



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : البيولوجيا و علم البيئة النباتية.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Ecologie et environnement.

Option : *Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement*

Intitulé :

L'eau d'irrigation en Algérie

Présenté et soutenu par : **Boulahia Ahlem**

Le : 20/06/2016

Jury d'évaluation :

Président du jury : *Mr ALATOU D. (Professeur - UFM Constantine).*

Rapporteur : *Mr BENDERRADJI M.E.H. (Professeur - UFM Constantine).*

Examineurs : *Mme OUAHRANI G. (Professeur - UFM Constantine).*

*Année universitaire
2015 - 2016*

Remerciements

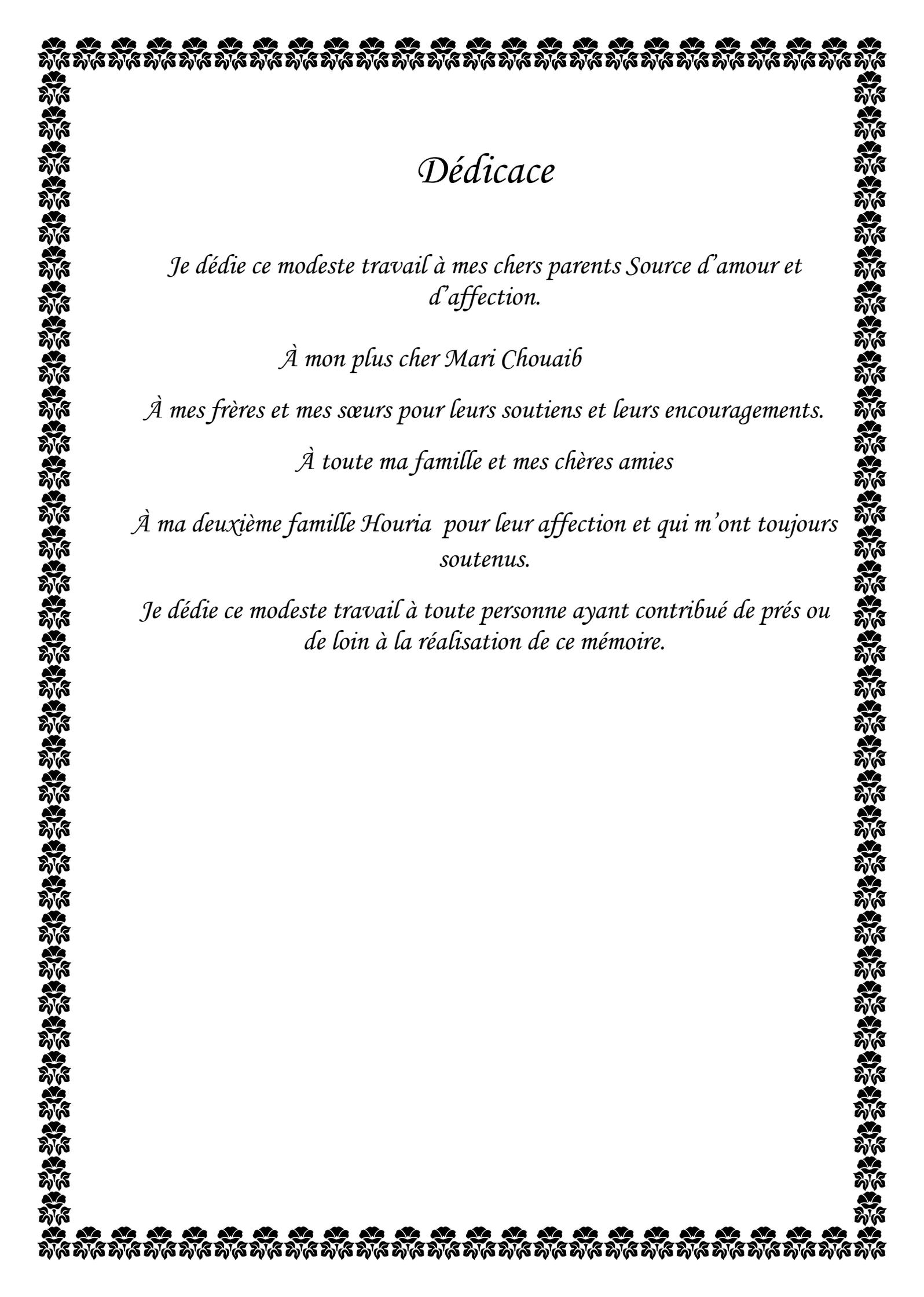
Au terme de ce travail, je remercie avant tout Dieu le tout puissant qui a éclairé mon chemin tout au long de mes études.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à monsieur BENDERADJI Mohamed El Habib, de son implication, sa disponibilité, sa patience tout au long de l'élaboration de ce travail.

Je tiens ainsi à remercier les membres de jury : Monsieur ALATOU D., et Madame OUAHRANI Ghania, pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail et de l'attribuer des remarques et des corrections très intéressantes.

Au Doctorant : GANA MOUHAMED qui M'a beaucoup encouragé et aidé dans l'achèvement de ce travail.

Mes vifs remerciements vont aussi à ma famille, mes amis et tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour réaliser ce travail.

A decorative border of repeating floral motifs surrounds the text.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents Source d'amour et d'affection.

À mon plus cher Mari Chouaib

À mes frères et mes sœurs pour leurs soutiens et leurs encouragements.

À toute ma famille et mes chères amies

À ma deuxième famille Houria pour leur affection et qui m'ont toujours soutenus.

Je dédie ce modeste travail à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

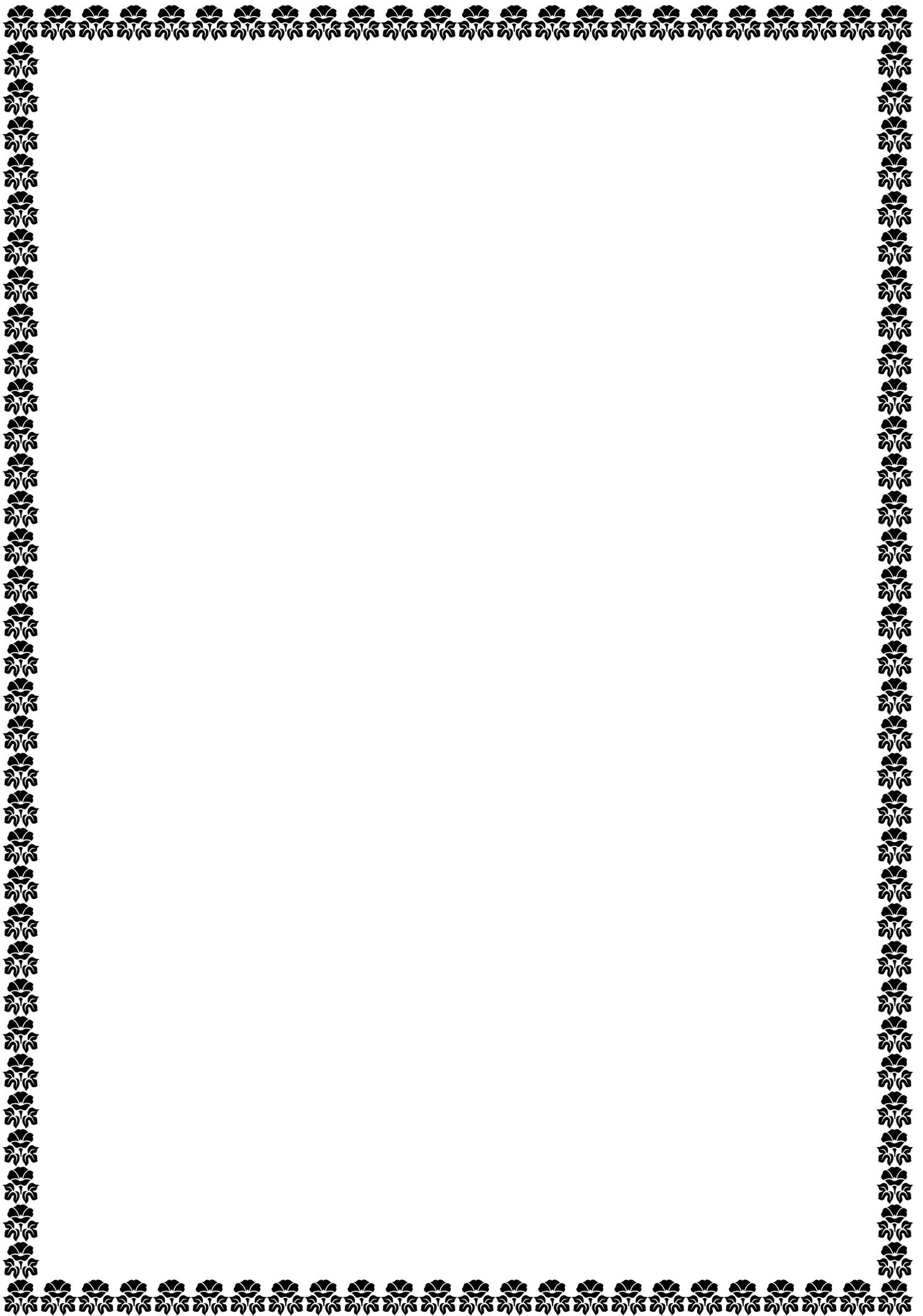


Table des matières

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Liste des cartes

Résumé

Introduction.....	1
Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie.....	3
I.1. Situation géographique et description du milieu physique	3
I.1.1. Le système tellien.....	3
I.1.2. Les hautes plaines steppiques.....	4
I.1.3. Le Sahara.....	4
I.2. Le climat en Algérie.....	5
I.2.1. Les précipitations.....	5
I.2.2. Les températures.....	6
I.2.3. L'évaporations.....	8
I.3. La diversification des ressources en eau en Algérie.....	9
I.3.1. Les potentialités en eau superficielle.....	9
I.3.2. Les potentialités en eau souterraine.....	10
I.4. Le réseau hydrographique.....	11
I.4.1. Les bassins versants.....	12
I.4.2. Les barrages.....	14
Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie.....	16
II.1. Les systèmes d'irrigation en Algérie.....	16

Table des matières

II.2. Les principales raisons justifiant la faiblesse de l'irrigation.....	17
II.3. Analyse des usages de l'irrigation.....	18
II.3.1. Les grands périmètres d'irrigation (GPI).....	19
II.3.1.1. Les périmètres anciens.....	19
II.3.1.2. Les périmètres récents.....	19
II.3.1.3. Evaluation et contraintes.....	20
II.3.1.3.1. Un manque crucial de ressources en eau dans les GPI.....	20
II.3.1.3.2. Une situation financière difficile pour les organismes de gestion.....	22
II.3.1.3.3. Une faiblesse de l'entretien et des pertes du patrimoine de l'Etat	22
II.3.2. La petite et moyenne hydraulique (PMH).....	23
II.4. Evaluation Des Pratiques Et De L'efficience Des Systèmes D'irrigations.....	27
II.4.1. Evaluation des pratiques d'irrigation.....	27
II.4.2. Efficience des systèmes d'irrigations.....	29
II.5. Analyse Des Connaissances, Des Méthodes Et Des Modes De Gestion.....	30
II.5.1. La gestion des grands périmètres	30
II.5.2. Organisation actuelle de la gestion.....	31
II.5.2.1. Au niveau central	31
II.5.2.2. Au niveau de chaque OPI et périmètre	31
II.6. La Stratégie Du Secteur Des Ressources En Eau.....	32
II.7. Expériences Acquisés Dans Le Diagnostic Et La Réhabilitation Des Réseaux.....	34
II.7.1. Diagnostic des infrastructures.....	34
II.7.2. Réhabilitation des périmètres.....	34
Chapitre III. Les Principaux Problèmes Hydrauliques En Algérie.....	36
III.1. Envasement des barrages en Algérie.....	36
III.2. Evaporation des lacs de barrages.....	37
III.3. Fuites dans les barrages.....	38

Table des matières

III.4. Eutrophisation des retenues de barrages.....	39
III.5. Intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers.....	40
III.6. La pollution des eaux.....	40
Chapitre IV. Stratégie Pour Augmenter Le Stockage De L'eau.....	42
IV.1. Entretien des barrages actuels et lutte contre l'envasement.....	42
IV.2. Aménagement des bassins versants.....	43
IV.3. Réalisation des barrages de décantations.....	43
IV.4. Surélévation des barrages.....	43
IV.5. Dragage des barrages.....	45
IV.6. La réalisation de nouveaux barrages en Algérie.....	46
IV.7. Réalisation des petits barrages et retenues collinaires.....	46
IV.8. Utilisation de la Recharge artificielle des nappes.....	48
IV.9. Recyclage et réutilisation des eaux usées.....	48
IV.10. Dessalement de l'eau de mer.....	50
IV.11. La lutte contre les fuites des différents réseaux.....	51
IV.12. Lutte contre l'intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers.....	52
IV.13. La mise en œuvre des stratégies de développement durable.....	52
Conclusion.....	54
Références bibliographique	
Annexes	

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau (01): variabilité des précipitations entre le Nord et le Sud.....	6
Tableau (02): l'irrégularité interannuelle des précipitations en (mm).....	6
Tableau (03): Températures mensuelles de certaines stations (1990-2005).....	7
Tableau (04): Répartition mensuelle de l'évaporation au niveau de certains barrages (en hm3).....	8
Tableau (05): Répartition spatiale des eaux de surface.....	9
Tableau (06) : les zones hydrologiques ou bassins versants algériens.....	12
Tableau (07): Les grands périmètres Algériens réalisés avant 1962.....	19
Tableau (08) : Les grands périmètres Algériens réalisés après 1962.....	20
Tableau (09): Répartition des superficies irriguées en PMH par nature de la ressource en eau Campagne d'irrigation 2003.....	24
Tableau (10): Répartition des superficies irriguées en PMH par types de systèmes d'irrigation Campagne d'irrigation 2003.....	25
Tableau (11): Répartition des superficies irriguées en PMH par type de cultures Campagne d'irrigation 2003.....	26
Tableau (12) : L'efficacité d'adduction et de distribution des périmètres gérés par les OPI Régionaux de 1994-2002.....	29
Tableau (13): Impact des travaux de grosses réparations sur les périmètres irrigués en exploitations Périmètres.....	35
Tableau (14) : Vitesses de sédimentation moyennes des barrages surélevés.....	44
Tableau (15) : Résultats des travaux de la drague « REZOUG Youcef ».....	45
Tableau (16): Répartition des petits barrages dans l'Algérie du nord.....	47
Tableau (17) : Réalisation de retenues collinaires 1962-2014.....	47
Tableau (18) : Recyclage des eaux usées des 4 régions de l'Algérie du Nord en 2020...	49

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste Des Figures

Figure (01) : Répartition des superficies des unités physiques (en km ²).....	4
Figure (02) : Superficie irriguée et volume distribué dans les grands périmètres irrigués depuis 1983.....	27
Figure (03) : Évolution des tarifs d'eau d'irrigation.....	28
Figure (04) : Évolution de la superficie équipée dans les GPI jusqu'à 2012.....	35
Figure (05) : Carte de sensibilité à l'envasement des barrages.....	36
Figure (06) : Évolution de l'envasement des grands barrages algériens en exploitation.....	37
Figure (07) : Evolution de l'évaporation dans les barrages algériens (39 barrages).....	38
Figure (08) : Variation des débits de fuites dans les barrages algériens (22 barrages).....	39
Figure (09) : La relation entre la Capacité de stockage et la Superficie à irriguer.....	48
Figure (10) : Répartition des stations de dessalement.....	50
Figure (11) : Evolution des capacités d'eau de mer dessalée.....	51
Figure (12) : Schéma de synthèse de la stratégie de développement.....	53

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ABH: Agence de Bassin Hydrologique

ADE: Algérienne Des Eaux

AEP: Alimentation en Eau Potable

AEPI: Alimentation en Eau Potable et Industrielle

A.E.R: Allocation équivalent retraite

AGID: Agence Nationale de réalisation et de Gestion des Infrastructures hydrauliques pour l'Irrigation et le Drainage

ANB: Agence Nationale des Barrages

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

AP: Autorisation de Programme

BOT: Build-Operate-Transfer (construction -exploitation-transfert)

CT: Complexe Terminal

CI: Continental Intercalaire

CNAT: Centre National d'Assistance Technique

DGAIH: Direction des Grands Aménagements et des Infrastructures Hydrauliques

EPA: Environmental Protection Agency

EPIC: établissement public à caractère industriel et commercial

FAO: Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

FNDRA: Fonds national de régulation et de développement agricole

GPI: Les grands périmètres d'irrigation

Liste des abréviations

Ha: hectare

MRE: Ministère des Ressources en Eau

ONA: Office National d'Assainissement

ONID: Office National d'Irrigation et de Drainage

OPI: Office des Périmètres Irrigués

PMH: Petite et Moyenne Hydraulique

PPO: planification de projets par objectifs

SAU: Surface Agricole Utile

US: United States

Liste des cartes

Liste des cartes

Carte (01) : les bassins versants algérien.....	13
Carte (02) : Répartition des barrages en exploitation dans le Nord algérien.....	15
Carte (03) : Projet de réutilisation des eaux usées épurées.....	49

Résumé

La situation de l'agriculture algérienne est très difficile; la production agricole n'a que peu augmente et son poids sur l'économie a diminué considérablement. Les ressources en eau sont relativement limitées et se réduisent progressivement. Une portion importante de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau.

Nous examinons dans cette étude les pratiques et de l'efficience des systèmes d'irrigations en Algérie et les principaux problèmes hydrauliques qui affectent la quantité et la qualité des ressources en eau . Ainsi que la stratégie pour augmenter le stockage de l'eau et la mobilisation des ressources.

Nous proposons une série de suggestions dans le but de sauvegarder nos ressources mobilisées, qui nécessite une mise en valeur du potentiel hydraulique, ainsi qu'une politique et une planification des ressources en eau pour les activités agricoles.

Mots clés: l'eau, efficience, irrigation, Algérie.

Abstract

The situation of agriculture in Algeria is very difficult; agricultural production increases and has little weight on the economy and declined considerably. Water resources are relatively limited and are progressively reduced. A significant portion of the irrigable area is currently not sufficiently supplied with water.

We examine in this study practices and efficiency of irrigation systems in Algeria and major hydraulic problems affecting the quantity and quality of water resources. And the strategy to increase the water storage and resource mobilization.

We propose a series of suggestions in order to save our resources mobilized, which requires development of hydro potential, as well as policy and planning of water resources for agricultural activities.

Word keys : water, efficiency, irrigation, Algeria.

ملخص

يعرف القطاع الزراعي في الجزائر حاليا وضعية صعبة. فمحدودية الإنتاج الزراعي لها ثقل كبير على الاقتصاد الوطني. وهذا راجع اساسا الى نقص الموارد المائية الموجه للري الزراعي ..

نتطرق من خلال هذه الدراسة الى كفاءة نظم الري في الجزائر والمشاكل الهيدروليكية الرئيسية التي تؤثر على كمية ونوعية الموارد المائية . والاستراتيجية المتبعة من طرف الدولة لزيادة سعة تخزين المياه وتعبئة الموارد.

كما نضع سلسلة من الاقتراحات من أجل إنقاذ مواردنا المائية و سبل تطويرها، فضلا عن تعزيز استراتيجية وتخطيط الموارد المائية الموجهة للأنشطة الزراعية.

الكلمات المفتاحية : الماء, كفاءة, الري الزراعي, الجزائر

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'eau constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique à l'aménagement du territoire ; sa disponibilité conditionne de manière déterminante la répartition des populations, de l'urbanisation et des activités économiques.

L'accroissement rapide de la démographie ainsi que l'amélioration du niveau de vie des populations engendre un développement économique et social et nécessitent proportionnellement un accroissement des besoins en eau. Toutefois, la sécheresse des années successives accompagnant la rareté et l'irrégularité des apports annuels aussi bien en eaux superficielles qu'en eaux souterraines retardent le développement et posent un sérieux problème de gestion de ces ressources. Cela se traduit clairement en Algérie où le développement économique est basé essentiellement sur l'agriculture nécessitant une mobilisation importante des ressources en eau, qui coïncide en revanche avec l'effet de sécheresse persistante depuis le début des années 1980.

La situation de l'agriculture algérienne est très difficile; la production agricole n'a que peu augmente et son poids sur l'économie a diminué considérablement. Les ressources en eau sont relativement limitées et se réduisent progressivement, Une portion importante de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau pour permettre des cultures riches ou délicates; c'est ainsi qu'on ne pratique qu'une culture de légumes par an sur la même terre qui devrait parfois en porter plusieurs.

Dans un pays où l'eau est rare et trop souvent de qualité médiocre, très peu fut fait depuis l'indépendance en matière d'irrigation, il faut remarquer la faiblesse des superficies irriguées par rapport à une superficie agricole utile de 8.265.259 ha soit près de 8,6%.

Face à l'augmentation prévisible de la superficie des terres irriguées en Algérie, le problème de la disponibilité en eau d'irrigation devient de plus en plus crucial.

Le problème se pose sous les deux aspects, quantitatifs et qualitatifs, souvent interdépendants en zones arides et semi-arides. Quelles sont les ressources en eau dont peut disposer à l'agriculture ? Quelle sont les potentialités des ressources en eau en Algérie et quelle sont leur répartition spatiale ? Quelle sont les problèmes relatifs à la qualité et la quantité de ces ressources ? Comment peut-on améliorer l'efficacité Des Systèmes D'irrigation En Algérie ?

INTRODUCTION

Le présent travail a pour objectif d'étudier l'eau d'irrigation en Algérie, ce qui nécessite une étude multidisciplinaire à savoir la topographie, la climatologie, l'hydrologie, La géomorphologie, ... etc.

Pour mener à bien nos objectifs souhaités, une bibliographie exhaustive a été rassemblée d'après plusieurs ouvrages, articles et organismes.

L'étude s'est déroulée en 03 étapes :

Nous traiterons dans la première partie , les éléments physiques et les caractéristiques de milieu naturel en Algérie, sans lesquels, l'étude que nous nous proposons serait difficile à comprendre .

· La deuxième partie a concerné l'efficacité des systèmes d'irrigation en Algérie, l'analyse des usages, des méthodes, des modes de gestion, ainsi que l'évaluation des pratiques d'irrigation.

· La troisième partie est consacrée à l'étude des principaux problèmes hydrauliques en Algérie et l'état quantitatif de nos barrages qui souffre non seulement d'un problème de remplissage mais également de l'envasement et de la pollution. Ainsi que la stratégie pour augmenter le stockage de l'eau et la mobilisation des ressources.

Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie

I.1. Situation géographique et description du milieu physique

L'Algérie jouit d'une situation exceptionnelle, dixième pays du monde par sa superficie et le plus grand pays du continent africain après le Soudan. Il est bordée au Nord par la mer Méditerranée avec 1200 km de côtes, à l'Est par la Tunisie et la Libye, au Sud par le Niger et le Mali, au Sud-ouest par la Mauritanie et le Sahara occidental, à l'Ouest par le Maroc, elle est comprise entre les parallèles 18°58' et 37°05' de latitude Nord et 08°40' Ouest et 11°58' Est des longitudes avec une superficie total de 2381741 km², cette situation géographique lui confère une diversité climatique et écologique particulière.

Ce vaste territoire est très diversifié par son climat, son relief, ses sols et ses végétations naturelles (Letreuch-Belarouci, 1995), ou en fonction de la géologie, de la lithologie et de la topographie notre pays s'organise en trois grandes unités structurales : **le système tellien, les hautes plaines steppiques et le Sahara.**

I.1.1. Le système tellien : C'est un ensemble constitué par une succession de massifs formant un grand arc montagneux constituée de chapelets montagneux disparates et discontinus, côtiers et sublittoraux entrecoupé par des plaines, la zone réunit les affleurements calcaire, dolomitiques, marneux et gréseux, on y trouve aussi des schistes et des quartzites (Kadik, 1986), cet ensemble est subdivisée géographiquement comme suite :

- **Le Tell occidental** est ordonné en alignements alternés de massifs de hauteur moyenne, dominés par une dorsale calcaire du Jurassique et du Crétacé (avec les monts de Tlemcen, de Dhaya, de Saïda et les monts de Beni-chougrane) et de dépressions représentées par les basses plaines oranaises et la plaine du bas Chélif.

- **Le Tell central** est constitué par une chaîne de massifs prolongeant le Tell occidental, où on retrouve les monts du Zaccar, l'Atlas blidéen et les massifs du Djurdjura dont l'altitude culmine à 2300 m, les roches du Crétacé sont constituées de schiste, de marnes et de calcaire marneux et la bordure littorale est dominée par une grande dépression formant la plaine alluviale de la Mitidja.

- **Le Tell oriental** représente la partie la plus montagneuse de l'Algérie, il est disposé en chaînes parallèles et on distingue du Nord au Sud : les chaînes telliennes littorales, constituées de gneiss et de granite qui prolongent celles du Djurdjura, ce sont les massifs de Collo, Skikda et de

Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie

l'Edough bordant la basse plaine d'Annaba et les chaînes telliennes externes, constituées par les monts des Babors (2004 m) et les massifs de la Petite Kabylie, qui reposent sur des socles du jurassique et de l'Eocène, les chaînes telliennes internes dominées par les monts du Hodna, du Belezma, le massif des Aurès et les monts des Némémchas.

I.1.2. Les hautes plaines steppiques : Localisées entre l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud avec des altitudes plus ou moins importantes de 900 à 1200 m, elles sont parsemées de dépressions salées, chotts ou sebkhas qui sont des lacs continentaux formés au Pléistocène sous l'effet des pluies torrentielles et du ruissellement important qui en découle. On distingue deux grands ensembles :

- **Les steppes occidentales :** qui sont constituées des hautes plaines sud oranaises et sud algéroises, dont l'altitude décroît du Djebel Mzi à l'ouest (1200 m) à la dépression salée du Hodna au centre occupé par des dépôts détritiques.

- **Les steppes orientales :** à l'est du Hodna, qui sont formées par les hautes plaines du sud constantinois où domine le Crétacé de nature calcaire et dolomitique. Ces hautes plaines sont bordées par le massif des Aurès et des Némémchas.

I.1.3. Le Sahara : Le Sahara forme une large barrière qui sépare le domaine méditerranéen au Nord du domaine tropical au Sud, constitué de plateaux (hamadas et tassili) où le massif volcanique du Hoggar culmine à 3000 m d'altitude, de plaines (regs et ergs) et de dépressions (sebkhas et gueltas).

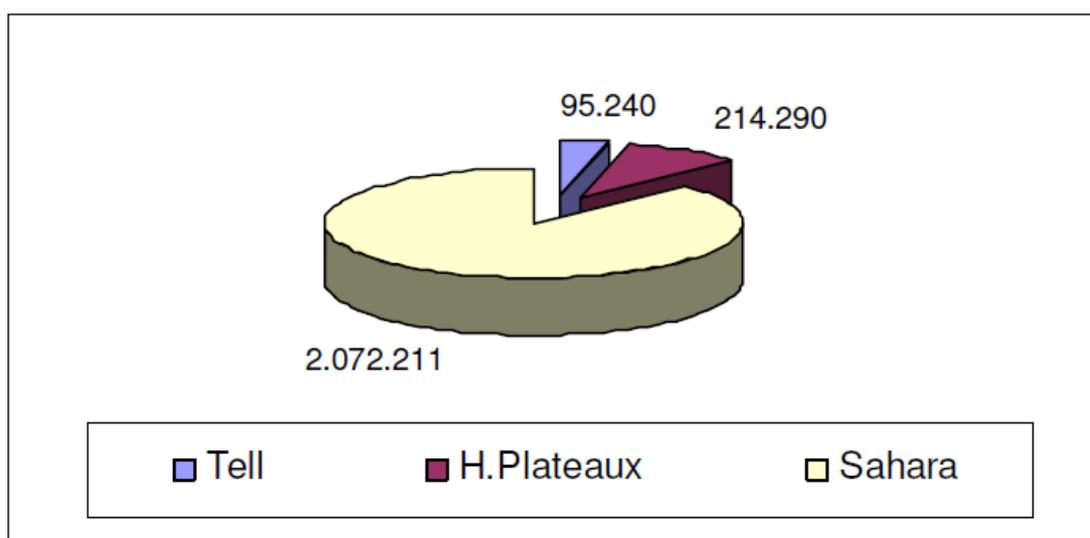


Figure (01) : Répartition des superficies des unités physiques (en km²).

Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie

Cette diversité du paysage en Algérie, lui confère une diversité climatique et écologique particulière propice au développement d'une flore très riche et très diversifiée, en effet, l'Algérie possède une des flores les plus diversifiées et les plus originales du bassin méditerranéen où elle compte 3139 espèces réparties dans près de 150 familles parmi lesquelles 653 espèces sont endémiques, soit un taux de 12,6 % d'endémisme. En ne considérant que le secteur oranais, celui-ci conserve environ 1780 espèces végétales du total de la flore algérienne soit environ 57 % de la flore algérienne et 95 % de la flore méditerranéenne maghrébine (KaziTani et al, 2009).

Mais malheureusement, ce territoire subit une dégradation très intense des terres et une désertification galopante qui en est le stade avancé, cette dégradation des milieux naturels se traduit par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologiques et socio-économiques.

I.2. Le climat en Algérie

Le climat de l'Algérie est varié, car le pays a une très grande superficie : La partie nord possède un climat méditerranéen, alors que le reste du pays possède en majorité un climat désertique. Cependant entre ces deux grands types de climats, existent des climats de transition, notamment le climat semi-aride qui correspond à un climat méditerranéen avec une sécheresse ne se limitant plus uniquement à la saison estivale mais à une bonne partie de l'année mais aussi un climat méditerranéen aux influences montagnardes, un petit plus continental. Néanmoins, l'Algérie est un pays de la zone subtropicale où le climat dominant est chaud et sec (Touati, 2010).

I.2.1. Les précipitations

Les précipitations sont extrêmement irrégulières et mal distribuées géographiquement, car elles sont en fonction, non seulement de la latitude, mais également d'autres facteurs tels que le relief, la proximité de la mer ou de la montagne, l'exposition. Elles sont :

Décroissantes du Nord au Sud, elles passent, parfois, de plus de 1000 mm sur la côte à moins de 200 mm sur le piémont saharien : 1350 mm à l'Edough, 760 mm à El Kala et 123 mm à Biskra.

A un nord bien arrosé, exposé aux flux humides dominants du nord et du nord – ouest s'oppose un sud marqué par une aridité extrême où les précipitations sont quasiment nulles.

Les rares pluies qui y tombent sont aussitôt évaporées. De plus, elles se font sous forme d'orages d'été qui ne font qu'augmenter les totaux pluviométriques tout en causant des dégâts. Souvent importants : routes coupées, ponts effondrés, habitations endommagées,, etc.

Tableau (01): variabilité des précipitations entre le Nord et le Sud.

Position	Nord			Sud		
Station	El Kala			Biskra		
	moyenne	maximum	minimum	moyenne	maximum	minimum
P/mm	760	1.007	411	123	273	34
année	1971-1995	1987	1974	1971-1995	1977	1983

Source : MEDJERAB & al, 2005

Autrement dit, la décroissance pluviométrique est très accentuée du nord au sud et forte du nord - est au nord - ouest.

Elle est ensuite interannuelle où, d'une année à l'autre, le total pluviométrique peut varier dans de très fortes proportions : les variations peuvent atteindre un rapport de 1 à 4. En effet, d'une station à l'autre et d'une année à l'autre les écarts peuvent être considérables (Kherfouchi, 997).

Tableau (02): l'irrégularité interannuelle des précipitations en (mm).

Station	moyenne	maximum	minimum	variation
Touggourt	60	126	14	9
Zardezas	649	1.039	422	2,46
Biskra	124	299	37	8
M'sila	190	347	52	6,6
Annaba	1.060	2.215	796	2,78
Oran	446	679	227	2,99
Constantine	526	814	321	2,5

Source : ANCER (1998), MEDJERAB & al, (2005)

I.2.2. Les températures

Les températures, comme les précipitations, connaissent d'importantes fluctuations tout au long de l'année et en fonction de la latitude, de l'altitude et de l'exposition. Elles sont souvent élevées avec une très forte amplitude qui augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral.

Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie

Tableau (03): Températures mensuelles de certaines stations (1990-2005).

	janvier	février	mars	avril	Mai	juin	juillet	août	sept	oct.	nov.	dec	moyenne
Mostaganem	10,2	11,4	13,9	14,6	18,8	22,2	26,6	26,7	21,8	19,6	15,7	11,9	17,78
Tlemcen	10,0	11,4	13,5	14,7	19,4	17,9	28,2	27,8	22,2	19,4	15,5	11,5	17,63
Saida	7,6	9,3	12,9	11,9	19,8	23,9	29,7	29,6	21,2	17,6	13,3	8,6	17,12
Tenes	13,1	14,5	15,3	15,9	19,8	22,1	26,3	27,7	24,0	20,8	18,0	15,0	19,38
Médéa	5,8	7,5	11,7	9,1	18,6	21,6	28,3	28,8	19,8	15,2	12,3	7,6	15,53
Dar El Beida	11,0	12,0	13,8	14,5	20,0	22,3	26,7	28,5	23,7	20,2	16,1	12,2	18,42
Tizi Ouzou	10,0	11,1	14,6	13,8	21,4	24,4	29,7	30,9	24,1	19,7	15,2	10,8	18,81
Jijel	11,8	12,1	13,6	11,1	19,2	22,0	25,5	28,6	24,9	20,5	16,9	12,6	18,23
Skikda	12,9	13,2	14,3	14,5	19,5	21,6	25,3	28,2	25,2	21,1	17,8	13,9	17,88
Annaba	12,2	12,1	13,8	14,0	19,5	22,1	25,6	28,3	25,4	20,3	17,2	13,0	18,63
Guelma	10,9	10,8	13,2	12,6	20,9	23,5	27,7	30,1	25,3	19,4	15,3	10,8	18,38
Constantine	7,5	8,3	11,3	10,3	19,7	22,5	26,7	28,7	22,9	16,8	12,7	7,9	16,28
Tébessa	7,5	8,9	11,9	11,8	21,9	24,2	27,0	28,6	23,6	16,7	13,2	8,1	16,95
Biskra	13,5	14,0	18,5	19,1	28,7	31,8	34,5	35,1	28,6	21,9	17,9	12,5	23,01
Touggourt	11,4	12,7	16,9	18,6	27,0	31,3	33,6	34,0	28,9	22,1	16,3	10,5	21,94

Source: ONM, 2006

Dans les régions littorales, les saisons humides et fraîches alternent avec des saisons plus sèches et chaudes : la température moyenne hivernale est de 12°, celle de l'été tourne autour de 25°, donnant ainsi une amplitude annuelle moyenne de 13°. Mais cette amplitude est essentiellement due à la relative douceur hivernale plus qu'au caractère modéré des températures d'été.

Dès que l'on pénètre vers l'intérieur, dans les Hautes Plaines, le climat devient plus vigoureux et l'amplitude moyenne augmente liée à la chaleur des étés torrides et surtout à l'apparition du gel hivernal. Ainsi, sur les Hautes Plaines l'amplitude atteint les 20° et la neige tombe presque toutes les années.

Dans les régions désertiques, l'amplitude moyenne est beaucoup plus marquée que dans les deux premières dépassant les 20°. De plus, la saison humide est inexistante et l'aridité est de règle.

En dehors de ces valeurs moyennes, les maxima de températures sont partout impressionnants et l'insolation est très forte. Dans ces conditions, l'évapotranspiration est considérable. Ainsi, permanente ou saisonnière, la rareté des précipitations conditionne la mise en valeur et les grands types d'aménagement de l'espace. Rechercher et maîtriser les eaux sont un impératif pour les populations, qui doivent s'adapter à ce climat peu clément en eau mais « généreux » en chaleur et en ensoleillement (Touati, 2010).

Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie

1.2.3. L'évaporations

L'évaporation est importante en raison de la longueur de la période sèche.

L'évaporation joue le rôle majeur dans le bilan hydrologique. Elle tient elle-même à plusieurs facteurs parmi lesquels le vent, l'insolation et la température. Plus la durée de la saison sèche est longue plus l'importance de l'évaporation est forte. On mesure alors, l'importance de cet élément quand on sait que, même dans les régions les plus humides, il existe une saison sèche d'une durée de plus de 3 mois, qui tarit les écoulements, et exclut les cultures sans irrigation.

Ce qui ressort clairement des quelques stations relevées plus bas et qui montrent que l'évaporation croît sensiblement du Nord au Sud.

Tableau (04): Répartition mensuelle de l'évaporation au niveau de certains barrages (en hm3).

Barrage		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	Total
Beni Bahbel	1	0,474	0,253	0,148	0,041	0,070	0,186	0,247	0,287	0,437	0,434	0,572	0,510	3,659
	2	0,327	0,211	0,115	0,030	0,090	0,154	0,210	0,274	0,325	0,506	0,556	0,535	3,333
Sarno	1	0,007	0,010	0,012	0,014	0,033	0,064	0,107	0,151	0,250	0,259	0,215	0,117	1,239
	2	0,007	0,010	0,014	0,022	0,051	0,108	0,109	0,135	0,227	0,261	0,240	0,110	1,294
Bou Hanifia	1	0,492	0,278	0,14	0,105	0,217	0,292	0,523	0,657	1,042	0,858	0,839	0,635	6,078
	2	0,317	0,214	0,252	0,175	0,207	0,233	0,364	0,547	0,789	0,961	1,193	0,790	6,042
Bakkhada	1	0,060	0,036	0,013	0,013	0,033	0,096	0,161	0,207	0,308	0,291	0,186	0,103	1,507
	2	0,078	0,045	0,039	0,053	0,060	0,121	0,165	0,184	0,258	0,191	0,203	0,149	1,546
Ghrib	1	1,045	0,755	0,376	0,294	0,239	0,484	0,754	0,930	1,217	1,050	1,251	1,011	9,406
	2	0,454	0,309	0,244	0,152	0,262	0,252	0,522	0,938	1,089	1,338	1,785	1,367	8,712
Hamiz	1	0,155	0,010	0,010	0,010	0,120	0,074	0,116	0,155	0,202	0,165	0,195	0,135	1,347
	2	0,278	0,120	0,067	0,013	0,020	0,085	0,104	0,101	0,152	0,221	0,242	0,220	1,623
F.E.Gherza	1	0,403	0,376	0,336	0,163	0,154	0,168	0,207	0,282	0,375	0,348	0,426	0,355	3,593
	2	0,571	0,266	0,254	0,201	0,171	0,267	0,426	0,382	0,568	0,885	1,007	0,918	5,916
Zardezas	1	0,114	0,08	0,046	0,026	0,018	0,046	0,070	0,081	0,103	0,107	0,104	0,096	0,891
	2	0,083	0,043	0,021	0,027	0,035	0,054	0,078	0,068	0,093	0,116	0,173	0,178	0,969

1: année 1959-1960

Source : DEMRH

2: année 1960-1961

Cette évaporation est donc importante à la surface des lacs et notamment les retenues des barrages et des réservoirs à ciel ouvert. Ce pouvoir évaporatoire est illustré par la diminution des stocks au niveau des barrages, pendant la période chaude notamment (Touati, 2010).

I.3. La diversification des ressources en eau en Algérie

I.3.1. Les potentialités en eau superficielle

Les ressources en eau dépendent évidemment du climat, à la fois dans leur répartition spatiale et dans l'évaluation de leur bilan saisonnier ou annuel. Les eaux superficielles sont, pour leur plus grande part, entraînées, par ruissellement et par écoulement torrentiels, vers la mer ou les dépressions fermées ; la violence des précipitations, les fortes pentes, l'importance des terrains imperméables, tels sont les principaux responsables de cette énorme déperdition. Il s'y ajoute cependant une très forte évaporation, plus directement perceptible sur les nappes d'eau stagnantes, eaux douces permanentes ou temporaires, ou les retenues artificielles des barrages.

Ces écoulements de surface avaient été estimés pendant la période coloniale à 15 milliards de m³ (XIXième Congrès géologique international ALGER – 1952) pour les bassins tributaires de la Méditerranée (123.000 km²), c'est-à-dire sans tenir compte des bassins qui dépendent des chotts. Dans les études menées dans le cadre du Plan National de l'Eau (ANRH et DGAIH) et qui intègrent des années de sécheresse (jusqu'à 1993), ce potentiel est revu à la baisse puisque les ressources en eau de surface ont été, cette fois - ci évaluées à 12,350 milliards de m³ répartis par bassin hydrographique selon le tableau suivant:

Tableau (05): Répartition spatiale des eaux de surface.

Bassin hydrographique	Oranie Chott Chergui	Cheliff Zahrez	Algérois Soumam Hodna	Constantinois Seybouse Mellègue	Sud	Total
Ressources pot. (Hm ³ /an)	1.030	1.840	4.380	4.500	600	12.350
Pourcentage (%)	8,34	14,9	35,5	36,4	4,8	100,0

Source : CNES, 2000 corrigé

Au plan spatial, les ressources en eau sont concentrées dans les bassins côtiers, qui reçoivent 11,1 milliards de m³ (90,2 %) de l'écoulement total, celles des hautes plaines ne sont estimées qu'à 0,7 milliards de m³ (5,7 %) et enfin les bassins sahariens entrent pour 0,5 milliards de m³ (4,1 %).

Ces eaux superficielles sont deux fois plus importantes à l'Est qu'à l'Ouest où se trouvent les terres les plus fertiles. Une très grande disparité marque donc les espaces algériens.

Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie

L'écoulement est concentré dans la petite frange Nord du pays faisant de l'arrière-pays une zone où l'écoulement est presque inexistant. Cette disparité est également présente entre l'Est et l'Ouest.

Les ressources en eau superficielles au Sahara sont localisées dans les piedmonts de l'Atlas saharien et dans les régions du Hoggar et du Tassili. Les pluies sont généralement rares et proviennent surtout du grand atlas marocain (Oued Guir) et du versant sud des Aurès.

Cette répartition spatiale de la ressource en eau qui est déjà une contrainte de localisation des populations et des activités agricoles en Algérie, le sera davantage, à moyen et long terme. Elle est, par conséquent, une variable clé de l'aménagement du territoire.

Pour atténuer ce déséquilibre, une meilleure gestion de la ressource en eau est impérative ; il s'agit de mettre en place des mesures simples qui permettent de dégager des réserves importantes du côté de l'offre (épuration, entretien des barrages, réduction des pertes du réseau, dessalement) et de la demande (tarification, contrôle du détournement des eaux).

En valeur relative, seuls 1,7 milliards de m³ (13,82 %) étaient régularisés dans les années 1980 pour passer à 6,44 milliards de m³ en 2009 (52,35 %). Certes un effort important a été entrepris par les pouvoirs publics mais beaucoup reste à faire car ces chiffres sont en fait la capacité théorique des barrages qui sont soumis à des réductions importantes en raison de l'envasement, des fuites et de la forte évaporation notamment en cas de sécheresse prolongée (Touati, 2010).

Au plan spatial donc, ces ressources en eau présentent les caractéristiques suivantes :

- elles sont concentrées sur la région Nord.
- elles sont plus importantes à l'Est qu'à l'Ouest.

I.3.2. Les potentialités en eau souterraine

Les potentialités en eaux souterraines directement exploitables sont évaluées, par les services techniques de l'ANRH et par la DGAIH, à 1,8 milliards de m³ dans la région Nord. Ces ressources sont relativement faciles à mobiliser et sont, aujourd'hui, exploitées à plus de 90%.

Dans le sud, les ressources en eau souterraines sont beaucoup plus importantes et sont contenues principalement dans des aquifères, qui s'étendent, pour certains, au delà même des frontières algériennes : il s'agit des nappes du Continental Intercalaire (CI) ou nappe albienne, et du Complexe Terminal (CT). Ces formations s'étendent sur des superficies respectives de 600.000

et 350.000 km². Elles recèlent, pour la première, pas moins de 45.000 km³ et selon PERENNES (1979), certains auteurs évaluent la capacité de l'aquifère entre 12.000 et 50.000 km³ et conservent les 12.000 km³ pour la réserve d'eau possible et réelle. Pour la seconde, les capacités sont plus modestes et évaluées entre 8 et 12.000 km³. En somme, les réserves théoriques des deux aquifères sont estimées à près de 60.000 km³. Si les volumes emmagasinés dans ces deux aquifères sont énormes, il ne faut pas perdre de vue qu'ils ne sont que très peu renouvelables pour ne pas dire qu'ils sont fossiles. La plus importante des nappes (albienne) est captée à de grandes profondeurs et est caractérisée par une eau chaude (60°), entartrant et une minéralisation de 2g/l.

Les nappes du Sahara septentrional sont exploitées à hauteur de 5 milliards de m³ par an, ce qui porte le total des ressources en eau exploitables souterraine et superficielle à 6,8 milliards de m³.

Jusqu'en 1980, date du premier réveil « hydraulique » suite à la grande sécheresse, ces eaux ont constitué l'essentiel de la ressource utilisée pour satisfaire la demande en eau potable notamment, relayée progressivement par les eaux superficielles mobilisées par les barrages.

Afin de répondre aux besoins des utilisateurs, ces eaux souterraines sont trop sollicités au point que des signes d'épuisement au niveau de certaines nappes de la région Nord (nappes du Ghriss à l'Ouest, de la Mitidja au Centre et de Bouteldja à l'Est) mais aussi sur les Hauts Plateaux (Chott Chergui à l'Ouest, nappes d'Ain Ouessara et Chott El Hodna au Centre) sont signalés, ces dernières décennies, suites aux effets néfastes de la sécheresse prolongée, de la pollution et de la mauvaise gestion. La surexploitation, avérée, des eaux souterraines dans certaines régions a entraîné la diminution, voire la disparition de l'artésianisme, le rabattement de la nappe et l'assèchement des forages peu profonds (Touati, 2010).

I.4. Le réseau hydrographique

Les géomorphologues ont observé depuis longtemps que la densité des cours d'eau était fonction, en particulier, de la nature des terrains. Le réseau hydrographique étant d'autant plus développé et complexe que le sol et le sous sol sont moins perméables, donc le ruissellement de surface est plus intense. Divers hydrologues ont même tenté de caractériser, par des paramètres, les bassins versants en fonction du développement du réseau hydrographique. Les deux principaux paramètres sont la densité du réseau et le coefficient de drainage (Touati, 2010).

Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie

La morphologie de l'Algérie faite de barrières montagneuses, organise un réseau hydrographique constitué de cours d'eau courts qui se jettent dans la mer (dans la zone septentrionale) ou dans les dépressions (dans la zone méridionale). Le Cheliff qui est un géant parmi eux, à 700 Km de long; la Medjerda n'en compte que 416 Km, tous les autres, moins de 300, et plusieurs ont moins de 200 Km de long, à signaler qu'aucun des oueds algériens n'est navigable. Ils prennent leur source à des altitudes oscillant autour de 1.200 m ; leur pente moyenne est donc rapide. Ils roulent des quantités d'eau irrégulières et médiocres (Gautier, 1911). C'est la conséquence, d'une part, du caractère morcelé du relief et d'autre part de l'étroitesse de la bande tellienne, qui ne dépasse jamais les 150 à 200 km de large. C'est pourquoi les cours d'eau sont brefs ; ils se nomment « oued » plutôt que rivière, réseau hiérarchisé, dont le débit croît régulièrement de la source vers l'embouchure. Un oued se présente avec un aspect, un débit, un mode d'alimentation et un nom qui varient tout au long du trajet.

Le régime des cours d'eau simple, de type pluvial méditerranéen, est très irrégulier ; en été, l'oued est souvent à sec, ou ne constitue qu'un petit filet d'eau, serpentant au milieu d'un lit très large, héritage des crues précédentes. En hiver, les crues sont brutales et les eaux charrient de grandes quantités de matériaux solides (Touati, 2010).

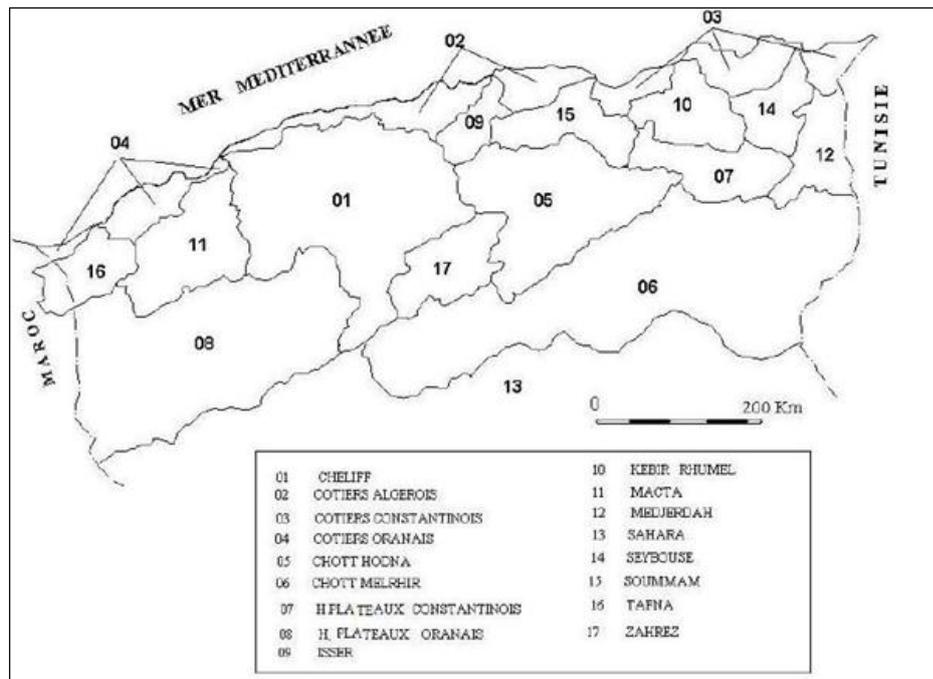
I.4.1. Les bassins versants

L'Algérie compte 11 bassins versants répartis d'ouest à l'est : la Tafna, la Macta, les côtières oranais, le Cheliff, les côtières algéroises, l'Isser, la Soummam, les côtières constantinoises, le Kebir – Rhumel, Seybouse, Medjerda – Mellegue. (Tableau 06).

Tableau (06) : les zones hydrologiques ou bassins versants algériens.

code	Bassin versant	Superficie (en km ²)	code	bassin versant	Superficie (en km ²)	code	bassin versant	Superficie (en km ²)
1	Cheliff	43.750	7	H. Plateaux constantinoises	9.578	13	Sahara	2.087.991
2	Côtières algéroises	11.972	8	H. Plateaux oranais	49.370	14	Seybouse	6.475
3	Côtières constantinoises	11.570	9	Isser	4.149	15	Soummam	9.125
4	Côtières oranais	5.831	10	Kebir Rhumel	8.815	16	Tafna	7.245
5	Chott Hodna	25.843	11	Macta	14.389	17	Zahrez	9.102
6	Chott Melghir	68.751	12	Medjerda	7.785			

Source : ANRH



Carte (01) : les bassins versants algérien.

La superficie de ces onze bassins versants est de 131.106 Km². Les potentialités hydriques de surface susceptibles d'être mobilisées sont représentées essentiellement par les apports suivants :

- 2 oueds dont les apports sont supérieurs à 1.000 Hm³ : le Cheliff (1.360 Hm³) et le Kebir Rhumel (1.038 Hm³) totalisent un apport moyen de 2.398 Hm³/an,
- 5 oueds dont les apports sont compris entre 500 et 1.000 Hm³: Sebaou (891 Hm³), Seybouse (761 Hm³), Soummam (636 Hm³), Kebir Est (595 Hm³) et Isser (527 Hm³) totalisant un apport moyen est de 3.410 Hm³/an,
- 11 oueds dont les apports sont compris entre 100 et 500 Hm³: Djendjen (336 Hm³), Tafna (317 Hm³), Sidi Khelifa, Kebir Ouest (310 Hm³), El Harrach (300 Hm³), Mazafran, Agrioun, Macta, Guebli, Draas et Kissir pour un total moyen de 2.530 Hm³/an,
- 16 oueds dont les apports sont compris entre 30 et 100 Hm³ : Damous, Safsaf, Oued El Arab, K'sob, Hamiz, Kramis, Messelmoun, Boudouaou, AssifNtaida, Oued El Hai, Oued El Abid, Ibahrisse, Sikkak, Allah, Chemoura et El Hai, totalisant un apport moyen de 718 Hm³/an, les apports des autres oueds sont de l'ordre de 2.134 Hm³/an.

Les bassins versants sont regroupés en trois zones (ANRH, 1993):

- Les bassins tributaires de la Méditerranée situés au nord de l'Algérie ont un apport moyen annuel estimé à 11 milliards de m³.

Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie

- Les bassins endoréiques occupant les Hautes Plaines dont les eaux se perdent en grande partie par évaporation dans les chotts. L'écoulement annuel moyen est estimé à 700 hm³.

- Les bassins sahariens apportent en moyenne 650 hm³ par an.

Il est à signaler la forte disparité entre l'ouest du pays, région riche en plaines mais peu arrosée et l'est, région montagneuse où s'écoulent les principaux oueds, comme le Kebir-Rhumel, la Soummam, les côtiers constantinois ou l'Isser. Seul le Cheliff représente un potentiel d'importance dans l'ouest (JJ PERENNES).

En effet, de ces 17 bassins versants, 8 sont situés dans la région Nord – Est, 5 en totalité (03,07, 10, 12 et 14) et 3 en partie (05, 06 et 15). Ces bassins versants peuvent être regroupés en trois catégories : - les bassins versants tributaires de la Méditerranée : la Soummam (15), les côtiers Constantinois (03), le Kébir-Rhumel (10), la Seybousse (14) et la Medjerda (12) ; ils ont une superficie de 43.766 km² et une pluviométrie annuelle qui varie entre 400 et 500 mm ;

- les bassins versants endoréiques : le chott Hodna (05) et les Hauts plateaux Constantinois (07) ; leur superficie est d'environ 35.000 km² et la pluviométrie annuelle moyenne est d'environ 400 mm.

- un bassin versant saharien : le chott Melrhir (06), avec une superficie d'environ 34.000 km² et une pluviométrie annuelle moyenne de 100 à 200 mm.

La trentaine de cours d'eau moyens et petits échancrent le Tell pour se précipiter vers la Méditerranée. Ils ont des débits irréguliers et les gorges qu'ils traversent constituent des sites logiques et potentiels de barrages. Au plan théorique, 250 sites utilisables ont été répertoriés.

Le territoire national est actuellement subdivisé en cinq régions hydrographiques qui sont gérés, depuis 1996, par des agences dénommées Agence de Bassin Hydrologique (ABH).

Outre la région hydrographique Sud, les 4 bassins délimités dans le Nord, sont, d'Ouest en Est les suivants : l'Oranie - Chott Chergui, le Cheliff – Zahrez, l'Algérois - Hodna - Soummam, le Constantinois - Seybousse – Mellegue (Touati, 2010).

I.4.2. Les barrages

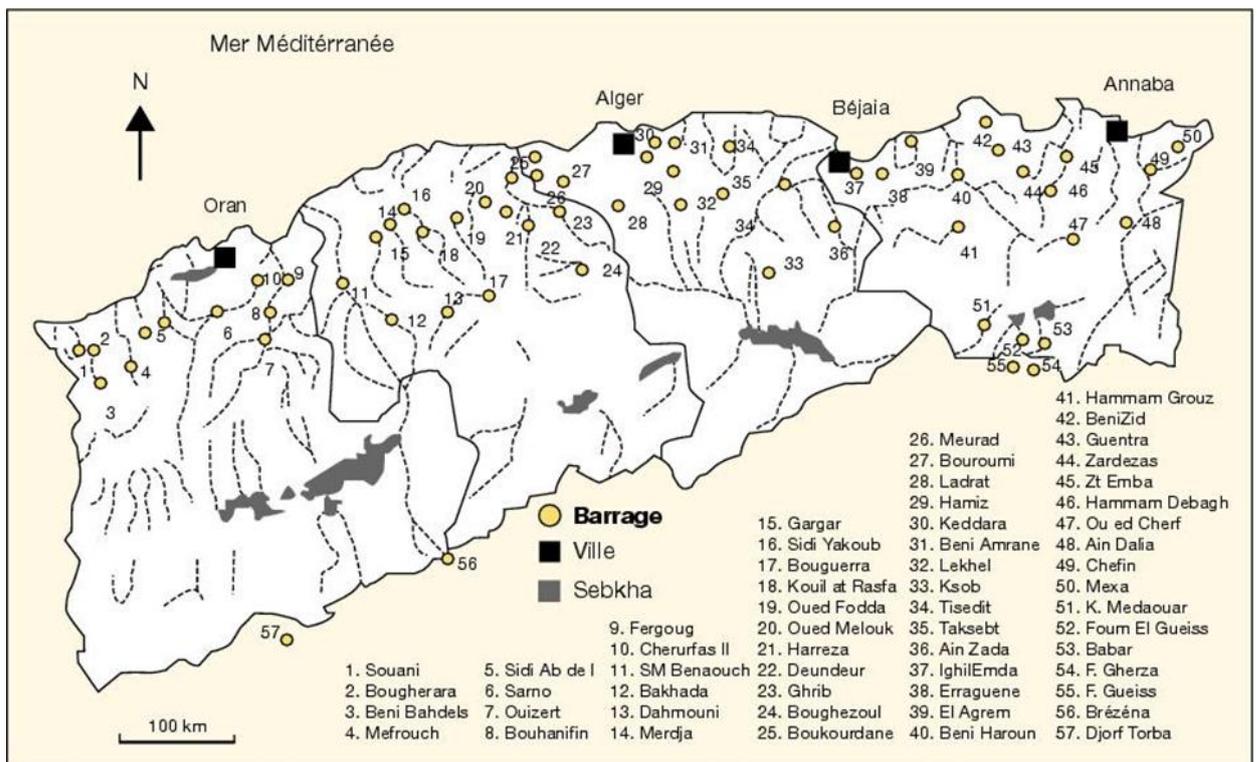
Depuis plusieurs décennies, la demande en eau dans le bassin méditerranéen est en forte hausse, du fait, notamment, de la croissance démographique, de l'extension des surfaces irriguées, du développement de l'industrie et du tourisme (Cudennec, 2007) Cela induit une forte baisse du volume disponible par habitant, alors qu'en 1995, la demande en eau représentait déjà 54 % des ressources en eau exploitables. Pour faire face à une demande toujours croissante, et à son pic estival qui correspond à une période de pluie quasi nulle, l'homme a comme principale

Chapitre I. Les Caractéristiques de milieu naturel en Algérie

alternative le recours à l'eau stockée soit naturellement dans les aquifères, soit artificiellement dans les barrages.

Pour de multiples raisons, la priorité a souvent été donnée aux barrages. Cela peut s'expliquer par des conditions hydrogéologiques trop mal connues ou peu favorables, mais aussi par la réalisation conjointe d'un autre objectif comme la protection contre les inondations ou la production d'électricité. Les considérations non scientifiques ne doivent pas non plus être oubliées : le goût des ministres pour les grands ouvrages, tels les barrages, qui, plus visibles que de petites réalisations, offrent facilement matière à inaugurations ; la préférence des autorités pour une gestion centralisée de la ressource, etc.

Les 57 grands barrages algériens permettent un stockage de 6,8 Gm³ ; ils sont 119 au Maroc pour un total d'environ 15 Gm³ et 23 en Tunisie pour un total de 1,6 Gm³. Le plus ancien de ces grands barrages, celui de Sig en Algérie, date de 1846 mais la plupart ont été réalisés dans les 40 dernières années. Ces valeurs de stockage potentiel peuvent être comparées à la demande en eau annuelle : 4,8 Gm³ en Algérie, 11,5 Gm³ au Maroc et 2,9 Gm³ en Tunisie.



Carte (02) : Répartition des barrages en exploitation dans le Nord algérien.

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

II.1. Les systèmes d'irrigation en Algérie

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

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

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

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

Ministère de l'agriculture dans le cadre de l'actuel Plan National de Développement Agricole dépassent 70.000 ha pour la micro irrigation). Le rapport traite de l'analyse des usages de l'irrigation, de l'évaluation des pratiques et de l'efficience des systèmes d'irrigation, des expériences acquises dans le diagnostic de la réhabilitation des réseaux, du diagnostic des infrastructures et donne des suggestions pour une bonne performance des systèmes d'irrigation en Algérie (Messahel et al.,2005).

II.2. Les principales raisons justifiant la faiblesse de l'irrigation

La mise en valeur hydro agricole accuse un immense retard compte tenu de nos potentialités, ainsi dans les GPI il est constaté : Sur les dix-sept (17) périmètres d'irrigation classés en exploitation dont la superficie équipée est de 173.350ha, moins de 100.000 ha (58%) sont irrigables et moins de 40.000 ha (23%) ont été en moyenne irrigués ces vingt (20) dernières années. Leur gestion est théoriquement assurée par 05 offices régionaux et 08 offices de wilaya dont plusieurs sont en cessation d'activité (Boumerdes, Bejaia, Saida...). Les volumes affectés à l'irrigation sont très inférieurs aux besoins. En plus de la réduction des ressources en eau affectées, les taux annuels de déperdition sont de l'ordre de 40 %. Ainsi, en 2002 les déperditions dans les GPI gérés par les quatre(04) OPIs régionaux ont représenté plus 40 millions de m³.

Les principales raisons justifiant la faiblesse de l'irrigation et les retards de réalisation dans les GPI sont:

- Manque de la ressource en eau;
- Vétusté des infrastructures des périmètres en exploitation;
- Mauvaises performances des organes de gestion;
- L'autorisation de programme totale accordée au développement des GPI à l'indicatif de l'AGID à fin 2002 (1987-2002) n'a représenté que 49,7 Milliards de Dinars dont près de 50% concernent des projets inscrits en 2001-2002. L'AP (Autorisation de Programme) totale de L'AGID à fin 2002 ne représente que 600 millions \$ US sur une quinzaine années soit 40 millions \$ US par an représentant 1,3% de la facture alimentaire annuelle payée en devise et 0,2% des ressources pétrolières annuelles moyennes;
- Multiplicité des institutions et intervenants concernés et faible coordination sectorielle et intersectorielle empêchant une approche intégrée de développement. Cette situation a engendré des décalages entre les ouvrages de mobilisation d'eau et les périmètres (plus de 100.000 ha concernés) ;

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

- Faiblesse et lourdeur de fonctionnement dans la conduite de la maîtrise d'ouvrage par des opérateurs à caractère administratif;
- Faiblesse des crédits de paiement annuels octroyés ; retards et complexité dans leur mise en place avec contrôle à priori inadéquat et procédures lentes de paiement;
- Faibles performances des entreprises et bureaux d'études nationaux chargés du programme hydro-agricole: certains projets durent plus de 15 années alors qu'ils ne devraient pas dépasser des délais de 5 années, soit des pertes annuelles importantes en production agricole de haute valeur ajoutée et de forts rendements sur plusieurs dizaines de milliers d'hectares (Mina, Guelma-Bouchegouf, Bas Chélif, SafSaf, etc.) ;
- Faibles performances et manque d'intérêt des bureaux d'études nationaux dans le domaine des études intégrées hydro-agricoles. La majorité des études réceptionnées ont été réalisées par des bureaux d'études étrangers seuls ou en groupement ; les retards ont été aggravés par les changements d'affectation des ressources en eau sans acte réglementaire de confirmation (Tarf, Isser Algérois, Moyen Cheliff...);
- Faiblesse et inadéquation en qualité et en quantité de la production nationale de conduites (en particulier béton) et autres intrants;
- Problèmes sécuritaires ayant provoqué l'arrêt de certains chantiers de 1994 à 2000 vu la spécificité des projets hydro agricoles qui s'étendent sur plusieurs dizaines de milliers d'hectares en zones rurales " sensibles " (AmraAbadia, Moyen Cheliff, Mitidja...).

Néanmoins les superficies irriguées en petite et moyenne hydraulique (PMH) ont fortement augmenté en passant de 350.000 ha en 2000 à 612.000 ha la fin de l'année 2003 (1.000.000 ha en 2012) .La majorité de la production agricole en irrigué est assurée par ce type d'irrigation pour laquelle une politique soutenue d'aménagement et d'appui financier a été menée depuis de nombreuses années au niveau des Fonds de Développement Agricole et des programmes retenus par le Ministère de l'Agriculture (Messahel et al.,2005).

II.3. Analyse des usages de l'irrigation

L'usage de l'irrigation en Algérie est très ancien comme en témoigne les vestiges de l'époque romaine (bassins, aqueducs.). Des techniques d'irrigation séculaires fonctionnent encore à ce jour.

Ces différentes techniques (foggaras, seguias, ceds, puits balanciers...) sont adaptées à un potentiel d'une grande diversité (plaines côtières, piémonts, hautes plaines, steppes, oasis.). La réalisation des grands périmètres algériens actuels a commencé durant la période coloniale.

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

II.3.1. Les grands périmètres d'irrigation (GPI)

Les grands périmètres d'irrigation existants, alimentés en eau essentiellement à partir des barrages sont au nombre de dix-sept (17) et totalisent une superficie équipée de l'ordre de 173.350 ha.

Les périmètres d'irrigation peuvent être classés en deux (02) catégories :

- Les périmètres anciens hérités de la colonisation avec une irrigation traditionnelle gravitaire (canaux et séguias) ;
- Les périmètres récents: réalisés après l'indépendance où domine une technique moderne d'irrigation : l'aspersion.

II.3.1.1. Les périmètres anciens

Au nombre de huit (08), ils ont été réalisés entre 1937 et 1960. Ils occupent une superficie équipée de l'ordre de 123.900 ha (Tableau 07).

Les infrastructures de ces périmètres étaient pour certains d'entre eux, dans un état de vétusté avancée, qui a eu pour conséquence une diminution des superficies irrigables. Tous ces périmètres sont faits ou font l'objet de travaux ou d'études de réhabilitation.

Tableau (07): Les grands périmètres Algériens réalisés avant 1962.

<i>Périmètre</i>	<i>Localisation (Wilaya)</i>	<i>Date de création</i>	<i>Superficie équipée (ha)</i>	<i>Superficie irrigable (ha)</i>	<i>Mode d'irrigation</i>
Moyen Cheliff	Chlef	1936	21.800	10.000	Gravitaire
Hamiz	Alger Boumerdes	1937	17.000	12.000	Mixte
Bas Cheliff	Relizane	1937	22.500	5.000	Gravitaire
Haut Cheliff	Ain-Defla	1941	20.200	16.000	Mixte
Habra	Mascara	1942	19.600	6.500	Gravitaire
Mina	Relizane	1943	9.600	5.000	Gravitaire
Sig	Mascara	1946	8.200	4.500	Gravitaire
K'sob	M'sila	1954	5.000	4.000	Gravitaire
			123.900	63.000	

II.3.1.2. Les périmètres récents

Ces périmètres au nombre de neuf (09) réalisés depuis 1970 sont pour la plupart équipés de réseaux sous pression permettant l'utilisation de techniques modernes d'irrigation. Ils représentent une superficie équipée de 49.450 ha (Tableau 08).

Tableau (08) : Les grands périmètres Algériens réalisés après 1962.

<i>Périmètre</i>	<i>Localisation (Wilaya)</i>	<i>Date de création</i>	<i>Superficie équipée (ha)</i>	<i>Superficie irrigable (ha)</i>	<i>Mode d'irrigation</i>
Soummam	Bejaia	1971	3.500	2.000	Sous pression
Maghnia	Tlemcen	1974	5.100	4.000	Sous pression
Ain -Skhouna	Saida	1974	2.850	2.000	Sous pression
Abadla	Bechar	1974	5.400	4.500	Gravitaire
Bounamoussa	El Tarf	1977	16.500	14.800	Sous pression
Isser-Sebaou	Tizi Ouzou	1983	3.700	2.000	Sous pression
Mitidja Ouest	Tipaza Blida	1988	8.600	7.500	Sous pression
Arribs	Bouira	1988	2.200	2.000	Sous pression
M'chedellah	Bouira	1988	1.600	1.400	Sous pression
			<i>49.450</i>	<i>40.200</i>	

II.3.1.3. Evaluation et contraintes

Le secteur hydro agricole en Algérie, en particulier sur les grands périmètres irrigués, fait face à de grandes difficultés, d'ordre technique, financier et organisationnel. Ainsi, moins de 40.000 ha ont été, en moyenne, irrigués ces 20 dernières années dans les GPI (OPI régionaux et Offices de Wilaya), et dans certains cas, avec une dose minimale de « survie ».

Dans le cadre de l'appui à l'amélioration de la gestion de l'eau agricole en Algérie, deux missions d'experts de **BRL** ingénierie ont été organisées à la fin de l'année 2001. Ces missions s'inscrivaient en particulier dans la perspective de la réforme institutionnelle du secteur, et du projet de création de l'ONID (Office National de l'irrigation et du Drainage),

Une première mission où l'ensemble des acteurs de l'irrigation en Algérie ont été réunis en un atelier réalisé selon la méthode de la planification de projets par objectifs (PPO), avait notamment permis d'identifier les points de blocage du secteur hydro agricole ressentis par ces différents acteurs. Ils se résument comme suit :

II.3.1.3.1 Un manque crucial de ressources en eau dans les GPI

La superficie irriguée limitée est due en premier lieu à un manque de ressources en eau disponible. Les volumes distribués n'ont ainsi pas dépassé 200 millions de m³ /an depuis 1984, alors que les besoins pour les surfaces actuellement équipées et irrigables (100 000 ha) sont de l'ordre de 500 millions de m³ avec une dose moyenne de 5 000 m³ /ha (40% seulement des besoins ont été satisfaits – cette situation est très variable selon les périmètres).

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

Compte tenu de l'efficience des systèmes (actuellement de 50 à 80%), ce sont plus de 700 millions de m³ qui seraient à mobiliser (si l'on considère une efficience moyenne de 70%). La sécheresse qui a sévi dernièrement justifie partiellement cette limitation des ressources en eau et la faiblesse des superficies irriguées dans l'ensemble du pays.

Elle est aggravée par de nombreux facteurs externes au secteur hydro agricole, parmi lesquels on peut notamment citer les points suivants :

1. La faiblesse en matière de planification des ressources en eau, liée notamment au manque de coordination sectorielle et intersectorielle. La pénurie d'eau peut être ainsi le résultat de retards dans la mise en service des ouvrages de mobilisation et de transfert de la ressource (cas de la Mitidja et la Bounamoussa). Des efforts en vue d'une meilleure planification ont toutefois été réalisés dernièrement, avec un travail de coordination dans le cadre d'un groupe de réflexion interministériel;
2. Les conflits avec les autres usages : l'AEP et les usages industriels sont prioritaires, et les dotations à l'irrigation, décidées chaque année par arbitrage du MRE, se voient très souvent limitées à la portion congrue (pratiquement zéro en 2003 pour la Mitidja), ne permettant même pas une irrigation de survie;
3. L'absence d'outils pour gérer cette situation (prévision ; définition des règles de gestion de la pénurie ; communication ; tarification).

A ces facteurs externes, il faut également ajouter d'autres facteurs, internes au système cette fois, aggravant ce phénomène:

1. la dégradation alarmante des infrastructures par manque d'entretien (élément évidemment à rattacher au manque de moyens),
2. les importantes pertes dans les réseaux,
3. les gaspillages facilités par le faible prix de l'eau agricole.

II.3.1.3.2. Une situation financière difficile pour les organismes de gestion

L'analyse rapide effectuée par l'étude CNAT en 2001 sur les OPI Régionaux (bilan sur 3 années, de 97/98 à 99/00) a permis de constater que :

- l'activité exploitation est très souvent déficitaire au cours des 3 dernières années sur l'ensemble des offices.
- Les recettes de ventes d'eau sont très variables d'une année à l'autre. Cela s'explique par les variations d'attribution des ressources en eau, qui se répercutent sur les surfaces irriguées.

La relation « Résultat d'exploitation/Volume distribué » reste forte, or cette composante du résultat n'est absolument pas maîtrisée par les OPI. Toutefois dans certains cas (El Tarf) le déficit augmente avec les ventes d'eau (le prix de l'eau ne couvre pas les charges d'énergie).

Enfin, il faut souligner que la situation est bien pire pour les Offices de wilaya, dont certains ont cessé toute activité.

II.3.1.3.3. Une faiblesse de l'entretien et des pertes du patrimoine de l'Etat

Comme indiqué précédemment, moins de 40 000 ha (23%) avaient été, en moyenne, réellement irriguées ces 20 dernières années. Ainsi et de manière générale, le très faible taux d'utilisation des grands périmètres irrigués entraîne une valorisation très réduite du patrimoine de l'Etat, patrimoine pourtant constitué à grands frais (8 000 à 10 000 € /ha).

Une déperdition importante d'hectares équipées est intervenue, accélérée par le mauvais entretien des réseaux et des équipements.

Compte tenu de leurs difficultés financières, les OPI ne peuvent respecter le cahier des charges des concessions, et ne prennent en réalité en charge directement que la maintenance courante, minimale des réseaux d'irrigation. Le renouvellement des équipements n'est pas réalisé (d'où l'état très dégradé de certains périmètres).

Certains périmètres sont vétustes, ils n'assurent plus la qualité du service requis et nécessitent une réhabilitation à court terme.

La situation des infrastructures des Offices de wilaya est encore pire, même si l'on rencontre aussi une forte variabilité de situation entre les sept offices de wilaya. Certains fonctionnent à

peu près, d'autres ont cessé leurs activités et les infrastructures sont perdues (Messahel et al., 2005).

II.3.2. La petite et moyenne hydraulique (PMH)

L'irrigation en Algérie s'est aujourd'hui essentiellement développée dans le cadre de la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH)

La grande majorité des superficies irriguées concerne en fait la PMH, qui, avec une moyenne annuelle de 300.000 ha/an irrigués, représente aujourd'hui 88% des superficies irriguées totales du pays. Ce développement de la PMH, en général à partir de forages et puits, soulève toutefois de nombreuses questions sur son avenir et sa durabilité dans certaines zones. Les diagnostics effectués confirment en effet un développement assez anarchique de milliers de forages et puits, dont l'exploitation porte souvent un préjudice irréversible aux nappes souterraines.

En ce qui concerne le développement de la PMH à partir de ressources superficielles, environ un millier de retenues collinaires ont été réalisées. Ces investissements ont malheureusement souvent été effectués hâtivement sur la base d'études sommaires, et plus de 50% de ces retenues collinaires réalisés sur fonds public ont été perdues (tableau 09,10 et 11).

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

Tableau (09): Répartition des superficies irriguées en PMH par nature de la ressource en eau
Campagne d'irrigation 2003.

CW	WILAYA	S.A.U	superficie irriguée par nature de la ressource														TOTAL	
			P.Barrage		Retenue collinaire		Forages			Puits		au fils de l'eau		Sources		Autres		
			Nbr	Super	Nbr	Super	Nbr	Fo. Pub	Super	Nbr	Super	Nbr	Super	Nbr	Super	Nbr		Super
1	Adrar	38 350					304		2 550	4 898	12 535	0	0	0	0	707	8 750	23 835
2	Chlef	203 320			4	18	1 808		9 050	1 254	3 406	147	2 245	26	50			14 769
3	Laghouat	71 087	1	150		172	228	204	3 439	3 081	13 432	274	281	143	308			17 782
4	O.E. Bouaghi	361 689			3		33		427	3 076	6 273	2	103	4	50			6 853
5	Batna	422 677					865		9 429	6 150	8 700	250	1 700					19 829
6	Béjaia	129 170			7	75	44		2 490	1 622	2 450	550	1 475	13	110			6 600
7	Biskra	154 271	1	1 000	0	0	7 193		52 926	4 544	22 800							76 726
8	Bechar	21 300					200		8 790	4 053		0	0	2	50	0	0	8 840
9	Blida	56 000			2		2 284		21 601	286	617	57	534	21	250	2	3	23 005
10	Bouira	179 682	1		29	115	120		291	2 880	1 229		1 156		193			2 983
11	Tamanrasset	25 440					128		3 731	1 195	3 485					36	216	7 432
12	Tebessa	311 992	0	0	0	0	992		9 787	1 600	1 920							11 707
13	Tlemcen	353 000	7	312	14	73	1 106		5 931	1 981	4 694		7 539					18 549
14	Tiaret	704 650			2	405	1 173		2 767	1 733	11 066	421	697	331	31			14 966
15	Tizi-Ouzou	93 820	4	637	83	548	77		676	1 410	1 184	335	2 497	329	86			5 628
16	Alger	35 726					1 570		9 128	1 391	3 423			7	32			12 583
17	Djelfa	378 665	0	0	0	0	1 020		9 700	4 370	5 600	5	1 570	117	673	0	0	17 543
18	Jijel	43 649	5	67	21	314	4	4	180	2 061	1 792	58	2 961	718	559			5 873
19	Setif	360 486	2	0	9	1 200	2 013		5 581	6 396	3 810					1	800	11 391
20	Saida	307 000	0	0	2	100	345	7	1 825	252	300	4	750	0	0	0	0	2 975
21	Skikda	122 500		668	24	290	23	14	340	814	1 222		7 680					10 200
22	Sidi Bel Abes	357 076	0	0	0	0	95		682	1 422	3 951	3	163	30	53	261		5 110
23	Annaba	48 177	0	0	82	870	62	6	271	554	483	35	329	6	21			1 974
24	Guelma	182 305	1	135	10	100	5		50	326	610	16	7 969	380	380			9 244
25	Constantine	128 230			10	402	11		83	101	174		576	49	710			1 944
26	Médéa	335 660	11	410	24	69	632		3 210	1 612	1 984	100	1 526	155	120			7 318
27	Mostaganem	132 268	1	40	5	84	6		98	8 420	20 346				932			21 500
28	M'Sila	269 776	1	800			2 082		21 225	7 365	7 625	238	1 900					31 550
29	Mascara	306 150					535	9	3 210	2 398	4 796							8 006
30	Ouargla	31 772					927		18 637	40	297							18 934
31	Oran	90 270	0	0	0	0	18		180	1 897	5 116			9	30			5 326
32	El Bayadh	71 702	3	1 195	6	205	260		3 200	90	339	0	0	137	191	0	0	5 130
33	Illizi	1 270	0	0	0	0	75		480	395	790	0	0	0	0	0	0	1 270
34	Bordj BouArer	185 680	3	50	0	0	891		1 997	2 694	2 806	14	347					5 200
35	Boumerdes	65 755	3		45	250	255	0	3 200	1 083	3 300	10	784	21	55	1	1 065	8 654
36	El Tarf	72 000			6	20	109		3 500	236	1 600	200	4 500	5	430			10 050
37	Tindouf	421					15	2	228	217	193							421
38	Tissemsilt	143 471	2	150	4	60	757		2 500	1 326	1 500	750	1 500					5 710
39	El Oued	46 919					525	15	20 000	13 367	25 212							45 212
40	Khenchela	214 064	1	727	2	30	1 337	74	12 520	4 185	4 922		2 159					20 358
41	Souk Ahras	253 606	3	830	2	100	10		150	84	100	67	2 000	2	220	2	15	3 415
42	Tipasa	64 772	1	330	2	40	614		9 251	2 373	1 131		130	176	190			11 072
43	Mila	237 177					457		2 557	873	1 641	323	2 619	279	480			7 298
44	Ain Defla	181 676			7	30	860	12	18 830	6 350	4 280	420	3 375	220	365			26 880
45	Naama	20 395			2	25	173	34	1 700	1 562	2 175							3 900
46	Ain Temouchent	180 184	2	274	5	78	84	2	478	758	1 816		928		46			3 620
47	Ghardaia	18 209	0	0	0	0	201		9 290	3 805	3 800	0	0	0	0	0	0	13 090
48	Relizane	251 800					115		1 884	2 015	7 625	4	424	12	102			10 035
TOTAL		8 265 259	53	7 775	412	5 673	32 641	383	300 050	120 595	218 549	4 283	62 416	3 192	6 717	749	11 110	612 289
			1,3%		0,9%		49,0%			35,7%		10,2%		1,1%		1,8%		100,0%

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

Tableau (10): Répartition des superficies irriguées en PMH par types de systèmes d'irrigation Campagne d'irrigation 2003.

CW	WILAYA	S.A.U (ha)	superficie irriguée par système d'irrigation			TOTAL (ha)
			Gravitaire (ha)	Aspersion (ha)	Goutte à goutte (ha)	
1	Adrar	38 350	17 666	2 745	3 424	23 835
2	Chlef	203 320	9 181	4 951	637	14 769
3	Laghouat	71 087	13 833	1 725	2 224	17 782
4	O.E.Bouaghi	361 689	6 474	320	59	6 853
5	Batna	422 677	14 129	4 050	1 650	19 829
6	Béjaia	129 170	5 850	483	267	6 600
7	Biskra	154 271	60 157	2 130	14 439	76 726
8	Bechar	21 300	7 005	47	1 788	8 840
9	Blida	56 000	19 637	798	2 570	23 005
10	Bouira	179 682	2 372	481	130	2 983
11	Tamanrasset	25 440	6 383	8	1 041	7 432
12	Tebessa	311 992	8 270	2 960	477	11 707
13	Tlemcen	353 000	10 549	5 000	3 000	18 549
14	Tiaret	704 650	6 416	6 082	2 468	14 966
15	Tizi-Ouzou	93 820	1 705	3 769	154	5 628
16	Alger	35 726	11 799	448	336	12 583
17	Djelfa	378 665	11 728	2 330	3 485	17 543
18	Jijel	43 649	5 695	50	128	5 873
19	Setif	360 486	7 300	3 943	148	11 391
20	Saida	307 000	793	1 300	882	2 975
21	Skikda	122 500	8 800	1 276	124	10 200
22	Sidi Bel Abes	357 076	3 140	450	1 520	5 110
23	Annaba	48 177	616	1 304	54	1 974
24	Guelma	182 305	2 876	6 036	332	9 244
25	Constantine	128 230	1 190	661	94	1 944
26	Médéa	335 660	3 318	3 400	600	7 318
27	Mostaganem	132 268	18 339	1 380	1 781	21 500
28	M'Sila	269 776	22 915	7 175	1 460	31 550
29	Mascara	306 150	8 006			8 006
30	Ouargla	31 772	17 290	1 094	550	18 934
31	Oran	90 270	4 335	85	906	5 326
32	El Bayadh	71 702	4 070	311	749	5 130
33	Illizi	1 270	800	4	467	1 270
34	Bordj Bou Arreridj	185 680	3 990	669	541	5 200
35	Boumerdes	65 755	5 400	2 650	604	8 654
36	El Tarf	72 000	7 305	2 245	500	10 050
37	Tindouf	421	91	13	317	421
38	Tissemsilt	143 471	1 210	500	4 000	5 710
39	El Oued	46 919	34 410	3 823	6 979	45 212
40	Khenchela	214 064	19 007	600	751	20 358
41	Souk Ahras	253 606	1 375	2 040		3 415
42	Tipasa	64 772	7 676	353	3 044	11 072
43	Mila	237 177	2 518	4 598	182	7 298
44	Ain Defla	181 676	890	23 740	2 250	26 880
45	Naama	20 395	1 534	1 200	1 166	3 900
46	Ain Temouchent	180 184	2 606	336	678	3 620
47	Ghardaia	18 209	9 710	1 379	2 001	13 090
48	Relizane	251 800	9 309	395	331	10 035
TOTAL		8 265 259	429 666	111 336	71 287	612 289
			70%	18%	12%	100%

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

Tableau (11): Répartition des superficies irriguées en PMH par type de cultures Campagne d'irrigation 2003.

<i>Répartition de la superficie par type de culture</i>					
<i>Maraichage (ha)</i>	<i>Arboriculture (ha)</i>	<i>G. Culture (ha)</i>	<i>C. Industrielle (ha)</i>	<i>autres (ha)</i>	<i>TOTAL (ha)</i>
2 542,0	14 163	6 523	607		23 835
7 169	4 723	2 450	427		14 769
4 259	3 618	9 860	45		17 782
3 439	130	2 131	1 153		6 853
6 511	11 757	651	910		19 829
3 646	2 685	42	227		6 600
19 595	36 690	19 018	1 423		76 726
1 430	5 970	1 440	0		8 840
2 562	19 767	136	50	490	23 005
1 071	1 649	264			2 983
1 246	4 000	1 284	902		7 432
2 475	5 837	3 395			11 707
11 029	5 978	1 500	42		18 549
8 039	947	5 980			14 966
3 134	1 725	761	9		5 628
7 053	5 087	150	293		12 583
4 399	8 093	5 051	0	0	17 543
3 317	1 931		625		5 873
6 601	2 219	880	1 035	656	11 391
1 050	1 376	549	0	0	2 975
4 560	1 350	490	3 800		10 200
2 653	1 850		160	447	5 110
895	646	0	433	0	1 974
4 386	2 710	341	1 807		9 244
920	1 024				1 944
3 841	3 463	15			7 318
14 350	6 702		250	198	21 500
11 071	12 229	8 010	240		31 550
8 006					8 006
184	18 509	226	15		18 934
1 941	2 424	31		931	5 326
3 130	2 000	0	0	0	5 130
148	1 065	57			1 270
1 673	2 028	1 499			5 200
3 500	4 954	200			8 654
3 310	1 895	155	4 690		10 050
91	317	13	0	0	421
350	4 000	1 360	0	0	5 710
7 443	29 952	5 922	1 895		45 212
3 421	6 000	7 100	3 237	600	20 358
1 435	1 372	608			3 415
4 552	4 800	940	500	280	11 072
3 843	1 890	1 556	9		7 298
13 845	7 635	5 370	30		26 880
1 510	1 190	1 200			3 900
1 519	890	10	1 201		3 620
2 320	8 150	2 070	400	150	13 090
5 717	3 398	315	605		10 035
211 179	270 786	99 553	27 019	3 752	612 289
34%	44%	16%	4%	1%	100%

II.4. Evaluation Des Pratiques Et De L'efficience Des Systèmes D'irrigations

II.4.1. Evaluation des pratiques d'irrigation

Sur les 173.350 ha équipés dans les grands périmètres d'irrigation, 120.000 ha environ fonctionnent en gravitaire. Les systèmes d'irrigation sous pression couvrent environ 40.000 ha et concernent les périmètres récents.

Pour les grands périmètres d'irrigation, les faibles dotations en eau de ces dernières années sont fixées pour chaque campagne d'irrigation par une circulaire ministérielle, le plus souvent courant mars, voire avril ; et sont en tout état de cause sans commune mesure avec les volumes demandés. Cette démarche est doublement pénalisante parce qu'elle rend aléatoire l'assiette des recettes des organismes gestionnaires, et interdit la mise en place des plans de culture optimaux retenus par les études.

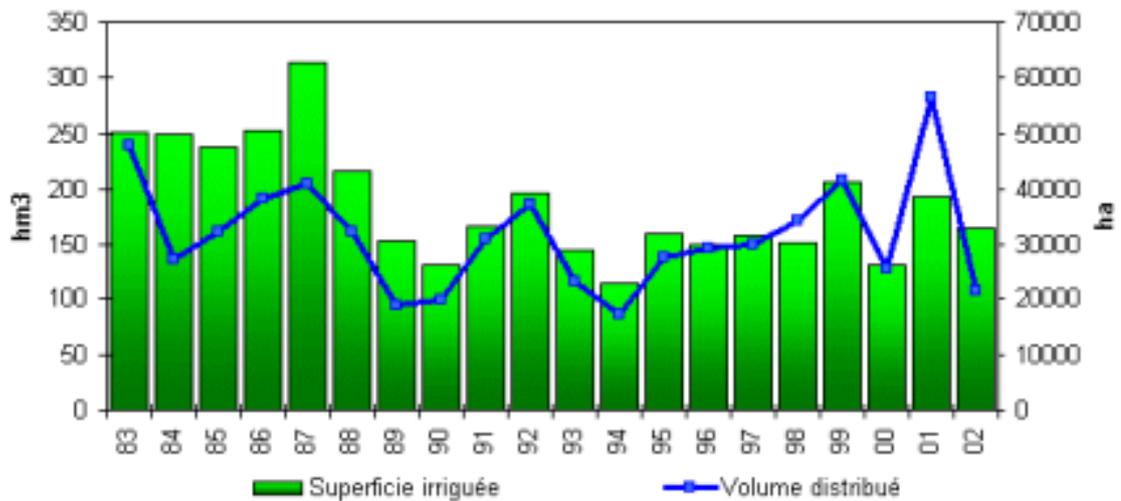


Figure (02) : Superficie irriguée et volume distribué dans les grands périmètres irrigués depuis 1983.

En plus du manque chronique de la ressource en eau, s'ajoutent les faibles performances des ouvrages qui souffrent d'un déficit d'entretien lié à la situation financière négative des OPI.

La qualité du service de l'eau est insuffisante faute d'une maintenance efficiente (perturbation des irrigations causées par des casses et le manque de pièces de rechange) ; ce qui explique entre autre la perte de confiance des usagers de l'eau dans la mise à leurs dispositions des ressources eau par les organismes gestionnaires.

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

Cette situation a pour conséquence des relations difficiles entre les usagers et les OPI d'où : piquages ou pompages illicites, réalisation et utilisation des forages illicites dans les nappes, non-acquittement des redevances, non-respect des plans culturaux, refus de souscrire à l'irrigation par rapport à la nature des cultures, vandalisme.

Par ailleurs, la tarification de l'eau agricole n'est plus adaptée aux réalités économiques actuelles. Le tarif de l'eau agricole en vigueur depuis 1995 par périmètre de l'ordre de 1 à 1,25 DA/m³ selon les périmètres. Alors qu'il est le facteur essentiel pour une garantie de la production et un accroissement des rendements, il représente selon les cultures, moins de 14 % des charges de production en irrigué.

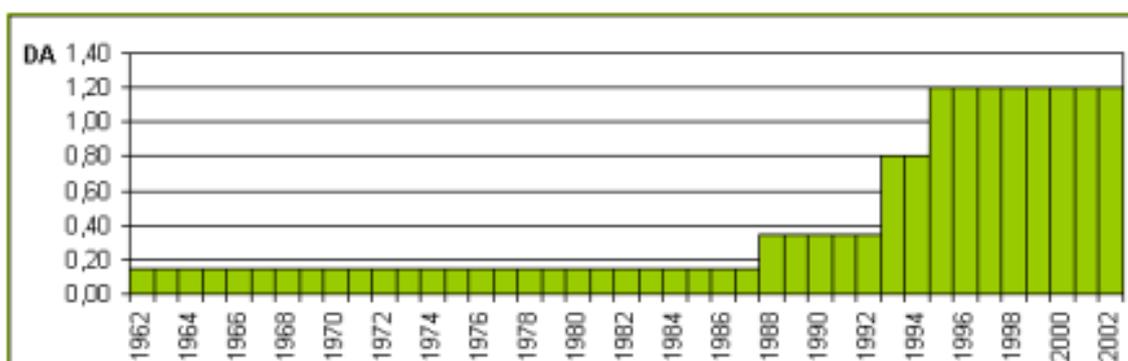


Figure (03) : Évolution des tarifs d'eau d'irrigation.

Ainsi, la situation de l'irrigation en Algérie peut se résumer comme suit :

- 70% de la superficie est équipée en gravitaire ;
- Mauvaise qualité de service des OPI et ressource en eau non garantie ;
- Vulgarisation des nouvelles techniques d'irrigation très insuffisante ;
- Coût de l'énergie et des équipements à la parcelle relativement élevé ;
- Tarification de l'eau dérisoire.

Tous ces éléments font qu'il n'y a aucune incitation réelle à la pratique des techniques d'irrigation économisatrices d'eau. Donc, paradoxalement, la pratique dominante actuellement dans nos périmètres est l'irrigation à la raie.

Cependant, pour encourager les techniques économisatrices d'eau, le Ministère de l'Agriculture a retenu un important programme de subvention dans le cadre du FNDRA. (plus de 100.000 ha concernés sur plusieurs années avec des financements pouvant aller jusqu'à 80%).

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

II.4.2. Efficience des systèmes d'irrigations

Les responsabilités respectives des OPI et de l'Etat (représenté par l'AGID) en matière de maintenance sont définies par décret 85-260 : les OPI sont chargés de l'entretien courant et du renouvellement du matériel fongible tel que défini par le décret; l'Etat est chargé du renouvellement des infrastructures hydrauliques.

Compte tenu des ressources financières très limitées, les OPI n'assurent en réalité que la maintenance courante; il n'y a pas de programme pluriannuel de remplacement du matériel fongible à la charge des OPI. L'absence de ce programme pluriannuel des grosses réparations et de renouvellement à la charge du concédant, se matérialise par une dégradation quasi continue des ouvrages.

L'AGID tente, tant bien que mal, de remédier à cette situation en lançant des opérations de grosses réparations et en confiant généralement les travaux aux OPIs. Cependant, l'efficience « réseau » reste faible.

Par ailleurs, les lâchers d'eau à partir des barrages se font dans les oueds. En plus des pertes naturelles liées à ce genre d'adduction, le pompage illicite constitue une part très importante des pertes de parcours. Malgré cela, l'efficience parcours observée (Tableau12) reste très acceptable. Si des efforts sont entrepris grâce au FNDRA pour l'amélioration de l'efficience à la parcelle, une attention particulière doit être accordée à l'amélioration des efficacités de parcours et de distribution.

Cette efficience se situe actuellement autour de 65%. La ramener à 85% se traduirait par un gain allant de 40 hm³ (situation de sécheresse) à 120 hm³ (situation normale) (Messahel et al.,2005).

Tableau (12) : L'efficience d'adduction et de distribution des périmètres gérés par les OPI Régionaux de 1994-2002.

Année	Volume (hm ³)			Efficience (%)		
	Lâché	M.T.R	Distribué	Parcours	Distribution	Globale
1994	117,32	103,49	85,69	88	83	73
1995	220,68	166,34	138,69	75	83	62
1996	231,23	200,00	146,17	87	73	63
1997	241,89	202,54	151,00	84	75	63
1998	296,94	224,90	172,70	76	77	58
1999	338,60	250,42	208,40	74	83	62
2000	184,68	150,71	129,52	82	86	70
2001	283,72	229,15	201,77	81	88	71
2002	264,58	220,3	207,00	83	94	78

II.5. Analyse Des Connaissances, Des Méthodes Et Des Modes De Gestion

La gestion, l'exploitation et l'entretien des équipements de grande hydraulique, ainsi que les tâches d'appui relatives l'utilisation de l'eau sont concédés aux offices d'irrigation, établissements publics à caractère industriel et commercial, actuellement au nombre de onze et dont la tutelle est assurée selon leur taille, soit par le Ministère chargé de l'Hydraulique agricole, soit par la Wilaya.

La gestion des infrastructures de petite et moyenne hydraulique est organisée en coopérative d'irrigation et de drainage ou en association et regroupe les irrigants à des fins d'exploitation en commun des infrastructures d'irrigation.

II.5.1. La gestion des grands périmètres

Les périmètres étaient gérés jusqu'en 1986 par les subdivisions d'exploitations rattachées aux Directions de l'Hydraulique de Wilaya. Cette gestion à caractère administratif présentait de nombreux inconvénients techniques et financiers.

Des mesures de restructuration ont été opérées en octobre 1985 avec pour objectif de redynamiser les activités de gestion, d'exploitation et de maintenance entretien. Ces mesures étaient les suivantes:

- création d'offices de gestion et d'exploitation des périmètres irrigués : 4 offices régionaux 3(OPI) ont été érigés suivis peu à peu par 7 offices de wilaya 4.
- établissement des statuts-types des OPI et surtout du cahier des charges portant concession des activités de gestion, exploitation et entretien des périmètres.

Les statuts prévoient le fonctionnement de conseils d'orientation composés de représentants des différents interlocuteurs officiels des OPI et des représentants des agriculteurs (Chambres de l'agriculture).

Les cahiers des charges donnent lieu à l'établissement formel d'actes de concession déterminant les règles essentielles de cette concession : patrimoine concédé, relations Etat-OPI- usagers etc...

La création de l'Agence Nationale de Réalisation et de Gestion des Infrastructures Hydrauliques pour l'Irrigation et le Drainage (A.G.I.D) intervenue en 1987 et concrétisée à partir de 1988 a

donné à cette dernière les missions de coordination et de soutien des OPI, de préparation et de bilan des campagnes d'irrigation.

II.5.2. Organisation actuelle de la gestion

Cette gestion est assurée théoriquement à 2 niveaux:

II.5.2.1. Au niveau central

Des plans annuels de répartition et d'utilisation des ressources en eau sont définis chaque année par le Ministère des Ressources en Eau sur la base des bilans d'exploitations des réserves et compte tenu des caractéristiques hydro pluviométriques de la période écoulée.

Ces plans annuels font l'objet d'une circulaire portant "campagne d'irrigation" et diffusée généralement au mois de mars de chaque année. Des modifications de ces plans annuels peuvent être apportées en début de saison estivale dans la mesure où la situation hydrologique évolue favorablement ou défavorablement par les apports de printemps.

Depuis une vingtaine d'années, le Ministère des ressources en Eau a géré la pénurie et a priorisé l'Alimentation en Eau Potable et Industrielle (AEPI).

II.5.2.2. Au niveau de chaque OPI et périmètre

Le plan annuel de répartition étant défini, l'Office des Périmètres d'irrigation doit assurer une exploitation rationnelle de la ressource en eau disponible sur la base des plans de cultures arrêtés en début de campagne, en concertation avec les autorités et services locaux ainsi que les représentants des agriculteurs et compte tenu:

- des besoins des cultures,
- de l'efficience des réseaux,
- des pertes de parcours.

Lorsque la ressource en eau provient d'un barrage, la coordination doit être établie avec le service d'exploitation du barrage. Dans le cas où la ressource provient d'une nappe souterraine, l'O.P.I est tenu, en collaboration avec l'A.N.R.H, de contrôler par des relevés piézométriques le rabattement des nappes.

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

Par ailleurs l'O.P.I doit assurer la maintenance des conduites et canaux d'irrigation ainsi que la bonne marche des équipements hydro et électromécaniques. Il doit effectuer les travaux d'entretien nécessaires au bon fonctionnement des réseaux d'assainissement, de drainage, pistes...

En outre, il est censé développer des actions d'appui à la production agricole et d'intensification des activités se rapportant :

- la préparation des sols,
- la nature et les modes d'irrigation,
- le plan d'équipement des parcelles,
- la vulgarisation des techniques d'irrigation

Il doit veiller la protection, la conservation et la meilleure utilisation des ressources en eaux et en sols par un suivi et un contrôle permanent.

Toutes les activités des OPI sont censées être menées en relation constante avec les services de l'AGID, qui dispose d'une Direction de la gestion et de l'exploitation (Messahel et al.,2005).

II.6. La Stratégie Du Secteur Des Ressources En Eau

La politique de l'Algérie, notamment en matière économique, a beaucoup évolué au cours des dernières années. On peut la qualifier à partir des quelques objectifs suivants:

- « diminution du rôle de l'Etat dans la sphère économique et développement de l'initiative privé » ;
- « ouverture aux marchés extérieurs » ;
- « décentralisation ».

Cette nouvelle vision du développement du pays se traduit aussi par de nouvelles instructions de l'administration, telle que très récemment l'instruction du ministère des finances du 4 août 2002 portant modification du mode de gestion des investissements d'équipement public. Cette instruction, à visée décentralisatrice, ambitionne à développer le pouvoir et les capacités au niveau des wilayas.

La politique de l'eau a également fortement évoluée ces dernières années en Algérie. En 1995, une nouvelle politique de l'eau a été mise en place, basée sur des principes nouveaux de gestion intégrée, participative, économique et écologique. Cette nouvelle politique s'est concrétisée

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

notamment par la création de cinq agences de bassin hydrographique et de comités de bassin. Des réformes institutionnelles importantes ont aussi été engagées plus récemment :

- création d'un ministère spécifique des ressources en eau (1999) ;
- création de l'Algérienne des Eaux (ADE) et de l'Office National de l'Assainissement (ONA) ;
- transformation des statuts d'EPA en EPIC de l'ANB et de l'AGID (en projet).

En relation avec les évolutions économiques en cours, l'ouverture vers le secteur privé et d'autres formes de gestion plus efficaces, telles que l'affermage, la concession et le BOT, est préconisé par le MRE.

Les grands axes de la stratégie du ministère sont ainsi les suivants :

- la maîtrise des connaissances (ressources, besoins);
- la protection du patrimoine existant ;
- la mobilisation des ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles ;
- une nouvelle stratégie de gestion ; celle-ci inclue notamment les réformes institutionnelles précédemment mentionnées, des réformes juridiques, l'introduction de nouvelles formules de partenariat avec le secteur privé, la gestion de la demande, la révision du système tarifaire, un programme de communication et de sensibilisation à l'économie de l'eau et à la préservation de la qualité.

De manière générale, une plus forte participation des divers usagers est recherchée. Cette participation des usagers doit se refléter au niveau des équilibres financiers des différents services liés à l'eau, par la recherche d'une tarification plus adaptée.

Des études tarifaires sur l'eau potable, l'assainissement et l'irrigation ont ainsi été lancées par le ministère des ressources en eau.

Le projet de réforme institutionnelle du secteur hydro agricole va devoir s'insérer dans ce cadre global de développement de l'Algérie. L'organisation institutionnelle du secteur doit ainsi prendre en compte les axes suivants :

- décentralisation ;
- développement de l'implication des usagers ;

- augmentation de la participation du secteur privé;
- recherche d'équilibre financier de la gestion des périmètres irrigués ;
- conservation des ouvrages réalisés avec des financements publics, en grande comme en petite et moyenne hydraulique.

Ces objectifs ne sauraient être atteints sans définir et mettre en œuvre des actions spécifiques, tant au niveau des "nouveaux" acteurs concernés que des pouvoirs centraux de l'État algérien. Une phase de transition apparaît nécessaire pour atteindre ces objectifs à moyen terme (Messahel et al.,2005).

II.7. Expériences Acquisées Dans Le Diagnostic Et La Réhabilitation Des Réseaux

II.7.1. Diagnostic des infrastructures

En 1992, dans le cadre de la préparation du Projet d'appui à l'irrigation (projet non concrétisé), une mission d'expert de la FAO a effectué un diagnostic assez détaillé de tous les périmètres algériens (régionaux et de wilaya). Ce diagnostic a servi comme document de base à toute les opération de grosses réparations.

Depuis, l'AGID a toujours procédé par des actions ciblées en fonction des besoins exprimés et/ou constatés dans les périmètres (Bas Cheliff, Habra et Sig...).

En 2002 est lancé une étude diagnostic pour l'ensemble des périmètres gérés par les offices régionaux et de wilaya. Elle a pour objectif de mettre en œuvre un programme qui permettra d'asseoir un programme de réhabilitation selon un choix cohérent et planifié et de résoudre certaines difficultés rencontrées par les OPI en matière de gestion et d'exploitation. Un des aspects de cette étude est de doter l'AGID d'outils d'accès rapide aux informations techniques du périmètre concerné ce qui lui permettra d'assurer plus efficacement ses missions de contrôle et de suivi.

II.7.2. Réhabilitation des périmètres

Les ambitions du secteur de hydro agricole en termes de développement des surfaces irriguées dans les GPI restent importantes. Ainsi, l'Algérie a programmé à horizon 2015/2020 de plus de 400.000 ha équipés avec de l'affectation réglementaire de ressources en eau sûres dans le cadre du Plan National de Léau (Figure 04).

Chapitre II. Efficience Des Systèmes D'irrigation En Algérie

Ce programme, prévoit aussi la réhabilitation de plus de 78.000 ha horizon 2015/2020

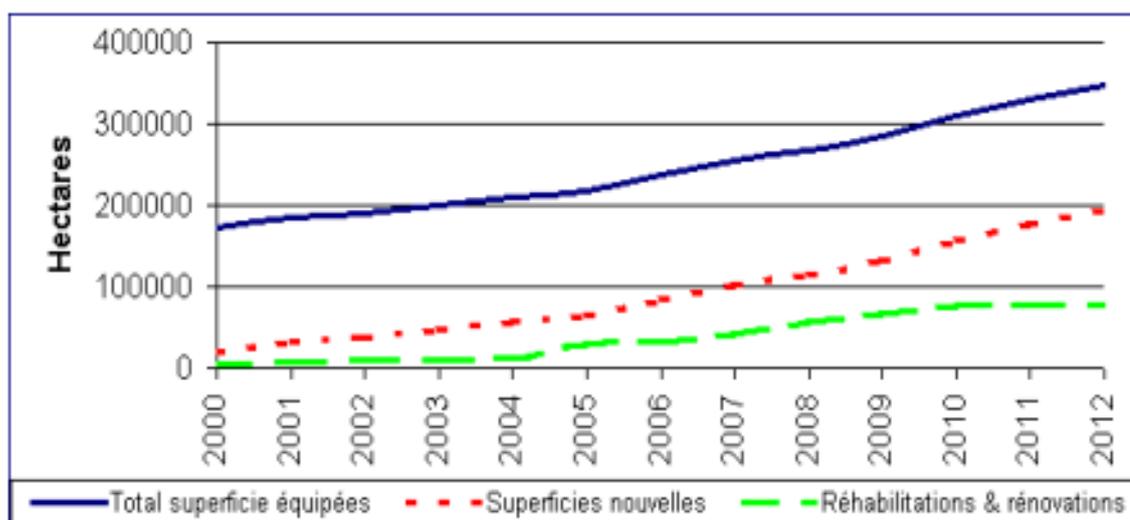


Figure (04) : Évolution de la superficie équipée dans les GPI jusqu'à 2012

Par ailleurs, et sur la base des bilans d'exploitations annuels élaborés par les OPI, l'AGID lance des opérations de grosses réparations avec des impacts très significatifs. Ainsi l'impact des grosses réparations en cours est la réhabilitation d'environ 69.000 ha en exploitation (Messahel et al.,2005).

Tableau (13): Impact des travaux de grosses réparations sur les périmètres irrigués en exploitations Périmètres.

Périmètres	Superficie équipée [ha]	Impact des travaux [ha]	Nature des travaux
A BOUNAMOISS	16500	12000	Rénovation de 29 Km de conduite en acier et remplacement de 239 bornes d'irrigation
M'SILA	5000	3000	Rénovation de 7,6 Km de canaux dans la zone des jardins Remplacement de 8,5 Km de canaux principaux par des conduites enterrées dans les agglomérations urbaines.
M'CHEDELLAH	1600	800	Curage de l'ouvrage de dérivation sur Oued El Bared et renforcement
ARRIBS	2200	2200	Rénovation de certains équipements hydromécaniques Acquisition de pièces de rechange pour la STP Rénovation de certains équipements hydromécaniques
HAMIZ	17000	8000	Réalisation de 06 forages Rénovation des tronçons de conduites maîtresse sur le réseau d'irrigation du périmètre du hamiz Rénovation des équipements hydromécaniques et électriques
MOUZAIA	8600	6000	Curage du barrage de dérivation Curage du dalot et du canal principal rive droite Rénovation des équipements hydromécaniques et électriques
HAUT CHELIFF	20200	15000	Rénovation des 03 stations de pompes du Haut Cheliff
MOYEN CHELIFF	21800	10000	Remise en état de 4,5 Km de canaux principaux (CPRD et CPRG)
HABRA	19600	7000	Remise en état de 21,5 Km de canaux sur les réseaux d'irrigation des périmètres de Habra et Sig en plus de 17 Km réalisés
SIG	8200	5000	

Chapitre III. Les Principaux Problèmes Hydrauliques En Algérie

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

Nous examinons dans cette étude les principaux problèmes techniques qui affectent la quantité et la qualité des ressources en eau. Il s'agit des problèmes suivants :

III.1. Envasement des barrages en Algérie

En Algérie, les 52 grands barrages reçoivent 32 millions de m³ de matériau solide annuellement. La répartition des barrages sur les cinq bassins hydrographiques indiquent clairement que les barrages de la région de Chéllif –Zahrez sont les barrages les plus menacés par le phénomène de l'envasement (Remini, 2003).

Puisque le taux de sédimentation annuel est de 0,75% (figure 05). Ceci est dû à la forte érosion des bassins versants de la région, favorisé par la nature des sols et l'absence de boisement. Même pour les petits barrages, le taux de comblement évalué en 2002 dans le bassin hydrographique Chellif –Zahrez est de 16% de la capacité totale, il est beaucoup plus grand par rapport à celui des autres régions (Remini et Hallouche, 2003).

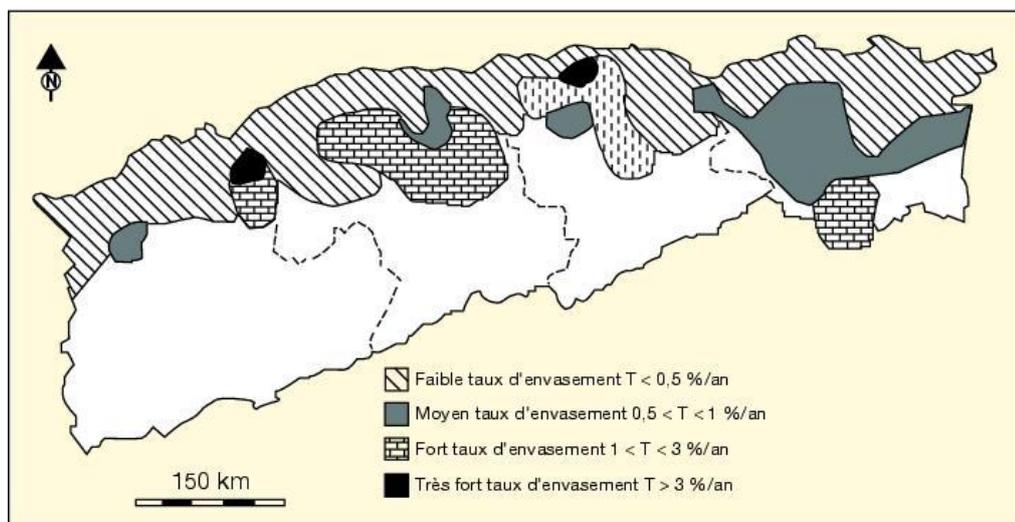


Figure (05) : Carte de sensibilité à l'envasement des barrages.

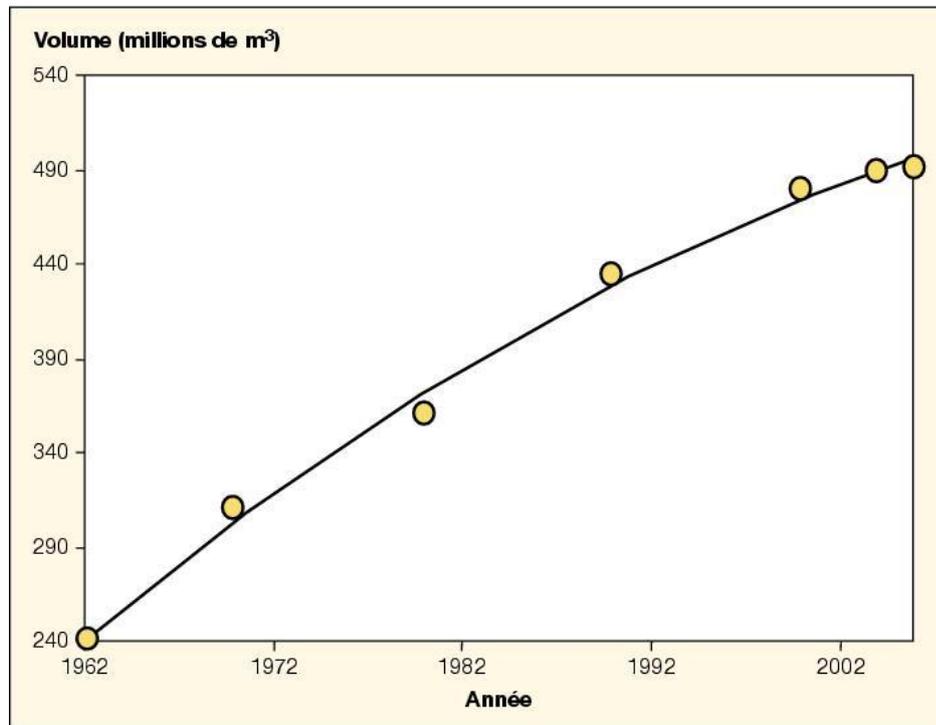


Figure (06) : Évolution de l'envasement des grands barrages algériens en exploitation.

III.2. Évaporation des lacs de barrages

Un milliard de m³ d'eau sur les 13 milliards de m³ stockés dans les 90 barrages du Maroc s'évapore chaque année. Sur l'oued Ziz (Maroc), un barrage classique retient un grand volume d'eau dont une partie (20 à 25%) est perdu par évaporation. L'évaporation des eaux du barrage Monsour Ed-dahbi s'élève à 40 millions de m³/an (Lahlou., 2000). Le phénomène de l'évaporation des lacs des barrages en Algérie est considérable ; une perte de volume très élevée est enregistrée annuellement dans les barrages. Les mesures de l'évaporation se font à l'aide d'un bac Colorado installé à proximité de la retenue.

Nous avons représenté sur la figure (07), l'évolution du volume évaporé dans les retenues de 39 barrages, d'une capacité de 3,8 milliards de m³ durant la période:1992-2002. Sur le même graphique, nous avons illustré l'évolution de la consommation en A.E.P., l'irrigation et l'industrie pour mieux montrer l'ampleur de l'évaporation.

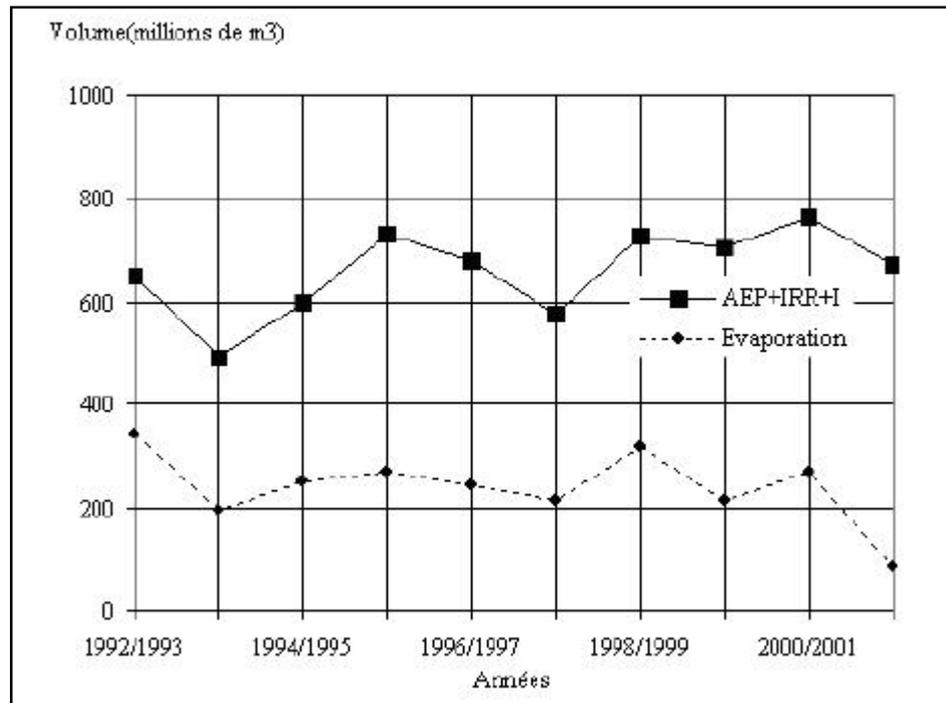


Figure (07) : Evolution de l'évaporation dans les barrages algériens (39 barrages).

Il est intéressant de constater que durant la période : 1992-2002, la quantité évaporée représente la moitié du volume consommé par l'irrigation, l'alimentation en eau potable et l'industrie, ce qui est considérable. La valeur maximale de l'évaporation enregistrée a été de 350 millions de m³ d'eau durant l'année 1992/1993, par contre la valeur minimale avoisine les 100 millions de m³ en 2001/2002. La moyenne annuelle de l'évaporation est de 250 millions de m³ pour les 39 barrages, soit une perte moyenne annuelle de 6,5 % de la capacité totale. Le volume d'eau total perdu durant dix années d'exploitation (1992-2002) avoisine la valeur de 2.5 milliards de m³.

III.3. Fuites dans les barrages

Le problème est beaucoup plus grave qu'on imagine, il ne s'agit plus de perte de la capacité de l'eau, mais plutôt la déstabilisation de l'ouvrage. En réalité l'eau des fuites ne se perd pas, il peut être récupérée et réutilisée pour l'agriculture et à la limite le laisser s'infiltrer pour réalimenter la nappe.

A titre d'exemple, un réseau de collecte des fuites d'eau installé à l'aval du barrage de Foug El Gherza permet de récupérer en moyenne 5 millions de m³/an et de les utiliser pour l'irrigation. Cette irrigation forcée pose des problèmes de salinité des sols, puisque l'eau coule en continu. Mais le grand problème réside dans la circulation des eaux dans les failles de la roche dont la section mouillée augmentera dans le temps suite au changement de températures et les variations

de la vitesse de l'écoulement (variation du plan d'eau) qui engendreront l'érosion de la roche et avec le temps c'est le glissement au niveau des berges et l'ouvrage sera en danger.

Environ 22 barrages ont fait l'objet des mesures périodiques des fuites en Algérie durant les dix dernières années (1992-2002). Certains barrages enregistrent une perte annuelle par fuite avoisinant même la valeur de 10% de leur capacité comme ceux d'Ouizert, Foum El Gueiss et Foum El Gherza. La figure (08) représentant l'évolution du volume de fuites de 22 barrages durant la période : 1992-2002. Il est intéressant de constater que le volume minimum perdu a été enregistré durant l'année 1994-1995, soit 20 millions de m³. Par contre durant l'année 1998-1999, plus de 75 millions de m³ d'eau de perte par les fuites ont été enregistrés.

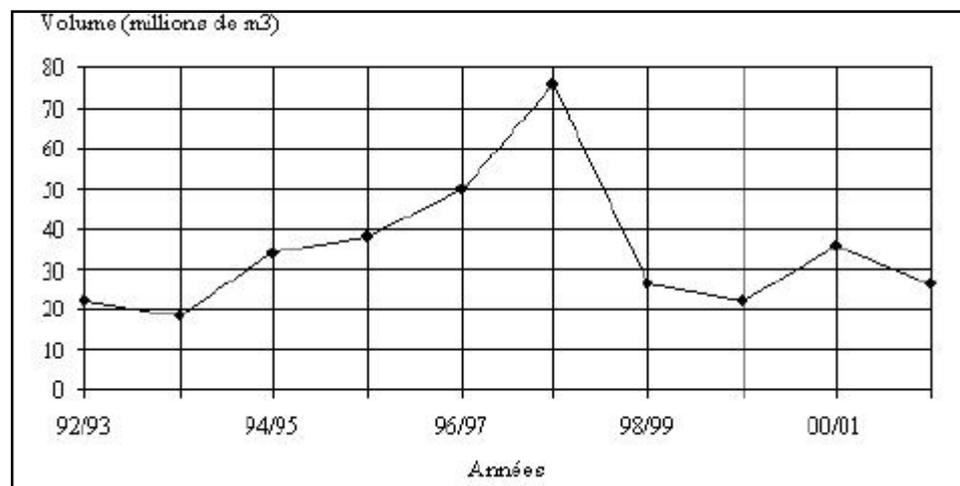


Figure (08) : Variation des débits de fuites dans les barrages algériens (22 barrages).

Le volume total des fuites enregistré durant la période 1992-2002 avoisine les 350 millions de m³, alors que le volume moyen perdu annuellement est de 40 millions de m³ d'eau. Ces mesures des débits de fuite sont effectuées par la méthode volumétrique. Les eaux perdues sont collectées à l'aide des réseaux de canaux depuis les résurgences et les sources de fuites jusqu'au périmètre à irriguer.

III.4. Eutrophisation des retenues de barrages

Ces dernières années les rejets des eaux usées d'origine urbaine et industrielle ont augmenté dans les oueds. Ceci constitue une menace pour la qualité des ressources en eau dans les barrages. Plusieurs tronçons d'oueds sont déjà pollués (Tafna, Mekerra, Chellif, Soummam et Seybouse). Si le phénomène persiste encore, des retenues de barrages comme Beni Bahdel, Bakhada,

Chapitre III. Les Principaux Problèmes Hydrauliques En Algérie

Ouizert, Bouhanifia, Fergoug, Oued Lekhel Hammam Grouz et Oued Harbilseront pollués. En plus de ces rejets, le dépôt des sédiments dans les retenues de barrages génère l'eutrophisation des eaux de retenues. L'eutrophisation est l'enrichissement d'une eau en sels minéraux (nitrates et phosphates notamment) entraînant des déséquilibres écologiques comme la profilation de la végétation aquatique et l'appauvrissement en oxygène dissous.

Le processus devieillissement passera une retenue d'un état de faible niveau nutritif (oligotrophique) à un état intermédiaire (mésotrophique), puis à un état de haut niveau nutritif (eutrophique). Le phosphore et l'azote sont des substances nutritives limitant le cycle de croissance de la végétation dans la retenue. Lephosphore est transporté en solution dans les retenues et se fixe aux sédiments.

Une fois déposées dans la retenue, les sédiments libèrent le phosphore et contribuent au processus d'eutrophisation (Bachman, 1980 ; Schreiber, 1980in StigterC. et al., 1989). Selon Thornton et al. (1980 in StigterC. et al. 1989), la turbidité et la formation d'algues sont inversement proportionnel.

L'accroissement de la turbidité a un impact sur le processus biologique du fait d'une modification de la température. Le blocage du passage de la lumière par les sédiments en suspension à un effet sur le phénomène de photosynthèse.

III.5. Intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers

En Algérie, le phénomène a pris de l'ampleur ces vingt dernières années a cause de la sécheresse qui a frappé le nord algérien, associé aux pompages excessifs et anarchiques. Aujourd'hui, toutes les régions du littoral algérien (1200km) sont menacées par ce phénomène ; plusieurs lieux de contaminations des nappes ont été signalés le long du littoral. La région du centre n'a pas échappé à ce phénomène, notamment les nappes des plaines d'Oued Nador, Oued Mazafran et la région de Bord El Bahri.

III.6. La pollution des eaux

En Algérie, la qualité des eaux superficielles se dégrade dans des bassins d'importance vitale sous l'effet des rejets de déchets urbains et industriels, les barrages réservoirs s'ensavent et perdent de la capacité utile et le rejet de la vase dans les cours d'eau pose d'énormes problèmes écologiques et environnementales. Les eaux souterraines sont polluées à partir de la surface et sont irréversiblement endommagées par l'intrusion d'eau saline, la surexploitation des couches aquifères entame la capacité de celle-ci à retenir l'eau, ce qui provoque l'enfoncement des

Chapitre III. Les Principaux Problèmes Hydrauliques En Algérie

couches sous-jacentes. Nombre de villes se révèlent incapables de fournir en quantité suffisante de l'eau potable et des équipements d'hygiène. L'engorgement et la salification des terres déterminent une baisse de la productivité des périmètres irrigués. Dans un tel contexte, il devient prioritaire d'établir une stratégie pour localiser, quantifier et protéger les ressources en eau de façon à pouvoir les exploiter d'une manière rationnelle et en bonne qualité.

Chapitre IV. Stratégie Pour Augmenter Le Stockage De L'eau

Pour éviter de répercuter fatalement le déficit en eau d'ici l'an 2025, il faut mobiliser le maximum des ressources superficielles et souterraines, chercher de nouvelles ressources, lutter contre les pertes et améliorer la qualité des eaux disponibles. C'est la qualité de l'eau qui est devenue un problème crucial, car depuis une trentaine d'années, cette qualité est menacée par les activités humaines. L'augmentation des besoins d'une région dans les trois grandes catégories (industrie, agriculture, particuliers) demande une planification innovatrice des ressources hydriques. Il est clair que l'Algérie enregistre d'un côté un manque énorme en ressources, au même moment où les besoins augmentent, et de l'autre côté le volume d'eau mobilisable est en diminution, et ceci est dû aux différents problèmes naturels ou humains qui touchent les sites susceptibles de capter les eaux. Partant de ce constat, nous proposons une série de suggestions dans le but de sauvegarder nos ressources mobilisées actuellement, tout en tentant de les augmenter au maximum, dans la mesure du possible, qui aura pour effet la baisse du déficit et le relèvement du taux de satisfaction, en ce sens que, notre but est l'amélioration de la situation actuelle et future afin d'arriver au stade d'équilibre. Notre proposition est la suivante.

IV.1. Entretien des barrages actuels et lutte contre l'envasement

Pour prolonger la durée de vie des grands barrages, l'entretien de ces ouvrages est devenu aujourd'hui une nécessité pour les services d'hydraulique. Les barrages s'ensavent, l'eau des retenues s'évapore et se perd par infiltrations à travers les berges et les fondations. L'actualisation de nos données en 2002 a donné un volume de 32 millions de m³ de vase déposée annuellement dans les 52 grands barrages algériens. Le volume de vase estimé est de 1 milliard de m³ en 2004. Cette quantité sera de 1,1 milliards de m³ en 2010 et 1,35 milliards de m³ en 2020 pour le même nombre de barrages.

Plusieurs barrages seraient abandonnés d'ici l'an 2010 si des dispositions nécessaires n'étaient pas prises. Il s'agit des barrages : Ghrib, Oued Fodda, Beni Amrane, Hamiz, Foug El Gherza, Bougezoul, Fergoug, Bouhanifia, Zardezas et K'Sob. En plus de la diminution du volume utile des barrages, la stabilité de certains ouvrages est menacée par la forte poussée des vases. La rareté des sites favorables à la réalisation de nouveaux barrages a poussé les services de l'hydraulique à entretenir les barrages en exploitation. Plusieurs méthodes (curatives et préventives) de lutte contre l'envasement ont été appliquées depuis les années trente. Nous

pouvons déterminer les principaux moyens techniques de lutte contre l'envasement utilisés actuellement dans les différents bassins versants et barrages algériens.

IV.2. Aménagement des bassins versants

Dans le cadre de la protection des bassins versants, un programme spécial a été lancé par les services des forêts. Il s'agirait de traiter une superficie de 1,5 millions d'hectares d'ici l'an 2010. Soit un rythme de réalisation de 67000ha/an. Actuellement deux bassins versants sont en cours de traitement à titre expérimental afin de dégager une nouvelle approche qui puisse répondre aux objectifs d'aménagement intégrés, il s'agit des bassins versants des oueds Mebtoul et Boussalem.

IV.3. Réalisation des barrages de décantations

La meilleure façon d'éviter l'envasement, c'est d'empêcher la vase d'arriver jusqu'au barrage, cela peut se faire par la création de retenues pour la décantation des apports solides, ce qui revient à construire un autre barrage en amont. La réalisation du barrage de Boughezoul en amont de celui de Ghrib, bien qu'édifié essentiellement pour amortir les crues de oued Chellif, a permis de retenir depuis sa création un volume de près de 50 106 m³ de vase qui, sans elle, seraient venus s'ajouter aux 150 106 m³ qui se sont déposés dans celle de Ghrib (en l'an 2000). Le barrage de Boughezoul a ainsi réduit l'envasement du Ghrib de près de 18 %.

IV.4. Surélévation des barrages

L'un des moyens de lutte utilisés en Algérie est la surélévation de la digue. Cette méthode consiste, lorsque le taux de comblement est avancé, à augmenter la hauteur de la digue d'une taille variable, permettant la constitution d'une réserve complémentaire pour compenser la perte du volume occupé par la vase. Cette technique a été réalisée sur 04 barrages: Bakhada, K'sob, Zardézas et Boughezoul. La surélévation des barrages permet d'augmenter la capacité de la retenue et donc de compenser la valeur envasée. La nouvelle situation ainsi créée ne peut qu'influencer l'évolution des dépôts des sédiments dans la retenue. Nous avons constaté que l'envasement a augmenté plus rapidement après cette surélévation, ce fait étant confirmé par l'examen du tableau (14), pour les quatre barrages cités ci-dessous.

Tableau (14) : Vitesses de sédimentation moyennes des barrages surélevés.

Barrages	Vitesse de sédimentation (10 ⁶ m ³ / an)	
	Avant surélévation	Après surélévation
ZARDEZAS	0,30	0,70
K'SOB	0,25	0,29
BOUGHZOUL	0,34	0,50
BAKHADA	0,05	0,15

-La technique de chasse

La technique de chasse consiste à évacuer une quantité des sédiments par les pertuis de vidange à l'arrivée des crues. Elle est appliquée souvent au barrage de Beni Amrane. Ce dernier d'une capacité de 15,6 10⁶ m³ a été doté de six vannes de fond. Environ 2,2.10⁶ m³ de vase ont été évacués durant la période 1988-1993. L'évacuation des sédiments par les pertuis de vidange n'est efficace que pour la zone proche des vannes. L'efficacité des chasses opérées dans le temps au niveau du barrage n'a pas dépassé les 26 % du total des sédiments entrants (Remini, 2002). L'ouverture de la vanne de fond au barrage de Foug El Gherza a permis d'évacuer environ 0,5 10⁶ m³ de vase durant l'année 1989/1990 et une quantité de 0,1 10⁶ m³ de vase de 1990 à 1993 (Remini, 2002).

-Soutirage des courants de densité

La majorité des retenues en Algérie présentent les conditions favorables à l'apparition des courants de densité (forte concentration en sédiments fins et la forme de la retenue de type canal). En effet, la forte concentration en sédiments dans les cours d'eau surtout en période de crues et la forme géométrique de la cuvette (de type canal) donnent naissance aux courants de densité à l'entrée d'une retenue et peuvent se propager jusqu'au pied du barrage. L'ouverture des vannes de fond au moment opportun peut évacuer une forte quantité de sédiment. Cette technique est utilisée dans les barrages d'Ighil Emda, d'Erraguene et d'Oued El Fodda. Le barrage d'Ighil Emda a été équipé d'un dispositif installé spécialement pour le soutirage des sédiments et constitué de 8 vannettes de dévasement et 3 vannes de dégrèvement. Une quantité importante évaluée à 46.10⁶ m³ a ainsi été évacuée en 46 ans d'exploitation (1954-2000).

Durant la période 1984-1992, le rendement a atteint 55 %. En effet, une quantité de vase de 8,3.10⁶ m³ a été évacuée pour un apport total de 15,3.10⁶ m³ dans la retenue. Pour tenter de résoudre le problème de l'obturation de la vanne de fond du Barrage de Oued El Fodda (obturée en 1948 et se trouve actuellement sous 45 m de vase), cinq vannettes de dévasement ont été installées en 1961. La retenue avait initialement (1932) une capacité de 228 10⁶ m³ qui a été ramenée progressivement à 124 10⁶ m³ en 1994, mais en l'absence de soutirage, cette capacité

Chapitre IV. Stratégie Pour Augmenter Le Stockage De L'eau

en 1994 aurait été inférieure puisque réduite à $100,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Durant lapériode : 1961-1994, une quantité de $57,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de vase est arrivée dans laretenue, alors que seulement $21,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de vase ont été évacués, soit un rendement de 37 %. Malgré le faible taux d'envasement dans la retenue, le barrage d'Erraguene a été équipé d'un système de soutirage, composé de 4 vannettes de dévasement et de deux vannes de dégrèvement. Une quantité devase évaluée à $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ a été évacuée en 38 années d'exploitation (1962-2000), alors que $19 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ se décantaient dans la retenue, soit un rendement moyen de 32 % (Remini et Hallouche, 2004).

IV.5. Dragage des barrages

Malgré le coût onéreux de l'opération de dragage qui revient environ à celui dela réalisation d'un nouveau barrage, la technique de dragage devient indispensable pour les barrages dont la stabilité est en danger ou bien dans lecas où les sites pour la réalisation de nouveaux ouvrages deviennent rares. Suiteà l'accélération de l'envasement du barrage de Fergoug III (actuel), l'Algérie aacquit en 1989 une nouvelle drague suceuse refoule use baptisée « REZOUG Youcef ». La drague d'un poids total de 300 tonnes, est conçue pour refouler à une hauteur de 28 mètres, dans une conduite de 700 mm avec un débitmaximum de mixture de 1600 l/s pour une profondeur de dragage de 3 à 16 m.

Les résultats obtenus par cette drague sont représentés dans le tableau (15)

Tableau (15) : Résultats des travaux de la drague « REZOUG Youcef ».

Capacité initiale du barrage (1970)	$18 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Capacité avant dévasement	$3,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Volume de vase	$14,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Volume dévasé (densité 1,6)	$6,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Profondeur maximum de dévasement	$16 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Quantité d'eau utilisée	$7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Du fait de l'apport solide important, la retenue du barrage des Zardezas (Skikda) d'une capacité initiale de $31 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ s'est réduite à une capacité d'environ 13 millions de m^3 en 1993; soit un volume de vase d'environ $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. En effet, pour des raisons de sécurité de l'ouvrage, il a fallu baisser leniveau de la retenue normale de 2 m en 1976 et en 1990; le volume régulariséqui était de $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ s'est trouvé réduit à environ $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ et cela s'est fait audétriment de l'approvisionnement de la population de Skikda et du périmètre SafSaf. Le dragage de la retenue est devenu une nécessité. C'est durant l'été de1993 que les opérations de dragage ont commencé par le dévasement de lapartie qui se trouve près de l'ouvrage pour minimiser la poussée des sédiments.

Actuellement, l'opération de dragage se poursuit dans l'ensemble de la retenue.

IV.6. La réalisation de nouveaux barrages en Algérie

Pour récupérer une partie des milliards de m³ d'eau qui se déversent dans la mer, la prospection des meilleurs sites et la réalisation de nouveaux barrages en Algérie s'avèrent indispensables. Depuis une vingtaine d'années l'Algérie a entrepris de développer un programme ambitieux de construction de grands barrages. Durant les années quatre-vingt, 19 barrages d'une capacité totale de 2 milliards de m³ ont été mis en exploitation à raison de 2 barrages en moyenne par année. Durant les années quatre-vingt-dix, 07 barrages d'une capacité totale de 650 millions de m³ ont été réceptionnés. A la fin du mois de décembre 2002, l'Algérie disposait de 52 grands barrages totalisant une capacité de 5,2 milliards de m³. Actuellement 29 barrages sont en construction, dont 17 ont une capacité supérieure à 10 millions de m³, et 12 ont une capacité inférieure à 10 millions de m³. La capacité totale de ces ouvrages est de 2,9 milliards de m³ permettant de régulariser un volume annuel de 1,3 milliards de m³. Avec ces barrages en construction, la capacité totale sera portée à 7,1 milliards de m³, et le volume régularisé à 3,4 milliards de m³/an, soit plus de 57% du volume mobilisable estimé à 6 milliards de m³. Les 43% restants des ressources en eau superficielle peuvent être mobilisés par d'autres barrages. Selon l'Agence Nationale des Barrages, 67 barrages et transferts sont en cours de lancement ou en étude. En 2005, le nombre de barrages achevés était de 66 avec une capacité de 7,65 milliards de m³. Cet ensemble d'ouvrages de mobilisation de plus de 100 grands barrages et de transfert et d'adduction des eaux de surface sera achevé à l'horizon 2010, il mobilisera plus de 10 milliards de m³ (Kalli, 2002).

IV.7. Réalisation des petits barrages et retenues collinaires

Le manque de sites favorables à la réalisation de grands barrages, nous incite à réaliser des retenues collinaires. Ce sont des petits barrages de faible profondeur construits avec des digues en terres qui permettent une gestion locale de ce mode de stockage. L'Algérie dispose actuellement de plus de 61 petits barrages répartis sur les 04 bassins hydrographiques de l'Algérie du nord, comme le montre le tableau (16).

Chapitre IV. Stratégie Pour Augmenter Le Stockage De L'eau

Tableau (16): Répartition des petits barrages dans l'Algérie du nord.

Bassin hydrographique	Nombre	Capacité
Oranie Chott Chergui	16	30
Chellif Zahrez	6	3
Algerois Soummam HOdna	28	34
Constantinois Seybouse Mellegue	11	14

L'Algérie s'est engagée au début des années quatre-vingt avec un programme ambitieux pour la réalisation d'un nombre considérable de retenues collinaires. Malheureusement, cette expérience s'est soldée par un semi échec, puisque plusieurs retenues se sont envasées durant les premières années d'exploitation, d'autres ont été emportées par les premières crues.

Actuellement, l'Algérie a programmé la réalisation de plus de 500 retenues collinaires durant les 05 années à venir dans le but de conserver l'eau et le sol et même de minimiser l'arrivée des sédiments dans les grands barrages. Ces petits ouvrages économiques peuvent mobiliser plusieurs millions de m³ des eaux superficielles qui seront destinées à l'irrigation. Cependant, la réalisation d'un tel ouvrage nécessite une étude technique sérieuse très poussée de telle façon à éviter deux grands problèmes :

- Envasement rapide de la retenue lors d'une crue ou deux
- Destruction de la digue à l'arrivée d'une crue, suite à non connaissance de la ligne de saturation dans la digue.

Tableau (17) : Réalisation de retenues collinaires 1962-2014

Années	1962	1999	2004	2009	2011	2012	Objectif fin 2014
Nombre de retenue	Donnée non disponible	304	341	428	463	472	520
Superficie à irriguer (ha)		4 500	6 418	8 600	11 800	12 117	14 500
Capacité (hm ³)		27,5	32	43	59	61	74

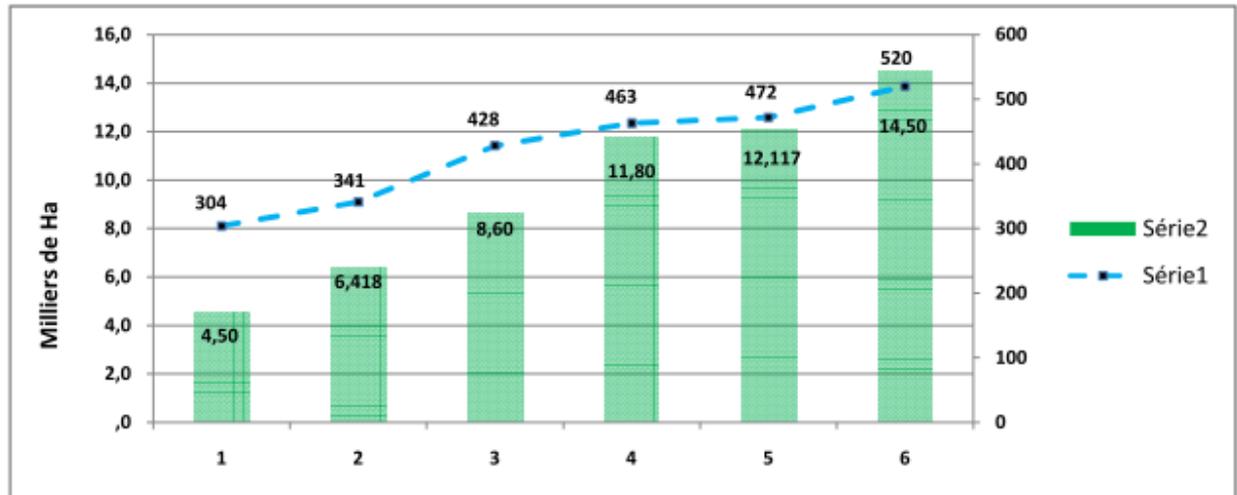


Figure (09) : La relation entre la Capacité de stockage et la Superficie à irriguer.

IV.8. Utilisation de la Recharge artificielle des nappes

Plusieurs problèmes hydrauliques peuvent être solutionnés, si on a recours à la recharge artificielle des nappes. La diminution dangereuse du niveau de la nappe de Mitidja suite à la surexploitation de son eau a même provoqué plusieurs cas d'affaissement des routes dans la région. Le pompage intensif de la nappe a engendré l'intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers de la plaine d'Oued Nador. Le biseau salé ne cesse de se propager dans la nappe. Il est temps de généraliser cette méthode de stockage d'eau en Algérie, surtout qu'elle ne demande pas assez de moyens matériels. Cependant, il faut d'abord faire une prospection des aquifères souterrains capables de stocker l'eau et de déterminer les endroits à la réalisation d'un tel ouvrage hydraulique. Il serait souhaitable dans le cas de la réalisation d'un barrage qu'il soit combiné avec la recharge artificielle des nappes. La réalimentation artificielle des nappes peut être une solution alternative aux milliards de m³ qui se déversent encore dans la mer et qui ne peuvent pas être mobilisées à travers la réalisation des barrages. Elle peut aussi résorber le phénomène de rabattement des niveaux de nappes dû au déficit de la mobilisation de la ressource superficielle.

IV.9. Recyclage et réutilisation des eaux usées

Actuellement, l'eau usée traitée provenant des stations d'épuration existantes, lorsque celles-ci sont opérationnelles, est rejetée dans les oueds, mais dans les régions où les besoins en eau ne sont pas satisfaits. Il serait donc illogique de continuer de déverser l'eau traitée dans les oueds. Actuellement le parc d'installation d'épuration se compose de 77 stations (secteur urbain 35, secteur industriel 34, secteur du tourisme 8). Les capacités de traitement installées

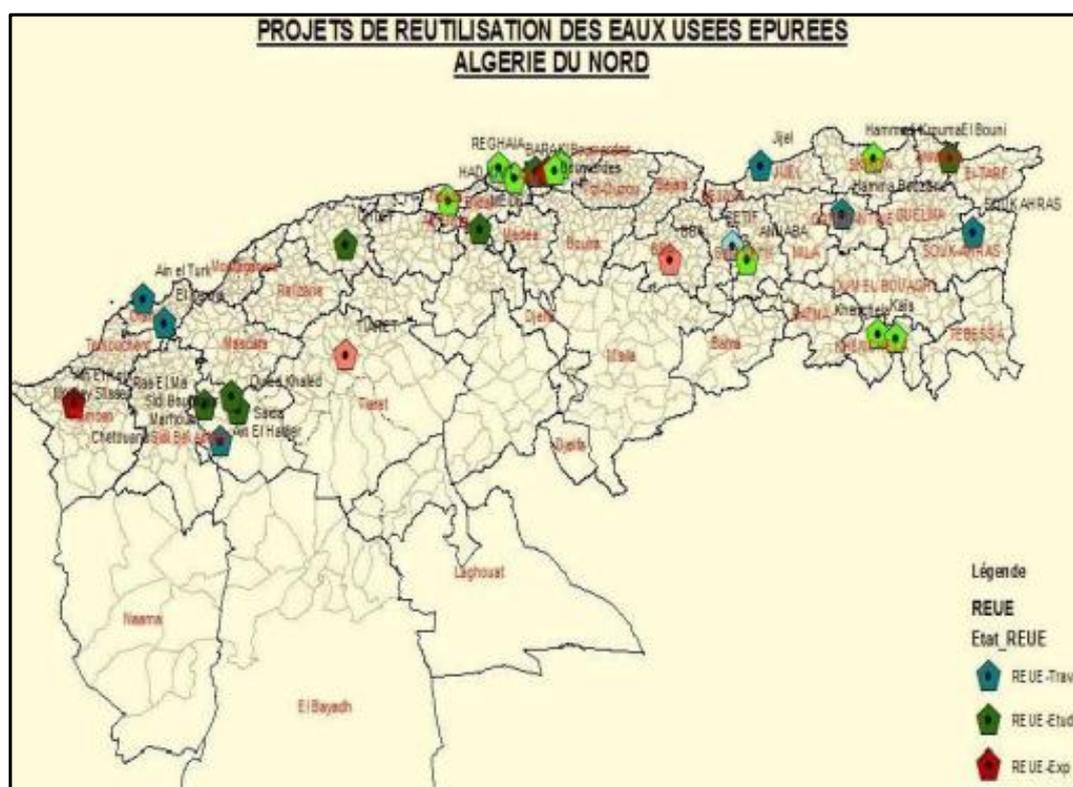
Chapitre IV. Stratégie Pour Augmenter Le Stockage De L'eau

sont estimées à la fin 1987 à près de 140 millions de m³ / an. Actuellement, la plupart des stations d'épuration sont à l'arrêt pour diverses raisons, notamment celle concernant la maintenance. Etant donnée la situation critique que vit l'Algérie en matière de ressources en eau, nous sommes dans l'obligation de trouver des solutions rapides à ces stations, car, si dans un passé non lointain, la ressource en eau non conventionnelle en Algérie était évoquée très timidement, aujourd'hui elle devient une solution alternative aux ressources conventionnelles qui se font de plus en plus rares.

En considérant les rejets en milieu urbain, de l'ordre de 75% des débits consommés, les volumes d'eaux usées rejetées à travers les réseaux d'assainissement ont été évalués à 350 millions de m³ en 1979 et 660 millions de m³ en 1985. Les prévisions de rejet d'eaux usées des agglomérations urbaines sont évaluées à près de 1300 millions de m³ en 2020. Les eaux recyclées des quatre régions en 2020 se répartissent comme suit (tableau 18).

Tableau (18) : Recyclage des eaux usées des 4 régions de l'Algérie du Nord en 2020.

Régions Désignations	Oranie C. Chergui	Chélif Zahras	Algérois S. Hodna	Constantinois Sey.Mellègue	Total Algérie du Nord
Eaux usées épurées en (Mm ³ / an) Horizon 2020	90	90	230	140	550



Carte (03) : Projet de réutilisation des eaux usées épurées.

IV.10. Dessalement de l'eau de mer

En matière de dessalement d'eau de mer et de déminéralisation, l'expérience Algérienne date des années 60. Vers la fin des années 90, il existait 43 unités de dessalement d'une capacité de traitement de près de 100000 m³ par jour. Ce débit est destiné pour une grande partie à l'industrie pétrolière d'ARZEW et de SKIKDA. Des unités de déminéralisation d'eau saumâtre ont été réalisées à Abadla (1700m³/j), D'Ouenza (4000 m³/j), Ouled Djellal (3000 m³/ j) et celle de SONIC à Mostaganem (40000 m³/j). Quelques actions ont été engagées au sein du haut commissariat à la recherche concernant des projets de développement tels que :

- L'étude et la réalisation d'une unité de dessalement par osmose inverse d'une capacité de 200 m³ /j.
- L'étude et la réalisation d'une unité de dessalement d'eau de mer par la technique multi flash, d'une capacité journalière de 480 m³.

Suite à la sécheresse de ces dernières années qui a provoqué un manque d'eau potable dans la majorité de communes, un programme d'urgence a été élaboré par le gouvernement pour palier au déficit des ressources en eau. Il s'agit de réaliser 21 stations de dessalement d'une production de 57500 m³/j réparties comme le montre la (figure 10).

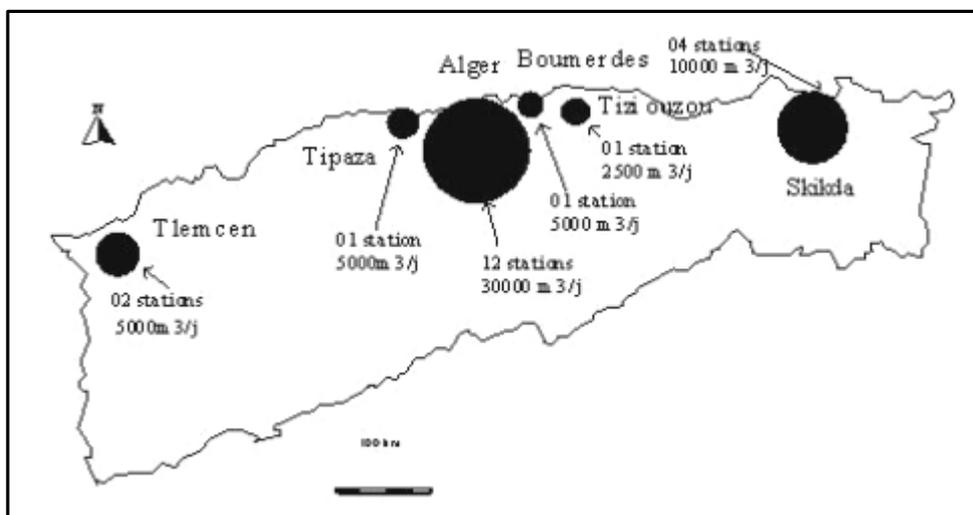


Figure (10) : Répartition des stations de dessalement.

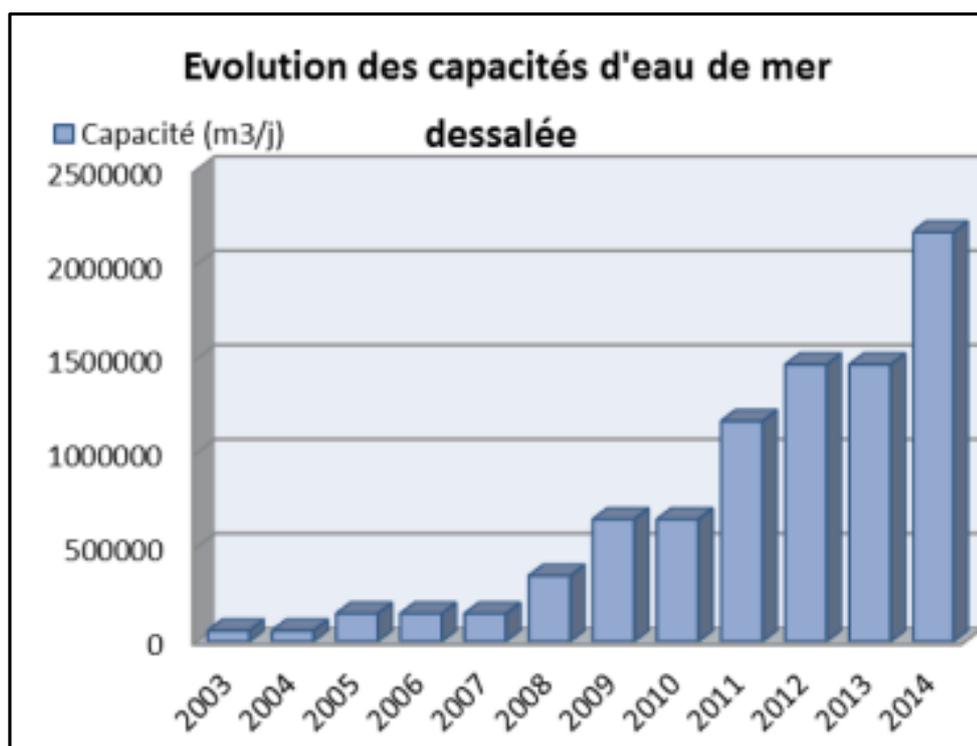


Figure (11) : Evolution des capacités d'eau de mer dessalée

Le dessalement des eaux de mer reste une solution sûre, vu la sécheresse qui sévit ces dernières années dans notre pays. Seulement, il serait préférable que les unités de dessalement destinées à l'alimentation en eau potable de la population fonctionnent uniquement durant les périodes de crises et d'une longue sécheresse.

IV.11. La lutte contre les fuites des différents réseaux

La lutte contre les fuites des différents réseaux s'effectue par une distribution des quantités d'eau de la manière la plus juste et la plus équitable possible, la lutte à toute épreuve contre le gaspillage et les pertes d'eau par une meilleure gestion et exploitation du réseau et la réhabilitation des réseaux, dont les qualités techniques ne répondent pas aux normes exigées actuellement, en sachant que l'Algérie dispose d'un réseau de 40000 km (A.E.P et A.E.R) avec un taux de fuite d'environ 40%, ce qui représente un volume de perte considérable.

IV.12. Lutte contre l'intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers

Contrairement à certains auteurs qui disent que l'intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers est un phénomène irréversible, ce problème peut être solutionné. La recharge artificielle de la nappe contaminée s'avère une technique sûre et peut repousser le biseau salé. Aucune étude sérieuse n'a été faite en Algérie. On assiste ces vingt dernières années à une évolution spectaculaire des secteurs vulnérables à l'intrusion le long du littoral suite à la sécheresse, au pompage anarchique de la nappe et à l'extraction abusive du sable marin. Avant d'appliquer la recharge artificielle, il serait judicieux de tenir compte des recommandations suivantes:

- Arrêter immédiatement les forages et puits fortement contaminés ;
- Arrêter l'exploitation dans les secteurs vulnérables à l'intrusion ;
- Généraliser la microirrigation ;
- Programmer des campagnes de mesure de la piézométrie pour suivre les fluctuations du niveau de la nappe ;
- Faire des analyses chimiques et géophysique pour suivre et localiser l'interface eau douce- eau salée ;
- Etudier et modéliser la propagation du biseau salé.

L'application de ces recommandations ralentit uniquement la propagation du biseau salé vers d'autres secteurs, il devient nécessaire de compléter ces recommandations par l'utilisation de la recharge artificielle de la nappe.

IV.13. La mise en œuvre des stratégies de développement durable

La politique engagée vise à créer un outil de décision à moyen terme, actualisable ultérieurement sans intervention extérieure, pour le développement et la gestion des ressources hydriques de l'Algérie. Elle s'articule autour des concepts suivants :

- Préciser l'étendue et la qualité des ressources hydriques y compris les ressources non conventionnelles,
- Evaluer les demandes en eau, aujourd'hui et à l'avenir,
- Dresser l'inventaire des infrastructures existantes et projetées, identifier de nouvelles potentialités et engager les actions pour leur mobilisation et transfert,
- Confronter, d'une manière dynamique, les ressources et les besoins et chiffrer les coûts et les bénéfices de chaque variante ainsi que son impact sur l'économie nationale,

Chapitre IV. Stratégie Pour Augmenter Le Stockage De L'eau

- Examiner le cadre institutionnel et son adéquation pour la gestion et la protection de la ressource.

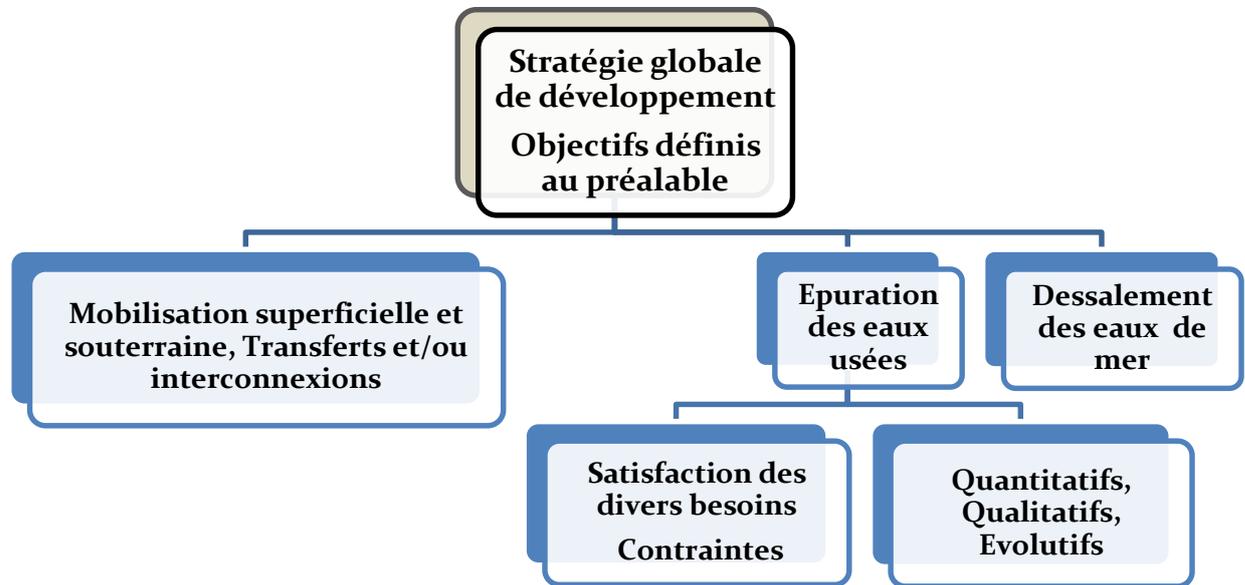


Figure (12) : Schéma de synthèse de la stratégie de développement

.....

LA PROBLEMATIQUE DE L'EAU EN ALGERIE DU NORD(35-40)

CONCLUSION

CONCLUSION

En Algérie, un déficit de 1 milliards de m³ sera enregistré en 2025 (dans le cas d'une mauvaise gestion de l'eau et d'une non maîtrise des ressources non conventionnelles).

Globalement, la superficie irriguée actuellement dans notre pays est de l'ordre de 1.000.000 ha dont 200.000 ha dans les régions sahariennes, Se répartissent en deux ensembles nettement différenciés à la fois par la taille des aménagements et par le mode de gestion: Les grands périmètres d'irrigation (GPI) gérés par les offices régionaux ou de wilaya (OPI) et les irrigations de petite et moyenne hydraulique (PMH) gérées directement par les agriculteurs.

Les superficies en petite et moyenne irrigation dans le Nord du pays ainsi que l'agriculture saharienne représentent plus de 600.000 ha. La majorité de la production agricole en irrigué est assurée par ce type d'irrigation pour laquelle une politique soutenue d'aménagement et d'appui financier a été menée depuis de nombreuses années au niveau des Fonds de Développement Agricole et des programmes retenus par le Ministère de l'agriculture.

Afin de développer la capacité de retenue des eaux de surface, de nombreux ouvrages ont été construits. Alors qu'en 1962, il n'existait que treize barrages permettant de stocker 450 millions de m³ d'eau destinée essentiellement à l'irrigation des plaines agricoles de l'Ouest du pays, on en dénombre actuellement 70 barrages pour une capacité globale de 7,4 milliards de m³ d'eau. A la fin des réalisations du programme en cours, ils devraient être 84 en 2016, pour une capacité de stockage évaluée à 8,4 milliards de m³.

Malheureusement ; la sécheresse dont l'eau agricole supporte en premier les conséquences néfastes, la mauvaise gestion. L'exploitation et maintenance des réseaux et équipements sont souvent très vétustes. A titre d'exemple les volumes affectés à l'irrigation sont toujours inférieurs aux besoins , (un déficit de 30 à 70%), à cause des pénuries d'eau et de la priorité accordée systématiquement à l'alimentation en eau potable et industrielle (A.E.P.I.)

C'est ainsi qu'un plan d'action est nécessaire pour le développement accru de hydraulique agricole et la mise en place de réseaux modernes d'irrigation pour l'économie de l'eau et la multiplication des rendements.

Il doit s'articuler autour des points suivants :

Le réaménagement institutionnel avec en particulier la création de l'Office National de l'irrigation et du Drainage, l'assainissement et la remise à niveau des organes de gestion

CONCLUSION

existants avant leur intégration à cet office, pour une meilleure prise en charge de la maîtrise et une amélioration de la fonction Gestion/Exploitation/Maintenance indispensable pour rétablir la confiance des irrigants.

Encourager en liaison avec l'agriculture les techniques d'irrigation économisatrices d'eau et adapter les projets en conséquence.

Application d'une tarification redonnant à l'eau sa juste valeur économique en tant que facteur de base de la production agricole.

Lancement d'un programme consistant d'études de base pour mieux connaître nos potentialités en eau et en sols : en particulier hydrologie, hydrogéologie et pédologie en liaison avec l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques et cartographie avec l'institut National de Cartographie et Télédétection.

- Accélération des travaux et réduction des délais de réalisation pour l'important programme retenu aux PN 2002 et 2003 (35.000 Hectares) pour lesquels un effort financier particulier a été consenti et a permis pratiquement de doubler l'autorisation de Programme des GPI.

Normalisation des programmes de forages et mesures conservatoires pour mettre fin à l'anarchie dans ce domaine dans le cadre de la protection et de la préservation des nappes souterraines.

Reprise en main du programme de retenues collinaires pour améliorer la gestion/exploitation/ maintenance du parc existant avec le lancement d'un nouveau programme de réalisation de retenues sur la base d'études sérieuses tenant compte de l'expérience nationale et internationale, particulièrement celle des pays riverains de la Méditerranée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGID** (2003) : Efficience de l'irrigation dans les grands périmètres en Algérie. Séminaire Franco algérien sur la gestion de l'irrigation dans les conditions de ressource en eau limitée. Ghardaïa (Algérie), 24 p.
- ANRH** (1993) : Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord, Ministère de l'Équipement, Projet PNUD/ALG/88/021, Alger, 1 carte et sa notice de 54 p.
- BACHMANN R.W.**, (1980): The role of agricultural sediments and chemicals in eutrophication, Journal of water pollution control Federation, Vol. 52, n°10, 2425-2431.
- BENMOUFFOK B.**, (2003) : La prise en charge de l'irrigation en Algérie. 4ème forum de la gestion de l'eau. Le Caire (Egypte), 2-4 février 2003.
- BENMOUFFOK B.**, (2003) : Aperçu du programme (AGID) dans le cadre du développement des grands périmètres d'irrigation. Rencontre Nationale des Directeurs de l'Hydraulique de Wilaya. Alger (Algérie), 17-18 février 2003.
- BENMOUFFOK B.**, (2003) : La sécurité alimentaire, à travers un développement durable et Coordonné de l'irrigation dans les grands périmètres irrigués. Journée mondiale de l'alimentation. Alger (Algérie), 16 octobre 2003.
- CUDNNEC.**, (2007) : L'Union européenne, acteur maritime international : un statut à définir », Annuaire du droit de la mer, tome XI, 2006 (publié en 2007), p.195-218.
- GAUTIER E.F.**, (1911). « Profils en long de cours d'eau en Algérie-Tunisie, I- Oueds du Tell » in Annales de Géographie n° 112 – XX° année, Armand Colin, Paris, pp 351-366.
- GAUTIER E.F.**, (1911). « Profils en long de cours d'eau en Algérie-Tunisie, II- Oueds des hauts plateaux » in Annales de Géographie n° 114 – XX° année, Armand Colin, Paris, pp 431-447.
- KADIK B.**, (1986) : Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie. OPU., Ben Aknoun, Alger; 581 p.
- KaziTani Ch., Le Bourgeois Th. et Munoz F.**, (2010) : Aspects floristiques des agrophytocoenoses du domaine phytogéographique oranais (Nord-Ouest algérien) et persistance d'espèces rares et endémiques. Fl. Med., 20 : 5-22.
- KHERFOUCHI M.S.**, (1997). « Importance et origine de l'envasement du barrage des Zardezas (Algérie orientale). In Revue du Rhumel N° 5, IST, Université de Constantine. P 23-32
- KHERFOUCHI M.S.**, (1997). « L'hydrologie des oueds Khemakem-Bouadjeb (Algérie orientale). In Revue du Rhumel N° 7, IST, Université de Constantine, P 141-150.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LAHLOU A., (2000) : Quel environnement pour l'Afrique du nord. Edition Dar El Qualam, Rabat (Maroc), 265 p.

LETREUCH-BELAROUCI N., (1991) : Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir, volume 1,2. OPU, Alger, 641p.

LETREUCH-BELAROUCI N., (1995) : Réflexion autour du développement du forestier : les zones à potentiel de production les objectifs O.P.U. Algérie 69p.

MESSAHEL M., (2003) : Aménagements hydro agricoles situation actuelle et perspectives de développement en Algérie. 1st Workshop Participatory water saving management and water Cultural heritage. Sanliurfa, (turkey), 15. 19 December 2003.

MESSAHEL M., BENN HAFID M.S., OULED HOCINE C : Efficience des systèmes d'irrigation en Algérie. In: Lamaddalena N. (ed.), Lebdi F. (ed.), Todorovic M. (ed.), Bogliotti C. (ed.). Irrigation systems performance. Bari : CIHEAM, 2005. p. 61 -78 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 52).

Ministère des ressources en eau., (2004) : Statistiques de la PMH de la Sous Direction de l'hydro agricole du Ministère des ressources en eau, Alger, 2004.

PERENNES JJ., (1979) : « Structures agraires et décolonisation. Les oasis de l'Oued Righ (Algérie)» OPU, Alger, 374 p.

REMINI B., HALLOUCHE W., (2003) : Les barrages du Maghreb face au phénomène de l'envasement, Revue VECTEUR Environnement (Canada). Novembre, Vol 36 no 6, pp. 27-30.

REMINI B., (2005) : L'évaporation des lacs de barrages dans les régions arides et semi arides : exemples algériens, Larhyss Journal, n° 04, pp.81-89.

STIGTER C et al., (1989) : Sédimentation control of réservoirs. Bulletin de la commission internationale des grands barrages (C.I.G.B), 159 p.

THORNTON K.W., KENNEDY R.H., CARROLL J.H., WALKER W.W., GUNKEL R.C., ASHBYS., (1980): Reservoir sedimentation and water quality, proceeding of the symposium on surface water inpondments, ASCE, Minneapolis.

TOUATI B., (2010) : Les barrages et la politique hydraulique en Algérie : état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable, 61-79 P.

TOUATI B., (2010) : Les barrages et la politique hydraulique en Algérie : état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable, 146-148 P.

TOUMI A, REMINI B., (2002) : Contribution à l'étude des fuites dans les barrages Algériens, 1ères journées pluridisciplinaires sur les sciences de l'ingénieur "JPSI'1 2002", Université Hassiba ben Bouali CHLEF, 15-17 Décembre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CAMPAGNE D'IRRIGATION DE LA PMH

Nature de la ressource	Année 2009		Année 2010		Année 2011		Année 2012		Année 2013	
	Nombre	Superficie(ha)	Nombre	Superficie(ha)	Nombre	Superficie(ha)	Nombre	Superficie(ha)	Nombre	Superficie(ha)
Petit Barrage	96	4.019	91	5.194	86	5.938	141	9.325	140	11.172
Retenue Collinaire	273	6.090	296	8.416	309	7.663	294	6.407	281	6.205
Forages	57.826	455.322	60.044	457.207	62.967	486.806	65.967	487.872	66.810	535.280
Puits	133.333	293.253	140.326	301.356	144.050	316.198	140.343	11.667	147.310	346.716
Au fil de l'eau	9.936	68.012	11.690	66.822	9.247	75.637	11.677	77.157	12.145	79.949
Sources	6.288	75.509	6.029	76.434	5.939	19.043	5.892	20.640	6.139	19.349
Autres	934	18.748	953	24.078	1.115	12.558	1.146	22.158	1.156	19.035
Total	920.953		939.507		923.843		955.138		1.017.062	

ETAT SIGNALÉTIQUE DES GRANDS PÉRIMÈTRES EN EXPLOITATION.

Office		Périmètres	Ressources en eau	Superficie (Ha)			Volume alloué Hm ³		
				Mise En Eau	Equipée	Irriguée		2012	2013
						2012	2013		
Office National de l'Irrigation et du Drainage (ONID)	Oranie	Ain Skhouna	Chott Chergui	1974	2 880				
		Habra	Bouhnaafia-Ouizert-Fergoug	1942	19 610,00	5 454	5 915	05	25
		Sig	Cheurfa II	1946	8 200,00	4 900	4 740	12	23
		Brézina	BREZINA	2007	1 120,00	200	292	01	03
		Hennaya	STEP	2013	912,00	350	350	0,84	0,84
		Kramis	Kramis	2013	1 120,00	-	68	-	01,50
	Cheliff	Mina	SIDI M4HAMED Ben aouda	1943	17 235,00	4 227	5 482	05	33
		Bas Cheliff	Merdja Sidi Abed- Gargar-Forages	1937	15 800,00	5 902	6 586	35	55
		Moyen Cheliff	Sidi Yacoub-Oued Fodda	1936	18 900,00	5 877	5 994	65	75
		Haut Cheliff	Ghrib-Deurdeur-Harreza	1941	20 200,00	4 921	6 998	50	73
		Amra-Abadia	Sidi M'hamed Ben Taiba	2005	8 495,00	3 503	3 579	35	42
		Dahmouni	Dahmouni	2008	1 214,00	1 470	2 113	15	15
		Bougara	Bougara	2005	798,00	54,20	13	1	00,30
		M'ghila	M'ghila		945,00	72	47	1	1

	Algerois	Hamiz	Hamiz-Nappe-Marais de Reghaia	1937	17 000,00	2 001	2 006	11	12
		Mitidja- Ouest	Bouroumi-Boukerdane	1988	24 200,00	6 411	6450	37	49
		Sahel Algérois	Boukerdane	2005	2 888,00	631	262	07,50	04,50
	Constantinois	Bounamoussa	Cheffia	1977	16 500,00	2 831	2 511	23	23
		Saf Saf	Guenitra-Zerdezas	1993	5 656,00	796	1 411	07	10
		Guelma	Hammam debagh	1996	9 940,00	4 300	5 596	35	35
		Zit Emba	Zit Emba	2007	2 516,00	915	1 021	05	05
		Sedrata - Ksar Sebahi	Oued Cherf	2010	4217,00	713	2 112	10	10
		Jijel	El Agrem	2010	4 000,00	634	852	02,50	03,50
	Sahara	Oued Rhigh	Nappe	2001	6 460,00	5 802	7 000	98,70	100,22
		Outaya	Fontaines des gazelles	2004	1 200,00	1 461	1 687	13	12
OPI wilaya	Tlemcen	Maghnia	Beni bahdel	1974	5 138,00	1 600	2 060	07,50	17
	M'sila	K'sob	K'sob	1954	4 840,00	3 200	3 400	12	13,50
	Bouira	Arribs	Lakehal	1988	3 800,00	1 100	1 198	08	05,30
	Béchar	Abadla	Djorf torba	1974	5 403,00	1 300	1 600	30	45
Total					231 187,00	70 625,20	81 343,00	533,04	692,66

Thème :

l'eau d'irrigation en Algérie

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en *Écologie et environnement*

Résumé

La situation de l'agriculture algérienne est très difficile; la production agricole n'a que peu augmenté et son poids sur l'économie a diminué considérablement. Les ressources en eau sont relativement limitées et se réduisent progressivement. Une portion importante de la superficie irrigable n'est pas actuellement suffisamment approvisionnée en eau.

Nous examinons dans cette étude les pratiques et de l'efficacité des systèmes d'irrigations en Algérie et les principaux problèmes hydrauliques qui affectent la quantité et la qualité des ressources en eau. Ainsi que la stratégie pour augmenter le stockage de l'eau et la mobilisation des ressources.

Nous proposons une série de suggestions dans le but de sauvegarder nos ressources mobilisées, qui nécessite une mise en valeur du potentiel hydraulique, ainsi qu'une politique et une planification des ressources en eau pour les activités agricoles.

Mots clés : l'eau, efficacité, irrigation, Algérie.

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Développement et Valorisation des ressources phytogénétiques.

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mr ALATOU D. (Professeur - UFM Constantine).

Rapporteur : Mr BENDERRADJI M.E.H. (Professeur - UFM Constantine).

Examineurs : Mme OUAHRANI G. (Professeur - UFM Constantine).

Date de soutenance : 20/06/2016