



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ MOHAMED EL-BACHIR EL-IBRAHIMI

BORDJ BOU-ARRÉRIDJ

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Réalisé en vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Filière : Science Agronomique

Spécialité : Aménagement Hydro-agricole

Thème :

**Enquête sur la Gestion et l'utilisation des
ressources en eau dans une région semi-aride**

(Cas de la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ)

Présenté par :

- BELHADJ Romaiassa
- HAMOUCHE Zohra

Encadré par :

Mr.BIBAK Mohamed

Soutenu publiquement le 19 /11/ 2020

devant le jury composé de :

(Nom et Prénom)	(Grade)	(Désignation)
Laoufi Hadjer	Maitre-assistant classe A	Président
BibaK Mohamed	Maitre-assistant classe A	Encadreur
Ait Mechdal Mouloud	Maitre-assistant classe A	Examineur

Année universitaire : 2019-2020

DÉDICACE

Ce modeste travail est dédié :

À nos chers parents.

À tous les membres de nos familles : BELHADJ et HAMOUCHE

À tous ceux qui nous ont encouragées durant tout notre parcours éducatif.

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons tout d'abord remercier ALLAH le Tout puissant qui nous a donné le courage et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

Nos plus profondes gratitude et nos vifs remerciements à notre encadreur, Monsieur ..., pour avoir accepté de diriger notre travail, nous le remercions aussi pour sa disponibilité, sa gentillesse, ses orientations, son encouragement, sa patience durant la réalisation de ce travail.

Nous adressons également un énorme remerciement à Monsieur Bibak Mohamed pour ses précieux conseils, qu'il nous a procurés avec humilité et dévouement.

Notre gratitude et remerciement les plus respectueuses aux membres du jury qui ont eu l'obligeance d'accepter d'évaluer notre travail.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont soutenues de près ou de loin lors de l'élaboration de ce travail.

Résumé

Cette étude vise l'importance d'activer l'exploitation de l'état de Bordj Bou Arreridj pour les ressources en eau non traditionnelles, en raison de son incapacité à répondre aux besoins croissants et nécessaires de ressources en eau pour la poursuite de la vie et du développement, et ceci pour un certain nombre de raisons dont les plus importantes sont: les sources d'eau traditionnelles limitées, le phénomène de sécheresse ainsi que la croissance démographique croissante, la pollution .

Il a conduit à l'exploitation d'autres sources alternatives et à travailler à l'élaboration d'une stratégie de distribution au bénéfice des utilisateurs d'une part, et de protection de l'environnement pour préserver ces ressources d'autre part en cas de déversement dans des milieux naturels non pollués (après traitement).

Mots clés : eau, Bordj Bou Arreridj, les sources alternatives, la pollution, ressources limitées, protection environnementale.

Abstract

This papers aims at activating Bordj-Bouerridj exploitation of nontraditional water resources, Because of its inability to meet the growing and necessary needs of water resources for sustaining life and development, This is due to a number of reasons, the most important of which are: limited traditional sources of water, The phenomenon of drought as well as growing population growth, pollution. The phenomenon of drought as well as growing population growth, pollution...., Protecting the environment to preserve these resources, on the other hand, in the case of dumping in the natural environment is not contaminated (after treatment).

Key words: water, Bordj Bou Arreridj, alternative sources, pollution, limitedresources, environmental protection.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى أهمية تفعيل استغلال ولاية برج بوعريريج للمصادر المائية غير التقليدية، بسبب عدم قدرتها على تلبية الاحتياجات المتزايدة والضرورية من الموارد المائية لاستمرار الحياة والتنمية، ويرجع ذلك لجملة من الأسباب أهمها: محدودية المصادر التقليدية للمياه، وظاهرة الجفاف وكذا النمو السكاني المتزايد، التلوث .

أدى إلى استغلال مصادر أخرى بديلة والعمل على وضع استراتيجية لتوزيعها لفائدة المستعملين من جهة ، حماية البيئة للمحافظة على هذه الموارد من جهة اخرى في حالة إلقاءها في الأوساط الطبيعية الغير ملوثة (بعد معالجتها).

الكلمات المفتاحية: مياه، برج بوعريريج، مصادر بديلة، تلوث، محدودية المصادر، حماية البيئة.

La liste des tableaux

TABLEAU 01 : CLASSIFICATION DES EAUX SELON LE DEGRE DE PURETE ET LES POLLUANTS.....	6
TABLEAU 02 : TRANSFERTS D'EAU EN ALGERIE.....	13
TABLEAU 03 : INVENTAIRE PHYSIQUE DES PUIITS ET DE FORAGES	15
TABLEAU 04 : AMENAGEMENT AVAL DES GRANDES STATIONS DE DESSALEMENT EN ALGERIE .	16
TABLEAU 05 : EVOLUTION DES INDICATEURS D'EPURATION 2004 – 2014.....	17
TABLEAU 06 : PRECIPITATION MOYENNES MENSUELLES LA REGION DE BORDJ BOU-ARRÉRIDJ PENDANT LA PERIODE (1981- 2019).	25
TABLEAU 07 : TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES LA REGION DE BORDJ BOU-ARRÉRIDJ PENDANT LA PERIODE (1981- 2019).	25
TABLEAU 08 : LES QUESTIONS SOULEVEES SUR CES DIRECTIONS	27

La liste des figures

Figure01 : Carte des barrages et transferts des ressources en eaux Algérien (Mozas et Ghosn, 2013).....	14
Figure 02 : Localisation de la région d'étude	23
Figure 03 : Précipitations moyennes annuelles dans la wilaya de Bordj Bou-Argeridj pendant la période (1981-2019).....	24
Figure 04 : Précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ pour la période (1981-2019)	25
Figure 05 : Les températures moyennes mensuelles de la région de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ pendant la période (1981-2019)	26
Figure 06 : Diagramme ombrothermique de la station de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ (1981-2019).....	26

Liste d'abréviation

ADE : Algérien des eaux.	DSA : Direction des services agricole.
AEP : Alimentation en eau potable.	GNL : Gaz naturel liquide.
AHS :Algéroï-hodna-sommam.	GPI : Grand périmètre d'irrigation.
APC : Ensemble communal populaire.	H2O : Dioxyde de Carbone.
Bc : Besoin de chaque culture.	Kc : Coefficient Culturelle.
CL : Chlore.	MAO : Mostaganem Arzew Oran.
CSM :Constantinois-seybousse-melleque.	MES : Matière en suspension.
CZ : Cheliff-Zahrew.	MRE : Le ministère des ressources en eau.
DAEP : Direction d'alimentation en eau potable.	OCC : Omanie-Chott-Chergui.
DAPE : Direction d'assainissement et de la protection de l'environnement.	ONA : Office nationale d'assainissement.
DBM : Direction de budget et des moyens.	STEP : Station épuration.
DCO : Demande chimique en oxygène.	SAU : Surface agricole utile.
DEAH : Direction des Études et des Aménagements Hydrauliques.	SAT : Surface agricole totale.
DHA : Direction de l'Hydraulique Agricole.	GPI : Grands périmètres d'irrigation
DMRE : Direction de la Mobilisation des Ressources en Eau.	PMH : Petite et moyenne hydraulique
DPAE : Direction de la Planification et des Affaires Économiques.	OPI : Office régionaux ou de la wilaya.
DRC : Direction de la Réglementation et du Contentieux.	P : Précipitation
DRH : Direction des ressources hydrique.	PB : Petite barrages
DRHFC : Direction des Ressources Humaine, de Formation et de Coopération.	RC : Reteniez collinaire

Table des matières

DÉDICACE

REMERCIEMENTS

RESUME

LA LISTE DES TABLEAUX

LA LISTE DES FIGURES

LISTE D'ABREVIATION

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GÉNÉRALE----- 1

CHAPITRE I : RESSOURCES EN EAU ET CLASSIFICATION

I. Concepts Sur Les Ressources En Eaux----- 4

I.1. Notion, classification des ressources en eau et le cycle de l'eau ----- 4

I.1.1. NOTION DE RESSOURCES EN EAU..... 4

I.1.2. CLASSIFICATION DES RESSOURCES EN EAU 5

I.1.2.1.Les ressources conventionnelles..... 5

A.Les Eaux Souterraines----- 5

b. Les Ressources En Eau Superficielles..... 7

I.1.2.2.Les ressources non conventionnelles 8

A. Dessalement De L'eau De Mer ----- 8

B. Epuration Des Eaux Usees ----- 9

C. Recharge Artificielle De Systemes Aquiferes ----- 9

CHAPITRE II : APERÇU SUR LA SITUATION DES RESSOURCES EN EAU EN ALGERIE ET DAND LE REGION D'ETUDEERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

II.1. L'HYDRAULIQUE EN ALGERIE..... 11

II.1.1. Les contexte hydrique de l'Algérie 11

II.1.2. Potentialités des ressources en eau de l'Algérie 11

II.2.MOBILISATION DES RESSOURCES EN EAU EN ALGERIE----- 12

II.2.1.LA MOBILISATION DES RESSOURCES CONVENTIONNELLES 12

II.2.1.1.Les barrages et les grands transferts 12

II.2.1.2.Les retenues collinaires 14

II.2.1.3.Les forages, les puits et les foggaras..... 14

II.2.2.LA MOBILISATION DES RESSOURCES NON CONVENTIONNELLES 15

II.2.2.1.Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres en Algérie 15

II.2.2.2.L'épuration de l'eau	17
II.3.L'EAU AGRICOLE EN ALGERIE -----	17
II.4.LA GESTION DES RESSOURCES EN EAUX-----	19
CHAPITRE III:ETUDE CLIMATIQUE ET ENQUETE	
III.1Description de la région d'étude	23
III.1.1 Situation géographique.....	23
III.1.2Agriculture.....	23
III.1.3Etude climatique	23
a) Les précipitations.....	24
b)La température	25
c) Synthèse climatique.....	26
III.2. L'enquête	27
III.3 Le calcul des besoins en eau des cultures	30
III.4 Le besoin en eau d'irrigation	30
III.5 Résultats de l'enquête	32
III.5.1 Les eaux usées épurés et l'irrigation	32
III.5.2 Algérienne des eaux(ADE)	32
III.5.2.1 Système d'alimentation en eau potable.....	32
III.5.2.2 Situation Actuelle de l'AEP de la wilaya	33
III.5.3 Office nationale d'assainissement(ONA)	33
III.5.3.1 Epuration des eaux usées.....	33
Conclusion et perspectives	35
Bibliographie	
Annexe	

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'eau est nécessaire pour tous les êtres vivants mais aussi au développement des sociétés humaines. Elle participe à de nombreux usages (eau domestique, eau industrielle, eau agricole, etc.). Cependant, certains usages peuvent avoir un impact sur la ressource et compromettre à la fois le bon fonctionnement du milieu naturel et les autres usages qui en dépendent (Anctil, 2008). La question est de savoir comment conserver et utiliser de façon durable et équitable cette ressource entre l'ensemble des acteurs qui l'utilisent : les agriculteurs, les citoyens, les industrielsetc. Pour la préserver, nous devons la gérer ensemble à l'échelle du bassin versant (Brun et al, 2012).

La question de la mobilisation des ressources et notamment l'eau a tendance à devenir la préoccupation majeure des États à l'échelle mondiale car elle recouvre une réelle complexité et sous-tend des conflits liés à des enjeux géopolitiques, sécuritaires, écologiques, sociaux et économiques. La disponibilité et le partage de l'eau, quelle que soit l'échelle spatiale d'analyse, va conditionner l'avenir des générations futures et la qualité de leurs relations dans un contexte marqué par des risques potentiels de contraction des ressources imputables à la combinaison des changements climatiques, de la faiblesse relative de la mobilisation, de la répartition spatiale inégale, du croît démographique, du développement des villes et de l'essor des activités économiques consommatrices d'eau (agriculture, industrie tourisme) (Sid Ahmed , 2015) .

Durant ces trente dernières années, l'Algérie a souffert d'un manque d'eau sans précédent. Les aléas climatiques persistants, caractérisés par un déficit pluviométrique évalué à 30%, conjugués à une forte croissance de la population dans les grands centres urbains ont fortement contribué à aggraver le déséquilibre entre une demande en eau croissante et une offre jusque-là limitée par les insuffisances tant sur le plan de la mobilisation des ressources potentielles qu'au niveau de la de gestion des ressources disponibles, notamment les défaillances de gestion des services publics de distribution de l'eau. En effet, ces derniers se caractérisaient par un état de délabrement avancé (gaspillage, non-satisfaction des besoins, manque de professionnalisme, distribution anarchique, dégradation des installations, etc.), et cette faute principalement d'une récupération adéquate des dépenses effectuées vu le faible niveau des tarifs appliqués. Cela a donné lieu à des taux de subvention très élevés et souvent justifiés par les pouvoirs publics au nom de l'équité au sens de permettre aux couches à revenus faibles et à revenus modestes d'accéder à cette ressource vitale.(Yessad ,2012)

Le problème est de savoir quoi faire et comment gérer, exploiter et utiliser efficacement cette ressource pour les besoins de la société, le développement économique de l'industrie, de l'agriculture, tout en préservant ou conservant la diversité biologique, l'intégrité des écosystèmes naturels et en améliorant les conditions de vie des populations (UNESCO, 2002;LEMA, 2006; SDAGE BAG, 2010).

À cause des circonstances par lesquelles passe le monde entier : l'expansion de la pandémie "Covid 19", nous avons eu du mal à passer au côté pratique prévu pour faire un stage qui aurait pu nous intégrer dans le milieu professionnel avec des spécialistes du domaine où nous n'avons pas pu pratiquer nos connaissances théoriques et nos acquis du cursus universitaire.

Donc, le but de notre travail, et de faire une étude climatique afin de savoir les quantités d'eaux dans la région durant les années précédentes, suivi d'une enquête menée au sein des différents directions et services de la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ, la Direction des Ressources en eau (DRE), la Direction des Services Agricoles (DSA), l'Algérienne Des Eaux (ADE) et l'Office National d'Assainissement (ONA), pour avoir une idée sur la gestion et l'utilisation des ressources en eaux dans notre zone d'étude et cela pour enfin cibler les pertes et donner des perspectives.

Pour cela le plan de travail est composé des quatre chapitres :

- 1. Le premier chapitre**, s'intéresse aux concepts des ressources en eau, leur gestion, le besoin et la demande ; la classification des ressources en eau et aussi leur utilisation.
- 2. Le deuxième chapitre** : est un aperçu sur la situation des ressources en eau en Algérie et aussi dans la zone d'étude.
- 3. Le troisième chapitre** : Est une enquête qui a été menée au sein de plusieurs directions (DRE, DSA, AED et ONA) de la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ suivi d'une étude climatique.
- 4. Une conclusion et perspective**

CHAPITRE I :

RESSOURCES EN EAUX ET

CLASSIFICATION

I. Concepts sur les ressources en eaux

I.1. Notion, classification des ressources en eau

La Terre est l'unique planète du système solaire, dont la surface est recouverte de grande quantité d'eau ; Les secteurs, agricole, industriel, domestique, utilisent de grandes quantités d'eau (Julien, 2007).

La loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 rappelle que « l'eau fait partie du patrimoine commun de la nation et que sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général » (Legifrance, 2006).

Selon le nouveau Larousse encyclopédique, l'eau est un «liquide incolore transparent, inodore, insipide, corps composé dont les molécules sont formés de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène (H₂O)» (Larousse.E, 2019). L'eau se définit aussi comme étant un : «liquide couramment utilisé dans l'étude des propriétés générales des substances liquides. L'étude de la dynamique des fluides, la presse hydraulique, les vases de communications sont autant d'applications de la physique de l'eau » (Bouziani ,2000).

I.1.1. Notion de ressources en eau

Le concept de ressources en eau n'est apparu en occident qu'au début du XX^e siècle suite à la prise de conscience de la rareté de l'eau, de son risque de pénurie et de la nécessité de l'évaluer précisément pour la gérer efficacement. Ceci étant pour permettre la mise en place des infrastructures de prélèvement, de stockage et de transport de cette ressource vitale. (Andreassian ,2005).

Les ressources en eau regroupent l'ensemble des eaux disponibles (eaux continentales et eaux marines...) et dans les ressources naturelles, ou que l'on peut mobiliser, pour satisfaire en quantité et en qualité une demande donnée en un lieu donné, pendant une période appropriée (Questions sur "ressources en eau", 2013).

Les ressources en eau, désignent : « une source potentielle d'approvisionnement en eau permettant de satisfaire des besoins en eau liés à certaines activités humaines, par l'intermédiaire d'actions de prélèvements réalisés à partir d'ouvrages de prélèvement » (Sandre ,2007).

Pour Jean Marget, la définition de ressources en eau porte sur l'analyse de la répartition spatio-temporel des eaux, description de leur structure et leur dynamique, l'estimation de la

quantité des flux et des stocks de l'eau, appréciation de leur sensibilité et savoir les conditions de leur exploitation et leur conservation (Marget ,1996).

I.1.2. Classification des ressources en eau

Sur notre planète l'eau occupe trois quarts de la surface. Elle constitue les rivières, les eaux souterraines, les lacs, les mers, les océans. Elle est présente dans les sols et constitue les êtres vivants. L'eau est présente sur Terre, sous forme liquide (pluie, rivières, lacs, océans), solide (neige, glaciers) et gazeuse (humidité, nuages). Ces différents états incluent le cycle Del 'eau.

Les fluides jouent un rôle fondamental dans la plupart des processus physicochimiques qui affectent la croûte terrestre ; avec les rivières, les aquifères souterrains occupent une fonction centrale dans ce système. L'homme à recours généralement, pour satisfaire ses propres besoins (production d'eau pour la consommation humaine) et permettre l'usage de l'eau dans ses diverses activités industrielles et agricoles, à deux types de ressources naturelles :

- Les ressources conventionnelles à savoir les eaux superficielles (de surface) et les eaux souterraines.
- Les ressources non conventionnelles notamment le dessalement de l'eau de mer et l'épuration des eaux usées.

I.1.2.1. Les ressources conventionnelles

Il s'agit ici d'eau provenant de sources d'eau douce, de rivière, de puits, de retenues et barrages, de lacs et ruisseaux, de forages, de l'eau qu'on peut tout simplement utiliser à l'état naturel même si celle-ci a subi une légère déminéralisation. Les ressources conventionnelles dont les techniques de mobilisation sont classiques déjà éprouvées, et qui portent sur les prélèvement de l'eau de l'environnement à l'aide des barrages, des forages et d'autre moyens, actuellement généralisé de par le monde. Les ressources conventionnelles se subdivisent en deux catégories : les eaux superficielles et les eaux souterraines.

a. Les eaux souterraines

Ce sont les eaux des nappes phréatiques. Ce sont des ressources en eau naturelles renouvelables et non renouvelables, (fourniture de l'eau pour la population dans la plupart des régions de monde se fait par le biais les eaux souterraines (Michel, 2000).

Les eaux qui ne s'évapore pas, ne retourne pas à la mer par ruissellement que s'infiltrant dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La fuite et la

pénétration des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques et la structure des terrains qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappe.

La nappe caractérisé par un surface appelé la surface péso métrique l'altitude de chaque pins de cette surface appelée niveau piézométrique ; cette dernière ne faut pas confondre avec le niveau hydrostatique d'une surface d'eau libre ; La forme de la surface piézométrique peut être déterminée par des sondages. Cette forme est fonction du niveau et du débit de l'exutoire ainsi que de la perméabilité du terrain. La pénétration, la circulation, de l'eau dans les terrains dépendent à la fois de leur nature, de leur structure élémentaire et des dispositions relatives des diverses couches géologiques. Parmi les paramètres de structure, citons : la répartition granulométrique, la porosité, la perméabilité.

Les eaux souterraines contiennent des molécules d'eau autour desquelles sont dissous des ions (majeurs, mineurs, et traces), des gaz dissous (oxygène, gaz carbonique) et parfois de la matière organique dissoute. Les origines de ces composants sont diverses et proviennent de sources naturelles ou anthropiques (déchets, activités industrielles, agriculture, mines...).

Si certains de ces composants présentent un danger pour la santé humaine et pour l'environnement, ils sont considérés comme des polluants. On classe les eaux Tableau 1 selon le degré de pureté et les polluants qu'elles contiennent (Luzolo ,2012).

Tableau 2 : classification des eaux selon le degré de pureté et les polluants

Class	Grille de qualité multi-usages
Class 1A	Elle caractérise les eaux exemptes de pollution
Class 1B	D'une qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages.
Class 2	La qualité est passable : suffisante pour l'irrigation, les usages industriels, la production d'eau potable après un traitement poussé. L'abreuvement des animaux est généralement toléré. Le poisson y vit normalement mais sa reproduction peut être aléatoire. Les loisirs liés à l'eau y sont possibles lorsqu'ils nécessitent que des contacts exceptionnels avec elle.
Class 3	La qualité est médiocre : juste après l'irrigation, au refroidissement et à la navigation. La vie piscicole peut subsister dans ces eaux, mais cela est aléatoire en période de faibles débits ou de fortes températures par exemple.
Hors class	Eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptes à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et pour l'environnement.

b. Les ressources en eau superficielles

Les eaux superficielles constituées des oueds, lacs, étangs, sebkhas et chotts ainsi que les terrains et végétations compris dans leurs limites (Jopa, 2005).

Elles se constituent par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. (Dussart, 1996)

Elles ont pour origine soit les eaux de ruissellement, soit les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseaux puis de rivière.

Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable.

Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs et lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour souvent élevé. Il s'agit d'une ressource facilement accessible mais malheureusement fragile et vulnérable, la pollution la rendant souvent impropre à l'utilisation en l'absence d'un traitement préalable.

La composition chimique des eaux de surface (Dussart, 1992 ; Bontoux, 1993).

Dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous (oxygène, azote, dioxyde de carbone).

Les eaux de surface se caractérisent par :

- Les variations saisonnières (car climatique) et, à degré moindre, journalières des paramètres physiques : température, turbidité et coloration. Les concentrations en matières solides finement dispersées ou à l'état colloïdal peuvent être importantes tout en étant aléatoires suite à des pluies soudaines, des orages et des pollutions accidentelles.
- La présence fréquente de matières organiques d'origines naturelles végétales après leurs morts.
- Le développement plus ou moins important de phytoplancton (algues) et zooplancton et, dans certaines conditions, d'une vie aquatique intense.
- La fragilité de cette ressource très vulnérable à la pollution d'origine urbaine, industrielles agricoles. On y rencontre par suite très souvent une micropollution minérale (métaux lourds) ou organique (hydrocarbures, solvants, phénols, pesticides, herbicides,...etc.)

pouvant avoir un caractère toxique et des substances azotées et phosphorées à l'origine des phénomènes d'eutrophisation. Sur le plan bactériologique, les eaux sont contaminées plus ou moins par des bactéries (dont certaines pathogènes) et des virus.

I.1.2.2. Les ressources non conventionnelles

Les ressources conventionnelles (lacs, rivières, nappes phréatiques) sont limitées, il est important donc utilisation de ressources non conventionnelles, celui-ci permettrait délimiter ou réduire la pression sur les ressources conventionnelles.

Les ressources en eau non conventionnelles constituées par:

- Les eaux de mer dessalées et les eaux saumâtres déminéralisées dans un but d'utilité publique.
- Les eaux usées épurées et utilisées dans un but d'utilité publique.
- Les eaux de toute origine injectées dans les systèmes aquifères par la technique de recharge artificielle (Jopa, 2005).

a. Dessalement de l'eau de mer

L'eau de mer est une solution complexe constituée essentiellement, tous les éléments chimiques connus. Ils se présentent soit à l'état de molécules (H_2O) soit à l'état d'ions (Cl^- et Na^+ ..) ces éléments chimiques rendent les eaux est non consommable.

Le dessalement est un procédé de déminéralisation. Il a pour but l'obtention d'eau de salinité voisine de celle des eaux douces naturelles à partir de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre (Germain, 1997). Il Ya trois techniques principales de dessalement de l'eau de mer :

- La distillation : par la vaporisation de l'eau de mer, soit en utilisant la chaleur émise par les rayons du soleil, soit en la chauffant dans une chaudière. L'eau chauffée s'évapore, et les sels sont déposés.
- L'osmose inverse ou dessalement membranaire : filtration de l'eau de mer sous pression à travers une membrane semi-perméable ; cette dernière ne laisse passer Les sels et les micro-organismes.
- L'électrodialyse : procédé chimique qui permet de séparation des ions Na^+ et les

Ions Cl^- contenus dans une solution salée afin de ne conserver que les molécules d'eau.

b. Épuration des eaux usées

Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels (Gros Claude, 1999).

Ramade définit les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout (Ramade, 2000).

L'épuration des eaux usées c'est la filtration par différentes techniques à divers niveaux technologiques; ceci est un comme étant une méthode classique ainsi que de nouvelles techniques de traitement pour transformer les eaux naturelles en eau potable en vue de protection de l'environnement et le milieu naturel.

c. Recharge artificielle de systèmes aquifères

Plus souvent appelée « la réalimentation artificielle induite » ou « réalimentation induite » C'est l'espace du sous-sol contenant une unité hydrogéologique peut être identifiée et gérée, en tant que telle la tendance naturelle de l'eau s'écoulera toujours vers la mer. Il constitue une entité pour la gestion de l'eau souterraine qu'il renferme un système aquifère est donc l'ensemble d'un réservoir naturel souterrain et de l'eau qu'il contient, ou qui le traverse (Gilbert, 1998). Recharge artificielle de systèmes aquifères : infiltration naturelle de eaux de surface percolent à travers le sol et s'accumulent sur le premier horizon imperméable rencontré. C'est une technique de la gestion intégrée des ressources en eau.

CHAPITRE II :

**APERÇU SUR LA SITUATION DES
RESSOURCES EN EAU EN ALGERIE
ET DANS LA REGION D'ETUDE.**

II. Aperçu sur la situation des ressources en eau en Algérie

II.1. L'hydraulique en Algérie

L'eau constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique dans le développement des pays, sa disponibilité conditionne de manière déterminante la répartition des populations, de l'urbanisation et des activités économiques. Son utilisation a varié dans ses formes au cours des temps en Algérie.

Aujourd'hui, les concurrences s'aiguisent entre les différents utilisateurs de l'eau (villes, agriculture, industrie...etc.) et partout l'accroissement de la demande en eau et la tension se fait ressentir. Dans cette partie, nous allons jeter un regard sur la présentation du contexte hydrique de l'Algérie, ses potentialités des ressources en eau de l'Algérie.

II.1.1. Les contexte hydrique de l'Algérie

Avec une superficie de 2 381 741 km² dont près de 90% est un désert et le plus vaste pays d'Afrique, l'Algérie se situe dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques. C'est même dire que le pays est en dessous du seuil théorique de rareté, fixé par la Banque mondiale à 1000 m³ par habitant et par an.

Pour assurer une sécurité d'alimentation en eau satisfaisante, il faudrait disposer d'entre 15 à 20 milliards de m³ par an et ce, en réservant 70 % à l'agriculture, alors que l'Algérie ne mobilise que 5 m³ milliards de par an. Les besoins en alimentation en eau potable seront multipliés par 2,5 environ en 25 ans et ils représentent 40% des ressources mobilisables vers l'an 2025. Ainsi les besoins augmenteront mais la disponibilité de l'eau fera défaut à cause de plusieurs raisons dont le réchauffement climatique (Boubou, 2014).

II.1.2. Potentialités des ressources en eau de l'Algérie

Les potentialités en eau sont estimées globalement à 19 km³ par an, correspondant à environ 530 m³ par habitant et par an. Sans le recours à de nouvelles ressources, ce taux passera à moins de 500 m³/habitant en 2025.

Les ressources en eau se répartissent comme suit :

- 14 km³ dans les régions Nord : 12 km³ (écoulements superficiels), 2 km³ (ressources Souterraines).

- 5,2 km³ dans les régions sahariennes : 0,2 km³ (écoulements superficiels), 5 km³ (ressources souterraines) (Mebarki, 2010).

II.2. Mobilisation des ressources en eau en Algérie

Ces infrastructures de mobilisation des eaux, qu'elles soient conventionnelles par les barrages, les retenues collinaires, les forages, ou non conventionnelles par le dessalement de l'eau de mer et la dépollution de l'eau, notre pays a apporté des réponses concrètes à la problématique de la rareté de l'eau. L'Algérie fait partie des 30 pays qui ont mobilisé le plus d'eau dans le monde ces dernières années. Les différents plans de développement ont permis diverses réalisations et le choix de multiples techniques pour augmenter la mobilisation de l'eau, soit en eau conventionnelles ou non conventionnelle, en vue d'augmenter la dotation journalière (Samahi, 2016).

II.2.1. La mobilisation des ressources conventionnelles

Compte tenu de la médiocrité de la qualité de l'eau dans plusieurs sites susceptibles d'accueillir des ouvrages hydrauliques ; ajoutée à l'indisponibilité de sites favorables à la construction de grands barrages, la capacité de mobilisation de l'Algérie en eau conventionnelle est très limitée ramenant les volumes effectivement exploitables à des niveaux modestes. Une diversité des procédés est utilisée pour la mobilisation de l'eau : barrages, retenues collinaires, forages, puits, foggaras.

II.2.1.1. Les barrages et les grands transferts

Les barrages en Algérie ont longtemps été le principal vecteur disponible en matière de domestication des eaux superficielles Tableau 3 . Le premier barrage a été construit à Meurad, dans la wilaya de Tipaza. Quant au deuxième (réalisé en terre à Tlélat), il possède une capacité de 800 000 m³ et une hauteur de 27 mètres (Samahi, 2016). Figure 1

En dépit de ces conditions naturelles, le parc des infrastructures de mobilisation de l'eau notamment les barrages s'est considérablement développé au cours des 50 dernières années passant de 14 barrages en exploitation au lendemain de l'indépendance, à 72 barrages en 2012 avec des projections qui tablent sur 124 barrages à l'horizon 2030. Ces barrages mobilisent (régularisent) actuellement par le biais des 72 barrages en exploitation un volume de 3,78 milliards m³ sur une capacité de stockage dépassant 7,4 km³. Celui-ci est très faible si nous mesurons la capacité de stockage par habitant évalué en 2012 de quelque 194 m³/habitant, il est en fait très inférieurs aux ratios des pays développés comme les États-Unis et l'Australie

(5 000 m³/habitant), à celui d'un pays émergent telle la chine (2 200 m³/habitant) et même aux ratios des pays dont la taille économique est comparable à l'Algérie à l'instar de Maroc (500 m³/habitant) et la Tunisie (360 m³/habitant). Afin d'atténuer son déficit en eau et d'augmenter ainsi la capacité de stockage par habitant, l'Algérie a entrepris un ambitieux programme de mobilisation complémentaire devant permettre à l'horizon 2030 la mobilisation de quelques 2milliards de m³supplémentaires par rapport à 2010 et ce par une politique d'investissement public volontariste et coûteuse (Kherbache, 2014).

Tableau 4 : Transferts d'eau en Algérie

Désignation	Lieux d'affectations
Transferts Nord-Nord et Nord-Hauts Plateaux	
Béni Haroun	Wilayas de Mila, Constantine, Khenchela, Oum ElBouagui et Batna (504 hm ³ /an)
Taksbet	Wilayas de Tizi Ouzou, Boumerdes et Alger (180hm ³ /an)
KoudiatAcerdo une	Wilayas Bouira, Tizi Ouzou, M'sila et Médéa (178hm ³ /an)
Mostaganem – Arzew-Oran (MAO)	Wilayas de Mostaganem et Oran (155 hm ³ /an)
Barrages Erraguène, Tabellout et Draa Diss	Wilaya de Sétif (191 hm ³ /an)
Barrages Ghil Emda et Mahouane	Wilaya de Sétif (122 hm ³ /an)
Transfert Sud-Sud	
Nappe Albienne In Salah Tamanrasset (36 hm ³ /an)	
Transfert Sud-Hauts Plateaux	
Nappe Albienne	Wilayas de Djelfa, Tiaret, M'sila, Biskra, Batna, Saïda, Tiaret et Médéa

Source : MRE ,2013 (Morgan et Alexis, 2013).

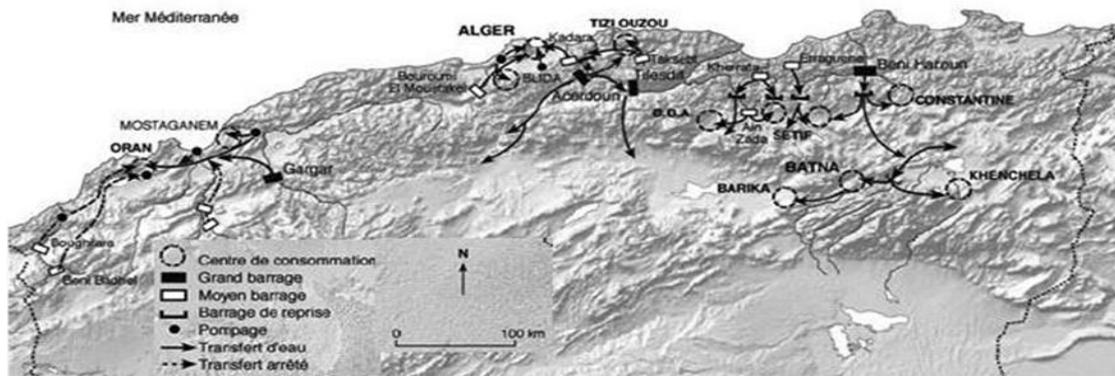


Figure 2 : carte des Barrages et transferts des ressources en eau Algérie (Mozas et Ghosn, 2013).

II.2.1.2. Les retenues collinaires

Les retenues collinaires sont des petits barrages dont la capacité varie entre quelques centaines et quelques millions de m³. Dans les années 70, 80 et 90, un nombre important de retenues collinaires a été réalisé. Elles sont situées pour l'essentiel dans les wilayas bien arrosées du Nord. En 1979, l'Algérie comptait 44 petits barrages totalisant une capacité de 21 h m³. La réalisation des retenues collinaires constituerait un palliatif à l'absence des sites de localisation des grands barrages, mais de nombreux ouvrages se sont envasés prématurément en raison de leur construction à la hâte et sans technique sûre, ce qui fait que la capacité de mobilisation attendue a été réduite de moitié. Les données sur les capacités, la répartition et le nombre de retenues sont très variables (Kherbache, 2014).

Actuellement, le ministère des ressources en eau, nombre de retenues collinaires en exploitation destinée à l'irrigation de PMH est de 463 pour une capacité de 59 Hm³. Avec le programme de réhabilitation et la construction de nouvelles retenues collinaires mis en œuvre au début 2011 (Samahi, 2016).

II.2.1.3. Les forages, les puits et les foggaras

Les forages et les puits sont utilisés pour la mobilisation des eaux souterraines. Répertoire tous les ouvrages de ce type relève pratiquement de l'impossible compte tenu du nombre des forages et des puits illicites. À cet égard le PNE (2009) avance un chiffre de 25 000 forages non-déclarés en 1998. L'évaluation de la mobilisation effective des ressources souterraines est une opération délicate et emprunte d'une grande incertitude. À ce sujet, les contradictions sont nombreuses et aucune institution ne dispose d'un fichier ou d'un inventaire exhaustif et détaillé sur l'état des prélèvements souterrains réels. Une enquête réalisée par l'ex-MEAT en 1985 a relevé l'existence d'environ 5 500 forages. Plus de 2 200 forages ont été réalisés entre 1990 et 1999 dans le Nord du pays, fournissant un volume

de 1km³ au moment où plus de 742 forages auraient été réalisés dans le Sud qui mobiliserait 726hm³. La dernière mise à jour effectuée par la DMRE au fichier d'inventaire des forages et des puits est datée en 2005 (tableau ci-dessous).

Tableau 5 : Inventaire physique des puits et de forages

Région	Forages AEP	Forages d'irrigation	Puits
OCC	529	3 080	18 740
CZ	639	5 545	15 682
AHS	1 646	11 446	32 776
CSM	1 382	5 381	21 982
Algérie du Nord	4 196	25 452	89 180
Sahara	2 688	9 660	33 919
Total Algérie	6 884	9 660	123 099

Source : MRE (2005) (Kherbache, 2014).

Les volumes mobilisés sont évalués comme suit : 1,8 km³ prélevés dans les aquifères du Nord, 1,93 km³ prélevés dans les nappes du Sud et 85 hm³ par Foggaras, ce qui ramène le volume total mobilisé en eau souterraine au niveau national à 3,815 km³. Nous insistons et avec force sur le fait que l'absence d'un inventaire exhaustif des volumes utilisés dans les PMH rend les évaluations de prélèvements approximatives (Kherbache, 2014).

II.2.2. La mobilisation des ressources non conventionnelles

Les ressources hydriques de l'Algérie restent limitées. Tout d'abord, pour des raisons climatiques : la pluviométrie, irrégulière, oscille entre 100 et 600 mm/an seulement. Ensuite, l'accroissement rapide des besoins en eau potable, due à la croissance démographique et l'urbanisation, ainsi qu'en eau pour l'irrigation et l'industrie a été fort et reste continu. Une période de sécheresse assez longue a, par ailleurs, amené à une surexploitation des réserves hydriques, notamment sous-terraines, jusqu'à épuisement d'une grande partie de celles-ci.

C'est pour augmenter la dotation d'eau potable (dessalement) et protéger l'environnement (STEP) que l'Algérie s'est tournée vers les ressources non conventionnelles, car en dépit des investissements et des réalisations en structures de stockage, la demande reste en constante croissance mais surtout insatiable (Boubou, 2014).

II.2.2.1. Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres en Algérie

L'Algérie possède 1200 Km de côtes, ce qui laisse présager d'énormes possibilités de dessalement. Près de 70% de la population sont concentrés à proximité du littoral, de même

que les industries, grandes consommatrices d'eau, comme les hôtels et les zones industrielles (Boubou, 2014)

Depuis plus d'une vingtaine d'années, la société d'hydrocarbures SONATRACH s'est dotée de plusieurs unités de dessalement d'eau de mer pour ses besoins en eau industrielle (production de vapeur nécessaire dans le processus de liquéfaction du gaz naturel du complexe GNL d'Arzew). Tableau 6

Aujourd'hui, le dessalement constitue de plus en plus une solution compétitive pour pallier à la rareté des ressources en eau dans les régions littorales (Mebarki, 2010).

Le plus gros des efforts en matière de volume de dessalement c'est fait à partir de 2009, pour celles qui sont en exploitation, une capacité de 690 Hm³, et totalisent une capacité prévue de 2 260 000 m³/j.

Tableau 7 : Aménagement aval des grandes stations de dessalement en Algérie

Région	Localisation	Capacité(mètre cube par jour)	Etat d'avancement
Ouest	Arzew/Oran	90 000	En exploitation (31/08/2005)
	Suk telata/ Tlemcen	200 000	En exploitation (30/05/2011)
	Honaine/Tlemcen	200 000	Travaux en cours
	Mostaganem	200 000	Travaux en cours
	Sidi djelloul/Ain tem	200 000	En exploitation (12//2009)
	Mctaa/Oran	500 000	Travaux en cours
Centre	Hama/Alger	200 000	En exploitation (24/02/2008)
	Cap Djenet/Boumerdes	100 000	Travaux en cours
	Fouka/Tipaza	120 000	Travaux en cours
	Oued Sbet/Tipaza	100 000	En voie de lancement
	Tenes/Chlef	200 000	Travaux en cours
Centre	Echatt /Tarf	50 000	En voie de lancement
	Skikda	100 000	En exploitation (07/03/2009)
Total		2 260 000	

Source : MRE (2011) (Samahi, 2016).

Le développement de dessalement de l'eau de mer dont la capacité est estimée à près de 800 Hm³/an en 2025 pourra contribuer, selon le PNE, à la mobilisation de l'eau pour un volume de 900 Hm³/an pour 2030. En effet, le dessalement répond à un objectif majeur qui porte d'abord sur la sécurisation des grandes villes côtières comme Alger en termes de l'alimentation en eau potable (Samahi, 2016).

II.2.2.2. L'épuration de l'eau

En Algérie, l'épuration des eaux usées devient une autre alternative pour valoriser la ressource en eau tout en protégeant le milieu naturel. Le réseau d'assainissement des villes atteint un linéaire de près de 40 000 km, soit un taux de raccordement de la population Urbaine au réseau public de 86 % (Mebarki, 2010).

En 2010, selon le ministère des ressources en eau, l'Algérie comptait un nombre de 134 stations d'épuration d'une capacité d'épuration de 669 Hm³/an. En 2012, l'Algérie disposait de 145 stations d'épuration avec une capacité installée estimée environ à 12 millions équivalent/habitant (12 millions Eq/h), soit 800 Hm³/an (tableau ci-dessous). Aujourd'hui l'Algérie dispose un nombre des stations d'épuration en exploitation à 165 stations d'épurations avec une capacité installée estimée à environ 12,5 millions équivalent/habitant soit 900 Hm³/an (tableau ci-dessous) (Samahi, 2016).

Tableau 8 : Evolution des indicateurs d'épuration 2004 – 2014

Année	2004	2010	2011	2012	2014
Volume eaux usées rejetés 680(m ³ /an)	580	800	1100	1200	1400
Nombre de STEP	34	134	138	145	165
Capacité nationale detratement 160 des eaux usées (hm ³ /an)	160	669	700	800	900
Volume des eaux usées traitées (m ³ /an)	/	253	/	285	293

Source : MRE (2014) (Samahi, 2016).

II.3. L'eau agricole en Algérie

Le secteur hydro-agricole en Algérie fait face à de grandes difficultés d'ordre technique, financier et organisationnel. Sur l'ensemble des superficies équipées pour l'irrigation, la sécheresse qui a sévi au cours des dernières décennies explique partiellement le déficit de ressources en eau et la limitation des superficies irriguées dans l'ensemble du pays. Ces derniers sont aggravés par de nombreux facteurs externes au secteur hydro-agricole : la faiblesse de la planification des ressources en eau liée au manque de coordination sectorielle et intersectorielle, les conflits avec les autres usages, l'absence d'outils pour établir des prévisions et définir des règles de gestion de la pénurie. S'ajoutent à cela des facteurs

internestels que la dégradation des infrastructures par manque d'entretien, les importantes pertes dans les réseaux évaluées à plus de 40% en moyenne (Benblidia Et Thivet, 2010).

Globalement, la superficie irriguée actuellement dans notre pays est de l'ordre de 712.000 ha dont 200.000 ha dans les régions sahariennes et ce, sur une superficie agricole utile de 8.265.259 ha soit près de 8,6% de la surface agricole utile (SAU). Les 520.000 ha irrigués dans le Nord du pays (soit 6,3% de la SAU) se répartissent en deux ensembles nettement différenciés à la fois par la taille des aménagements et par le mode de gestion: Les grands périmètres d'irrigation (GPI) gérés par les offices régionaux ou de wilaya (OPI) et les irrigations de petite et moyenne hydraulique (PMH) gérées directement par les agriculteurs.

Ces superficies sont classées en deux grandes catégories:

- Grands Périmètres Irrigués(GPI) classés dépassant en général 500 ha d'un seul tenant et alimentés en eau à partir de barrages ou de batteries de forages profonds avec d'importants investissements collectifs totalement réalisés par l'Etat. Cette catégorie représente actuellement 173 .350 ha équipés dont seulement 100.000 ha (58%) sont considérés irrigables vu la vétusté des réseaux (gravitaire et par aspersion) et le déclassement de certaines superficies. La moyenne des superficies réellement irriguées pendant les 20 dernières années est de l'ordre de 40.000 ha (23%) compte tenu de la sécheresse chronique, de la priorité accordée à l'Alimentation en Eau Potable au détriment de l'irrigation et des problèmes de gestion/exploitation /maintenance. Les volumes affectés à l'irrigation sont très inférieurs aux besoins. En plus de la réduction des ressources en eau affectées, les taux annuels de déperdition sont de l'ordre de 40 %. Ainsi, en 2002 les déperditions dans les GPI gérés par les quatre (04) OPIs régionaux ont représenté plus 40 millions de m³.

- Périmètres de petite et moyenne hydraulique (PMH) dont les surfaces éparses sont en majorité inférieures 500 ha. Une partie ou la totalité des investissements est réalisée par les agriculteurs qui puisent leurs ressources de puits, petits forages, retenues collinaires, épandage de crue, ghotts des régions sahariennes. Cette catégorie représente actuellement près de 612.000 ha équipés si l'on intègre les régions sahariennes. La grande majorité des productions agricoles en irrigué provient de la PMH puisque malgré les pénuries d'eau, les surfaces irriguées ont dépassé en moyenne 612.000 ha. D'importantes subventions pour la mise en place d'équipements de la micro irrigation ont été octroyées dans le cadre d'un vaste programme d'économie de l'eau pour réduire la demande en eau d'irrigation et limiter les pertes (les objectifs du Ministère de l'Agriculture dans le cadre de l'actuel Plan National de Développement Agricole dépassent 70.000 ha pour la micro irrigation). Le rapport traite de

l'analyse des usages de l'irrigation, de l'évaluation des pratiques et de l'efficacité des systèmes d'irrigation, des expériences acquises dans le diagnostic de la réhabilitation des réseaux, du diagnostic des infrastructures et donne des suggestions pour une bonne performance des systèmes d'irrigation en Algérie (La Maddalena et al ; 2005)

II.4. La gestion des ressources en eaux

La gestion efficace et durable des eaux est un des grands enjeux de nos sociétés contemporaines une opération complexe, qui nécessite une nouvelle approche permettant l'amélioration de la situation hydrique.

La rareté grandissante des ressources en eau qui résulte de la diminution des quantités disponibles par habitant, la dégradation de la quantité et les objectifs de développement économique et social imposent donc l'élaboration et la définition d'une stratégie de gestion de l'eau à moyen et à long terme. Le problème de l'eau est aggravé ces dernières années de sécheresse qui ont touché l'ensemble du territoire, ont montré combien il était nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau. Cette ressource vitale est menacée dans sa qualité et dans sa quantité. Malgré la construction de nouveaux barrages et le recours au dessalement, l'Algérie enregistrera un déficit en eau de 1 milliard de m³ d'ici l'an 2025. (DCIME)

II.5- Ressources en eaux dans la wilaya de bordj Bou-Argeridj :

La wilaya de Bordj Bou Argeridj possède de nombreuses sources d'eau; il a enregistré la présence de stations thermales naturelles. Le plus connu est le Hammam Al Biban à l'ouest , et Hamam Al Ibaynan au nord. Les principaux fleuves traversant la wilaya sont l'Oued Boussemam et l'Oued el Ksoub dans le sud de la wilaya.

a) Le barrage d'Ain Zada

La wilaya de Bordj Bou-Argeridj a un seul barrage nommé : le barrage d'Ain Zada. Ce dernier se situe à 10 kilomètres à l'Est de la ville de Khelil sur l'Oued Bou Sellam. Il a une capacité de 122 millions de mètres cube d'eaux destinés essentiellement à l'alimentation en eau potable de la région ainsi qu'à l'irrigation des terres agricoles. (*Wikipédia*)

b) Les forages

Le forage est une technique de captation des eaux souterraines qui représente un moyen important de mobilisation de l'eau et satisfaire les demandes en eau potable ou agricole.

Un nombre de 1010 forages sont dispersés dans le territoire de la wilaya de Bordj Bou Argeridj dont la plus part sont localisés dans la partie sud, et qui produisent un volume journalier de plus de 40.000 m³ /J et ciblera environ de 300.000 Habitants. En ce qui concerne la partie nord de la wilaya, le forage est autorisé à exploiter les eaux souterraines sans recours à l'administration, en raison de la nature rocheuse de la zone.

c) Les puits

Le nombre des puits comptés par la DRH est 2741 puits avec un volume 908333.33m³/mois

Qui sont destinées pour la plus part à l'irrigation.

d) Les retenues collinaires :

Plusieurs opérations sont en cours dans la wilaya de Bordj Bou Arréridj en vue de développer les capacités locales d'irrigation agricole, a-t-on appris auprès de la direction des services agricoles (DSA).

Une retenue collinaire est ainsi en chantier sur le cours d'oued El Mechraâ dans la commune de Medjana avec un taux d'avancement considérable, selon la même source qui souligne qu'une opération pour l'installation de réseaux d'irrigation sur oued Beyata dans les

deux communes d'Ouled Braham et Ras El Oued sont en cour de réalisation. La DSA fait en outre état de l'actualisation de l'étude de réalisation d'une retenue collinaire sur l'oued Grouidja dans la commune de Mansourah, en plus du lancement des études de réalisation de cinq retenues collinaires à Ras El Oued, Khelil, Colla, Sidi M'barek et AïnTaghrout.

e) Station d'épuration :

Les eaux recyclées par la station d'épuration des eaux usées d'AïnTaghrout sont destinées pour l'irrigation, au moins 150 hectares sont irrigués par les eaux recyclées de la station d'épuration des eaux usées de Bordj Bou Arréridj, wilaya qui compte une superficie de terres estimée à 8.954 hectares arrosées.

CHAPITRE III

ETUDE CLIMATIQUE et

ENQUETE

III.1 Description de la région d'étude

III.1.1 Situation géographique

La wilaya de Bordj Bou Arreridj occupe une place stratégique au sein de l'Est algérien. Elle se trouve à mi-parcours du trajet séparant Alger de Constantine. **Figure 3**

Le Chef-lieu de la wilaya est située à 220 km à l'est de la capitale, Alger. La wilaya de Bordj Bou Arreridj s'étend sur une superficie de 3 921 km².

La wilaya est située au Nord- Est du pays sur les Haut-Plateaux. Elle est limitée par les wilayas suivantes:

- Au Nord: par Bejaia.
- À l'Est: par Sétif.
- Au Sud: par M'Sila.
- À l'Ouest: par Bouira



Figure 4 : Localisation de la région d'étude

III.1.2 Agriculture

La wilaya est à vocation agricole, notamment céréalière.

Les potentialités sont de 246 154 Ha de terres agricoles dont 187 000 Ha de SAU, 7 300 Ha en irrigué, 48.600 Ha de pacage et parcours. 87 000 Ha de la SAU sont consacrés à la céréaliculture.

III.1.3 Etude climatique

L'étude climatologique est très importante pour la connaissance des caractéristiques hydro climatologiques, qui est indispensable pour évaluer l'alimentation des ressources hydriques et des réserves souterraines. Les paramètres les plus importants sur le cycle de l'eau sont les précipitations (P) et la température (T). Ces paramètres conditionnent soit la sécheresse, soit l'humidification du milieu.

a) Les précipitations

La pluie contrôle sur les conditions l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères.

Dans la région étude, les précipitations sont en générale faibles voire modérée. Le sud de la wilaya ne reçoit pas presque nulle part, moins de 250mm d'eau par an. Cependant le Nord reçoit des précipitations dépassent les 900mm/an. Les chutes sont irrégulières dans le temps, réparties sur une période courte de l'année et l'évaporation est souvent considérable, l'été pratiquement sec, de mai à septembre, seul tombent sur l'intérieure quelques orages très localisés. Le maximum des pluies tombent en hiver, tandis que le printemps est moins pluvieux que l'automne.

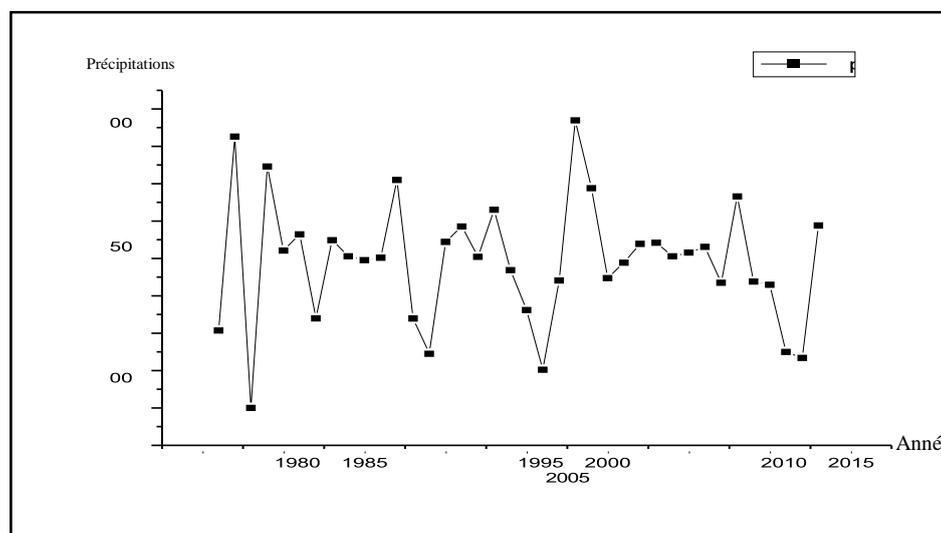


Figure3: Précipitations moyennes annuelles dans la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ pendant la période 1981- 2019.

Les précipitations moyennes annuelles de la période 1981-2019, sont évaluées à 400.2 mm. La faible valeur est enregistrée en 2001 avec 251,3 mm

Par ailleurs l'année 2003 était la plus pluvieuse (584 mm) où le mois de janvier a enregistré une pluviosité de 115.8mm (voir figure 3)

Tableau 06:précipitation moyennes mensuelles la région de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ pendant la période (1981- 2019).

Mois	jan	fév.	mar	avr	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec	moy
Précip p mm	40,41	36,42	38,04	41,44	43,67	22,82	10,57	14,10	37,72	33,52	35,04	41,87	32,97

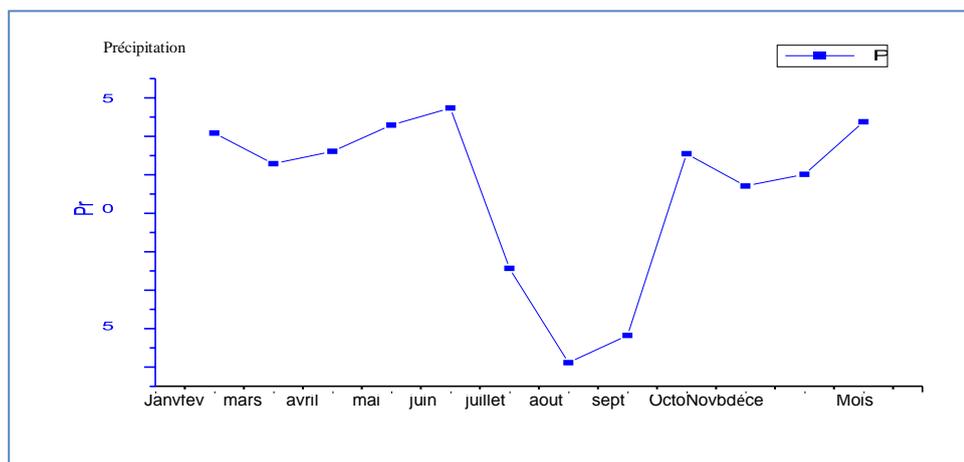


Figure 04: Précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ pour la période 1981-2019.

Pour les précipitations mensuelles, le taux le plus élevé est constaté au mois de mai (43.67) alors que le taux le moins important est observé au mois de juillet (10.57).

b) La température

L'interprétation des données de la station de Sétif, dans la période 1981-2019, fait ressortir que la température annuelle moyenne est de 14.9°C. Dans la même période la température moyenne mensuelle le plus chaud est observé dans le mois Juillet avec une température moyenne de 26,3°C. Et le mois le plus froid est janvier avec une température moyennes de 5,5°C (**figure 5**).

Tableau 07:Températures moyennes mensuelles la région de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ pendant la période (1981- 2019).

mois	jan	fév.	mar	avr	mai	juin	juil.	aou	sep	oct	nov	dec	moy
t(c°)	5,5	6,3	9,2	11,6	22,3	22,3	26,3	25,8	20,6	13,1	10,2	6,3	14.9

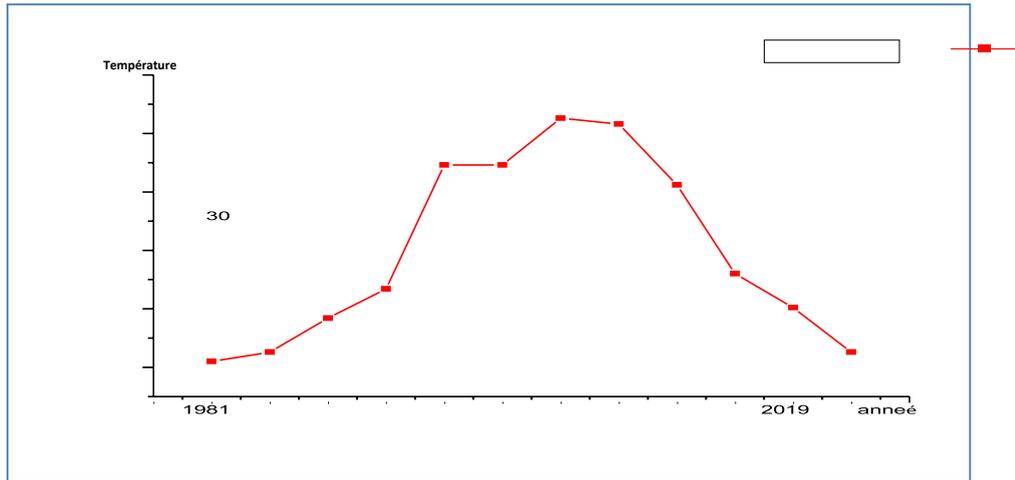


Figure 05: La température moyenne mensuelle dans la région BORDJ BOU ARRÉRIDJ pendant la période (1981-2019).

c) Synthèse climatique

Selon Bagnouls et Gausсен, une période sèche est due aux croisements des courbes de température et des précipitations.

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен nous permet de mettre en évidence la période sèche et humide de notre zone d'étude (Bagnouls et Gausсен, 1957).

Un mois est biologiquement sec lorsque le rapport précipitation (P) sur température (T) est inférieur à 2 ($P/T < 2$). Sur la base de l'équation $P = 2T$, nous avons réalisé le diagramme ombrothermique de la région de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ.

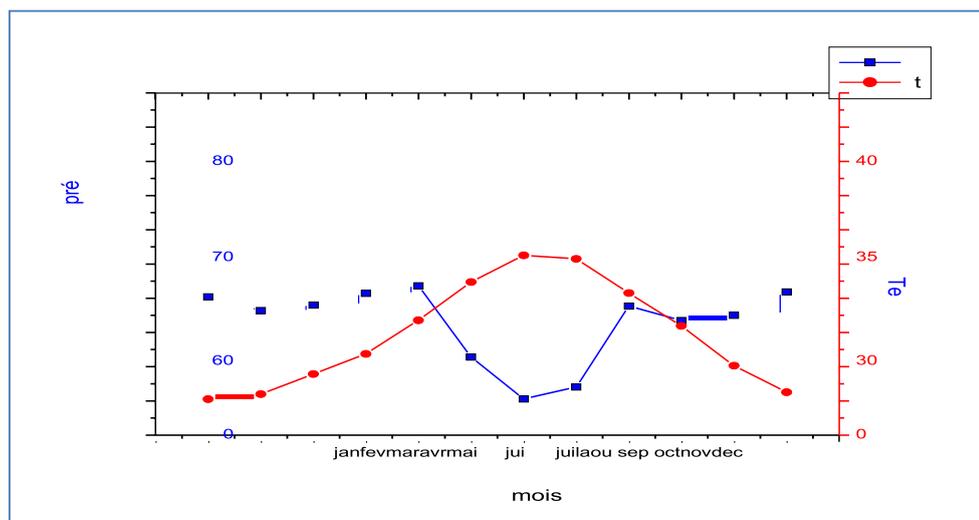


Figure 06: Diagramme ombrothermique de la station de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ (1981-2019).

On peut constater que la période sèche s'étale de mai à octobre, cette longue période (5mois), qui influe négativement sur les eaux de surfaces (augmentation de l'évaporation) et les eaux souterraines par la diminution de l'approvisionnement de la nappe phréatique Figure 6

III.2. L'enquête

L'enquête est une méthode de recherche, un processus scientifique permettant de collecter des informations au sein d'une population donnée à fin de décrire, comparer ou expliquer les phénomènes étudiés sur la base d'une problématique et d'hypothèses spécifiques. (Zagre ,2013)

Dans ce travail, une enquête a été menée dans différents directions et services de la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ à savoir la Direction des Ressources en eau (DRE), la Direction des Services Agricoles (DSA), l'Algérienne Des Eaux (ADE) et l'Office National d'Assainissement (ONA), sur la gestion et l'usage des ressource en eau dans la région d'étude.

Les questions soulevées sur ces directions sont présentées dans le tableau ci-dessous:

Tableau 08 : Les questions soulevées sur ces directions

La direction	Les questions posées
Direction des Ressources en eau (DRE)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quelles sont les ressources en eau de la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ? <ul style="list-style-type: none"> ❖ Conventionnelle: <ul style="list-style-type: none"> • Les eaux de surfaces (les barrages, les retenues collinaires ...etc.) • Les eaux souterraines (les oueds les sources, nombre des puits et forages) ❖ Non conventionnelles : Eaux épurées, dessalées...etc. ➤ Le projet des grands transferts: ➤ Le volume total d'eau transféré à la région de BBA (EST et Ouest)? ➤ Le volume consacré à l'irrigation des superficies agricole de la wilaya? ➤ Le volume consacré à l'AEP?

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le nombre de commune desservie par ce projet?
Direction des services agricole (DSA)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La Superficie agricole totale(SAT)? ➤ La Superficie agricole utile SAU? ➤ La superficie irriguée par commune? ➤ Répartition de la superficie agricole par nature de culture? ➤ Quelle évaluation de l'offre et le besoin en eau agricole ? ➤ Répartition de la superficie agricole par système d'irrigation? ➤ Est-ce que les agriculteurs utilisent les eaux épurées dans l'irrigation, si non pourquoi?
L'Algérienne des eaux (ADE)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quelle est le paramètre de système d'alimentation en eau potable? ➤ Qui gère l'eau potable dans lawilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ? <ul style="list-style-type: none"> • Combien de commune gérée par l'ADE? • Combien de commune gérée par l'APC? ➤ Les indicateurs de production d'eau

	<p>et de stockage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Production totale(m³/j)? • Eaux de surface ? • Eaux souterraines (puits, source et forages)? • Eaux dessalées(m³/j) <p>➤ Le Stockage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La capacité totale de stockage(m³)? • Nombre d'ouvrage de stockage? • Les besoins en sur la base d'une dotation de 150 l/j/habitant? • Le volume d'eau perdue par rapport au volume distribué. • Le déficit de la wilaya (par commune) en AEP? <p>➤ Les indicateurs de distribution:</p> <p>➤ Quelle est le nombre de population desservie par commune?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quelles est la fréquence et la plage et de distribution? • Quelles est le volume distribué par commune? • La dotation en eau (l /hab/jour) par commune ?
<p>L'Office Nationale d'Assainissement(ONA)</p>	<p>➤ Combien de STEP dans la wilaya?</p> <p>➤ Localisation de la STEP (commune)?</p> <p>➤ Quelles sont les communes raccordées à la STEP?</p>

- Le gestionnaire de ces STEP?
- Le volume traité chaque jour?
- Le volume annuel traité en hm?
- Quelle est le procédé d'épuration des eaux dans ces stations?
- Qualité de l'eau entrante (DBO5, DCO...etc.)?
- Qualité de l'eau sortante (DBO5, DCO...etc.)?
- Le devenir des eaux épurées?

III.3 Le calcul des besoins en eau des cultures

Le calcul des besoins en eau des cultures a été fait par le logiciel CROPWAT .

Qui est un modèle d'aide à la gestion de l'irrigation, il a été mis au point par la FAO en 1992, basé sur la formule de Penman - Monteith modifiée. Il permet le calcul des besoins en eau des cultures et des quantités d'eau d'irrigation ; basés sur les Bulletins d'irrigation et de drainage FAO-24 et 33. Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales, et d'évaluer les effets du manque d'eau sur les cultures et l'efficacité de différentes pratiques d'irrigation (Boudjelal et Bommoun, 2006).

III.4 Le besoin en eau d'irrigation

La détermination des besoins d'irrigations dans la zone étude se fait à travers la calculer la somme de besoin de chaque culture fois leur superficie Selon l'équation suivante :

Le besoin= $B_c \times S_c$ avec B_c : besoin de chaque culture

S_c : Superficie de chaque culture

Calculer des besoins de chaque culture : les calculs de besoin de chaque culture dans la zone d'étude ce fait également par le **CROPWAT**.

III.5 Résultats de l'enquête

III.5.1 Les eaux usées épurées et l'irrigation

Les superficies théoriques des terres agricoles qui peuvent être irriguées à partir des eaux usées épurées réellement disponibles et conformes pour l'irrigation agricole dans la wilaya 1680ha.

La superficie totale réelle des terres agricoles irriguées à partir des STEP réutilisant les eaux usées épurées conformément à l'irrigation 00ha.

Les contraintes qui empêchent l'exploitation des eaux usées épurées des STEP existantes sont dues :

- Inadéquation de la qualité des eaux usées épurées aux types des cultures pratiquées à proximité des STEP
- L'absence des périmètres irrigués aménagés et équipés à proximité des STEP
- Refus des agriculteurs à s'organiser pour la gestion de l'eau épurée.

III.5.2 Algérienne des eaux(ADE)

III.5.2.1 Système d'alimentation en eau potable

Le système d'alimentation en eau potable est fonction de plusieurs paramètres qui sont différents d'une région à une autre et d'une agglomération à une autre, ce qui donne une diversité de systèmes à savoir :

- ✓ Système d'alimentation en eau potable simplifié

Ce système est le plus antique entre les trois que nous allons voir, il est conçu pour les cas où les sources se trouvent en des points plus hauts que l'agglomération à alimenter.

Afin de régulariser le débit d'eau donné par les sources un réservoir est recommandé entre ces dernières et l'agglomération

- ✓ Systèmes d'alimentation en eau potable à réservoir détête

A l'instar du système suscité, cette fois-ci encore, le réseau n'est alimenté rien que par le réservoir qui est placé, du point de vue fonctionnement, entre le réseau et la source

- ✓ Système d'alimentation en eau potable à contre-réservoir

La spécificité de ce système réside dans le fait que l'agglomération doit obligatoirement être située entre la source (station de pompage) et le réservoir.

III.5.2.2 Situation Actuelle de l'AEP de la wilaya

➤ Les indicateurs de production d'eau et de stockage

- ✓ Production total : **263,936 ,58** m³/j, dont:
 - **74606** m³/j d'eaux superficielles (**28,66%**)
 - **189331** m³/j d'eaux souterraines (**71,34%**)
 - **00** m³/j d'eaux dessalées (**0 %**)
- ✓ Stockage:
 - Capacité total : **174615**m³
- ✓ Nombre d'ouvrage de stockage : **666**
- ✓ Dotation réelle : **142**l/j/hab.
- ✓ Besoin : **362,756 ,3** m³ /j.
- ✓ Déficit : **98, 819,72** m³ /j, sur la base d'une dotation de 150l/j/hab.

- ✓ Le volume d'eau perdue par rapport au volume distribué (piquage illicite, vétusté des canalisations, fuites,...) évalué moyennement à 30% du volume global.

Source (DRH ,2019).

III.5.3 Office nationale d'assainissement(ONA)

III.5.3.1Epuración des eaux usées

Il Ya deux type de traitement des eaux usées

- Traitement par boue active
- Traitement par lagunages

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Le but de cette étude est d'analyser l'état des lieux des ressources en eau et la gestion actuelle des ressources en eau dans la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ.

La problématique de ce travail porte sur la gestion des ressources en eau dans une région semi-aride ; La Wilaya de bordj Bou arridj souffre de la rareté des ressources en eau, en particulier en eau propice à la consommation humaine, aux cultures et aux animaux. Malgré le développement qui a inclus la plupart des champs, il n'a pas été en mesure de résoudre les problèmes de pénurie d'eau, pour les raisons suivantes:

Manque de pluie en raison du climat semi-aride.

Températures élevées presque toute l'année.

La rareté des chutes d'eau de pluie, qui entraîne un manque d'eau souterraine accumulée en raison de la pluie et les taux élevés d'évaporation des plans d'eau, ce qui les rend insuffisants pour couvrir les besoins humains en eau potable, en irrigation et autres utilisations nécessaires de l'eau. Sécheresse, manque d'eau de surface courante.

Manque de rivières.

L'augmentation significative de la population. Problèmes économiques. Utilisation excessive d'eau.

Effet de serre Une grave catastrophe naturelle réduit complètement l'approvisionnement en eau local et les inondations peuvent.

Les résultats recueillis de la direction des services agricoles ont montré que l'eau destinée à l'irrigation dans la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ est très suffisante pour irriguer toutes les terres agricoles, tandis que la réalité montre le contraire pour plusieurs raisons, les plus importants sont:

- L'absence de l'office nationale de drainage et l'irrigation ONID. Ce dernier peut calculer la quantité réelle d'eau destinée à l'irrigation.
- il n'y a pas de lois encadrant l'exploitation eau pour l'irrigation.
- Utiliser les modes d'irrigation qui entraîne une perte d'eau comme la mode d'irrigation par gravitaire
- Existence de fuites (30%), ce qui représente un gaspillage majeur des ressources en eau

- Absence d'utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation et le bon choix de type de culture (Irrigation des cultures inutiles comme le tabac).
- Négligence des eaux usées épurée

Dans le secteur l'eau potable, l'ensemble des résultats obtenus permettent de mettre le point sur les faits suivants:

- on peut affirmer que les ressources hydriques sont divers dans la wilaya de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ à savoir; ressources souterraines, superficielles, et non conventionnelles (L'épuration de l'eau). Cependant, les ressources superficielles sont peu utilisées et les ressources en eaux souterraines plus exploitées.

-L'eau distribuée est insuffisante Dans la plupart des communes de BORDJ BOU-ARRÉRIDJ, l'eau produite est inférieure aux besoins de la population, c'est-à-dire qu'il y a un déficit d'eau.

-La faiblesse des efforts consacrés à l'approvisionnement en eau potable en milieu rural par rapport au milieu urbain.

La wilaya présente un taux de couverture d'approvisionnement en eau potable en milieu rural inférieur à celui du milieu urbain, cette situation montre l'absence de

Perspective :

- ✓ La construction des stations d'épurations dans les grandes agglomérations urbaines
- ✓ La concertation entre les gestionnaires et les usages de l'eau pour s'avoir leurs besoins et leur sensibilisation pour la préservation de cette ressources précieuse.
- ✓ La révision de la tarification de l'eau à condition que les services fournit soit améliorer et ça pour mieux valoriser cette ressource et diminuer le gaspillage.
- ✓ Le renouvellement des anciens réseaux pour diminuée les fuites.
- ✓ L'accélération de la construction des nouveaux projets programmés pour faire face à cette pénurie.
- ✓ L'utilisation des nouvelles technologies d'irrigation pour augmenter l'efficacité d'utilisation de l'eau.

Bibliographie

- **Boutroux, F. 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, 2ème édition CEBEDOC, Diffusion Lavoisier .1993, p 170.
- **Agarwal, A. 2000.** La gestion intégrée des ressources en eau; TAC Background Papers N°4. Stockholm (Se), Global Water Partnership ,24 .
- **Anctil , F. (2008).** L'eau et ses enjeux. Les presses de l'université Laval, ISBN 978-2-8011-5694-7, 248p.
- **Andreassian , V ., Margat, J .** « Allons-nous manquer d'eau? », Édition Le Pommier, Paris, 2005, p 8.
- **Legifrance.(2006)** .préservation des ressources en eau et des milieux aquatiques. article. 1 JORF 31 décembre 2006
- **Bagnouls, F., Gaussen ,H.** 1957. Les climats biologiques et leur classification. Annales de Géographie 66: 193-220.
- **Benblidia, M.,Thivet ,G .** 2010, Gestion des ressources en eau : les limites d'une politique de l'offre, Les Notes d'analyse du CIHEAM, N° 58 – Mai 2010, Plan Bleu, 15 p
- **Benblidia M** « L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique »
- **Boudjellal. A et Bommoun. R,** 2006. Détermination des besoins en eau des cultures à l'aide de logiciel cropwat 4.3 dans la wilaya de Tipaza cas du périmètre de la Mitidja Ouest, diplôme d'ingénieur d'état en agronomie. Institut National Agronomie El HarrachAlger.pp15 à 27
- **Boubou N** « Eau, environnement et énergies renouvelables : vers une gestion intégrée de l'eau en Algérie », La thèse de doctorat, Université Abou BekrBelkaid -Tlemcen-, (2014)
- **Bouziani Mustapha**, « L'eau de la pénurie aux maladies », Édition Dar El Gharb, Algérie, 2000, p 47.
- https://www.ensh.dz/index.php?option=com_content&view=article&id=1199:horizons-bordj-bou-arreridj-plusieurs-actions-pour-developper-le-systeme-dirrigation-agricole-&catid=95:presse-2015&Itemid=644
- **Bontoux, F.** 1993. Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, 2ème édition CEBEDOC, Diffusion Lavoisier .1993, p 170.
- **Brun, A., Lasserre, F. (2012).** Gestion de l'eau : Approche territoriale et institutionnelle.
- Presses de l'Université du Québec, Québec, ISBN-10: 2760533131, 210p
- **Directeur d'aménagement touristique** de la wilaya de BBA-SDATW fBBA2030.mai2015. Etat des lieux-diagnostic prospectif. livre N°I. p3
- **Discuter et poser des questions** sur "ressources en eau"? Publié le 20/01/2013.
- **FAO 1977 par Doorenbos J. et Pruitt W.O.,** 1986. « Les besoins en eau des cultures ». Bulletin d'irrigation et de drainage n°24, Rome. 198p.

- **Georges ; D ., Lirrico, X,** « Automatique pour la gestion des ressources en eau », Édition Lavoisier, Paris, 2002, p 17-18.in thèse doctorat Eau, environnement et énergies renouvelables : vers une gestion intégrée de l'eau en Algérie
- **Germain,** Colas, Rouquet, 1997.
- **Gilbert C.** (1998) , hydrogéologie principes et méthodes, 2ecycle, DUNOD, Paris.
- **Grosclaude, G.** (1999) : L'eau usages et polluants .Ed INRA, Paris 1999 tomelI.
- **Journal officiel de la republiquealgerienne** N °60 30 Rajab 1426;4 septembre 2005.p4.
- **Julien Morel,** Les ressources en eau sur Terre : origine, utilisation et perspectives dans le contexte du changement climatique – un tour d'horizon de la littérature ; 2 février 2007) p1
- **Marget j,** « Les Ressources en Eau : Conception, évaluation, cartographie, comptabilité ». Manuels et méthodes n°28, Edition BRGM, 1996, p 8. tembre 2001, p 46.
- **-Reposs:**les ressources en eau des pays de l'observatoire du sahara et du sahel », evaluation, utilisation et gestion, Septembre 2001, p 46.

Annexe

Tableau 1 : Cultures traditionnellement menées en régime pluvial et irriguées dans la zone d'étude (D.S.A, 2018).

Cultures traditionnellement menées en régime irriguées		Cultures traditionnellement menées en régime pluvial	
Cultures annuelles	Cultures pérennes	Cultures annuelles	Cultures pérennes
Pomme de terre	Abricotier	Blé d'hiver	Olivier
Tomate	Amandier	Orge	
Oignon	Pêcher		
Pastèque	Pommier		
Courgette	Prunier		
Choux fleur	Poirier		
Pois chiche			
Haricot vert			
Fève en vert			
Carotte			
Poivron			
Concombre			
Petit pois			

ANNEXE 2

Gestion des communes (Communes gérées par l'ADE)

N°	COMMUNE	POPULATION (hab)
1	<u>AïnSoltane</u>	24006
2	El hamadia	4246
3	Bourdjghedir	17500
4	<u>El Main</u>	8373
5	Al achir	13821

6	<u>Sidi Embarek</u>	14220
7	<u>Hasnaoua</u>	18406
8	<u>BirKasdali</u>	16265
9	<u>Belimour</u>	12300
10	Ben daoud	43638
11	OuladDahmane	41940
12	Ouled sisi ehssen	17029
13	Djaafra	12699
14	Mansoura	13990
15	Ghailassa	21157
16	tassameurt	16681
17	Haraza	8431
18	Medjana	17379
19	Rabta	3700
20	Ouladbrahim	32670
21	Taglaite	13390
22	El ach	11390
23	El anasser	9383

ANNEXE 3

Programme de distribution d'eau potable par l'APC.

°	Commune	Pop (hab)	Besoin En eau M3/J	Production On total M3/J	Fréquence en plage horaire de distribution (h / J)					
					quotidien		1j/2		1j/3 et plus	
					plage	Taux%	plage	Taux%	Plage	Taux %
	<u>Bordj Bou Areridj</u>	24006	5940	4069.44	5h	100	/	/	/	/
	<u>Ras El Oued</u>	4246	1014	2474.52	8h	100	/	/	/	/
	<u>Bordj Ghedir</u>	17500	2625	1519	4h	80	4h	15	2h	5
	<u>Khelil</u>	8373	1240.5 9	302.4	/	/	2h	60	1h	40
	<u>BirKasdali</u>	1382 1	1762	2419.2	/	/	3h	100	/	/
	<u>El Hamadia</u>	1422 0	2133	2772	12h	100	/	/	/	/
	<u>Mansoura</u>	1840 6	2679.2	1968.8	4h	65	3h	20	2h	15
	<u>Medjana</u>	1626 5	2380.2	1618.8	/	/	/	/	4h	100
	<u>Bordj Zemoura</u>	1230 0	1845	1069.76	/	/	/	/	3h	100
0	<u>Djaafra</u>	4363 8	6348.3 9	4730.4	/	/	/	/	6h	100
1	<u>Ksour</u>	41940	6072	1935.6	/	/	4h	100	/	/
2	<u>Hasnaoua</u>	17029	2554.35	2595	/	/	4h	60	3h	40
3	<u>Sidi Embarek</u>	12699	1904.9	1735	/	/	/	/	3h	100
4	<u>Tassameurt</u>	13990	1491.6	2833	10h	85	10h	15	/	/
5	<u>Ben Daoud</u>	21157	2839.95	3801.6	6h	13	8h	43	4h	44
6	<u>AinTaghrouit</u>	16681	1112.7	2728.88	5h	42	/	/	5h	58
7	<u>El Achir</u>	8431	1264.65	2074	4h	27	3h	51	4h	22
8	<u>El Anceur</u>	17379	2728	630	4h	80	4h	20	/	/

9	Teniet En Nasr	3700	900	1383	/	/	5h	90	/	/
0	Taglait	32670	4820	1650	/	/	/	/	6h	100
1	El Main	13390	2925	1220	3h	100	/	/	/	/
2	Ghil assa	383	475	2980	2h	98.6	h	4.4		/
3	Coll a		361.6	1	h	00				/

ANNEXE 4

Programme de distribution d'eau potable par l'ADE

°	Commune	Pop Dess (hab)	Vol Prod (m/j)	Dot (1j/hab)	Besoins (m/j)	Déficate	Quotidien		1j/2		1j/ 3		1j/4 et plus	
							Plage (h)	Taux %	Plage (h)	Taux %	Plage (h)	Taux %	Plage (h)	Taux %
	Bordj Bou erridj	393 845	105 787	269	78771	-27016	12	60	8	38	6	2	/	/
	Ain taghrout	2953	4258	145	5872	1614	7	100	/	/	/	/		/
	Ras El Oued	17437	913	53	3469	2557	/	/	5	30	6	70	/	/
	Khlil	16324	851	52	3265	2414	/	/	/	/	/	/	6	100
	El hamadia	203 334	16410	81	40667	24257	/	/	/	/	6	100	/	/
	Djaafra	16580	1954	118	3316	1362	/	/	5	30	5	70	/	/
	ksour	7092	1139	161	1418	279	15	100	/	/	/	/	/	/
	Haraza	3634	1006	277	727	-279	6	100	/	/	/	/	/	/
	Medjana	13815	1504	109	2763	1259	4	30	5	70	/	/	/	/
0	Rabta	8024	1116	139	1605	489	6	40	6	60	/	/	/	/
1	Ouledbraham	29177	1911	66	5835	3924	/	/	5	60	5	40	/	/

2	Ben daoud	89359	8204	92	17872	9668	/	/	/	/	5	100	/	/
3	Belimour	9644	682	71	1929	1247	5	60	5	40	/	/	/	/
4	El main	2155	193	89	431	238	5	100	/	/	/	/	/	/
5	Sidi Embarek	24503	1738	71	4901	3162	/	/	/	/	5	100	/	/
6	Hasnaoua	58425	6174	106	11685	5511	/	/	10	100	/	/	/	/
7	BirKasdli	12151	1227	101	2430	1203	6	100	/	/	/	/	/	/
8	Djaafra	9462	1404	148	1892	489	/	/	/	/	/	/	5	100
9	EL Ach	45276	4199	93	9055	4857	/	/	/	/	/	/	7	100

ANNEXE 5

Profondeur maximale d'enracinement, fraction d'épuisement maximum en eau du sol et hauteur maximale des cultures (Allen et al., 1998; Berdaguer, 2012).

phase culture	Phase initiale	développ ement	Mi-saison	Arrière saison
Blé d'hiver	0.2	0.6	0.5	0.4
carotte	0.8	0	0.7	0.2
Choux fleur	0.2	0	0.45	0.6
Concombre	0.66	0.66	1.22	1.22
Courgette	0.16	0	0.43	0.2
Fève en vert	0.2	1.1	0.75	0.2
Haricot vert	0.2	1.1	0.75	0.2
Oignon sec	0.45	0	0.8	0.3
Orge	0.2	0.6	0.5	0.4
Pastèque	0.45	0.8	0.8	0.3

Petit pois	0.2	0.9	0.7	0.5
Pois chiche	0.2	0.9	0.7	0.5
Poivron	0	0	0	0
Pomme de terre	0.45	0	0.7	0.2
Tomate	0.4	1.1	0.8	0.4
Abricotier	0	0.52	0.26	0.26
Amandier	0.13	0.1	0.63	0.06
Olivier	0	0.48	0.3	0.3
Pêcher	0	0.52	0.7	0.7
Poirier	0	0.52	0.53	0.19
Pommier	0	0.52	0.53	0.19
Prunier	0	0.52	0.7	0.7