



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique

Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de la Biologiques

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique en Sciences

Biologiques

Spécialité : Biodiversité et Environnement

**Contribution à l'étude des problématiques de
gestion des eaux dans le bas Sahara;
Caractérisation, impacts environnementaux et
propositions d'aménagement**

Présenté par :

Mr LEKHOUIMES Abdel Fatah

Mr HADJ AMMAR Badis

Mr BAHRI Hamza

Devant le jury composé de :

Président : M^{me} BOUSBIA BRAHIM Aida M.A.A, Université d'EL-Oued.

Examineur : M^{me} ELABED Soumia M.A.A, Université d'EL-Oued.

Encadreur : M^{elle} MERABET Soumia M.A.A, Université d'EL Oued.

Année universitaire 2020/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّا فِي الْأَرْضِ) ﴿18﴾ المؤمنون ﴿١٨﴾.

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمَ

Remerciements

Avant tout nous remercions Allah tout-puissant de nous avoir donné la force et le courage pour surmonter toutes les difficultés rencontrées durant cette année.

Nous remercions profondément notre encadreur M^{elle} **MERABET Soumia**, Maître Assistante, A à l'université d'EL Oued, pour ses conseils et orientations ainsi que son regard critique et constructif.

Nos gratitude vont aussi aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer et d'examiner notre travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et à remercier :

M^{me} BOUSBIA BRAHIM Aida pour avoir bien voulu présider le jury de notre travaille.

M^{me} ELABED Soumia pour avoir bien voulu examiner ce travail .

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble des enseignants du département de biologie de l'université Echahid Hamma Lakhdar d'Eloued et toute l'équipe pédagogique pour leur accueil leur soutien et leur conseil.

Et à tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce travail de près ou de loin.

Dédicace

Je dédie cet humble travail à mes honorables parents, que Dieu prolonge leur vie . Je voudrais exprimer ma profonde gratitude et mon respect pour toute son aide, son affection et ses sacrifices. A ma femme en simple témoignage de ma gratitude envers elle, pour les efforts considérables qu'elle a déployés dans la préparation de cette note. Pour mes enfants Anas Alaa et Hadil. A mes frères et sœurs. Pour mes neveux et nièces. A mes amis Hamza et Badis qui m'ont toujours encouragé à finir mes études. A toute ma famille et mes amis. A tous ceux qui bénéficieront un jour de ce travail.

Votre frère Abdel-Fatah Lekhouimes

Dédicace

A qui je la préfère à moi-même, et pourquoi pas ; Elle s'est sacrifiée pour moi et n'a épargné aucun effort pour me rendre toujours heureuse (ma mère bien-aimée).

Nous marchons sur les chemins de la vie, et celui qui contrôle notre esprit dans chaque chemin que nous empruntons reste celui qui a un bon visage et de bonnes actions. Il ne m'a pas épargné toute sa vie (cher père). A ma chère épouse et mon cher fils (Ouassim), que Dieu les préserve. A mes frères et soeurs, mes amis, et tous ceux qui se sont tenus à mes côtés et m'ont aidé avec tout ce qu'ils avaient, et à bien des égards je présente cette recherche à vous, et j'espère que ce sera de votre satisfaction.

HAMZA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail À la mémoire de ma mère

A mon cher père que dieu bénisse son âme .

A ma femme pour son soutien et encouragement.

*A mes enfants, Metira, Hadil, Abdelhak et Fouad, j'ai pris de votre temps pour ce
modeste Travail, qu'ils me pardonnent .*

A mes frères et sœurs.

BADIS

Table des matières

Objet	Page
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction Générale	1
<u>Chapitre I : Généralités sur la gestion des eaux</u>	
1. Définition la gestion des eaux	4
2. L'importance de la gestion de l'eau	4
3. Les points critiques de la gestion des eaux	4
4. Les objectifs de la gestion des eaux	5
5. Pratiques de la gestion de l'eau	5
5.1 La gestion sectorielle	5
5.2 La gestion intégrée	6
6. Les usages de l'eau	7
6.1 Les usages agricoles	7
6.1 Les usages industriels	9
6.2 Les usages des collectivités	9
6.3 L'évaporation dans les réservoirs	11
<u>Chapitre II : La politique de l'eau en Algérie</u>	
1. Historique de la politique de l'eau en Algérie	14
1.1. Période de 1830-1962	14
1.2- Période de 1962-1970	16
1.3- Période de 1970-1990	16
1.4 - Période 1990-2000	17

1.5 - Période 2000-2016	18
2. Administrations de L'eau	19
3. Les axes essentiels de stratégies de L'eau	20
3.1. Les stratégies de mobilisation des ressources conventionnelles	20
3.1.1. Les ressources hydriques conventionnelles renouvelables	20
3.1.2. Les ressources hydriques conventionnelles non renouvelables	21
3.2. les stratégies de mobilisation des ressources non conventionnelles	21
3.2.1. Le dessalement de l'eau de Mer (DDM)	21
3.2.2. Extension et construction des stations d'épuration	22
3.2.3. La réutilisation des eaux usées épurées	22
3.2.4. L'extension des terres agricoles	22
3.2.5. Réhabilitation et extension des systèmes d'AEP, d'assainissement et de protection contre les inondations pour généraliser l'accès à l'eau	23
4. Les problèmes de la gestion des eaux en Algérie	23

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude

1. Situation géographique	25
2. Caractères Géomorphologiques	27
2.1. Les Hamadas	28
2.2. Les Regs	28
2.3. Les accumulations sableuses	28
2.4. Les dépressions	28
2.4.1. Les dayas	28
2.4.2. Les Sebkhas et les Chotts	28
2.4.3. Les lits d'Oueds	28
3. Caractères géologiques	28
4. Le Climat	29
5. L'Hydrologie	30
5.1. L'Hydrologie superficielle	30
5.2. L'hydrogéologie	30
6. Caractères pédologiques	31
6.1. Lithosols et régosols	32
6.2. Regs autochtones et allochtones	33
6.3. Les sols peu évolués des dépressions alluviales non salées	34
6.4. Les sols halomorphes	34
6.5. Les regs gypso-salin et les encroûtements anciens	35
6.6. Lessolontchaks et les hypersolontchaks	35

7.La démographie et les activités agricoles au Bas Sahara	36
7.1. La démographie au Bas-Sahara	36
7.1.1. Un essor démographique sans précédent à Ouargla	37
7.1.2. Souf une croissance démographique, de loin la plus importante	37
7.1.3. Evolution démographique spectaculaire à Oued Righ	37
7.2.les activités agricoles au Bas-Sahara	38

Chapitre IV : Problématiques de Gestion des eaux dans le Bas Sahara

1.Problématiques de gestion des eaux dans le bas Sahara	41
1.1. Remontée des eaux	41
1.2. Pollution des eaux de surface	41
2. causes de la remontée des eaux au Bas-Sahara	42
2.1.Cas de Oued Souf	42
2.1.1.La croissance démographique	43
2.1.2.L'urbanisation	44
2.1.3. Le développement agricole	44
2.1.4. Les systèmes d'assainissement utilisés(fosses septiques)	44
2.2.Cas de Oued Righ	44
2.2.1. mauvaise gestion des eaux	45
2.2.2. Structure de substratum	45
2.2.3. Plus de rejet et moins de prélèvement	45
2.2.4. Les réseaux d'assainissement non efficace	46
2.3.Cas de la cuvette d'Ouargla	46
2.3.1. Déséquilibre entre le volume d'eau apporté et celui évacué	47
3.Les causes de la pollution des eaux au Bas-Sahara	47
3.1.Cas de la vallée du Souf	47
3.2.Cas de Oued Righ	48
3.3.Cas de la cuvette d'Ouargla	48
4.Impacts environnementaux de la remontée et la pollution des eaux au Bas Sahara	49
4.1. Disparition des ghouts	49
4.2. La salinisation des eaux d'irrigation et du sol	50
4.3. L'apparition des maladies hydriques	51
4.4. Endommagement des constructions	52
4.5. La prolifération des moustiques	52
5.Propositions d'aménagement	52
5.1. Rabattre ou stabiliser le niveau de la nappe	52
5.2. Réutilisation agricole des eaux drainées (ou restauration des eaux évacuées)	52

5.3. Augmentation du pouvoir épurateur du sol	53
5.4. Maintient écologique et sanitaire du site de rejets	53
Conclusion Générale	55
Références Bibliographiques	

Liste des tableaux

- **Tableau 1:** Pourcentage de la population bénéficiant d'un approvisionnement en eau et, parmi celui-ci, pourcentage de l'eau traitée (valeurs estimées pour l'année 2000 à partir de statistiques nationales de différentes dates) – Source : Gleick et al.(2002)10
- **Tableau2:** Augmentation de la population dans la vallée de Oued Souf du 1999 jusqu'à 200643
- **Tableau 3:** Récapitulatif des dégâts de la remonte des eaux (palmiers affectés) (D.S.A, 2005)50
- **Tableau 4:** Répartition des cas des maladies . transmission hydrique dans les communes (Direction de la santé El Oued 2008)51

Liste des figures

- **Figure 1:** Prélèvements et consommation d'eau par secteur en 1995 et 2025 - Source (HAMLAT, 2014).....8
- **Figure 2:** Evolution des prélèvements d'eau mondiaux au cours du XXème Siècle pour les trois secteurs de l'agriculture, de l'industrie et des collectivités – Source : WMO (1998) et prévision jusqu'en 2025 – Source : (HAMLAT, 2014).....8
- **Figure 3:** Evolution de la consommation d'eau pour l'irrigation et de la superficie des terres irriguées par continents au cours du XXème Siècle – Sources : WMO (1998) ; Gleick et al. (2002)9
- **Figure 4:** Prélèvement moyen d'eau par personne pour l'usage domestique (en l/jour) (date de l'information variable selon les pays entre 1980 et 2000) - Sources : Gleick et al. (2002) – Fond de carte ESRI®.....11
- **Figure 5:** Situation géographique du Bas - Sahara (VIDALLABLACHE)(<https://www.anciennes-scolaires.fr>)26
- **Figure 6:** La Géomorphologie du Bas Sahara (<https://www.anciennes-scolaires.fr>)27
- **Figure 7:** Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO, 1972).....31
- **Figure 8:** Carte Pédologique Simplifiée du Sahara(D'après Dubos)36
- **Figure 9 :**Situation géographique de la vallée du Souf (Paepegaey et al, 2011).....43
- **Figure 10:**Carte de localisation de la vallée de l'Oued Righ.....45
- **Figure 11:** Situation géographique de la cuvette de Ouargla (SLIMANI, 2006).....46
- **Figure 12:** Asphyxie des palmiers dattiers (Juin, 2009).....49
- **Figure 13:** Salinisation du sol ; la cité Choot (Ouargla) (ZINE, 2009).....51

Liste des abréviations

- ABH	Agence de Bassin Hydraulique
- ADE	Algérienne Des Eaux
- AEC	Algerian EnergyCompany
- AEP	Alimentation en Eau Potable
- ANBT	Agence National des Barrages et des grandes Transferts
- ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydriques
- CNCRE	Conseil National Consultatif des Ressources en Eau
- DRE	Direction des Ressources en Eau
- DSA	Direction des Services Agricoles
- GIRE	Gestion Intégrée de la Ressource en Eau
- GWP	Global Water Partnerschip
- INPEL	Institut National de Perfectionnement de L'équipement
- MRE	Ministère des Ressources en Eau
- ONA	Office National d'Assainissement
- ONID	Office National de L'irrigation et de Drainage
- PDARE	Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau
- PNL	Plan National de l'Eau.
- STEP	Station depurations
- WMO	World Meteorological Organization

Introduction

Générale

Introduction Générale

L'eau ou ce qu'on appelle l'or bleu, c'est la vie, l'une des ressources naturelles les plus importantes de notre planète, il est essentiel que le corps humain exerce des diverses fonctions physiologiques non seulement cela, mais il nécessaire pour la continuité de la vie urbaine, c'est-à-dire la plupart des activités urbains économique ou social exigent l'existence de l'eau à quantité suffisante et qualité requise (Ben Dabka, 2020).

L'eau dans le monde représente un enjeu et une contrainte au même temps par ce qu'il est considéré comme une ressource à intérêt économique, environnemental et social contribuant à la réalisation le développement durable. La disponibilité, la qualité et la répartition des ressources dans le monde sont des grandes contraintes auxquels est confronté le développement des pays (Ben Dabka, 2020) .

Les problèmes liés à l'usage de l'eau et les solutions pour les résoudre varient grandement d'une région à l'autre selon les facteurs climatiques et géologiques mais aussi selon l'environnement culturel, administratif et législatif (Llamas, 1997).

L'Algérie est l'un des pays qui souffre de l'insuffisance d'eau, et cette situation peut être qu'elle va s'accroître avec le dérèglement climatique qui menace la quantité et la qualité de l'eau ; La demande en eau de plus en plus grande, l'explosion des besoins en eau liée à la croissance démographique rapide, à l'urbanisation continu, au besoin de l'agriculture en irrigation ..exigent une réglementation et collaboration au niveau nationale qui s'appuient sur la gestion de la demande en eau, mais aussi sur l'offre, et des recherches plus solides (Djaffar et Kettab, 2018).

Plusieurs travaux ont été faits dans le volet de gestion des eaux en Algérie, principalement les études traitant les problèmes de la gestion de l'eau au Sahara.

Le Sahara septentrional, est un exemple parfait des zones sahariennes. L'étude de la gestion des eaux de cette zone a une grande importance, non seulement pour la connaissance des différentes mesures de la gestion mais aussi pour évaluer ce processus, le présent travail est une synthèse de l'ensemble des travaux scientifiques réalisés au bas Sahara dans le but de spécifier les problématiques produites parla gestion des eaux, leurs impacts environnementaux et les aménagements proposés.

Le présent mémoire est divisé en quatre chapitre :

- Le premier chapitre présente des informations générales sur la gestion des eaux
- Le second chapitre s'articule sur la politique de l'eau en Algérie.
- Le troisième chapitre comprend la présentation de la zone d'étude.
- Le quatrième chapitre est consacré à l'étude des problématiques de la gestion des eaux au Bas Sahara .

Enfin, nous tirons une conclusion et nous proposons quelques perspectives.

Chapitre I

Généralités sur la gestion des eaux

Au cours des deux dernières décennies, la gestion des ressources en eau s'est affirmée comme une discipline relativement autonome, destinée à chercher des solutions générales optimales aux problèmes résultant du rapport entre les besoins en eau et les disponibilités offertes par la nature (HAMLAT, 2014).

1. Définition la gestion des eaux

Le terme « gestion » est l'action du verbe gérer. Il découle du mot latin (gérere), son sens est approprié à administrer à faire, exécuter (Bialès, 2013).

La gestion de l'eau est l'activité qui consiste à planifier, développer, distribuer et gérer l'utilisation optimale des ressources en eau, des points de vue qualitatif et quantitatif (Wiki, 2020) .

Donc on peut dire que la gestion de l'eau en façon générale est l'activité permet l'intervention d'ensemble des acteurs sous forme de gestionnaires, techniciens, architectes pour développer, planifier, distribuer et gérer des ressources en eau par l'exploitation optimale, pour réaliser les trois principes fondamentaux de développement durable.

La gestion durable de l'eau est l'intersection de deux notions fondamentales, le développement durable et la gestion intégrée (Boukhari et al, 2008).

2.L'importance de la gestion de l'eau

La gestion de l'eau est nécessaire car il s'agit d'une ressource unique, essentielle à la vie sur terre, qui est par ses multiples fonctions complexe à gérer. Récemment s'y est encore ajouté la notion de développement durable, qui vient encore complexifier sa gestion. Par la multitude d'acteurs, la gestion de l'eau pose de nombreux problèmes : des problèmes d'appropriation , de maintenance, de production et d'allocation. De plus, la gestion de l'eau est marquée par de fortes spécificités qui sont liées aux caractéristiques de l'eau (Charlotte, 2003).

3.Les points critiques de la gestion des eaux

- Les consommations élevées d'eau potable qui peuvent causer des situations de pénurie.

- Le transport des déchets par l'eau.
- Le coût très important des infrastructures de distribution, d'assainissement et d'épuration.
- La consommation en énergie trop importante pour certains processus de purification de l'eau .
- La pollution des eaux naturelles et de l'environnement en général par la présence de micropolluants, par les déversements lors d'orages, par les dysfonctionnements des déversoirs et par l'évacuation et l'infiltration artificielle des eaux de ruissellement.
- La dégradation qualitative implique des traitements de plus en plus sophistiqués et donc plus coûteux, pour la production d'eau potable.
- L'absence de responsabilisation et de prise de conscience des multiples acteurs (Charlotte, 2003).

4. Les objectifs de la gestion des eaux

- Garantir la santé et la sécurité des communautés humaines.
- Garantir la protection de l'environnement.
- Permettre le développement économique.
- Assurer la conformité de la gestion des eaux aux préceptes du développement durable(Charlotte, 2003).

5. Pratiques de la gestion de l'eau

L'évolution dans la définition du concept « gestion de l'eau », est retrouvé au niveau des pratiques de gestion de l'eau (Snouci, 1996) ; on peut les regrouper généralement sous deux catégories: (i) la gestion sectorielle; et (ii) la gestion intégrée.

5. 1. La gestion sectorielle

La perception de l'eau a travers ses usages (collectivité, agriculture, industrie, énergie, tourisme) ont favorise une forme de gestion sectorielle. Chaque organisme implique directement ou indirectement dans le secteur de l'eau possède ses propres structures, sa propre politique et organise sa gestion en fonction de ses propres objectifs de production indépendamment du reste et surtout sans contrainte extérieure (Senouci, 1996) .

L'incidence au niveau opérationnel de cette approche est la fragmentation des responsabilités . Des stratégies de gestion sont mises en place par des organismes "autonomes, cloisonnés. dotes d'un mandat relativement étroit et d'un processus de

décision fermé ". La même ressource est administrée par plusieurs ministres, administrations centrales ou locales . Chacun ayant à charge un secteur (agriculture, tourisme, industrie ...) ou une activité (production, distribution, assainissement, navigation) (Senouci, 1996) .

C'est une pratique courante, jusqu'à nos jours, plusieurs ministères sont impliqués dans la gestion de l'eau avec souvent une absence totale de coordination entre les différents décideurs, gestionnaires et utilisateurs. Il existe autant de gestionnaires que de variétés dans les usages de l'eau (usages domestiques, industriels, agricoles ou de loisirs). Ce qui occasionne souvent des pertes d'efficacité. Alors que théoriquement l'un des objets de la gestion demeure "de faire la chasse aux coûts cachés liés aux dysfonctionnements provoqués par une interaction entre les structures et les comportements qui produit des déperditions des déperditions d'énergies (Senouci, 1996) .

5. 2. La gestion intégrée

La gestion du secteur de l'eau en Algérie relève principalement de la loi relative à l'eau (loi n° 05-12 du 4 Aout 2005). En plus de donner un cadre général précis aux changements qui ont eu lieu dans le pays depuis dix ans . La loi donne pour la première fois la possibilité d'effectuer une concession ou nuer délégation de service public de l'eau à des personnes morales de droit public ou privé (BOUBOU, 2015) .

Concernant cette loi de 2005, 36 décrets d'application ont été publiés entre 2007 et 2011 auxquels s'ajoutent les décrets du 9 Janvier 2005 et du 11 Septembre 2007 fixant les systèmes de tarification respectivement des services de l'eau potable et de l'assainissement et du service de l'eau d'irrigation (BOUBOU, 2015) .

L'ensemble des textes réglementant les activités liées à l'environnement est régis par la loi n° 03-10 du 19 Juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable (Décret exécutif n° 90-78 de Février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement, Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993 réglementant les rejets défluent d'eaux usées industriels, Décret exécutif n° 06-141 du 19 Avril 2006 réglementant les rejets défluent liquides industriels), en vue de maîtriser qualitativement et quantitativement les ressources en eau, souligne l'importance d'intégrer le long terme et la durabilité des ressources dans les choix politiques. Cependant, une marge d'amélioration dans le contrôle et l'application des lois et des textes en vigueur est possible, en particulier concernant la politique tarifaire des usagers et l'application de règles contraignantes visant à réduire les pollutions industrielles. La

gestion intégrée des ressources en eau est un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres, et des ressources connexes en vue de maximiser de manière équitable le bien être économique et social en résultant sans pour autant compromette la pérennité d'écosystèmes . Pour se faire, certains éléments doivent être pris en considération et développé (BOUBOU, 2015) .

6. Les usages de l'eau

On s'accorde généralement à classer les usages (prélèvement et consommation) de l'eau en quatre grandes catégories : les usages agricoles, les usages industriels, les usages des collectivités et la consommation d'eau par les réservoirs et les installations hydrauliques (Chevallier, 2004) .

La Figure 1 représente la distribution de ces différents usages en 1995, ainsi qu'une projection pour l'année 2025. Pour chaque usage, on a représenté la partie de l'eau prélevée qui est consommée.

On note une première accélération des prélèvements entre 1950 et 1980 correspondant au boum économique après la Deuxième Guerre Mondiale, suivi d'un ralentissement, puis d'une nouvelle reprise projetée pour le début du XXIème Siècle.

6.1 Les usages agricoles

Ils représentent les deux tiers de tous les prélèvements, dont environ 70% sont « consommés». Ils servent à l'agriculture irriguée avec des techniques très variables selon la disponibilité de l'eau et son origine superficielle ou souterraine. C'est l'Asie qui utilise le plus d'eau agricole (Figure 2), en particulier dans les grands pays très peuplés comme la Chine, l'Inde ou le Pakistan où la Révolution Verte¹⁰ a permis de mieux nourrir des régions soumises à une pression démographique galopante ; mais aussi en Asie Centrale où l'économie soviétique avait fait des choix de développement utilisant à des fins agricoles les ressources en eau des montagnes du Pamir (Chevallier, 2004) .

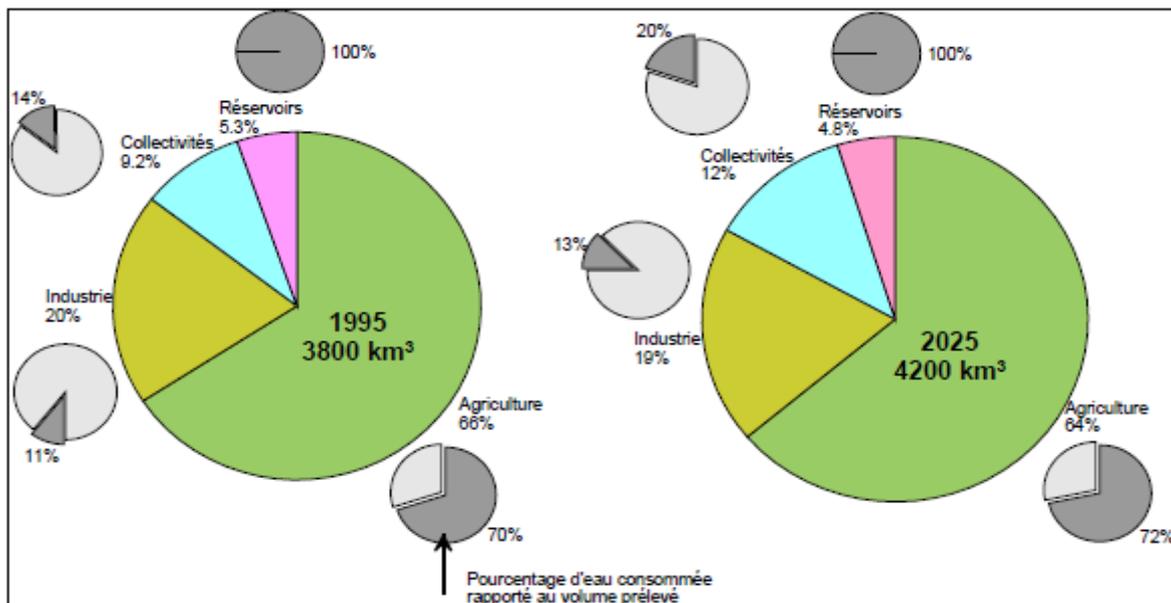


Figure 1 : Prélèvements et consommation d'eau par secteur en 1995 et 2025 (HAMLAT, 2014)

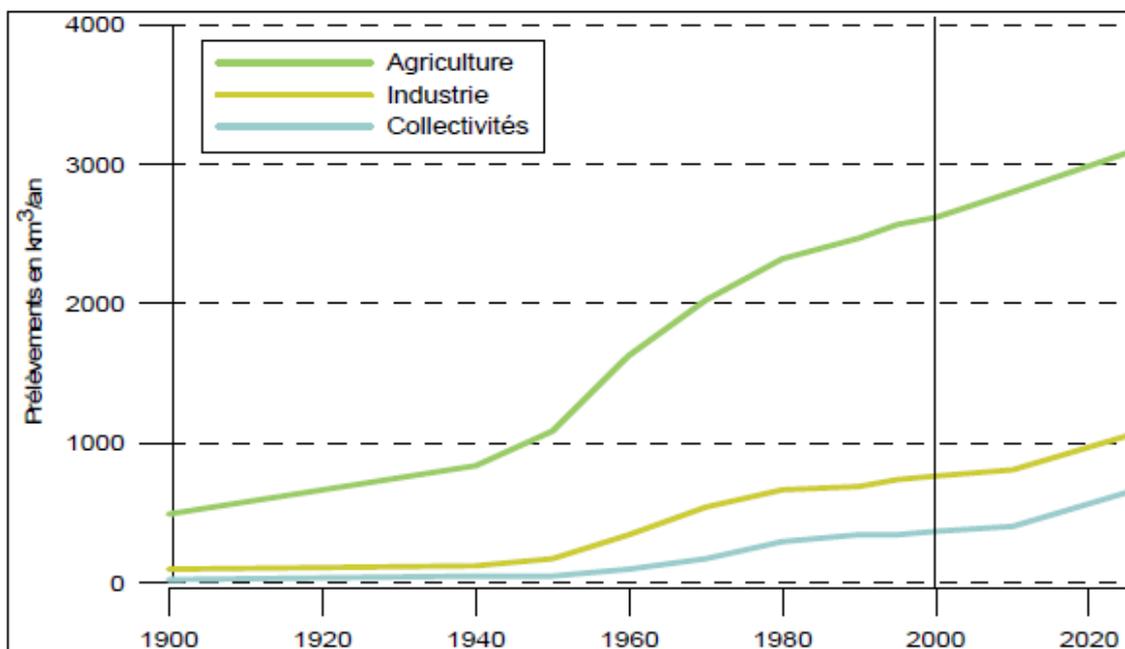


Figure 2 : Evolution des prélèvements d'eau mondiaux au cours du XXème Siècle pour les trois secteurs de l'agriculture, de l'industrie et des collectivités WMO (1998) et prévision jusqu'en 2025 (HAMLAT, 2014)

On remarque sur la Figure 3 une tendance moindre d'augmentation de la consommation d'eau par rapport aux superficies irriguées à partir de 1990. Cela peut s'expliquer par l'amélioration du transport de l'eau, de sa distribution et de l'usage de techniques d'irrigation moins consommatrices, mais aussi par l'arrivée de nouvelles variétés végétales moins gourmandes en eau .

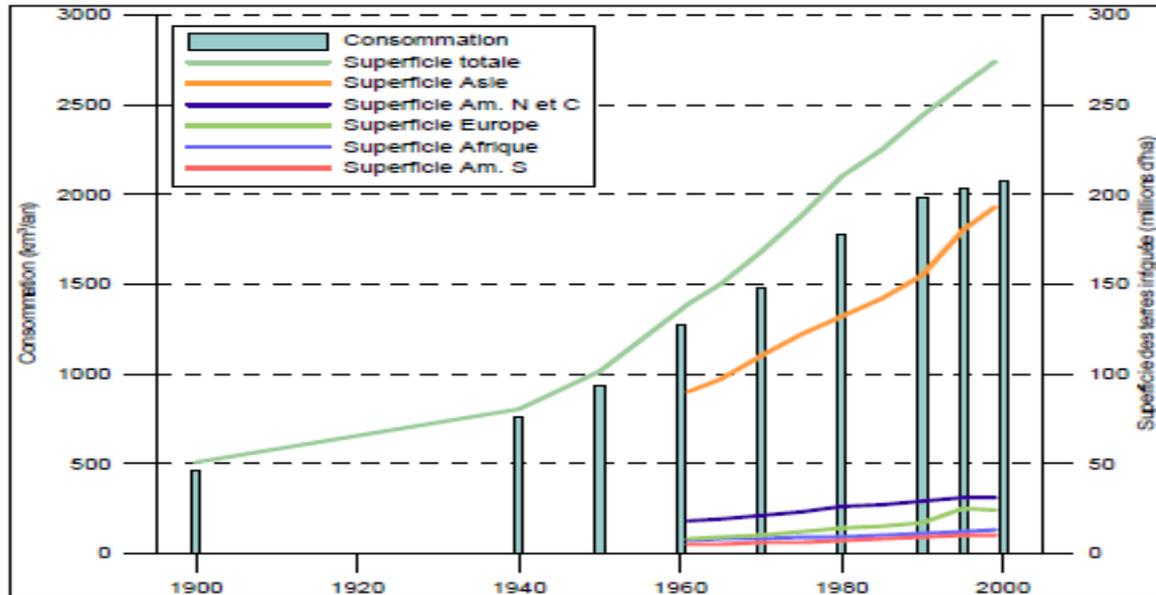


Figure 3 : Evolution de la consommation d'eau pour l'irrigation et de la superficie des terres irriguées par continents au cours du XXème Siècle WMO (1998)

(Gleick et al, 2002)

6.2 Les usages industriels

Ils représentent environ 20% des prélèvements, dont seulement 10% sont « consommés ». Dans les usages industriels est incluse la production énergétique, où l'eau joue un grand rôle, non seulement pour l'hydroélectricité, mais aussi pour le refroidissement des centrales thermiques et nucléaires. Si l'eau utilisée par les industries est restituée dans sa presque totalité au milieu naturel, elle subit souvent une dégradation de sa qualité chimique (matières dissoutes) ou physique (matières en suspension, augmentation de la température) qui peut profondément altérer l'environnement à l'aval (Chevallier, 2004) .

6.3 Les usages des collectivités

On parle aussi d'usages domestiques. Il s'agit de l'ensemble des prélèvements qui sont effectués pour le bénéfice des organisations sociales (ménages et collectivités) : hygiène, alimentation, abreuvement des hommes et des animaux

domestiques, nettoyage, mais aussi piscines, fontaines, arrosage des jardins, lavage des voitures, etc.. Ils nécessitent des dispositifs particuliers de prélèvement, de traitement préliminaire et de distribution, puis d'évacuation et d'assainissement des eaux usées avant leur restitution au milieu naturel. Si ces usages ne représentent qu'environ 10% des prélèvements, ils sont souvent considérés comme prioritaires en cas de conflits et les enjeux économiques qu'ils génèrent sont si importants qu'ils prennent souvent le pas sur les autres usages dans les politiques nationales. Il s'agit aussi de l'eau dont le coût économique est le plus souvent acceptable et accepté par l'utilisateur.

Le Tableau 1 montre que l'approvisionnement en eau domestique n'est pas encore généralisé, en Afrique, en Amérique du Sud et Centrale et en Asie, tout particulièrement dans les zones rurales. Le traitement préliminaire de l'eau, et a fortiori le traitement après usage, est encore plus limité. Cette situation explique largement les grands débats internationaux autour de cette question considérée comme le stade préliminaire du développement social et qui implique dans la plupart des situations courantes la mise en place de partenariats public / privé (Chevallier, 2004) .

Tableau 1: Pourcentage de la population bénéficiant d'un approvisionnement en eau et, parmi celui-ci, pourcentage de l'eau traitée (valeurs estimées pour l'année 2000 à partir de statistiques nationales de différentes dates) (Gleick et al, 2002) .

	Approvisionnement		Traitement	
	rural	ville	rural	ville
Monde	71%	94%	38%	86%
Afrique	47%	85%	45%	85%
Am. N	100%	100%	100%	100%
Am. S&C	62%	93%	48%	87%
Asie	74%	93%	31%	78%
Europe	100%	100%	88%	99%
Océanie	87%	100%	78%	100%

La Figure 4 complète ces données en présentant les prélèvements domestiques quotidiens par personne et par pays. Si dans les pays du sud ce prélèvement reste souvent inférieur à 100 l/j, voire même 50l/j dans les pays d’Afrique Tropicale ou en Bolivie, elle dépasse à l’opposé 500 l/j dans quelques pays industrialisés comme les Etats-Unis, la Nouvelle Zélande ou les Emirats Arabes Unis , les pays européens se situant presque tous dans une fourchette de 200 à 300 l/j .

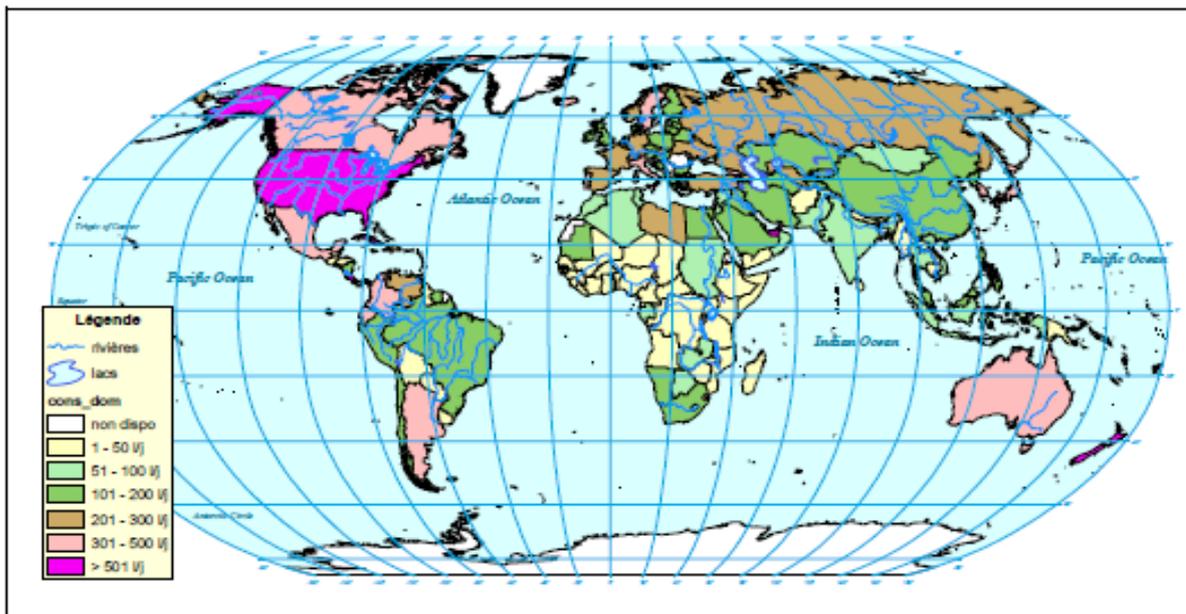


Figure 4 : Prélèvement moyen d’eau par personne pour l’usage domestique (en l/jour) (date de l’information variable selon les pays entre 1980 et 2000)

(Gleick et al, 2002)

6.4 L’évaporation dans les réservoirs

Bien qu’il ne s’agisse pas à proprement parler d’un usage de la ressource en eau, la construction d’ouvrages hydrauliques à but agricole, domestique ou industriel, ou mixte, crée par elle-même un prélèvement d’eau important par évaporation du miroir d’eau, et, de manière négligeable, par infiltration au fond de la cuvette. L’ensemble de cette « consommation » d’eau directement restituée à l’atmosphère est évalué à environ 5% des prélèvements globaux. En effet, le principal facteur limitant de la construction d’un réservoir d’eau consiste dans sa surface .

A volume constant, plus un réservoir est étendu, plus il « perdra » d’eau par évaporation. A partir de la connaissance des apports, le dimensionnement d’un

réservoir résulte toujours d'un compromis entre le volume stocké et la hauteur utile, d'une part, et la surface du miroir d'eau, d'autre part.

De nombreux réservoirs dans le monde (beaucoup de petite dimension) sont d'ailleurs plus souvent des machines à évaporer que des stocks d'eau véritablement utiles .

Il arrive même que des ouvrages importants ne se remplissent jamais, soit parce qu'ils ont mal été dimensionnés, soit parce que des changements sont intervenus dans leurs apports(Chevallier,

Chapitre II

La politique de l' eau

en Algérie

La politique nationale de l'eau se donne des instruments de gestion intégrée et durable des ressources, ce qui permet également de garantir l'impact escompté des grands projets en cours. « Apprendre à gérer la ressource en eau dans une perspective de développement durable, c'est apprendre à maîtriser sa rareté mais aussi ses excès, à assurer l'alimentation en eau potable, agricole et industrielle, et à préserver la qualité de l'environnement » (BEMRAH, 2013).

1. Historique de la politique de l'eau en Algérie

1.1. Période de 1830-1962

Durant toute la période coloniale, l'eau est considérée comme un élément du capital circulant au sein du procès de développement et l'extension de la production agricole (ARRUS, 1985). Car l'accent principal est mis sur la nécessité impérieuse d'une colonisation de peuplement tout au long du XIX^{ème} siècle. Il s'agit de fixer les européens, que l'on fait venir à grands frais, sur les riches terres spoliées aux algériens, alors que, durant le même temps ces derniers dépossédés seront refoulés vers les terres difficiles et tendent globalement vers le niveau de service juste nécessaire à leur reproduction. Le travail s'organise suivant des conditions climatiques autour de la maîtrise plus au moins limitée de l'eau, et c'est d'autant plus vrai, que l'indice d'aridité augmente. L'eau potable est toujours assurée soit par les sources, soit par les puits dans la nappe phréatique. A ce niveau de développement, certes faible, correspond l'idée que la maîtrise de la nature passe bien par la connaissance des phénomènes naturels, qu'on ne cherche pas à contre carter, mais à utiliser au mieux par des mobilisations pour :

- a- L'irrigation des terres agricoles
- b- La présence de l'eau potable destinée à la consommation
- c- Les besoins en eau pour la création industrielle

Durant l'ère coloniale, le résultat de la politique en matière d'eau était la construction de la première génération de barrages qui s'est étalée sur plus de quarante ans (1850-1894). La technologie des barrages ne semblait pas être maîtrisée par les ingénieurs français dans notre pays. Ainsi à partir de 1894, la politique hydraulique fondée par la première génération de barrage-réservoir s'est soldée par un échec (BEMRAH, 2013).

Partons de l'hypothèse que la politique hydraulique coloniale était au service de la reproduction élargie du capital colon, on sait que l'implantation coloniale française,

essentiellement agricole et minière, s'est concentrée sur l'Algérie du nord. Au niveau agricole, l'exploitation s'est portée vers les céréales et la vigne à vin, principalement à sec, puis vers les agrumes et les produits maraîchers, demandant beaucoup d'eau ; de ce fait, le problème de l'eau ne semblait que pour :

- 1- Desservir l'agriculture irrigation sur les meilleures terres des plaines pour lesquelles l'eau était facilement mobilisable
- 2- Faciliter l'extraction minière
- 3- Assurer l'alimentation en eau potable urbaine pour la population européenne

Une vingtaine de barrages de taille moyenne ont donc été construits, et généralement conçus sur les sites les plus favorables. Mais il est remarquable que la politique hydraulique se soit toujours portée sur la grande hydraulique (grands et moyens barrages), en délaissant complètement la petite hydraulique (alimentation des villages, la petite irrigation par puits, captage des sources et éventuellement forages). En conséquence, très peu de recherches ont été menées sur l'existence et la localisation des nappes phréatique et leurs potentialités. Lorsque le transport de l'eau était jugé trop onéreux pour l'alimentation urbaine, l'eau était prélevée sur les ressources destinées primitivement à l'agriculture. C'est le constat à l'indépendance, que l'alimentation en eau des villes était en deçà des besoins. Pour les villages et la campagne, l'eau était indisponible, les habitants s'alimentaient à partir de puits individuels et collectifs. La politique de l'eau était alors liée au point de vue juridique, à l'aspect foncier sur lequel la colonisation s'est développée au 19^{ème} siècle (BEMRAH, 2013).

Du point de vue métropolitain, la complémentarité nécessaire entre l'agriculture algérienne et l'agriculture française, et les famines successives qui frappent la colonie sont des arguments qui semblent converger vers l'idée laquelle les potentialités agricoles de l'Algérie sont insuffisamment exploitées et qu'un effort doit être fait dans ce sens. Pour cela, un programme de grands travaux hydraulique a été mis en place en 1920.

Or, la mobilisation de l'eau reste un problème technique ardu en Algérie. Les leçons tirées par la réalisation des barrages au XIX^{ème} siècle conduiront à la conception de grands barrages-réservoirs inter annuels comme solution technique avancée (Arrus, 1985). Cette approche apparemment techniciste fait que seule la grande hydraulique sera prise en compte, l'attention se polarisera sur la création de grands périmètres

irrigués et sur les problèmes de leur mise en valeur, au point que dans les années 40 le service de la colonisation s'appellera désormais le service de la colonisation et l'hydraulique, et la gestion des centres urbaines n'était plus assurée par les communes.

Après la deuxième guerre mondiale, une troisième vague de barrages apparaît, non plus à des fins d'irrigation, mais de production d'énergie électrique. Ainsi, à l'indépendance, l'Algérie ne disposait que de 23 barrages d'une capacité de 1.316 million de m³, avec un volume régularisé de 400million de m³. Plus de la moitié des barrages était soit envasée pour les besoins d'A.E.P. ils ne disposaient ni de station de traitement des eaux, ni de conduites d'adductions vers les centres urbains (BEMRAH, 2013).

1.2- Période de 1962-1970

Après l'indépendance, en 1963, les activités hydrauliques furent réparties entre le Ministère de l'Agriculture pour l'Hydraulique Agricole et le Ministère des Travaux Publics pour les infrastructures de mobilisation (barrages et forage) et d'Alimentation en Eau Potable (AEP) et assainissement (INPE, 1998) C'est ainsi que le Ministère des Travaux Publics hérita en 1963 des deux services suivant :

- 1- Le service des études agricoles des grands travaux hydraulique chargé d'aménagement des grands barrages et adduction d'eau potable .
- 2- Le service des études scientifiques, chargé de l'évaluation des eaux superficielles et souterraines .

Cette période a été caractérisée par l'absence, malheureusement presque totale, de l'Etat dans le domaine législatif et organisationnel de l'activité hydraulique. En outre, la multitude d'intervenants d'opérateurs publics et privés, a connu une dégradation des infrastructures existantes et des difficultés importantes dues à la non maîtrise technique (BEMRAH, 2013).

1.3- Période de 1970-1990

Dans le domaine strict de la gestion, au mois de septembre 1970, les quinze premiers Directeurs de l'Hydraulique de l'Algérie indépendante, étaient installés au niveau des quinze wilayas existantes. L'Etat avait procédé aussi à la création de la Société National de Distribution d'Eau potable et industrielle (SONADE) pour assurer l'alimentation en eau potable de l'ensemble du territoire national avec une position de monopole .

Cette entreprise a eu une existence passagère et sa disparition dénote une forme de précipitation dans des décisions qui ont marqué la prise en charge de l'eau.

En 1983, le secteur hydraulique a connu une réorganisation avec la création du secrétariat d'Etat à l'hydraulique et la création de 13 entreprises régionales (BEMRAH, 2013).

Le mode de gestion est devenu plus ou moins souple, et les collectivités locales ont procédé au transfert volontaire des infrastructures hydrauliques relevant de leur territoire. C'est au terme de cette période que les premiers textes législatifs régissant l'activité liée à l'eau, ont vu le jour à travers la loi n°82-17 du 1983 portant Code des Eaux.

En 1987, le service de production et de distribution de l'eau était pris en charge par 35 établissements de l'eau, dont 9 régionaux et 26 de wilayas.

Les performances de ces établissements étaient très en deçà . Il en résulte des pertes énormes en eau, des prestations de mauvaise qualité et une perte de crédibilité dans ces établissements (BEMRAH, 2013).

1.4 - Période 1990-2000

La période de sécheresse qu'a connue le pays, ainsi que le manque des ressources naturelles et la crise financière, ont fait que cette période soit la plus riche en débats et de réflexions pour arrêter une politique hydraulique à moyen et long terme.

Les assises Nationales de l'Eau du 28-30 janvier 1995 à Alger ont abouti aux cinq principes fondamentaux : d'unité de concertation, d'économie, d'écologie et d'universalité, autour du quel doit s'organiser la politique de l'eau. Ces cinq principes ont été développés dans le Rapport sur la Nouvelle Politique de l'Eau, édité par l'Agence Nationale de l'Eau Potable et de l'assainissement (AGEP) en février 1995.

L'arrêté interministériel portant approbation du cahier des charges type pour l'exploitation du service public d'alimentation en eau potable et assainissement a été approuvé et publié au journal officiel du 11 avril 1993. Cet arrêté a été modifié par un autre arrêté publié dans le J.O n°21-95 du 13 novembre 1995.

La volonté d'un changement et d'une ouverture de la gestion du service public de l'eau, à l'ensemble des opérateurs publics ou privés a été confirmée par la publication du décret exécutif n°97-252 du 08 juillet 1997, relatif à la concession des services publics d'alimentation en eau potable et assainissement.

Cette période correspond aussi à la création du Conseil National de l'Eau par le décret exécutif n°96-472 du 18 décembre 1996, et la notification du Code des Eau par l'ordonnance n° 96-13 du 15 janvier 1996 des Agences de Bassins Hydraulique (ABH) qui découlent tout la Nouvelle Politique de l'Eau. Bien que la décennie (1990-2000) soit la plus riche en apport de textes législatifs et da restructuration du service public de l'eau avec une politique de financement soutenue de la part de l'Etat, le constat est que rares sont les villes d'Algérie ou l'eau coule toujours dans les robinets 24h/24h (BEMRAH, 2013).

1.5 - Période2000-2016

Pendant cette période, les responsables politiques en charge de l'hydraulique, préoccupés par une meilleure gouvernance, pensent maîtriser la gestion de l'eau et l'améliorer en lui associant un cadre de développement durable. Ils mettent en place une nouvelle organisation administrative, promulguent la loi relative à l'eau en 2005, qui sera modifiée et complétée en 2009, installent de nouveaux instruments de gestion et établissent des relations internationales. La nouvelle organisation va de la création du Ministère des ressources en eau en 2000 et du Ministère des ressources en eau et environnement en 2014 jusqu'à une refonte organisationnelle des établissements publics de l'eau regroupant toutes les structures et toutes les régies communales pour mettre fin à l'hétérogénéité des situations et assurer une meilleure maîtrise de la gestion de l'eau (Benblidia, 2013).

La loi relative à l'eau est dotée :

- 1- d'un cadre juridique (décrets, ordonnances, domaine public hydraulique, autorisation, concession, protection qualitative et quantitative de l'eau, police des eaux, systèmes d'informations avec leurs organismes responsables à leur recherche (ANRH), de leur collecte (ABH), leur gestion (AGIRE).
- 2- d'un système de planification composé d'un PNE (plan national de l'eau) et d'un PDARE (plan d'aménagement des ressources en eau).
- 3- de 9 directions décentralisées au niveau de chaque wilaya chargées de maitrise d'œuvre et d'ouvrage des projets, des établissements publics de la gestion intégrée (ABH), de gestion des services publics d'alimentation en eau potable (ADE) et d'assainissement (ONA), de mobilisation des eaux(ANBT) et équipement des périmètres d'irrigation (ONID).

4- d'organes de concertation (CNCRE, CBHS) .

5- d'un système de redevances par les usagers au titre pollueur/payeur, d'une protection qualitative et quantitative et gestion d'installation AEP ; d'aides et d'avantages de l'Etat pour la lutte contre l'érosion hydrique, la conservation de l'eau et du sol, l'économie de l'eau, la réutilisation des eaux épurées et le contrôle des coûts et des tarifs des services publics de l'eau. Les textes d'application de la loi 2005 témoignent de la volonté des responsables de l'hydraulique à vouloir atteindre une gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) pour garantir la valorisation, la sécurisation, l'économie, la durabilité, le développement des ressources hydrauliques, l'accroissement de l'accès, l'efficacité dans tous les domaines de consommation et d'utilisation de l'eau.

Cependant, pendant cette période, à cause du changement brutal du climat qu'a connu et que connaît toujours l'Algérie à partir de 1973, la sécheresse est accrue, les tendances des températures sont à la hausse et celles des précipitations à la baisse, les ressources en eau en sont terriblement affectées impliquant des besoins en eau excédant largement les volumes fournis (Tabet Aoul, 2011. Belaid, 2015). La situation de déséquilibre entre l'offre et la demande en eau demeure d'actualité, impliquant impérativement de donner la priorité à la mobilisation.

Cette priorité, encouragée par des capacités de financement améliorées, est caractérisée par une accélération et une intensification de la capacité de stockage mobilisant de plus en plus de moyens (MRE, 2015). Le volume de stockage appelle les ressources naturelles superficielles et souterraines et aussi les ressources non conventionnelles. Le caractère de la politique nationale de l'eau s'amplifie, politique que l'on peut qualifier de gestion par l'accroissement de l'offre (Benblidia, 2013).

2.Administrations de L'eau

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

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

protection et à la bonne gestion du domaine public hydraulique .

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

Un niveau régional de gestion des ressources en eau est apparu en 1996 avec la création des Agences de Bassin Hydrographique (ABH).Couvrant des territoires constitués de plusieurs bassins hydrographiques, ne correspondant pas à un découpage administratif, ces agences ont pour but de promouvoir la gestion intégrée et concertée de l'eau par bassin . Leurs missions essentielles portent sur l'évaluation des ressources, la surveillance de l'état de pollution des eaux, les plans directeurs d'aménagement et d'affectation des ressources, ainsi que l'information et la sensibilisation des usagers à l'utilisation rationnelle de l'eau (BOUKAMOUM, 2016) .

3.Les axes essentiels de stratégies de L'eau

3.1.Les stratégies de mobilisation des ressources conventionnelles

Les ressources en eaux de surface et souterraines sont l'une des richesses capitales du pays. Sa protection et sa bonne gestion sont donc une nécessité. Les pénuries d'eau, par exagération, ont été plus souvent associées à certains phénomènes naturels (désertifications, changements climatiques) (Ahmed Amar, 2013) .

Toute gestion durable des ressources en eau dépend étroitement de notre capacité à les évaluer d'une façon fiable. L'évaluation des ressources en eau est définie comme la détermination des sources, de l'étendue, de la fiabilité et de la qualité des ressources en eau en vue de leur utilisation et de leur maîtrise Les ressources en eau sont définies comme l'ensemble des eaux disponibles, ou que l'on peut mobiliser, pour satisfaire en quantité et en qualité une demande donnée en un lieu donné, pendant une période appropriée (Brahmia et Chaab, 2013) .

Il existe deux ressources :

3.1.1.Les ressources hydriques conventionnelles renouvelables

Sont nommées ressources conventionnelles renouvelables, la totalité des écoulements d'un pays additionné aux éventuels apports provenant des pays voisins. Ces principales

ressources sont les eaux de surfaces et les eaux souterraines peu profondes. Les eaux de surfaces comprennent les eaux des cours d'eau, lacs, étangs, etc. Ces eaux proviennent de pluie tombées sur le bassin versant du lieu récepteur. Fonction des régimes de pluies, les eaux de surfaces peuvent faire l'objet de création de barrages réservoirs pour corriger les variations de débit et pouvoir ainsi effectuer, durant toute l'année, des prélèvements d'un volume unitaire supérieur au débit d'étiage (COMELLA et GUERREE, 1974) .

3.1.2. Les ressources hydriques conventionnelles non renouvelables

Il est question ici de nappes phréatiques très profondes. Contenue dans les formations du crétacé inférieur du Sahara, la nappe profonde du continental intercalaire constitue l'un des plus grands aquifères captifs au monde. Les eaux souterraines représentent 60% des eaux continentales, leur écoulement est estimé à 12 000 Milliards de M³/an et, soit 30% des débits des fleuves. Leur renouvellement total est en moyenne de 5 000 ans et de 300 ans pour les nappes superficielles les plus vives (ROUX J, 1995) .

3.2. les stratégies de mobilisation des ressources non conventionnelles

Cette nouvelle orientation qu'elle a adoptée sert à sécuriser et accroître la mobilisation des ressources en eau, en raison de l'insuffisance de la quantité de ressources en eau conventionnelle aux demandes (MOZAS et Ghosn, 2013) .

3. 2.1. Le dessalement de l'eau de Mer (DDM)

Vue que l'Algérie a une position géostratégique, qui dispose presque de 1200 km de côtes, l'Algérie a mis en œuvre l'alternative du dessalement d'eau de mer (trois quarts) ou d'eau saumâtre (un quart) pour alimenter en eau potable des villes et localités du littoral (MOZAS et Ghosn, 2013) .

La stratégie d'implantation des stations de dessalement est considérée comme une option sécuritaire destinée pour l'alimentation en eau potable AEP pour les villes côtières et antérieures et libérer la quantité d'eau conventionnelle destinée à l'AEP pour l'agriculture afin d'atteindre la sécurité alimentaire.

L'Algérie a construit 15 grandes stations de dessalement dans les principales villes (Alger, Oran, Annaba, Skikda) d'une capacité entre (200.000 m³/jour et 500.000 m³/jour) et 12 stations monoblocs d'une capacité entre (2500 et 7000 m³/jour) et la capacité totale de ces stations de dessalement sont environ 913 hm³/an (Kettab et Djaffar, 2016) .

Ces stations sont gérées par des sociétés de production pilotées par l'Algerian EnergyCompany (AEC), société créée par les groupes Sonatrach et Sonelgaz, et la production de l'eau dessalée est vendue à l'ADE (MOZAS et Ghosn, 2013).

3.2.2. Extension et construction des stations d'épuration

Le programme de construction de stations d'épuration, et l'extension et réhabilitation des anciennes stations qui nécessitent tout d'abord une volonté politique et un budget considérable aussi englobe d'autres aspects tel que l'environnement, l'écotourisme, la sécurité alimentaire ...etc. La réutilisation de l'eau usée épurée Cette stratégie sert à protéger les ressources en eau conventionnel d'une part, et de réutiliser les eaux traitées au lieu de les jeter à la mer, cela prouve qu'il y'a une rationalité de centre décisionnel (Kettab, 2016).

3.2.3. La réutilisation des eaux usées épurées

Devient aujourd'hui un axe principal de la planification des ressources en eau, au début cette alternative est destinée pour la préservation de l'environnement et pour une meilleure gestion de l'eau brute comme principaux, et pour un autre usage la recharge artificielle des aquifères (Kettab, 2016).

La capacité totale de l'eau épurée est d'environ 700 hm³/an et la réutilisation de ces eaux épurée reste faible presque 22%, malgré qu'il y'a une consommation d'énergie, L'objectif de cette stratégie alternative est destinée pour l'usage agricole (afin d'accroître le taux de rendement des produits agricoles et atteindre l'autosuffisance), industriel (la refroidissement), recharge des nappes et l'usage municipale (espaces verts, lavage des rues, lutte contre les incendies, arrosage ..etc (PNL, 2010).

3.2.4. L'extension des terres agricoles

L'extension des terres agricoles est liée avec l'approvisionnement de l'eau, au début l'irrigation se fait à partir des barrages (irrigation gravitaire) et nécessite une quantité d'eau importante mais avec la sécheresse qu'a connu l'Algérie dans les années (1970, 1989, 2000), le pourcentage de l'eau destinée à l'irrigation diminue et a été orienté pour l'AEP. C'est pour cela le taux de rendement a vu une chute linéaire, d'où la stratégie d'extension des terres agricoles est accordée avec l'usage de l'eau réutilisé avec un objectif d'atteindre 2 millions d'hectares à l'horizon 2020 pour atteindre la sécurité alimentaire à partir d'utilisation de l'eau réutilisé et les systèmes d'irrigations économes (MRE, 2015) .

3.2.5. Réhabilitation et extension des systèmes d'AEP, d'assainissement et de protection contre les inondations pour généraliser l'accès à l'eau

Cette stratégie est au cœur de programme de planification des ressources en eau, elle rentre dans l'aspect de minimisation de la quantité perdue de l'eau avec un pourcentage important (MRE, 2015) .

4. Les problèmes de la gestion des eaux en Algérie

Malgré l'abondance de l'eau ces dernières années, de nombreux problèmes se posent encore sur le terrain, notamment:

- Le manque de rigueur et de gravité lors de l'achèvement de la construction des canaux d'eau et le manque de suivi de la part du institutions mandatées, où le manque de pipelines et le manque de suivi sont constatés sur le terrain, comme l'interruption des pipelines et la perte de travail.
- Des prix élevés par rapport aux revenus des familles nécessiteuses, ce qui les a empêchées de payer et donc de leur couper l'eau, ce qui a conduit à l'émergence de certains phénomènes négatifs comme la file d'attente pour l'eau.
- Creusement de canaux au hasard, pose de tuyaux de raccordement du côté du citoyen et réalisation de travaux sans permis, ce qui a déformé les routes et les espaces, et l'apparition de nombreuses fuites.
- L'apparition de réservoirs sur les surfaces, un phénomène qui suggère une rareté ou une irrégularité dans la distribution de l'eau.

Par conséquent, l'évolution de la société et ses nombreux besoins évoluent parallèlement à l'accroissement du développement démographique et culturel. La satisfaction de ces besoins ne peut être réalisée que par un mouvement économique. Le principe devrait être de se référer aux comportements qui la polluent et pour en abuser que l'eau est une marchandise économique et sociale et que son utilisation est un comportement culturel et civilisationnel (Didouh, 2017).

Chapitre III

Présentation de la zone d'étude

Le Sahara est le plus grand des déserts, mais également le plus expressif et typique par son extrême aridité, c'est à dire celui dans lequel les conditions désertiques atteignent leur plus grande âpreté (TOUTAIN,1979 et OZENDA, 1991) .

Le Sahara s'étend à travers le tiers septentrional du continent africain de l'atlantique à la mère rouge, sur une surface totale de 8 millions de Km²(LE HOUEROU, 1990) .C'est là où les conditions climatiques atteignent leur plus grande sévérité (SELTZER, 1946 et DUBIEF, 1959) . Pratiquement, ces limites se situent en deçà des isohyètes 100 à 150mm (TOUTAIN, 1979).

Le Sahara est subdivisé en Sahara septentrional, méridional, central et occidental (DUBIEF, 1952) .

Le Sahara septentrional, avec 1 million de km², est soumis à un extrême du climat méditerranéen, où les pluies surviennent toujours en hiver. Il se présente comme une zone de transition entre les steppes méditerranéennes nord africaines et le Sahara central. La pluviosité à laquelle il est soumis est comprise entre 50 et 100 mm, (LE HOUEROU, 1990).

1. Situation géographique

D'après ROGNON (1994), Le Bas - Sahara se confond presque avec le bassin versant théorique du chott Melghir, soit environ 700000 km² . Il est limité, au Nord, par l'Atlas Saharien, à l'Ouest par la dorsale du M'Zab, au Sud par les plateaux du Tademaït et du Tinghert, à l'Est par le revers du Dahartuniso – libyen Figure 5.

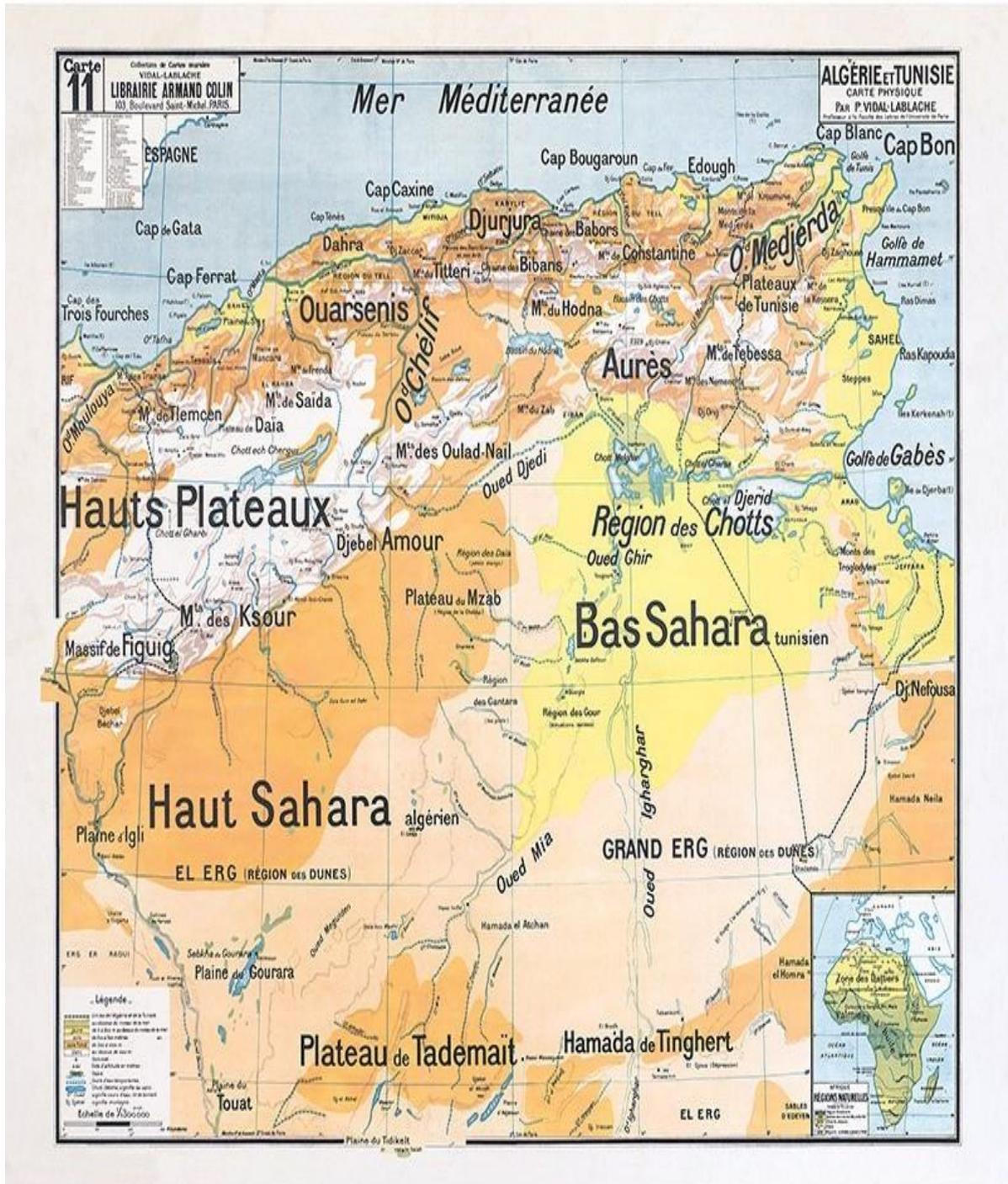


Figure 5 :Situation géographique du Bas - Sahara(VIDALLABLACHE)

(https:

//www.anciennes-scolaires scolaires.fr)

Les principales familles de paysage saharien sont:

2.1. Les Hamadas

Ce sont des plateaux rocheux à topographie très monotone, souvent plate à perte de vue (MONOD, 1992).

2.2. Les Regs

Ce sont des plaines de graviers et de fragments rocheux. Au Sahara, ils occupent des surfaces démesurées (MONOD, 1992).

2.3. Les accumulations sableuses

Le sable est un élément essentiel du paysage saharien. Cependant, les dunes sont loin de recouvrir la totalité du Sahara, mais se localisent généralement dans de vastes régions ensablées appelées les ergs (LELUBRE, 1952).

D'après GARDI (1973), les dunes peuvent avoir des formes différentes en fonction de la direction dominante du vent.

2.4. Les dépressions

2.4.1. Les dayas

Ce sont des petites dépressions circulaires, résultant de la dissolution locale des dalles calcaires ou siliceuses qui constituent les Hamadas (OZENDA, 1991).

2.4.2. Les Sebkhass et les Chotts

Lorsque les eaux s'évaporent sous l'effet de la chaleur, des plaques de sels divers se déposent en surface formant suivant l'origine de leurs eaux (phréatiques ou superficielles) les chotts et les sebkhass (MONOD, 1992).

2.4.3. Les lits d'Oueds

Le lit d'Oued est l'espace qui peut être occupé par des eaux d'un cours d'eau. Ces matériaux peuvent avoir comme origine soit des roches en place, soit des matériaux transportés par le cours (DERRUAU, 1967).

3. Caractères géologiques

La structure géologique du Sahara est un vaste bouclier continental relativement stable qui a persisté durant l'ensemble des époques géologiques. Après avoir subi dans le temps anti-primaire et primaire deux plissements effacés, il a reçu divers dépôts primaires, surtout gréseux, qui ont été ensuite exondés. Pour n'être recouverts à nouveau que par la mer crétacée qui a laissé de très importants dépôts calcaires. A partir du tertiaire, se sont accumulés surtout des sédiments continentaux. Enfin, au quaternaire, Ils ont donné naissance à des éruptions,

surtout dans la région des massifs centraux. En remontant vers le nord, on trouve ensuite les grandes Hamadas crétacées, formant notamment le Tadmait et la Hamada du M'Zab. Puis des dépôts récents qui dominent dans le sud constantinois (OZENDA, 1983) .

4. Le Climat

Les caractères du climat saharien sont dus tout d'abord à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs (OZENDA, 1991) .

Le climat saharien est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température .

La faiblesse et irrégularité des précipitations ,c'est évidemment le caractère essentiel. En plus de la moyenne des précipitations qui est faible, la distribution temporelle est aléatoire, de sorte que les deux facteurs conjuguent leurs effets pour aggraver les conditions de vie (OZENDA, 1983).

Dans le Sahara septentrional particulièrement, la pluie tombe souvent pendant les mois d'hiver, laissant une longue période estivale, complètement sèche (OZENDA, 1977) .

Les vents c'est un phénomène continuels au Sahara où il joue un rôle considérable, en provoquant une érosion intense qui transporte et forme les dunes de sable (OZENDA, 1983). Les jours de vents de sable sont très variables, d'une année à l'autre (SUTER, 1973).

D'après DUBIEF (1950), l'évaporation se définit par l'épaisseur, exprimée en millimètre, de la couche d'eau évaporée dans l'unité du temps que l'on considère: jours, mois, année .

C'est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et l'agitation de cet air (OZENDA, 1991).

Selon DUBIEF, (1950) Le Sahara apparaît comme la région du monde qui possède l'évaporation la plus élevée. Cette perte d'eau, peut avoir comme origine:

- l'évaporation des masses d'eau libre ou de celle contenues dans le sol: évaporation physique.
- l'évaporation par les végétaux (qui peut être considérée comme secondaire dans les régions sahariennes) : évaporation physiologique .

L'humidité relative au Sahara est faible, souvent inférieure à 20% (MONOD, 1992) même dans les montagnes, ce n'est qu'exceptionnellement que l'on observe des valeurs plus fortes, tandis qu'au Sahara septentrional., elle est généralement comprise entre 20 et 30% pendant l'été et s'élève à 50 et 60% parfois davantage en janvier (OZENDA, 1991et LEHOUEIROU, 1995) .

A cause de la faible nébulosité de l'atmosphère, la quantité de lumière solaire est relativement forte, ce qui à un effet desséchant en augmentant la température (OZENDA, 1991).

Les durées d'insolation sont évidemment très importantes au Sahara (de 9 à 10 heures par jour) ce désert est avant tout le pays du soleil. Les durées d'insolation varient assez notablement d'une année à l'autre et même suivant les périodes de l'année envisagée (DUBIEF, 1959) .

La nébulosité moyenne annuelle, exprimée en dixième de ciel couvert est partout très faible. Le nombre de jours clairs, sans aucun nuage, peut s'élever à 230 (MONOD, 1992) .

5. L'Hydrologie

5.1. L'Hydrologie superficielle

Dans ce désert typique qu'est le Sahara, les précipitations sont non seulement rares, mais toujours très irrégulières. Par suite les conditions de l'écoulement y sont particulières (l'absence d'un écoulement permanent dans les talwegs, la désorganisation du réseau hydrographique et la dispersion de l'eau en "mares,"gueltas" ou" redirs") (CAPOT-REY, 1952; ESTIENNE et GODARD, 1970).

En effet, les Oueds sahariens n'ont pas un régime de crues régulier mais plutôt de caractère accidentel: quand les pluies s'abattent, les Oueds coulent quelques jours et débordent même. Ce phénomène se produit jusqu'à trois fois par an au confins Nord du Sahara, beaucoup plus rarement au centre (GARDI, 1973).

5.2 .L'hydrogéologie

Au Sahara septentrional., le bassin sédimentaire constitue un vaste bassin hydrogéologique d'une superficie de 780 000 Km², avec un maximum d'épaisseur de 4000 à 5000 m (CASTANY, 1982) .

Selon LATRECH (1997), ce grand bassin comporte deux vastes aquifères profonds et superposés, relativement indépendants en Algérie, qui sont :

- Le continental intercalaire, surtout gréseux, situé à la base. Il constitue la formation la plus étendue;

- Le complexe terminal., au sommet, est plus hétérogène, il comprend :

- ❖ La nappe phréatique .
- ❖ La nappe du mio-pliocène .
- ❖ La nappe du sénono-éocène .
- ❖ La nappe du turonien .

Les potentialités du Sahara algérien en terme de ressource en eau, sont évaluées à 5 milliards de m³ par l'A.N.R.H (2000).

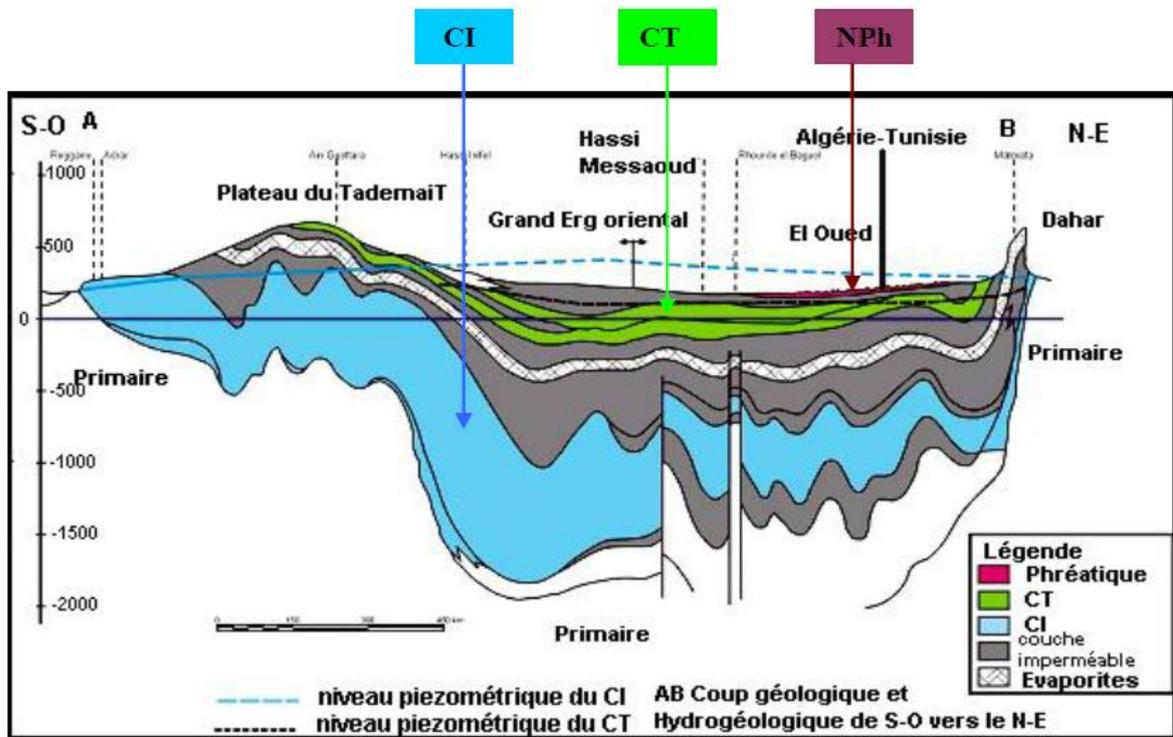


Figure 7 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO, 1972)

6. Caractères pédologiques

Les conditions climatiques sont en effet telles que tous les phénomènes d'altération qui ont pour résultat de transformer la couche superficielle des terrains en une couche meuble bien individualisée, organisée en horizon dotés de leurs caractéristiques physiques propres et d'une activité géochimique ou biochimique originale, sont, au moins aujourd'hui, quasiment inexistantes dans les conditions naturelles (DUBOST, 2002).

Faute d'humidité suffisante, les processus fondamentaux de la transformation des roches mères comme l'hydrolyse, la dissolution, l'hydratation même l'oxydation sont réduits à leur plus simple expression. L'absence de végétation ou sa rareté font également que ces sols sont dépourvus de matière organique et d'humus. Ils sont pour toutes ces raisons sensibles à l'érosion, surtout éolienne. Il convient néanmoins de préciser qu'il n'en a pas toujours été ainsi qu'il existe au Sahara des paléosols (DUTIL, 1971), qui se sont constitués à des époques antérieures.

Pour mieux comprendre il nous faut rapidement rappeler le système de classification et les termes utilisés par les pédologues qui ont travaillé sur ces

formations. Nous avons pour l'essentiel utilisé la classification française du Service de la carte pédologique (ALIEV, 1972) .

Les principaux types de sol dans le Sahara algériennesont:

6.1. Lithosols et régosols : des roches et des dunes

L'immense majorité des formations superficielles est constitué au Sahara par des lithosol, c'est-à-dire par l'affleurement géologique des roches dures à peine fissurées ou délitées sous l'action conjuguée des pluies soudaines et battantes, et bien sur aussi des changements de température et du grignotage par le vent (DUBOST, 2002) .

La désagrégation mécanique des granites ou autres roches métamorphiques du Hoggar, celle des grès du Tassili ou du Continental Intercalaire autour du Tadmaït, celle des plateaux calcaires du Turonien et du Sénonien dans la M'zab et ailleurs, celle des dalles quartzites des hamada, ont donnée d'immenses champs de rocailles et d'empierrements jonchant les plateaux ou couvrant les pentes d'éboulis, dont on peut se demander d'ailleurs si leur formation n'est pas plus ancienne qu'elle parait. Ces surfaces pierreuses sont toujours polies par l'érosion éolienne et teintée de sombre par la patine désertique. Il faut remarquer que les vrais lithosols sont finalement assez peu répandus et limités aux reliefs, aux rebords de cuestas ou aux batens .

Dans les parties planes en effet, les roches dures ont presque toujours un léger remblaiement sableux en surface, les particules les plus fines venant colmater les fissures et les fractures (DUTIL, 1971).

Leurs donne alors le nom de regs autochtones. Ce sont des formation installées sur des surfaces géologiques anciennes, peu épaisses, formées de cailloux issus des roches dures sous-jacents qu'il classe dans la catégorie de plaine ou de plateau à nette prédominance sableuse qu'on oppose habituellement aux hamadas quand les dalles rocheuses et les pierres prédominent. Evidement il existe entre la hamada sableuse et le reg pierreux tous les inter-grades qu'aucune classification n'est en mesure d'intégrer valablement. Lorsque les roches mères sont elles mêmes tendres et friables comme les grès Mio-pliocène ou même particulières comme les sables albien ou les immenses accumulations sableuses des Ergs, les lithosols sont appelés des régosols. Ce sont toujours des formations superficielles non évoluées mais dans ce cas la seule transformation est éventuellement une modification du modelé (rides, barkanes) et un classement des particules par l'action éolienne.

Il se forme enfin ça et là, dans la même catégorie des sols minéraux bruts, sur les marnes et les argiles salées et/ou gypseuses, des horizons de surface pulvérulents, bien connus des camionneurs qui sont appelés fech-fechet qui sont dus à la dispersion et à la dessiccation de l'argile.

Quand ces mêmes roches sont soumises à l'action des inondations et des crues, l'horizon de surface d'abord très compact donne après dessiccation des polygones hexagonaux semblables «à des soucoupes retournées » que les auteurs russes ont appelés à l'irrigation (BOULAINÉ, 1980) .

6.2. Regs autochtones et allochtones : des plaines caillouteuses et sableuses

On désigne ainsi les sols qui résultent d'une action de fragmentation et de redistribution mécanique beaucoup plus poussée que les précédents. Ce sont encore des sols minéraux bruts mais qui ont subi un reclassement de leur texture par ablation éolienne ou par apport alluvial et éolien.

Ils sont constitués de particules de taille variable, mais surtout des graviers, des sables le plus souvent siliceux, et des limons. Ils n'ont connu en revanche que peu ou pas d'altération chimique ou biologique. Les regs recouvrent les immenses surfaces planes des pénélaines du Sahara central et des plateaux sédimentaires du Tadmait, du Tinherit ou des piémonts sud atlasique. Ils sont toujours un horizon de surface composé de cailloux ou de graviers dégagés par le vent qui protègent de l'ablation éolienne la couche sous-jacente d'éléments plus fins .

Lorsque ce "pavement désertique" (BOULAINÉ, 1980) , est constitué de pierres ou de graviers anguleux, non roulés, surmontant une couche de sable mince qui recouvre la roche mère, on parle de *regautochtone*, qui se serait donc formé sur place à partir des produits de segmentation de la roche mère. Si au contraire le "pavement" est composé de graviers moins grossiers que précédemment, roulés par les crues ou très éolisés avec des angles arrondis, et que la couche meuble est plus épaisse avec des éléments plus fins, on considère qu'il s'agit de regs allochtones. Ceux-ci se sont constitués sur des zones d'épandage avec des matériaux plus tendres et plus fins, d'apport alluvial (DUTIL, 1971).

Certains de ces regs recouvrent des paléosols dont les cailloux et les graviers peuvent être d'anciens horizons d'accumulation carbonatés ou ferrugineux. On les appelle alors des *regs pédochtones* ; beaucoup des regs recouvrant les piémonts nord sahariens (appelés aussi hélas, hamadas) sont des regs pédochtones .

A la surface des regs les plus évolués l'autoprotection contre l'ablation éolienne finit par atteindre un point d'équilibre pour lequel les déplacements d'éléments fins deviennent

minimes, la couche sous-jacente connaît alors, grâce à sa stabilité un début d'organisation avec parfois, en présence d'une certaine couverture végétale, une légère accumulation de matière organique (DUBOST, 2002).

6.3. Les sols peu évolués des dépressions alluviales non salées : les meilleures terres agricoles

Ce type de couverture pédologique est particulièrement recherché par les agronomes. Malheureusement ces sols sont beaucoup moins répandus que tous les précédents. On range dans cette catégorie les sols qui tapissent les terrasses alluviales des vallées et le fond des dépressions, petites ou grandes, mais qui sont suffisamment drainées pour éviter la salinisation. La pédogenèse est le résultat du remaniement des apports alluviaux et éoliens par les crues et les inondations (DUBOST, 2002).

Dans les vallées ou les zones d'épandage des oueds quaternaires on trouve tous les degrés d'évolution entre le reg allochtone et les sols peu évolués qui sont caractérisés par une richesse plus grande en éléments fins, argiles et limons et en matière organique. Un des pôles d'évolution étudié par DUTIL (1971) est celui qu'on observe dans les nebkas ou buttes à Tamarix qu'on peut rencontrer dans les vallées d'oueds lorsque des vieux arbres qui s'alimentent dans l'inféoflux se trouvent épargnés. Ces buttes constituées par la fixation des limons de crue et des apports éoliens par le système racinaire de l'arbre renferment une microfaune abondante et contiennent un taux de matière organique de l'ordre de 2 à 3%. Cette proportion est ailleurs beaucoup plus faible. Faute d'une fixation par les plantes ces sols subissent très souvent des transports et des remaniements par le vent (DUTIL, 1971).

6.4. Les sols halomorphes : croûtes salées, chotts et sebkhas

Les conditions d'aridité sont particulièrement favorables à l'installation des sols halomorphes. Celle-ci suppose en effet deux conditions: d'abord la présence d'une nappe phréatique permanente ou seulement pendant quelques mois de l'année, qui crée des conditions d'hydromorphie, ensuite l'existence d'une source de sodium abondant soit de la nappe, soit de matériaux sédimentaires, soit de l'altération de roches éruptives riches en minéraux sodiques.

Dans son acceptation classique le terme de chott désigne la zone salée entourant la sebkha, qui elle est fond humide de la dépression. Dans le Bas Sahara, on emploie volontiers le seul mot de chott pour l'ensemble de la formation (ex.: les grands chotts tunisiens, le chott de Ouargla), mais dans le Gourara ou le Touat on parle seulement de sebkha: sebkha de Timimoune (DUBOST, 2002).

6.5. Les regs gypso-salin et les encroûtements anciens : bons pour le plâtre la chaux à bâtir

Les regs gypso-salins sont très fréquents au Bas-Sahara, dans les vallées de l'oued Mya ou de l'oued Rhir, dans le Souf également. Au cours des périodes humides du Quaternaire le gypse a été un très mobile et il tapisse aujourd'hui de cristaux en fer de lance les bas fonds asséchés dans la cuvette de Dzioua par exemple ou dans l'oued Mya. Il peut aussi constituer des encroûtements constitués d'un enchevêtrement de gros cristaux appelés louz dans le Souf et servant de pierre à bâtir. Lorsqu'ils sont particulièrement bien cristallisés ils donnent la célèbre rose des sables qui fait l'objet d'un commerce actif. Lorsque les cristaux sont plus petits et plus compactes ces formations peuvent s'appeler tercha quand la roche est faible, ou encore tafza quand elle est plus blanche et plus résistante. Ces deux matériaux servent dans le Souf de matière première pour la préparation du plâtre. Enfin quand il s'agit de bancs très durs et continus on parle de salsala, qu'il faut casser à la barre à mine (DUBOST, 2002) .

6.6. Lessolontchaks et les hypersolontchaks : du deb-deb aux salines exploitables

Lorsque les regs gypso-salins que nous venons de décrire sont soumis à l'action dissolvants des eaux, et c'est le cas dans la plupart des sols irrigués du Bas-Sahara, il s'opère une ségrégation des sels solubles tout à fait caractéristique en l'absence d'un lessivage et d'un drainage suffisants . Les sels les plus mobiles, les sels sodiques en particulier, vont cristalliser en surface et recouvrir les terres irriguées d'efflorescences blanches, si communes dans les jardins sahariens.

De tels sols sont appelés des solontchaks calciques qui s'installent partout au Sahara dans les oasis des pays sédimentaires quand l'eau ou le sol sont salés, ce qui est le cas général. En conclusion, La particularité des sols du Sahara est leur régime hydrique du type aride. Leur fraction minérale est constituée, dans sa quasi-totalité, de sable. La fraction organique est très faible en général très inférieur à 1 %. Ces sols squelettiques sont très peu fertiles, car leur capacité de rétention en eau est très faible (LABORDE, 2003) .

Selon G. Toutain les sols sahariens peuvent être classés en trois groupes:

- Les sols détritiques : reg, sol sablonneux et graveleux, dune et ergs .
- Les sols limono-argileux : terrasses des vallées, zones d'épandage des crues Maader .
- Les sols salés : nappe phréatiques salés, sebkhas et chotts.

Selon la classification Française (1956) les sols sahariens peuvent être regroupés en quatre principales classes:

- A. Classe des sols minéraux bruts .
- B. Classe des sols peu évolués .
- C. Classe des sols calci-magnésiques .
- D. Classe des sols halomorphes ou salins .

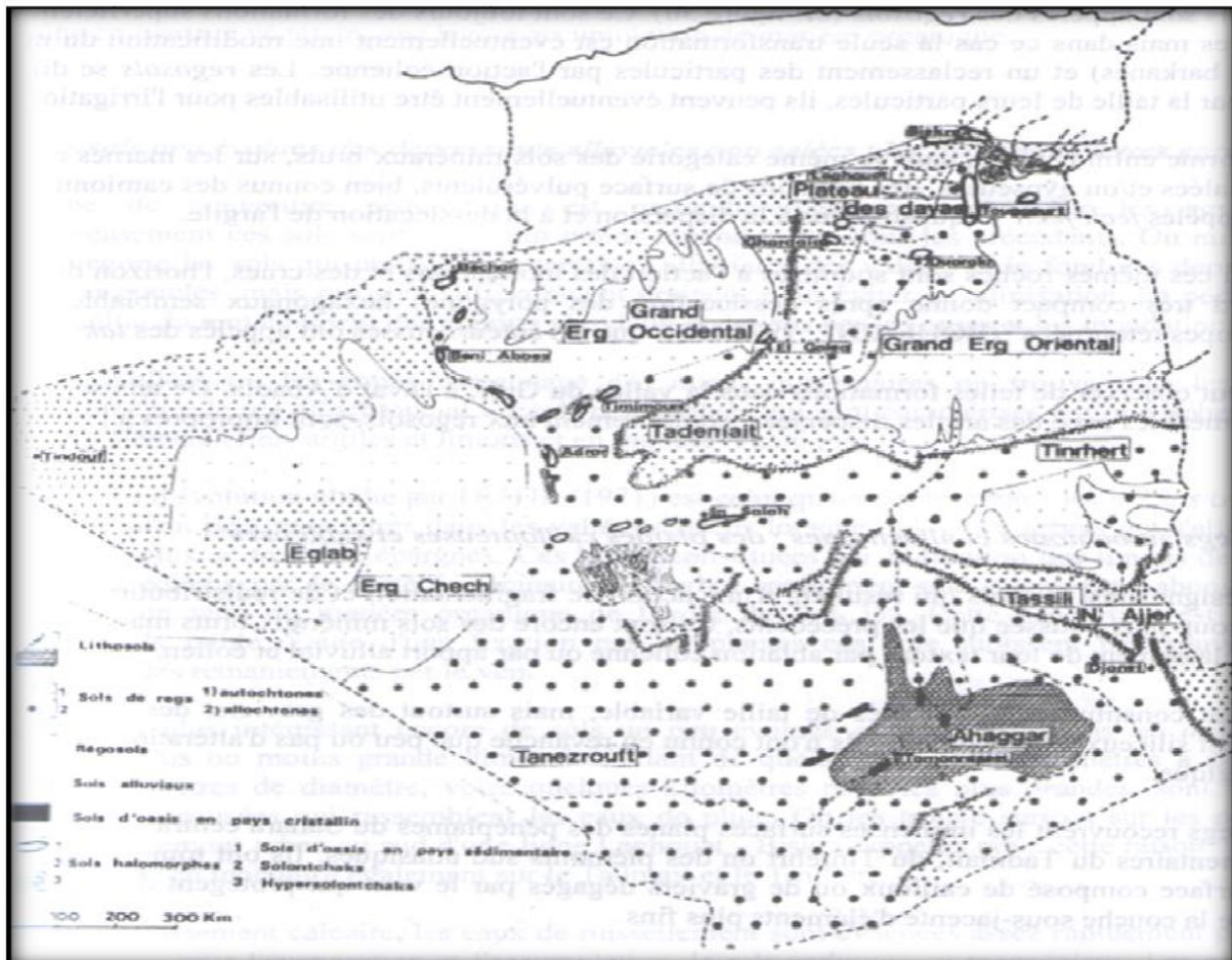


Figure 8 : Carte Pédologique Simplifiée du Sahara(D'après Dubos)

7.La démographie et les activités agricoles au Bas Sahara

7.1. La démographie au Bas-Sahara

Cette démographie croissante spectaculaire s'explique par un croît naturel élevé, mais, aussi, par la sédentarisation des nomades et une immigration importante.

7.1.1. Un essor démographique sans précédent à Ouargla

La population de Ouargla, d'origine nomade, s'est sédentarisée, surtout, depuis la découverte du pétrole dans la région et l'initiation du programme spécial dans l'ex-wilaya des oasis qui s'est traduit par la réalisation d'un programme d'habitat et d'équipement. La démographie y est galopante, ainsi la population de Ouargla est passée de 20700 à 47000 habitants de 1966 à 1977 et 80000 hab en 1987. Ce n'est qu'à la dernière décennie que le rythme s'est quelque peu ralenti, sous l'effet du report d'une partie de l'urbanisation sur le reste de la cuvette, foyer de la micro-urbanisation. La pression de l'urbanisation s'est accrue dans la cuvette sans, vraiment, alléger celle de la ville (139381 habitants en 1998 et 164 653 habitants pour le grand Ouargla). Il s'agit là d'une taille de population importante pour une agglomération évoluant dans un écosystème fragile et un espace urbain déjà saturé (CHAOUICHE, 2006).

7.1.2. Souf une croissance démographique, de loin la plus importante

En analysant les données démographiques de 1966 à 1998, on remarque que la population de l'agglomération d'El Oued a, presque, quintuplé en 30 ans. Cette croissance est de loin la plus forte, comparée à celle de Ouargla et Touggourt. L'agglomération passe de 24 474 à 47 173 habitants de 1966 à 1977, puis 70 073 en 1987 (y compris la ville de Nezlet Mehdi) et 105 151 habitants en 1998.

Cette croissance s'explique par le croit naturel (taux de 3,68% de 1987 à 1998), mais par l'exode rural, aussi, car les disparités salariales entre les secteurs primaire et secondaire ont favorisé l'afflux des ruraux à la recherche d'emplois plus rémunérateurs. Cette dernière décennie, une autre forme d'exode est venue gonfler les effectifs. Il s'agit de celle liée à l'insécurité. Enfin, dernier élément de cette forte croissance, l'intégration à l'agglomération d'El Oued, entre 1987 et 1998, des localités périphériques de Kouinine (5520 à 7528), Bayadha (18 138 à 24 423), Robbah (10 665 à 16 927) (CHAOUICHE, 2006).

7.1.3. Evolution démographique spectaculaire à Oued Righ

Touggourt a connu une évolution notable de sa population. De 1966 à 1998, l'effectif de la ville a quadruplé, passant de 26590 à 56200 habitants de 1966 à 1977, soit un taux d'accroissement annuel de 5.99%, supérieur au taux annuel national, pour la même période, qui était de 3.21%. Cette augmentation s'explique par la précocité dans les mariages (poids des coutumes), l'amélioration des conditions sanitaires (surtout après la réalisation du premier hôpital dans la ville). La période 1977-1987 a enregistré une augmentation de la population moins forte que celle de la période précédente, elle est passée à 78970 habitants en 1987, soit

un taux de 3.46% (proche du taux annuel national de 3.10%). Cette décre est due, à la fois, à la dégradation des conditions de vie à cause de la crise économique qu'a connu le pays, à la promotion de quelques centres, voisins de la ville de Touggourt, au rang de chefs-lieux de daïra (après le découpage de 1984), en se développant, ils deviennent plus attractifs. Le recensement de 1998 va révéler une augmentation spectaculaire de la population qui fait grimper le nombre à 114 183 habitants, soit un taux de 4.37%, voisin de celui de Ouargla (4.87%) et, nettement, supérieur au taux national de 2.1%; celui de la ville d'El Oued était de 3.68% (RGPH, 1998). Les données de 2002 estiment la population de Touggourt à 139 858 habitants.

Ce bouleversement est en rapport direct avec l'insécurité dans le pays, ce qui a encouragé, même, les habitants du Nord à s'installer dans les villes sahariennes et, notamment, à Touggourt, cherchant la stabilité et la sécurité, puis le travail et l'investissement (CHAOUCHE, 2006).

7.2.les activités agricoles au Bas-Sahara

La culture principale au Bas-Sahara est celle du palmier. Le palmier dattier reste le produit de base de l'alimentation des habitants, nomades et sédentaires, et le fondement de l'économie locale, malgré l'introduction de nouvelles habitudes alimentaires. L'augmentation de la demande de dattes fines en Europe, la croissance de la consommation du Tell et des besoins locaux ont incité les paysans, à valoriser des secteurs entiers de palmeraie et à développer une culture de type spéculatif. Elle est encouragée par les pouvoirs publics qui ont pris le contrôle du marché de la datte, en créant une coopérative de production dattière et une usine de conditionnement inaugurée en 1970, dont la production est entièrement tournée vers l'exportation. La vieille palmeraie de Ouargla, celles de Ngoussa et d'EI Bour et les plantations en cuvettes, fournissent une part importante de dattes de consommation locale; les paysans développent, de plus en plus, sous couvert ou dans les jardins isolés, des cultures potagères et fourragères dont la demande ne cesse de croître. Le secteur agricole a, longtemps, été la base principale des activités économiques, culturelles et sociales à Ouargla en fixant les populations et, en préservant l'équilibre écologique et le microclimat dans la région, se trouve, aujourd'hui, menacé, puisqu'il n'occupe que 4.56% des actifs. Récemment, la production de cultures sous-jacentes (fourrages et légumes) est intensive et les débouchés sont assurés localement. Ce développement a été possible, grâce aux liens étroits entre les activités citadines et rurales (les habitants ont tous une certaine relation avec la palmeraie) qui

induisent la rénovation de l'espace rural, par extension des cultures et modernisation de l'irrigation (CHAOUUCHE, 2006).

L'ensemble des palmeraies d'Oued Righ, le plus riche en production dattière au Sahara (une palmeraie abrite 10 000 à 20 000 palmiers, avec 50 kg de dattes/palmier), est source de vie et espace de détente (touristique). Aussi, les oasis occupent-elles un ruban de 5000 km² (250 x 20) allant de Biskra à BlidetAmor, dont les principales sont: Mghaier, Djemaa, Tamerna, Touggourt et Témacine (CHAOUUCHE, 2006)

Chapitre IV

Problématiques de Gestion des eaux dans le Bas Sahara

L'histoire et les ressources en eau, organisent ce Bas-Sahara en une série d'espaces individualisés, ayant chacun son paysage, son mode d'organisation spatiale, son nom. C'est le mode d'accès à l'eau qui fait la spécificité de chacun . Quatre "pays" différents, donc, forment le Bas Sahara en sous-ensembles géographiques: Oued Righ, le Souf, Oued Mya et les Ziban (CHAOUICHE, 2006).

La surexploitation des eaux souterraines profondes a causé deux problèmes majeurs: des niveaux d'eau élevés jusqu'à la surface et la pollution de l'eau (Meziani et al, 2013) .

1.Problématiques de gestion des eaux dans le bas Sahara

1.1. Remontée des eaux

Depuis le début des années 1980, de nombreuses régions du Sahara septentrional (vallée et oasis de l'oued Righ, monts des Ziban, oasis d'Ouargla, El-Goléa) sont confrontées à la remontée des eaux de la nappe phréatique. Mais ces problèmes ne revêtent nulle part un caractère aussi aigu que dans le Souf (Côte, 2006 in Kadri et Chaouche, 2018).

L'accroissement des rejets d'eaux usées urbaines et d'eaux de drainage agricole a entraîné des remontées importantes des eaux des nappes superficielles dans la plupart des agglomérations urbaines du Sahara algérien. Ces remontées ont favorisé la dégradation des conditions environnementales et ont fortement perturbé les équilibres naturels dans les oasis sahariennes, déjà fragilisées par des conditions climatiques extrêmes et par des caractéristiques topographiques qui ne facilitent pas l'évacuation des eaux excédentaires (Idder , 2014) .

1.2. Pollution des eaux de surface

La pollution constitue un risque permanent de limitation des ressources en eaux souterraines. L'urbanisation croissante et le développement économique contribuent à la dégradation quantitative et qualitative des eaux souterraines .

La vallée de Souf souffre actuellement des conséquences négatives de la remontée et pollution des eaux de la nappe phréatique. La pollution par les nitrates et le phosphates de la nappe phréatique de la zone d'Oued Souf été révélée depuis 15 ans. Les nitrates et les phosphates menacent l'équilibre des milieux aquatiques (Laouini et al, 2009) .

Selon l'étude réalisée par Bouselsal et Kherici (2014),il y a aussi une propagation de la pollution bactériologique dans la nappe de Souf . La contamination des eaux par les nitrates d'origines domestiques et agricoles .

La cuvette d'Ouargla (Sud Est d'Algérie), souffre actuellement de dégradation d'origine naturelle et anthropique des eaux de la nappe phréatique. L'étude du potentiel de contamination des eaux de cette nappe a montré qu'elles présentent une pollution organique due principalement à l'action anthropique et une pollution minérale d'origine naturelle notamment pour les SO_4^{2-} , Cl^- et Na^+ qui constituent les minéraux salins «salinisation primaire» (Slimani et Guendouz, 2015).

Les eaux de la nappe libre superficielle de la région de l'Oued Righ sont vulnérables à la pollution, soit par l'infiltration des polluants des eaux du canal au niveau des bouchons, soit par les déversements accidentels sur le sol. Aussi la remontée provoque la dégradation de la qualité des eaux par la forte minéralisation de la nappe superficielle, conséquence de l'évaporation intense à partir des plans d'eau libre et la dissolution des évaporites. Cette forte minéralisation montre globalement une origine évaporitique dont les minéraux dominants sont le gypse et l'halite (Belksier et al, 2016).

2. causes de la remontée des eaux au Bas-Sahara

2.1.Cas de Oued Souf

La vallée du Souf est située dans le Sahara algérien, au nord-est du grand Erg Oriental, région au climat contraignant. Elle s'étend sur une superficie approximative de 350.000 hectares. Sa population dépasse les 600.000 habitants, dont un tiers réside sur le territoire de la commune d'El Oued (Paepegaey et al, 2011).



Figure 9 :Situation géographique de la vallée du Souf (Paepegaey et al, 2011)

Ces dernières années, un des problèmes cruciaux de la wilaya d’El Oued Souf est la remontée des eaux en surface. Selon les habitants de la région, c’est la maladie du siècle. Les autorisés de la wilaya lancent un appel à toute la communauté scientifique compétente du pays pour étudier ce phénomène et lui trouver des solutions .

En effet, la wilaya et surtout la ville sont menacées par ce fléau, surtout en hiver où le gradient de remontée des eaux en surface par capillarité ne cesse d’augmenter (Kholladi, 2005) .

Suivant les études réalisées ,on peut résumer les causes de la remontée des eaux dans la vallée du Souf en :

2.1.1.La croissance démographique

Le tableau ci-dessous montre l’augmentation du nombre de population de la vallée du Souf au cours des dernières années(1999-2006) avec un taux d’accroissement démographique qui est de 3.07 % (DHW, 2007) .

Tableau 02. Augmentation de la population dans la vallée du Souf (1999 - 2006)

(DHW, 2007)

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Population (par habitant)	374331	385677	397468	409680	422376	435257	448641	462484

2.1.2.L'urbanisation

Le passage de l'habitat en Médina à l'état en « ville moderne » interroge sur les conséquences induites sur le mode de vie, de sociabilité, de pratique de la vie ; en un mot sur l'urbanité nouvelle que cela engendre : les nouveaux modes de vie qui entraînent des exigences nouvelles par rapport à l'habitat, au confort, à l'utilisation des espaces de la maison, au rythme de la consommation des eaux,... etc (ZINE, 2009) .

2.1.3. Le développement agricole

Une véritable révolution agricole s'est développée les dernières années, encouragée par les aides et les appuis de l'état. Cette situation s'interprétait par une augmentation persistante des besoins en eau, en conséquence, une mobilisation plus importante des ressources hydriques de la région c'est à- dire le Pontien (CT) et l'Albien (CI), en supplément des eaux de la nappe phréatique (DSA d'El-Oued, 2007) .

2.1.4. Les systèmes d'assainissement utilisés(fosses septiques)

La zone n'est pas encore dotée d'un réseau d'assainissement à l'exception de quelques communes où le raccordement n'est pas accessible pour tous les habitants; et c'est uniquement pour les eaux usées domestiques. La majorité des habitants utilisent des systèmes traditionnels pour évacuer les eaux usées, ces dispositifs s'appelés localement « fosses septiques » permettent l'infiltration des quantités énormes des eaux usées à la nappe phréatique (Khechana et Badji, 2010).

2.2.Cas de Oued Righ

La vallée de OuedRigh est une entité géographique située dans le Sud-est Algérien entre la latitude 32°54'E et une longitude 34°09'N. Elle s'étale sur 150 km de longueur et 20 à 30km de largeur, à cheval sur les Wilayas, d'El-Oued et d'Ouargla . Elle est limitée au Nord par le plateau de Still , à l'Est par l'Erg Oriental , au Sud par l'extension de l'Erg oriental et à l'Ouest par le plateau gréseux (figure 10). Cette région est caractérisée par une dépression allongée du sud au nord (vers les grands chotts), l'altitude passe progressivement de +100 m dans El-Gougen Amont (la côte la plus haute) à – 30 m à chott Merouane en aval (BOUCHAHM et al, 2013).



Figure 10. localisation de la vallée de Oued Righ

On peut résumer les causes de la remontée des eaux dans la vallée de Oued Righ en :

2.2.1. mauvaise gestion des eaux

Les débits extraits par des forages destinés à l'irrigation dans les différentes nappes sont mal gérés, l'irrigation se fait presque dans toutes les palmeraies par les méthodes traditionnelles (submersion dans les seghias) . Les fellahs ne respectent pas convenablement les systèmes de rotation ; et les fuites des réseaux d'alimentation en eau potable . Ceci a accéléré la genèse de nouveaux chotts à Sidi Slimane (Kermadi, 2017).

2.2.2. Structure de substratum

La géométrie de la nappe ainsi que la géologie du substratum imposent les sens d'écoulement des eaux de cette aquifère et facilitent l'ascension des eaux en surface (Kermadi, 2017) .

2.2.3. Plus de rejet et moins de prélèvement

Au moment où la nappe phréatique subit une alimentation très considérable en eau transférée à partir des débits fournis par les forages captant les autres nappes, elle n'est plus exploitée d'une manière qu'on ait au moins un équilibre entre les apports entrants et ceux qui doivent sortir (Kermadi, 2017) .

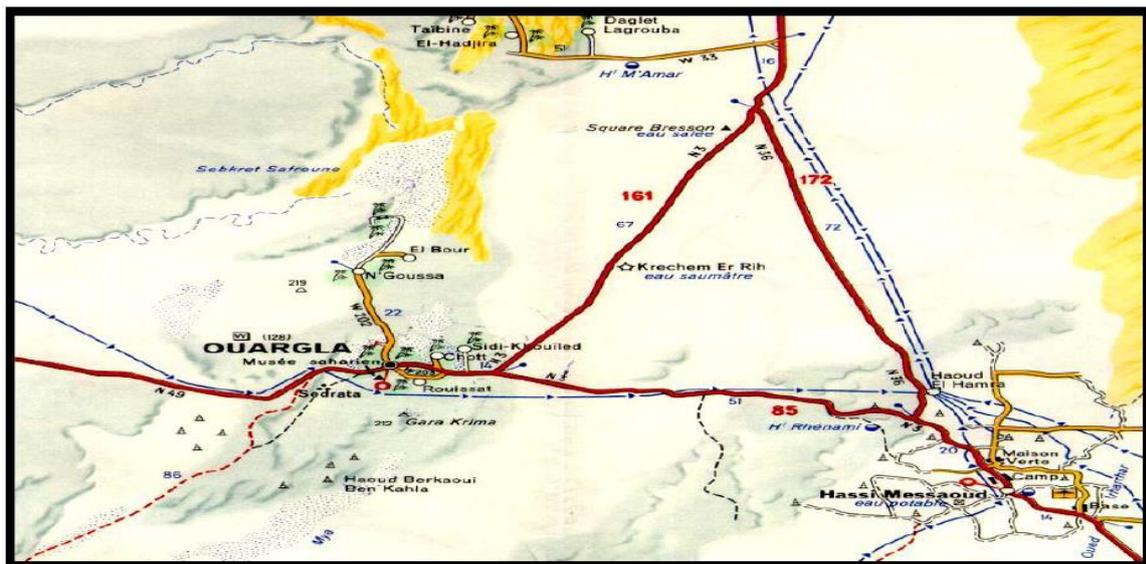
2.2.4. Les réseaux d'assainissement non efficace

La grande concentration des sels solubles dans le sol et la température importantes des eaux de l'Albien sont les causes qui contribuent à l'érosion des conduites des réseaux d'assainissement ce qui explique que les conduites ont une durée de vie très courte (Kermadi, 2017) .

2.3.Cas de la cuvette d'Ouargla

D'après ROUVILLOIS et BRIGOL (1975), la région de Ouargla (31°58 ' N., 5°20' E) se trouve au Sud-Est de l'Algérie, à 800 km d'Alger, située à 134 m d'altitude. Selon le même auteur, celle-ci se situe au fond d'une cuvette de la basse vallée de l'Oued M'ya (figure 11) . GHEDIRI(2007) , A déclaré que la cuvette d'Ouargla couvre une superficie de 99 000 ha, elle est limitée par :

- Sebket Safouine au Nord, Ergs Touil et Arifdji à l'Est, dunes de Sadrata au Sud.
- Le versant et la dorsale du M'Zab à l'Ouest .



Légende :			
	Plateau		Dunes de sable
	Sebkhia et Chott		Champs de pétrole ou de gaz
	Palmeraie		Lit d'oued
	Route principale		Oléoduc, gazoduc

Figure 11. Situation géographique de la cuvette d'Ouargla (SLIMANI, 2006)

On peut résumer les causes de la remontée des eaux à la cuvette d'Ouargla dans le problème suivant :

2.3.1. Déséquilibre entre le volume d'eau apporté et celui évacué

Le problème de la remontée d'eau dans l'aquifère phréatique est un déséquilibre entre le volume d'eau apporté et celui évacué. Pour les besoins urbains ou agricoles, des forages profonds (jusqu'à 2 500 m) se multiplient dans le continental intercalaire .

En système traditionnel, les eaux mobilisées provenant des oueds ou des nappes phréatiques, sont rejetées dans les puits perdus après utilisation domestique, dans les zones d'épandage après utilisation agricole. La partie non évaporée percole et va rejoindre la nappe phréatique. Mais l'appel aux grands aquifères génère un autre type de déséquilibre. Les forts débits introduits dans circuit sont à l'origine de forts volumes d'eaux usées qui ne retournent pas en profondeur ; ils ne sont pas non plus évacués à l'extérieur du bassin hydraulique .

Ils vont rejoindre la nappe phréatique, qu'ils gonflent d'autant. Mais lorsque l'apport provenant de la profondeur est puissant continu dans le temps, le niveau de la nappe phréatique s'élève (ABBA et al, 2019) .

3. Les causes de la pollution des eaux au Bas-Sahara

3.1. Cas de la vallée du Souf

Conteneurs de nitrates: L'aggravation des conteneurs de nitrates à l'intérieur de l'eau de la couche de surface est un indicateur révélateur d'une pollution liée en grande partie aux activités humaines, industrielles et agricoles. Dans le cas de la vallée du Souf , le phénomène d'exacerbation de la valeur des conteneurs de nitrate est dû à la source de la couche superficielle s'alimentant en eau polluée urbaine et à la perméabilité de l'eau d'irrigation.

Les contenants de nitrate varient entre 70 et plus de 150 mg/l. Cette concentration dépasse les valeurs maximales estimées à 50 mg / litre (Abdaoui, 2006) . Suivant la concentration des nitrates dans les eaux de la nappe phréatique, on peut sélectionner 4 zones ;

a. Une zone de concentration très élevée, supérieure à 150 mg / l

- au sud de la ville d'El Oued sur l'axe d'El-Oued – Bougoufa .
- Près de l'assemblée de Kouinine et Taghazout .
- Nord de Guemar et Ghamra .

- Sud et Ouarmas .

b. Zone de concentration entre 100 et 150 mg / l

- Reguiba .

- Trifaoui .

- Pirre Al-Roumi .

c. Zone de concentration entre 70 et 100 mg / l

La concentration trouvée dans le reste de la zone .

d. Zone de concentration inférieure à 70 mg / l

-Oued Elalanda .

- MihOuanssa.

Les particules de nitrates présentes en fortes concentrations rendent cette eau polluée et impropre à la consommation car l'excès de nitrates dans l'eau provoque la maladie de la méthémoglobine chez les enfants (Abdaoui, 2006) .

3.2.Cas de Oued Righ

D'après Belksier et al (2016) ,Il a été constaté que la principale cause de pollution de l'eau est la salinité élevée, ainsi que la sensibilité de la couche d'eau libre à la pollution dans Les zones urbaines, les chotts et les zones agricoles présentent une vulnérabilité forte.

3.3.Cas de la cuvette d'Ouargla

D'après Slimani et Guendouz (2015) , La région d'Ouargla a plusieurs sources de pollution :

- Une pollution organique exprimée par l'indice de pollution organique qui touche plus de 64% des points de mesures. Cette pollution est due principalement à l'action anthropique.

- Une pollution minérale où 73% des points analysés ont été classés à l'aide de l'indice de contamination comme points fortement pollués. Néanmoins, il faut noter que la pollution minérale est en partie d'origine naturelle notamment pour les SO_4^{2-} , Cl^- et Na^+ qui constituent les minéraux salins « salinisation primaire ».

Le degré de vulnérabilité à la pollution augmente de l'amont vers l'aval (du Sud au Nord) de la cuvette, selon le sens d'écoulement de la nappe l'un vers le Nord (SebkhetSafioune) et l'autre vers l'Ouest (SebkhetBamendil). Les zones à forte vulnérabilité sont enregistrées au niveau des exutoires naturels (Sebkha et Chott). Par ailleurs, l'évaluation quantitative du risque de contamination doit passer inéluctablement par l'élaboration des cartes encore plus précises qui décrivent les activités à la surface du sol.

4.Impacts environnementaux de la remontée et la pollution des eaux au Bas Sahara

4.1. Disparition des ghouts

Dans la vallée du Souf , en 2005, le dépérissement des palmiers plantés dans les cuvettes (ghouts) est à environ 1.5m (Fig.12 et tableau3).



Figure 12. Asphyxie des palmiers dattiers (ZINE, 2009) .

Tableau 3. Récapitulatif des dégâts de la remonte des eaux (palmiers affectés)(D.S.A, 2005)

Commune	Nombre de palmiers totaux	Nombre de palmiers affectés	Pourcentage de palmiers affectés
EL Oued	17975	16178	90
Guemar	72300	10400	14
Reguiba	11700	5000	04
Taghzout	43000	6000	14
Ourmes	28000	0000	/
Kouinine	20400	9604	47
Robbah	26500	28175	95
Nakhla	75000	22500	30
Beiadha	35000	35000	100
EL Oglâ	20000	6000	30
Miha Ouenssa	60000	1037	02
Debila	59300	41510	70
Hassani Abdelkerim	51000	30600	60
Hassi Khalifa	65000	6500	10
Trifaoui	59750	4128	07
Magrane	55000	5500	10
Sidi Aoune	42600	3408	08
Total	742525	231540	591

4.2. La salinisation des eaux d'irrigation et du sol

Dans le système actuel d'irrigation, les agriculteurs pompent dans la nappela quantité d'eau qui leur semble nécessaire et les eaux excédentaires nonutilisées par les cultures s'infiltrent sur place et rejoignent la nappe. Cesexcédents ne sont pas inutiles et permettent d'entraîner hors de la zoneradiculaire les sels qui, autrement, s'accumuleraient peu à peu et interdiraientbientôt toute culture.Vu à la grande évaporation des eaux stagnantes provoquées par laremontée des eaux, les terresagricoles sont devenues très salées, ce qui adiminué les surfaces cultivées et a contribuéà la désertification (Fig.13) (ZINE, 2009).



Figure 13. Salinisation du sol ; la cité Choot (Ouargla) (ZINE, 2009) .

4.3. L'apparition des maladies hydriques

L'utilisation des eaux polluées des puits traditionnels dans l'irrigation et la consommation domestique provoquent l'apparition de plusieurs problèmes de santé publique, notamment les maladies à transmission hydrique (tableau 4).

Tableau .4. Répartition des cas des maladies a transmission hydrique dans les communes (Direction de la santé El Oued 2008) .

Commune	2005			2006			2007		
	Typhoïde	Dysenterie ambienne	Hépatite virale	Typhoïde	Dysenterie ambienne	Hépatite virale	Typhoïde	Dysenterie ambienne	Hépatite virale
El Oued	49	00	00	41	00	00	18	02	01
Reguiba	24	00	00	40	00	00	61	00	00
Guemar	04	00	00	04	00	00	22	00	01
Taghzout	02	00	00	01	00	00	04	00	00
Bayadha	03	00	00	06	00	00	03	00	00
Robbah	00	01	00	05	00	00	00	00	00
Hassani A.Krim	00	01	00	01	00	00	01	00	00
Sidi Aoune	01	00	00	01	00	00	00	00	01
Magrane	01	00	00	01	00	00	21	00	00
Debila	00	00	00	05	00	00	03	00	00
Mih Ounsa	00	00	00	02	00	00	00	00	00
Trifaoui	00	00	00	02	00	00	00	00	00
Ourmes	00	00	00	00	01	00	01	00	00
Hassi Khalifa	00	00	00	01	00	00	16	00	00
Oued Allenda	00	00	00	00	01	00	00	00	00
TOTAL	84	02	00	110	02	00	150	02	03

4.4. Endommagement des constructions

Les dégâts causés par la remontée de la nappe phréatique ont aussi touché certaines constructions. Il y a des maisons qui ont été inondées par les eaux qui ont causé des psychoses à ses habitants et des pertes matérielles importantes dont le ramollissement et l'érosion des fondations et des murs sont construits au plâtre (ZINE, 2009) .

4.5. La prolifération des moustiques

Les eaux stagnantes provoquées par la remontée de la nappe phréatique à la surface du sol ont perturbé la vie quotidienne des "Soufi" à cause de la prolifération des moustiques et autres insectes qui ont rendu la vie nocturne un enfer (ZINE, 2009) .

5. Propositions d'aménagement

La gestion intégrée des ressources en eaux dans le Bas Sahara concerne toutes les problématiques quantitatives et qualitatives, qui sont inters reliés, souvent en compétition et peuvent gérer dépendant avec des aspects socio-économiques et éco-systémiques . Le choix de ce problème (la remontée des eaux de la nappe phréatique) qui fait l'objet de la gestion intégrée est fait conformément aux besoins de la population et aux valeurs de la société. C'est pourquoi la gestion intégrée des ressources en eaux dans Bas Sahara vise quatre (04) objectifs principaux:

5.1. Rabattre ou stabiliser le niveau de la nappe

Quand ce système mis en service, en aura fini avec la remontée des eaux et avec les nombreuses incidences néfastes qui en découlent, touchant plusieurs secteurs, notamment l'habitat, l'environnement et l'agriculture. La stabilisation de niveau piézométrique permettra de réduire les fluctuations des débits d'une période à l'autre (Cretenet et al, 2003) .

5.2. Réutilisation agricole des eaux drainées (ou restauration des eaux évacuées)

Le prélèvement, pour la réutilisation, d'eaux traitées sortants des stations d'épurations sera possible grâce à l'implantation d'ouvrages de piquage le long de la canalisation. Un robinet de prélèvement pour l'irrigation des espaces verts est prévu à la sortie du local de protection de chacun des forages implanté dans les endroits publics (écoles, annexes universitaires et administrations publiques), qui permettra de garantir un certain degré d'approvisionnement en eau d'irrigation pour protéger une part de la production agricole (Burri et Burri, 2004) .

5.3. Augmentation du pouvoir épurateur du sol

L'espacement entre les forages a été calculé pour qu'au cours de pompage, le niveau d'eau se maintienne à 1m au-dessous de la surface du sol des points les plus bas (Ghouts) , ce qui proscrit l'assainissement autonome (khechana, 2016) .

5.4. Maintient écologique et sanitaire du site de rejets

L'évaluation environnementale stratégique et l'étude d'impact du site des rejets qui accompagnent ce projet, à savoir les contraintes et les potentiels environnementaux sur la santé et le milieu écologique ont pu être définis dans une perspective de développement durable (khechana, 2016).

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Cette étude a concerné la gestion des eaux au bas Sahara à travers la synthèse de l'ensemble des travaux scientifiques réalisés à cette zone, par la détermination des problématiques produites par la gestion des eaux, leurs impacts environnementaux et les aménagements proposés .

Avant de clarifier les problèmes de gestion de l'eau et ses causes et effets, nous avons d'abord abordé les conditions de la région afin d'avoir une compréhension précise de la situation .

Dans cette étude, nous avons également discuté en détail les problèmes de la gestion des eaux au bas Sahara , dont les plus importants sont la remontée et la pollution des eaux de la nappe phréatique . La principale source de ces problématiques est la croissance démographique et l'agriculture intensive .

Les aménagements proposés pour améliorer la situation sont : la réutilisation agricole des eaux drainées, augmentation du pouvoir épurateur du sol et le maintien écologique et sanitaire du site de rejets .

Sur la base de la synthèse réalisée , le contrôle et l'évaluation continuel de l'état des eaux de la nappe phréatique dans les différentes zones du bas Sahara forment les actions à entreprendre pour la préservation de l'environnement .

Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

- ABBA, A. ABBAS, O. E. BACHI, S. SAGGAÏ.,2019- Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement 15 , 16 et 17 Octobre 2019, Ouargla (Algérie).
algérien. (Tome 1) SONATRACH -Alger, 275p.
- ALIEV M.,1972- Structures géologiques et perspectives en pétrole et en gaz au Sahara
- BAGHLI N.,2018-ELABORATION D'UNE METHODOLOGIE D'ORGANISATION DE L'INFORMATION POUR UNE MEILLEURE GESTION DES RESSOURCES EN EAU . These Doctorat Es-Sciences, Université AboubakrBelkaïd – Tlemcen – p32.
- Belksier M S, S Chaab , F Abour.,2016-Article Qualité hydro chimique des eaux de la nappe superficielle dans la région de l'Oued Righ et évaluation de sa vulnérabilité à la pollution.
- BEMRAH H., 2013 - Des stratégies de la gestion durable de l'eau potable .Mém .Mast.Hyd. , UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN .pp2-65.
- Ben Blida Mohammed 2013, Communication sur l'évolution du Secteur Hydraulique depuis l'Indépendance, Commémoration du Cinquantenaire de l'Indépendance et Célébration de la Journée Mondiale de l'Eau - 21 mars 2013 .
- Benblidia, M., 2003- Les problèmes de l'eau au Maghreb, In *Economia Exterior*,n°24,Madrid,Espagne.
- Bialès,C.(2013).Lagestion.Enligne:<http://www.christianbiales.net/documents/Gestion.pdf> .
- BOUBOU N., 2015- Eau, environnement et énergies renouvelables : vers une gestion intégrée de l'eau en Algérie. These Doctorat Es-Sciences., UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID -TLEMCEN- pp333-343.
- BOUCHAHM,N. W,CHAIB .A,DROUCHE. F, ZAH. W, HAMZAOUI ,N. SALEMKOUR, F. FEKRAOUII et L.DJABRI.,2013-Article CARACTERISATION ET CARTOGRAPHIE DES SITES DE REMONTEE DANS LA REGION DE L'OUED RIGH (BAS SAHARA ALGERIEN).
- BOUKAMOUM M., 2016- CONTRIBUTION A LA PREVISION DE LA DEMANDE ENEAU EN ALGERIE (APPLICATION SUR

Références Bibliographiques

- L'AGGLOMERATION DE SETIF).Mém Master en Hydraulique. , ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE –ARBAOUI Abdellah- ,33p.
- Boukhari , S.Djebbar,Y. Abida,H ., 2008- Prix desservices de l'eau en Algérie, unoutil de gestion durable. XIII ème Congrès Mondial de l'Eau. Montpellier,France ,pp1-4 .
 - BOULAIN J.,1980- Pédologie appliquées - Masson; Paris, 25-42 pp.
 - Burri J.M. and Burri P., 2004. Study of sewerage waste water, storm water and irrigation and additional measures against the rising groundwater in Oued-Souf valley, First campaign of hydro geological measurements, 220p.
 - Burton,J.(2001).La gestioninté grée des ressources en eau par bassin : manuel de formation .Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie,2001.
 - CAPOT-REY R., 1952- Les limites du Sahara français. Ed: Inst. Rech. Sah .,Alger .Tome VIII. pp. 23-47.
 - CAPOT-REY, 1952; ESTIENNE et GODARD, 1970 .
 - CASTANYG.,1982- Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Ed : DUNOD, Paris.233p.
 - CHAUCHE B M., 2006- La Micro-urbanisation et la ville-oasis; une alternative à l'équilibre des zones arides pour une ville saharienne durable CAS du Bas-Sahara .These Doctorat Es-Sciences, U N I V E R S I T E M E N T O U R I . C O N S T A N T I N E.pp344-350.
 - Charlotte P., 2003- la gestion de l'eau potable sur l' Haut Plateau, mémoire de licence, Université de Lausanne, Ecole De polytechnique de Lausanne, 12,13p.
 - Christin, F, P O Malaterre et P Le Goulven (2006) Why, when and how we need to applyconjunctive water management of surface and groundwater: The case of the Charente basin, France Groundwater Hydraulics in Complex Environment: IAHRGW2006, 12-14June,Toulouse, FRANCE In:Fabien, C (2008).Bloschl et Sivapalan, 1995 .
 - Crama Y (2003) Eléments de gestion de la production Note de cours 2002/2003, Ecole administrative des affaires, Université de Liège :115 pIn Christin Fabien (2008).
 - Cretenet J N, 2004. Study of sewerage wastewater, stormwater and irrigation and additional measures against the rising groundwater in Oued-Souf valley, Mission I, 111p.

Références Bibliographiques

- DERRUAU M., (1967) : Précis de géomorphologie. Ed : Masson, Paris.p 415.SUTER, 1973.
- DUBIEF J., (1959) Le climat du Sahara. Ed : Inst. Rech. Saha. Alger. Mémoire h.s. Tome I. 307 pages.
- DUBIEF J., 1952- Le vent et le déplacement du sable au Sahara. Ed : Ed: Inst. Rech. Sah.,Alger. Tome VIII. pp. 123-163.
- DUBIEF J., 1959- Le climat du Sahara. Ed : Inst. Rech. Saha., Alger. Mémoireh.s.TomeI. 307 pages.
- DUBOST., 2002- Ecologie, Aménagement et développement Agricole des Oasis Algériennes. Edition CRSTRA 1992
- ESTIENNE P. et GODARD A., 1970- Climatologie. Ed : Armand colin. Paris. 357 p.
- F, BOUCHAHM.DROUICHE. A, ZAHY . N, HAMZAOUI. W, CHAIB. W, FAKRAOUI. F & DJABRI. L.,2013-Article Caractérisation physicochimique des eaux de remontée dans la vallée d'Oued Righ ; Sud-est Algérien.
- Fabien, C (2008). Etude de la modélisation hydrodynamique de surface et hydraulique souterraine et de leur couplage dans un but d'aider à la gestion des hydrosystèmes aménagés. Doctorat Sciences de l'Eau, UMR G-EAU (Gestion de l'Eau - Acteurs - Usages), Paristech Agro Paristech 2008 AGPT0091 p408 .
- GARDI R., 1973- Sahara. Ed: Kummerlyet Frey, Paris, 3ème edition. pp. 49-51.
- GARDI R.,1973- Sahara. Ed: Kummerlyet Frey, Paris, 3ème edition. pp. 49-51.
- CASTANY, 1982.
- GeronimiM(2002)L'entrepriseuncentrededécision.Notedecours"Economied'entrep rise",Partie2,BTSPME/PMI,LycéeGastonBerger,Lille:4pInChristin .Fabien (2008) Etude dela modélisationhydrodynamique de surface ethydraulique souterraine et de leur couplage dan sun but d'aider à la gestion des hydrosystème saménagés . Doctorat Sciences de l'Eau, UMR G-EAU (Gestion de l'Eau Acteurs Usages),Paris tech Agro Paris tech 2008 AGPT 0091 p 408 .
- Gouy, D (1997) Tableau de bord de la ressource en eau du bassin versant de la Charente:dossier des pécification hydrologique , EDF Division Technique Générale , service Ressource sen Eau:45p In:Fabien, C (2008) .
- Grimble,R.J,Gass,G&Adams,B(1996).Ground waterre source de gradation :

Références Bibliographiques

a framework for analysis, with examples from China and Palestine. Water Policy : p 97-105. In Christin Fabien (2008).

- GWP TAC. (2000). Background Paper No. 4. La Gestion Intégrée des Ressources en Eau. Partenariat mondial de l'eau, Stockholm, Suède. 2000.
- GWP, 2000 Background Paper La Gestion Intégrée des Ressources en Eau Partenariat mondial de l'eau, Stockholm, Suède. 2000.
- HAMLAT A., 2014- CONTRIBUTION A LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DES BASSINS VERSANTS DE L'OUEST ALGERIEN A L'AIDE D'UN SYSTEME INFORMATISE. These Doctorat Es-Sciences, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF, pp5-15.
- juridiques pour la GRENC, exposé sur l'expérience de l'Algérie, Session 3, Conférence régionale sur la promotion de la gestion des ressources en eau non conventionnelles en méditerranée, Athènes, Grèce, 14-15 septembre 2011.
- Kettab A., 2016- La réutilisation des eaux non conventionnelles en Algérie : Source de lutte contre les changements climatiques, Journées scientifiques maghrébines : la réutilisation des eaux usées traitées dans les pays de Maghreb défis & perspectives, Tunisie.
- Kettab et Djaffar, 2016- La gestion de l'eau en Algérie : quelles politiques, quelles stratégies, quels avenir. Article Algerian Journal of Environmental Science and Technology April edition. Vol.4. No1. (2018)
- LABORDE J-P., (2003). Hydrologie de surface - Université de Nice - Sophia Antipolis, A. N.R. H. Alger, 27 p.
- LE HOUEROU H.N., 1990- Définition et limites bioclimatiques du Sahara. sécheresse, 1
- LE LUBRE M., 1952- Conditions structurales et formes de relief dans le Sahara. Ed: Inst.Rech. Saha., Alger, Tome VIII. pp.189 -190.
- Malaterre, PO, (1995) Irrigation Canals Regulation Characterization and Classification Houille Blanche Revue Internationale de l'eau 50(5-6): 17-35 In Christin Fabien (2008).
- MARC COTE, 1998 : Des oasis malades de trop d'eau. Numéro spécial Oasis, Sécheresse 1998 ; 9(2) :123-30.

Références Bibliographiques

- Meziani, A. et al. 2013- The Aquifer System of the Souf Valley Algerian Northern Sahara. European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.65 No.3, pp. 416-423.
- MONOD T., 1992- Du désert. Sécheresse, 3(1). pp. 7-24.
- MOZAS, M.; Ghosn, A. 2013- État des lieux du secteur de l'eau en Algérie, Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen (IPMED).
- MRE, 2015- Politique gouvernementale dans le domaine des ressources en eau (2015)
http://www.premierministre.gov.dz/ressources/front/files/pdf/politiques/ressources_en-eau-pdf.
- OZENDA P. 1991- Flore de saharas (3 édition mise à jour et augmentée) Paris , Editions du CNRS. 662 pages. + Cartes.
- OZENDA P., 1983- Flore du Sahara. Ed. Centre nat. rech. sci. (C.N.R.S.), Paris, 622 Pages. SUTER, 1973.
- OZENDA P., 1991- Flore de Sahara. 3eme édition mise à jour et augmentée, Ed C.N.R.S., Paris, 662 Pages. CNRS. 662 Pages.
- OZENDA, 1991 et LEHOUEIROU, 1995
- Pouget et al. Fabien, 2008 Pouget, J.C., (2009) Note sur des perfectionnements potentiels de WEAPR rencontrés à SEIUS Boston, Pouget, 8/10 mars, 2009 .
En ligne: <https://www.mpl.ird.fr/divha/aguandes/doc/prod-inf/weap-discussion-Boston-march-2009-fr.pdf>.
- POUGET M., (1979) : Les relations sol-végétations dans les steppes sud-algéroises (Algérie). Thèse doctorat d'état, Université d'Aix-Marseille III. 555 pages.
- Pouget, J.C., Bellaubi F, Aurélien, DE SA, Zaïgham, H, & Le Goulven, P., (2003) Un environnement de modélisation pour tester l'allocation de ressources en eau HyD2002 et ses applications Séminaire PCSI "Gestion intégrée de l'eau au sein d'un bassin versant", session Gestion de la ressource en eau, 3 décembre 2003, Montpellier, France.
- Rapport sur les résultats du projet, UNESCO, Paris. 100 p.

Références Bibliographiques

- S KHECHANA, A GHOMRI, A MILOUDI, E GUEDDA et E DERRADJI,. 2016-article Échec du système de drainage vertical installé contre la remontée des eaux dans la vallée d'Oued-Souf: causes et solutions proposées .
- Senouci, L.,1996-La gestion de l'eau en situation de pénurie dans les pays en développement . Une approche viable (Un cas développé :Oran),Thèse de Doctorat ,Université de Montréal ,Canada.
- SLIMANI R, GUENDOUZ,.2015-Article ETUDE DU POTENTIEL DE CONTAMINATION DES EAUX DE LA NAPPE PHREATIQUE DE LA REGION DE OUARGLA (SAHARA SEPTENTRIONAL EST ALGERIEN).
- Terra Messaoud, 2011, Comment construire un cadre institutionnel et des instruments
- TOUTAIN G., (1979) : Eléments d'agronomie saharienne, de la recherche au développement. Ed : I.N.R.A., Paris. 276 pages.
- Trouvat J L (1991) Contribution à une meilleure gestion des rivières de Gascogne , ENGREF, Cemagref, CACG: 61 p In : Fabien, C (2008) .
- UNESCO. (1972). Projet ERESS. Etude des ressources en eau du Sahara septentrional.
- Wiki, 2020-<http://fr.m.wikipedia.org>, consulté le 16 -02-2020.
- ZINE B,. 2009- La remontée des eaux souterraines en surface: mécanisme et l'impact sur l'environnement (cas de Oued Souf) .These Doctorat Es-Sciences, Université El Hadj Lakhdar -Batna-pp105-114.

المخلص:

لطالما اعتُبر التحكم في إدارة المياه في الجزائر هدفاً ذا أولوية لتنمية البلاد, خاصة في منطقة الصحراء المنخفضة حيث ان الطلب على المياه مهم جدا بسبب النمو السكاني والتنمية الزراعية واستغلال المياه الجوفية .و قد ولد ذلك فائض للمياه مما ادى الى ارتفاع مستوى المياه الجوفية في المناطق المنخفضة .

تعتبر الزراعة حاليا احد مصادر تلوث المياه في مناطق دراستنا وهذا بسبب الملوحة وتلوث المياه الجوفية بالنترات و التي أصبحت خطر حقيقي يهدد المنطقة ، وبالتالي فإن المراقبة والتقييم المستمر لحالة المياه الجوفية في المناطق المختلفة من الصحراء السفلى يشكل الإجراءات التي يجب اتخاذها للحفاظ على البيئة.

الكلمات المفتاحية: تسيير المياه ,الصحراء المنخفضة , صعود المياه , تلوث المياه .

Résumé :

La maîtrise de l'eau en Algérie a toujours été considérée comme un objectif prioritaire pour le développement du pays, notamment dans la région du bas - Sahara où la demande en eau est très importante en raison de la croissance démographique, du développement agricole et de l'exploitation des eaux souterraines, cela a conduit à la remontée d'eau de la nappe phréatique dans les points bas.

Actuellement, l'agriculture est la source principale de pollution de l'eau souterraine dans notre zoned'étude, cela est dû à la salinisation et à la contamination des eaux de la nappe phréatique par les nitrates.C'est devenu un vrai danger pour les habitants de la région, en conséquence, le contrôle et l'évaluation continuels de l'état des eaux de la nappe phréatique dans les déférentes zones du bas Sahara forment les actions à entreprendre pour la préservation de l'environnement.

Mots clés : gestion de l'eau, Le Bas - Sahara, remontée des eaux, pollution des eaux .