.06	254.20	175.84	28.13	203.98	144.68	23.15	167.83
2045	240.47	38.48	278.95	192.95	30.87	223.83	158.76	25.40	184.16

b- Estimation des besoins futur de l'AEP d'après la méthode géométrique

Tableau IV-36- *Besoins futurs estimés de l'AEP- méthode géométrique.*

Année	Hypothèse forte			Hypothèse moyenne			Hypothèse faible		
	Besoins (10^5 m ³ /an)								
	Domes	Equip	AEP	Domes	Equip	AEP	Domes	Equip	AEP
2020	134.96	21.59	156.55	108.31	17.33	125.64	89.14	14.26	103.41
2025	165.64	26.50	192.14	132.92	21.27	154.18	109.37	17.50	126.87
2030	203.32	32.53	235.86	163.14	26.10	189.24	134.21	21.47	155.68
2035	249.63	39.94	289.57	200.27	32.04	232.31	164.71	26.35	191.06
2040	303.73	48.60	352.33	243.65	38.98	282.64	200.78	32.12	232.90
2045	372.92	59.67	432.58	299.11	47.86	346.97	246.43	39.43	285.86

c- Estimation des besoins futur de l'AEP d'après la méthode logistique

Tableau IV-37- *Besoins futurs estimés de l'AEP- méthode logistique.*

Année	Hypothèse forte			Hypothèse moyenne			Hypothèse faible		
	Besoins (10^5 m ³ /an)								
	Domes	Equip	AEP	Domes	Equip	AEP	Domes	Equip	AEP
2020	256.35	41.02	297.37	205.75	32.92	238.67	169.34	27.09	196.43
2025	271.63	43.46	315.10	205.75	32.92	238.67	179.43	28.71	208.14
2030	282.07	45.13	327.20	226.38	36.22	262.60	186.32	29.81	216.14
2035	288.95	46.23	335.19	231.91	37.11	269.02	190.87	30.54	221.41
2040	293.40	46.94	340.34	235.48	37.68	273.16	193.81	31.01	224.82
2045	296.23	47.40	343.63	237.75	38.04	275.79	195.68	31.31	226.99

4.3 Balance des besoins futurs de l'AEP / Ressources Mobilisées

Une confrontation des besoins antérieurement estimés du secteur de l'AEP aux différents horizons avec le potentiel hydrique actuel (ressources en eau mobilisées et mobilisables à moyen et à long terme), nous permettra de voir l'évolution de cette relation (Tableau IV-38).

Tableau IV-38- Déterminations des besoins futurs du secteur d'AEP aux différents horizons- Hypothèse forte.

Horizons		2020	2025	2030	2035	2040	2045
Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	Croissance algébrique	155.22	179.97	204.71	229.46	254.20	278.95
	Croissance géométrique	156.55	192.14	235.86	289.57	352.33	432.58
	Croissance logistique	297.37	315.10	327.20	335.19	340.34	343.63
Ressources mobilisées actuellement (10 ⁵ m ³ /an)		159.86	159.86	159.86	159.86	159.86	159.86

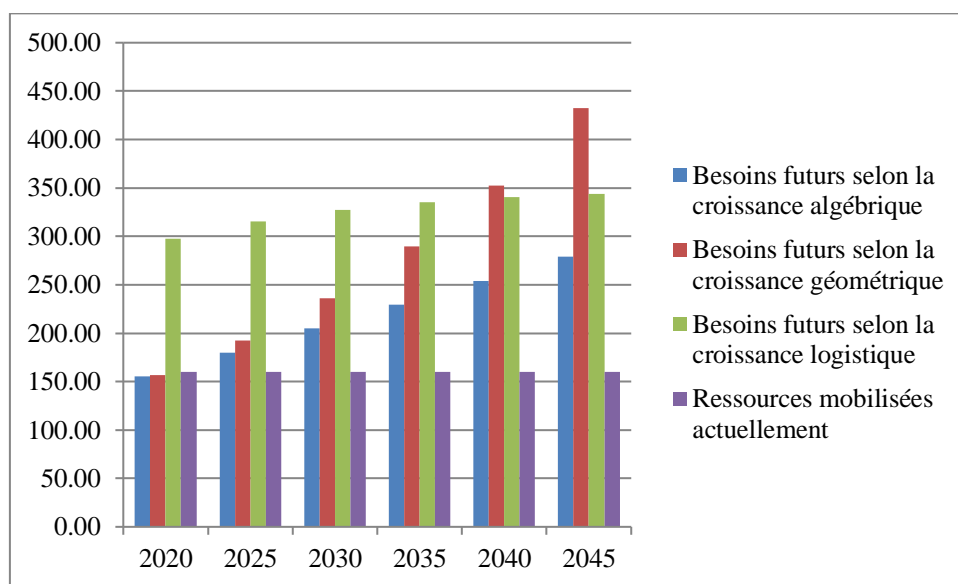


Figure IV-10- Graphe de bilan besoins futurs de l'AEP- Hypothèse forte / ressources mobilisables.

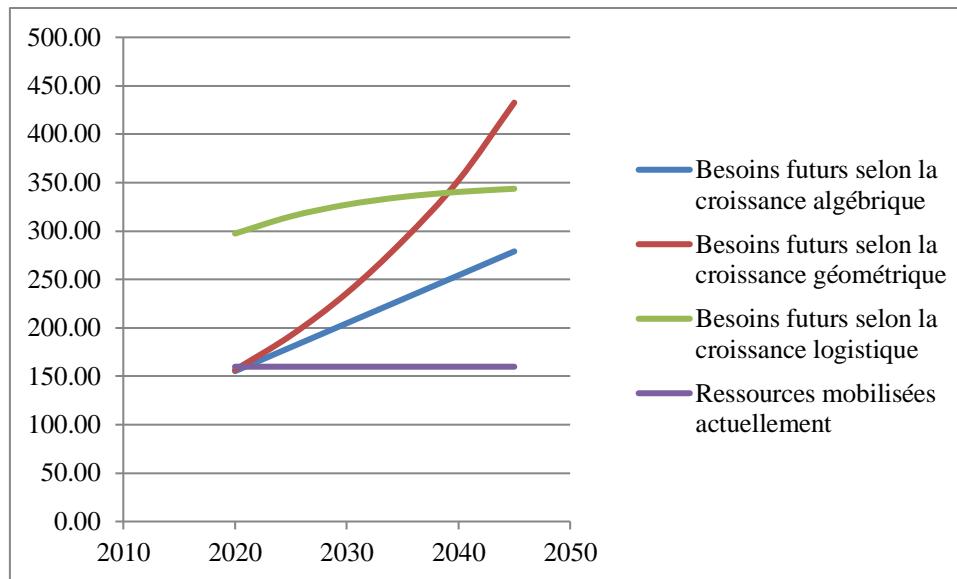


Figure IV-11- Courbe de bilan besoins futurs de l'AEP- Hypothèse forte / ressources mobilisables.

Tableau IV-39- Déterminations des besoins futurs du secteur d'AEP aux différents horizons- Hypothèse moyenne.

Horizons		2020	2025	2030	2035	2040	2045
Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	Croissance algébrique	124.58	144.43	164.28	184.13	203.98	223.83
	Croissance géométrique	125.64	154.18	189.24	232.31	282.64	346.97
	Croissance logistique	238.67	238.67	262.60	269.02	273.16	275.79
Ressources mobilisées actuellement (10 ⁵ m ³ /an)		159.86	159.86	159.86	159.86	159.86	159.86

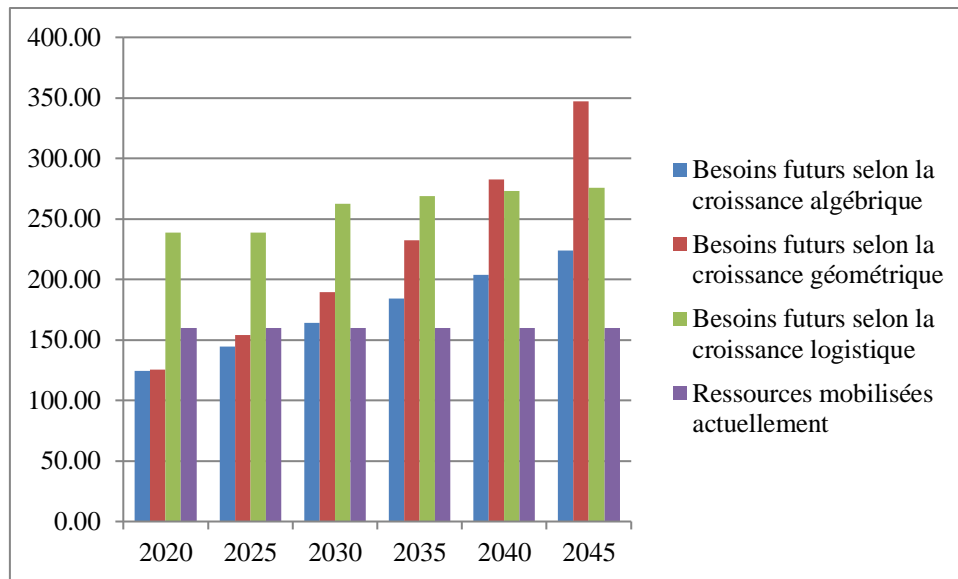


Figure IV-12- *Graphe de bilan besoins futurs de l’AEP-Hypothèse moyenne / ressources mobilisables.*

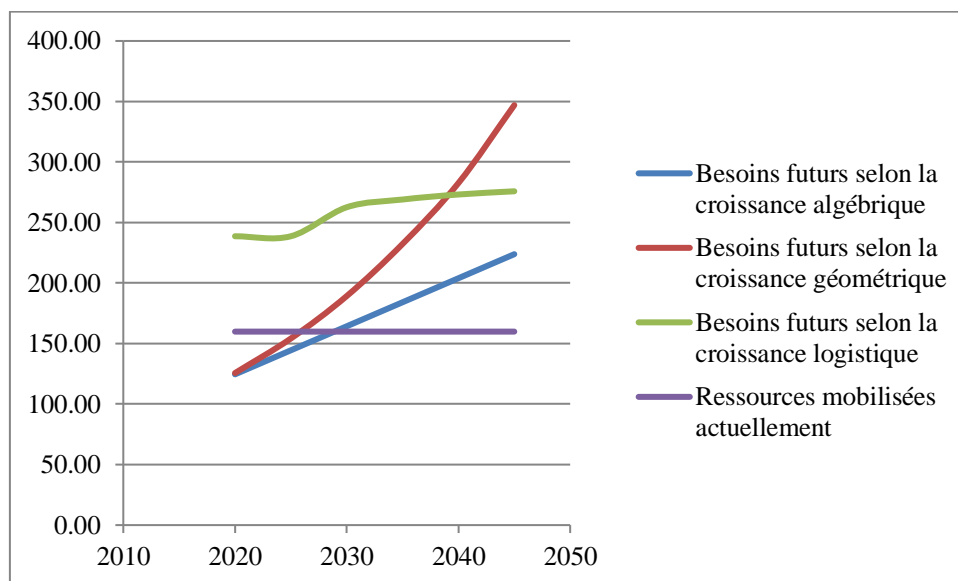
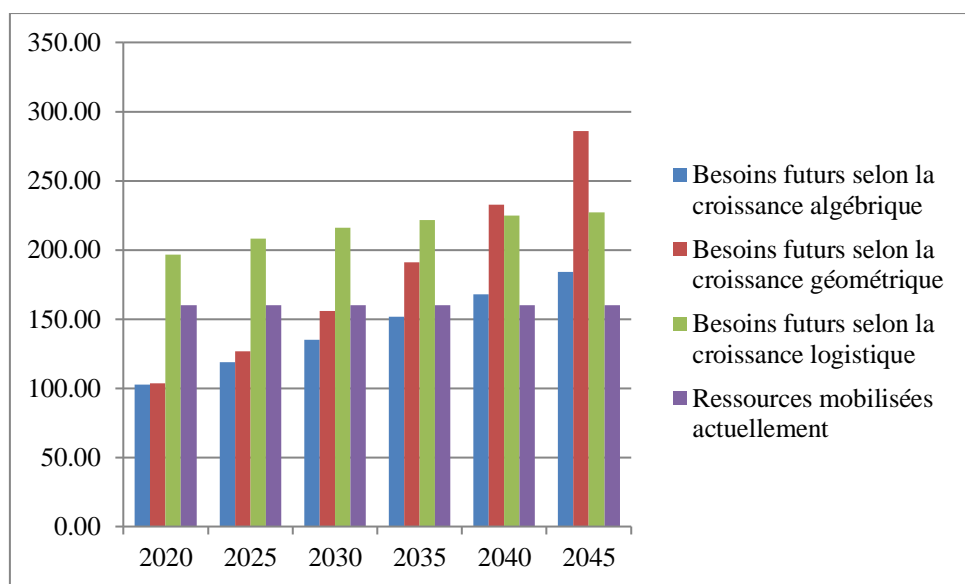


Figure IV-13- *Courbe de bilan besoins futurs de l’AEP-Hypothèse moyenne / ressources mobilisables.*

Tableau IV-40- Déterminations des besoins futurs du secteur d'AEP aux différents horizons-
Hypothèse faible.

Horizons		2020	2025	2030	2035	2040	2045
Besoins (10 ⁵ m ³ /an)	Croissance algébrique	102.53	118.86	135.18	151.51	167.83	184.16
	Croissance géométrique	103.41	126.87	155.68	191.06	232.90	285.86
	Croissance logistique	196.43	208.14	216.14	221.41	224.82	226.99
Ressources mobilisées actuellement (10 ⁵ m ³ /an)		159.86	159.86	159.86	159.86	159.86	159.86

**Figure IV-14-** Graphe de bilan besoins futurs de l'AEP-Hypothèse faible / ressources mobilisables.

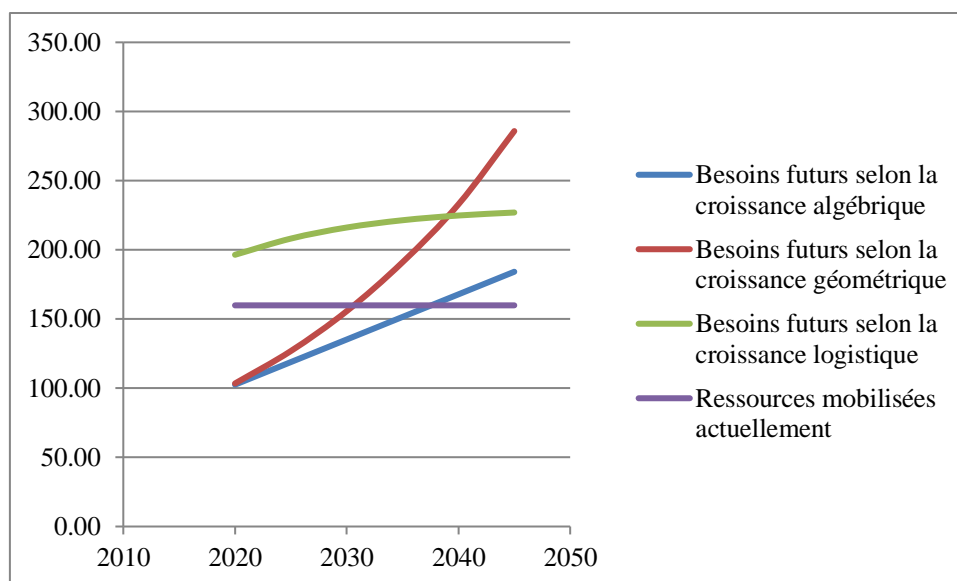


Figure IV-15- Courbe de bilan besoins futurs de l'AEP-Hypothèse faible / ressources mobilisables.

4.4 Conclusion

Pour étudier les besoins en eau potable, la population est le principal facteur de l'étude.

Les données démographiques obtenues (population de 1966 à 2019) montrent que le taux de croissance démographique a augmenté au cours de la dernière décennie, puisqu'il était de 2.56% entre 1998/2008 et est devenu 4.17% entre 2008/2019. Selon le modèle logistique de développement de la population, cette augmentation du taux de croissance désignée que la population de la commune de M'sila passe par la deuxième phase de croissance, qui est la phase de croissance rapide.

Comme nous l'avons mentionné plus tôt, notre application du modèle logistique n'est pas 100% correcte afin d'étudier l'évolution de la population de la commune de M'sila.

Les données obtenues indiquent que dans le cas où les ressources mobilisées existantes sont utilisées pour l'AEP dans la commune de M'sila avec une efficacité élevée, alors sa capacité atteindra de $159.86 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, si on compare cette valeur aux besoins prévus selon les trois hypothèses, on conclue que:

1-Selon l'hypothèse forte :

Si la croissance démographique est algébrique, alors les besoins prévus pour l'année 2020 seront de $155.22 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui signifie que les ressources mobilisées atteindront un excédent de $4.64 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à un taux de satisfaction de 102.77%.

Si la croissance démographique est géométrique, alors les besoins prévus pour l'année 2020 seront de $156.55 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui signifie que les ressources mobilisées atteindront un excédent de $3.31 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à un taux de satisfaction de 102.11%.

Étant donné que les taux de satisfaction attendue pouvant atteindre les ressources mobilisées en 2020 seront de 102.77% et 102.11%, et qu'ils expriment le très faible excédent, nous concluons que si nous prenons l'hypothèse forte, les ressources actuelles ne seront pas en mesure de répondre aux besoins de la population au-delà des perspectives pour 2020.

2-Selon l'hypothèse moyenne :

Si la croissance démographique est algébrique, alors les besoins prévus pour l'année 2025 seront de $144.43 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui signifie que les ressources mobilisées atteindront un excédent de $15.43 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à un taux de satisfaction de 110.68%. Pour l'année 2030, les besoins prévus seront de $164.28 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui signifie que les ressources mobilisées atteindront un déficit de $4.42 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à une satisfaction de 97.31%.

Si la croissance démographique est géométrique, alors les besoins prévus pour l'année 2025 seront de $154.18 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, en ce sens que les ressources mobilisées atteindront un excédent de $5.68 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à un taux de satisfaction de 103.68%. Pour l'année 2030, les besoins prévus seront de $189.24 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, en ce sens que les ressources mobilisées atteindront un déficit estimé à $29.38 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à un taux de satisfaction de 84.48%.

3-Selon l'hypothèse faible :

Si la croissance démographique est algébrique, alors les besoins prévus pour l'année 2035 seront de $151.51 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, en ce sens que les ressources mobilisées atteindront un excédent de $8.35 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à un taux de satisfaction de 105.51%. Pour l'année 2040, les besoins prévus seront de $167.83 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, en ce sens que les ressources mobilisées atteindront un déficit estimé à $7.97 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à un taux de satisfaction de 95.25%.

Si la croissance démographique est géométrique, alors les besoins prévus pour l'année 2030 seront de $155.68 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui signifie que les ressources mobilisées atteindront un excédent de $4.18 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à un taux de satisfaction de 102.69%. Pour l'année 2035, les besoins prévus seront de $191.06 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, en ce sens que les ressources mobilisées atteindront un déficit de $31.2 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{an}$, ce qui équivaut à un taux de satisfaction de 83.67%.

Conclusions et Recommandations

Conclusions et Recommandations

Au terme de cette étude, l'ensemble des résultats obtenus permettent de mettre le point sur les faits suivants:

- La commune de M'sila souffre d'un grand déficit hydrique, notamment en ce qui concerne l'eau potable.
- La commune de M'sila étant une zone sans vue sur la mer et relativement peu pluvieuse, on peut dire que ses sources d'eau sont limitées.
- Les ressources en eau de la municipalité de M'sila sont de trois types: les ressources souterraines et de surface et les eaux non conventionnelles (eaux usées), les ressources les plus utilisées sont les ressources souterraines, notamment pour l'AEP, tandis que les ressources de surface et les eaux non conventionnelles sont utilisées uniquement pour l'irrigation.
- Le développement des agglomérations limitrophes et des unités industrielles au niveau de commune de M'sila a nécessité la mise en œuvre d'un projet de transfert d'eau potable du barrage Koudiat Asserdoune à Bouira vers la zone d'étude, en raison de stress hydrique que les ressources locales ont atteint.
- La capacité d'eau disponible à la commune réellement est confrontée à un problème majeur, qui est la faible exploitation des ressources mobilisées du fait de la négligence des forages inutilisés et hors service, ainsi que le réseau d'approvisionnement en eau potable où des pertes importantes sont enregistrées en raison de fuites.
- Sur le plan climatique, la commune de M'sila appartient à un climat semi-aride caractérisé par des précipitations irrégulières, cette dernière influence directement sur la recharge des réserves souterraines.
- En général, le potentiel des eaux souterraines est limité à M'sila, pour deux raisons principales:
 - 1- Impropre à la consommation domestique car saumâtre.
 - 2 - Les nappes (eaux souterraines) sont profondes captives.
- Sur le plan socio-économique, l'évolution de la population de la commune de M'sila connaît pendant la dernière décennie un taux élevé, du fait de la migration des habitants des environs.

Nous tirons de la comparaison des résultats de l'offre actuelle estimée à 159.86 et des besoins futurs selon les différents scénarios:

1- Selon l'hypothèse forte:

Les scénarios de croissance démographique pour 2020 indiquent que le taux de saturation est de 102.77% selon le modèle algébrique, et selon le modèle géométrique, il est de 102.11%. Ces deux ratios reflètent un excédent très faible, ce qui signifie que si nous

prenons l'hypothèse forte, l'offre actuelle ne sera pas suffisante pour répondre aux besoins prévus au-delà des perspectives de 2020.

2-Selon l'hypothèse moyenne :

Les scénarios de croissance démographique indiquent que l'offre actuelle peut dégager un excédent au-delà des horizons de 2025, avec un taux de saturation de 110.68 % selon le modèle algébrique et de 103.68 % selon le modèle géométrique.

3- Selon l'hypothèse faible:

Le scénario de croissance démographique selon le modèle géométrique indique que l'offre actuelle peut atteindre un excédent jusqu'à 2030 avec un taux de saturation estimé à 102.69%.

Le scénario de croissance démographique selon le modèle algébrique indique que l'offre actuelle peut atteindre un excédent jusqu'à 2035 avec un taux de saturation estimé à 105.51%.

- Il convient de noter que la capacité actuelle d'eau de la commune de M'sila ne peut pas maintenir sa capacité actuelle estimée à 159.86 à l'avenir, l'augmentation de la demande d'eau due à la croissance démographique et le manque de précipitations entraînera une diminution du niveau des eaux souterraines et, par conséquent, une diminution du débit des forages.

Nous terminerons par ces modestes recommandations :

- Les ressources actuelles de la commune de Misla sont fragiles, de sorte que des ressources plus durables et fiables doivent être recherchées dans tous les scénarios attendus.

- Les citoyens devraient améliorer leurs habitudes de consommation en adoptant des approches plus rationnelles qui réduisent le gaspillage d'eau.

- Dans le cadre de nouvelles approches de la gestion de la ressource en eau et d'une manière plus concrète, il faut repenser en profondeur les approches qui permettront de satisfaire les besoins de l'homme tout en maintenant la qualité des systèmes naturels qui supportent l'existence même de la collectivité humaine. On parlera donc de la gestion de l'eau d'une manière plus intégrée au lieu de la faire par secteurs d'activité, afin d'atteindre une gestion durable des ressources.

- La mise en valeur et la gestion de l'eau doivent avoir un caractère participatif et associer aussi bien les utilisateurs, que les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux.

Il est recommandé de :

- élaborer une stratégie de l'eau préférant la mobilisation des eaux de surface et l'exploitation rationnelle des eaux souterraines.

- augmenter la productivité de l'eau dans l'agriculture en limitant le gaspillage par l'introduction de nouvelles techniques d'irrigations (irrigation par le système goutte à goutte) et l'emploi des eaux usées récupérées et traitées.

- réorganiser et réhabiliter les réseaux de distribution suite à leurs vétustés.

- lutter contre les pertes très élevées par manque d'entretien ordinaire des installations des réseaux (réseau AEP, et AEA).

Finalement, ce modeste travail effectué dans le cadre de cette étude est une contribution à une reconnaissance des facteurs physico-géographiques, climatiques et hydrologique, ainsi que ceux socio-économiques, pour une meilleure compréhension et analyse des composantes de l'hydro-système de la région, et par conséquent de prévoir une politique de gestion plus rationnelle et une exploitation plus efficace de la ressource eau, afin d'assurer une meilleure protection de cet hydro-système aménagé qui nécessite la préservation de la qualité et de la quantité de l'eau particulièrement en période des basses eaux.

Le présent travail, qui n'est pas exhaustif, ouvre la voie à d'autres études, afin d'aboutir à un aménagement intégré des ressources en eau par région, pour déterminer d'une façon plus incontestable l'impact de la mobilisation des eaux.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] ABDELKEBIR. F & ZERGUINE. Y. « Evaluation des périmètres agricoles au niveau de la zone de mise en valeur de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences Agronomiques. Univ. M'sila. Promo. (2017/2018).
- [2] ABI AKAR. W. « Processus de mise en place d'une gestion intégrée des ressources en eau dans les pays en développement » Janvier 2009.
- [3] ADE
- [4] Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybousse-Mellegue. « La politique nationale de l'eau en Algérie » 25/10/2012.
- [5] AHMED AMMAR. Y. « Gestion des ressources en eau dans la commune de Ghazaouet Bilan et perspectives » Mém. Mast. Dép. Sciences de la Terre et de l'Univers. Univ. Tlemcen. Promo. (2013/2014).
- [6] ANARH
- [7] BENAOUIRA. F. « Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées épurées destinées à l'irrigation (cas de station d'épuration de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences agronomiques. Univ. M'sila. Promo. (2016/2017).
- [8] BRIKI. Z. « Étude Ethnobotanique des plantes médicinales de la commune de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Prom. (2018/2019).
- [9] DRE
- [10] DSA
- [11] François G. Brière. « Distribution et collecte des eaux » 2012.
- [12] HAMIDAT. A & BOUDRAA. S. « Biodiversité des arbres d'alignements de la ville de M'sila » Mém. Mast. Dép. Sciences de la Nature et de la Vie. Univ. M'sila. Promo. (2016/2017).
- [13] HASSINI. N, ABDERRAHMANI. B, DOBBI. A. « Tendances des précipitations et de la sécheresse sur le littoral Algérien : Impact sur les réserves hydriques »
- [14] Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement « Manuel technique de gestion intégrée des ressources en eau » Juillet 2010.
- [15] KHERBACHE. N. « La problématique de l'eau en Algérie : Enjeux et contraintes » Mém. Magistère. Dép. Sciences économiques. Univ. Béjaia. Mai 2014.
- [16] Le mouvement des ONG françaises engagées pour l'accès à l'eau et à l'assainissement pour tous. « Eau et changement climatique » Juillet 2014.

- [17] MADANI. I. « Etude de la stabilité à long terme d' un barrage rigide, cas barrage El'Ksob, M'sila » Mém. Mast. Dép. Hydraulique. Univ. M'sila. Promo. (2015/2016).
- [18] Mohammed Benblidia et Gaëlle « Gestion des ressources en eau : les limites d'une politique de l'offre » Les notes d'analyse du CIHEAM. N° 58. Mai 2010.
- [19] PLANS DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU « Manuel de Formation et Guide Opérationnel » Mars 2005. Traduction de l'anglais Juin 2005.
- [20] SOUAK Fatma Zohra. « La politique de l'eau en Algérie : valorisation et développement durable »
- [21] TAHIR. D. « Analyse de modes de défaillance et de leurs effets sur la production (AMDEC) cas d'une station d'épuration les eaux usées » Mém. Mast. Dép. Hydraulique. Univ. M'sila. Promo. (2015/2016).
- [22] « Wilaya de M'sila par les chiffres année 2014 » Edition. Mars 2015.

المراجع بالعربية

- [1] أ. د/ رشود بن محمد الخريف " السكان ، المفاهيم و الأساليب و التطبيقات " جامعة الملك سعود. الطبعة الثانية. 2007.
- [2] اللجنة الدائمة للسكان " السكان و المياه في قطر " الطبعة الأولى. 2015.
- [3] مركز الدراسات و الإنجاز العمراني بسطيف – وحدة المسيلة " المخطط التوجيهي للتهيئة و التعمير بلدية المسيلة المرحلة الثالثة "