



Republique Algérienne Démocratique et
Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

Département Hydraulique

Projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Intitulé:

Gestion et Planification des ressources en eau

(Etude de cas Bassin hydrographique

Algérois-Hodna-Soummam)

Réalisé par :

DJAFFAR Sabrina

Soutenance le 15 /06/2015 devant le jury :

Président : Mlle S. BENMAMAR

Promoteurs : Pr. KETTAB Ahmed
Mr .BOUKROUNA Mourad

Examineurs : Mr S. BENZIADA
Mr M. NAKIB
Mr N.NEBBACHE

Promotion juin 2015

Enp 10, avenue Hassen Badi, BP 182 El -Harrach, Alger 16200
<http://www.enp.edu.dz>

Remerciements

Au terme de ce projet de fin d'étude, Je tiens tout particulièrement à remercier mes maitres de cette recherche professeur KETTAB Ahmed Directeur du Laboratoire de Recherches en Sciences de l'Eau LRS de l'Ecole Nationale Polytechnique ENP et Mr BOUKROUNA Assistant du Directeur Général Chargé de l'informatique et des systèmes d'information au sein de l'Agence Nationale de Gestion Intégrée des Ressources en Eau

Merci aussi pour mes professeurs surtout à Madame BENMAMAR qui m'a aidé tous le temps et pour Mr BERKANI et Mr NEBECHE et Mr BENZIADA .

Je remercie mes encadreurs de m'avoir soutenu tout au long de ma recherche, de m'avoir facilité l'intégration dans leur section, et m'avoir orienté pour profiter le maximum de leurs expériences scientifiques et pratiques dans ce domaine.

Au terme de ce projet de fin d'étude, je tiens à porter mes chaleureux remerciements à tous les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à effectuer ma recherche aux différents organismes ANBT, ONID, ANRH ,AGIRE dans des bonnes conditions.

Je remercie également tous les personnes qui m'ont aidé dans les différents services au sein de l'Agence Nationale des Barrages et Transferts et l'agence de gestion intégrée des ressources en eau pour leur soutien et leurs conseils constructifs sans oublier l'office national de l'irrigation et du drainage et l'agence de bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam de me recevoir dans des bonnes conditions.

Et je profite de cette occasion pour adresser mes vifs remerciements à tous les docteurs et les différents organismes qui m'ont aidé par leurs conseils , leurs encouragements, leurs esprits coopératifs et leurs humaines et professionnelles, m'ont aidé à surpasser les difficultés rencontrées et à mieux profiter de ma recherche.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

A Mes parents

A mon encadreur "Pr.Ahmed KETTAB"

A La rose de famille "Ma Grande mère"

A Mes Princesses "mes soeurs "

Nassima ,Nawel ,Lilia .

A Ma tante "RABAH Soraya"

A tous ceux ou celle qui me souhaitent la réussite

A Tous Mes enseignants tout au long de mes études.

A Tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

À Tous ceux qui luttent pour une Algérie Meilleure.

ملخص

إن الاهتمام بمواضيع حساسة مثل التسيير و التخطيط للموارد المائية يؤدي إلى تسريع التنمية الاقتصادية و البشرية ، و هذا ما يدخل في إطار مفهوم التنمية المستدامة .

التخطيط الاستراتيجي له منافع كثيرة ، و خاصة إذا كانت السياسات المنتهجة الهادفة بتطبيق هذا التخطيط مرتبط بالإطار القانوني ، فيعتبر التسيير المدمج بين مختلف المؤسسات و الوكالات الخاصة بالموارد المائية أحسن طريقة لتقييم الموارد المائية (سطحية ، جوفية ...) كما و نوعا ، و وسيلة لمعرفة النقائص و إيجاد الحلول لها بطريقة ذكية.

الكلمات المفتاحية : محاكاة ، التسيير ، التخطيط ، الإدماج ، التكامل ، الموارد المائية ، حوض هيدروغرافي.

Résumé

L'intérêt des sujets sensibles tels que la gestion et la planification des ressources en eau aboutissant à accélérer le développement économique et humain, et ceci tombe sous le concept de développement durable.

La planification stratégique a de nombreux avantages, et surtout si elle est faite politiques connus visant à l'application de cette planification est liée au cadre juridique, il est réputé direction Construit entre différentes institutions et organismes privés meilleure méthode des ressources en eau pour l'évaluation des ressources en eau (de surface, souterraines ...), et un moyen de trouver les lacunes et trouver des solutions à eux d'une façon intelligente.

Mots clés : *Simulation, la gestion, la planification, l'intégration, l'intégration, les ressources en eau, bassin hydrographique*

Abstract

The interest sensitive topics such as the management and planning of water resources leading to accelerate economic and human development, and this is what falls under the concept of sustainable development.

Strategic planning has many benefits, and especially if it is made known policies aimed at the application of this planning is linked to the legal framework, he shall be deemed steering Built between various institutions and private agencies better water resources method for assessing water resources (surface, underground ...), and a way to find out shortcomings and find solutions to them in a smart way

Key words: *Simulation, management, planning, integration, integration, water resources, hydrographic basin*

LISTE D'ANNOTATIONS

ADE : Algérienne des Eaux

AEP : Alimentation en Eau Potable

ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transfert

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques

DRE : Direction des Ressources en eau

ENP : Ecole Nationale Polytechnique

GIRE : Gestion Intégrée des Ressources en Eau

GPI : Grands Périmètres Irrigués

ONID: Office National de l'irrigation et Drainage

PNE : Plan National de l'Eau

REUE : Réutilisation des Eaux Usées Epurées

PPP : Partenariat Public-Privé

SPA : Société Publique pat action

SEM: société des eaux de Marseille

Seaco : Société de l'eau et de l'assainissement de Constantine

SEOR: Société de l'eau et de l'assainissement d'Oran

SEATA: la société de l'eau d'Annaba et d'El-Tarf

WIKTI: Water International Knowledge Transfer Initiative

SEAAL: Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger

ABH: Agence de Bassin Hydrographique

DAEP: Direction de l'Alimentation en Eau Potable

DAPE: Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement

DEAH: Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques

DHA: Direction de l'Hydraulique Agricole

DHW: Direction de l'Hydraulique de Wilaya

DPAE: Direction de la Planification et des Affaires Economiques

DRHFC: Direction des Ressources Humaines, de la Formation et de la coopération

EPA: Établissement public à caractère administratif

EPIC: Établissement public à caractère industriel et commercial

GPI: Grand Périmètre Irrigué

MRE: Ministère des Ressources en Eau

ONA: Office National de l'Assainissement

ONID: Office National de l'Irrigation et du Drainage

ONS: Office National des Statistiques

PMH: Petite et moyenne Hydraulique

PNE: Plan National de l'Eau

SI: Système d'Information

STEP: Station d'épuration

AGIRE : Agence nationale de gestion intégrée des ressources en eau

G.T.H : entreprise de Réalisation Générale des travaux hydraulique

C.T.H : entreprise de Contrôle Technique Hydraulique

DHA : direction de l'hydraulique agricole

DBMR : direction du budget, des moyens et de la réglementation

SDB: sous-direction des budgets

SDP: sous-direction des moyens généraux et du patrimoine

SDREJ: sous-direction de la réglementation et des études juridiques

DRHFC: direction des ressources humaines, de la formation et de la coopération

SDVRH: sous-direction de la valorisation des ressources humaines

SDFP: sous-direction de la formation et du perfectionnement

SDDA: sous-direction de la documentation et des archives

SDCR: sous-direction de la coopération et de la recherche

SDRES: sous-direction des ressources en eau et en sols

SDAH: sous-direction des aménagements hydrauliques

SDSI: sous-direction des systèmes d'informations

DMRE: direction de la mobilisation des ressources en eau

SDMRES: sous-direction de la mobilisation des ressources en eau superficielles

SDMRES: sous-direction de la mobilisation des ressources en eau souterraines

SDEC: sous-direction de l'exploitation et du contrôle

DAEP: direction de l'alimentation en eau potable

SDD: sous-direction du développement

SDREE: sous-direction de la réglementation et de l'économie de l'eau

SDCFSPE: sous-direction de la concession et de la réforme du service public de l'eau

DAPE : direction de l'assainissement et de protection de l'environnement

SDD: sous-direction du développement

SDGAPE: sous-direction de la gestion de l'assainissement et de protection de l'environnement

SDCRSPA: sous-direction de la concession et de la réforme du service public de l'assainissement

DHA: direction de l'hydraulique agricole

SDGP: sous-direction des grands périmètres

SDPMH: sous-direction de la petite et moyenne hydraulique

SDERHA: sous-direction de l'exploitation et de la réglementation de l'hydraulique agricole

DBMR : direction du budget, des moyens et de la réglementation

SDB: sous-direction des budgets

SDMGP: sous-direction des moyens généraux et du patrimoine

SDREJ: sous-direction de la réglementation et des études juridiques

DPAE : direction de la planification et des affaires économiques

SDTP: sous-direction des travaux de programmation,

SDF: sous-direction des financements,

SDEC: sous-direction des études économiques.

DRC : Direction de la Réglementation et du Contentieux

SDREJ: sous-direction de la Réglementation et des Etudes Juridiques

SDC: sous-Direction du Contentieux

SDR : sous-direction de la Réglementation et des Etudes Juridiques

DISI: Direction de l'Informatique et des Systèmes d'Information

SDRI: Sous-Direction des Réseaux Informatiques,

SDGDD: Sous-Direction de la Gestion des Données et du Développement,

SDDA: Sous-Direction de la Documentation et des Archives

DGMR :Direction Générale des Moyens de Réalisation

DPDMR: Direction de la Promotion et du Développement des Moyens de Réalisation

DSEMR: Direction du Suivi et de l'évaluation des Moyens de Réalisation

SDCMR: sous-Direction de la Coordination des Moyens de Réalisation

SDDMR : sous-Direction du Développement des Moyens de Réalisation

SDEMRE: sous-direction de l'évaluation des moyens de réalisation

SDSAPN: sous-direction du suivi des activités de l'outil

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : RESSOURCES EN EAU DANS LE MONDE	4
1.1 La répartition de l'eau dans le monde.....	4
1.2 Les pays riches et les pays pauvres en eau.....	6
1.3. Usage de l'eau	11
1.4. Les Conflits Lies À L'eau Dans Le Monde	14
1.4.1 Les ressources en eau en Afrique du Nord et les conflits de l'eau.....	16
1.5 Changement climatiques	18
1.5.1 L'impact de Changement climatiques sur les ressources en eau	18
1.5.2 Dérèglement climatique : quelles conséquences ?	22
1.6. Scenarion méditerranéen.....	24
1.6.1 Le défi environnemental	24
1.6.2. Les défis démographique, économique, social et culturel	24
1.6.3. Les défis de la mondialisation, de la coopération régionale et de la gouvernance.....	25
1.6.4. Le principe de base de la Stratégie méditerranéenne	25
CHAPITRE II : LES RESSOURCES D'EAU EN ALGERIE.....	27
2.1. Les ressources en eau conventionnelles.....	27
2.1.1 Les eaux superficielles.....	27
2.1.2 Les ressources en eau souterraines.....	28
2.2 Les ressources en eau non conventionnelles	30
2.2.1 Le dessalement d'eau de mer	30
2-2-2 La réutilisation des eaux usées épurées	34
2.3. Les demandes en eau.....	37
2.3.1. La demande en eau potable.....	37
2.3.2 La demande en eau industrielle	38
2.3.3. La demande en eau d'irrigation.....	39
Conclusion	41
CHAPITRE III : ORGANISATION INSTITUTIONNELLE DE LA GESTION ET PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU EN ALGERIE	43
3.1 Définition de la Planification.....	43
3.1.1. Les quatre étapes de la mise en œuvre de la planification	43
3.1.2. Pourquoi planifier ?	44
3.2. Différents Types De Planification	44
3.2.1. La Planification de l'Eau.....	45

3.3. Cadre De La Planification Algérienne	45
3.3.1. Missions et Objectifs De la Planification de l'eau.....	45
3.4. Cadre Juridique De La Planification De L'eau.....	47
3.4.2. La loi relative à l'eau : La loi comporte dix titres	48
3.4.3. L'eau et les autres politiques publiques	48
3.5. Cadre Institutionnel De La Planification De L'eau En Algérie	50
3.5.1. Ministère.....	50
3.5.2. Organisation générale du secteur de l'eau.....	51
3.5.3. Etablissement Sous Tutelles.....	53
3.5.4. La gestion déléguée.....	59
3.5.5. Entreprises économiques du secteur de Ressources en Eau affiliées à la SGP- ERGTHY	62
3.6. L'organisation De La Planification.....	62
3.6.1. La répartition des rôles dans la planification en Algérie.....	62
3.6.2. Organisation du cycle de planification intégrée	64
CHAPITRE IV : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ALGEROIS-HODNA- SOUMMAM.....	67
4.1. Situation géographique.....	67
4.2. Découpage administratif.....	67
4.2.1. Découpage hydrographie	68
4.3. Le réseau hydrographique.....	68
4.3.1. Lac de Réghaïa.....	70
4.3.2. Chott El Hodna	70
4.4. La topographie.....	70
4.6. Climatologie.....	71
4.6.1. Pluviométrie	72
4.6.2. Evapotranspiration	72
4.7. Géologie.....	74
4.8. Hydrogéologie.....	75
4.9. Sols 75	
4.10. Les ressources en eau de Bassin AHS.....	76
4.10.1. Les ressources en eau conventionnelle	76
4.10.2. Les ressources en eau non conventionnelle.....	80
CHAPITRE V : DESCRIPTION DU MODELE DE SIMULATION.....	84
5.1. Description de système d'information PDARE	84
5.2. Objectif de système d'information Pdare	84

5.3. Outils logiciels utilisés.....	85
5.4. Description de la base de données.....	86
5.4.1. Liste des tables	86
5.4.2. Module d'initialisation du Pdare	91
5.4.3 Module d'exploration des données	92
5.5. Description de l'interface utilisateur	92
5.5.1. L'écran d'accueil.....	92
5.5.2. Module d'initialisation du Pdare	93
5.5.3. Module d'exploration des données	93
5.5.4. Module d'affichage cartographique des infrastructures.....	94
5.5.5. Module de gestion des variantes	94
5.5.6. Module de paramétrage du bilan.....	95
5.6. Le modèle de bilan	95
5.6.1 Principe du Bilan.....	95
5.6.2. Les éléments du bilan.....	96
5.6.3 Les paramètres de bilan.....	96
5.6.4. Fonctionnement du modèle « Bilans ».....	97
CHAPITRE VI. : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	106
6.1. Présentation les variantes de simulations	106
6.2. Variante I (de base): Situation actuelle et évolution tendancielle des demandes	108
6.2.1. Hypothèses de la variante	108
6.2.2. Résultats généraux de la variante	109
6.3. Variante II : Réduction des pertes (économie de l'eau).....	112
6.3.1. Hypothèses de la variante	112
6.3.2. Résultats généraux de la variante	113
6.3.3 Confrontation ressources-demandes	113
6.4. Variante III : Développement de l'offre.....	114
6.4.1. Résultats généraux de la variante	115
6.4.2. Confrontation ressources-demandes	115
Les wilayas de Bouira, Tizi Ouzou, Boumerdes, Alger et Béjaia disposent de grandes possibilités de mobilisation par grands barrages au contraire des wilayas de Batna, Djelfa, Médéa et surtout M'sila et Blida où leurs capacités de mobilisation sont très limitées.....	115
Il y a lieu de signaler que cette variante prend en compte l'ensemble des barrages de la zone d'étude Il s'agit de 34 barrages dont 15 en exploitation, 4 en réalisation et 14 en projet. C'est pourquoi de tels excédents importants ont été constatés	115
6.5. Variante IV : Développement de l'irrigation avec une économie d'eau de niveau 2116	

6.5.1. Résultats généraux de la variante	117
6.6. Variante V : Développement du dessalement de l'eau de mer.....	118
6.6.1. Résultats généraux de la variante	119
6.7. Variante VI : Variante d'équilibre du bilan hydrique	120
6.7.1. Ajustement du programme de la mobilisation	120
6.7.2. Révision de la programmation des GPI	121
6.7.3. Résultats généraux de la variante	121
6.7.4. Effet de la sécheresse	121
Résultats généraux du scénario	122
CONCLUSION GENERALE.....	124
RECOMMANDATIONS	126
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	128
ANNEXES

LISTE DES FIGURES

Tableau I.1. Répartition en volume et en pourcentage des différentes sources d'eau salée et d'eau douce présentes sur Terre.....	4
Tableau I.2 <i>la variabilité des ressources en eaux par habitant</i>	6
Tableau II.1. <i>État du dessalement des eaux de mer en 2013</i>	31
Tableau II.2. <i>Les grandes stations de dessalement d'eau de mer</i>	32
Tableau II.3. <i>Les Stations Monoblocs de dessalement d'eau de mer</i>	32
Tableau II.4. <i>Indicateurs d'état liés à l'assainissement</i>	35
Tableau II.5. <i>L'évolution les réseaux d'assainissement entre 2012 et 2013</i>	35
Tableau II.6. <i>L'évolution les stations d'épuration entre 2012 et 2013</i>	36
Tableau II.7. <i>Paramètres d'exploitation des STEP par zone durant l'année 2013</i>	36
Tableau II.8. <i>Indicateurs d'état relatifs à l'AEP</i>	37
Tableau II.9. <i>Évolution des surfaces irriguées et des systèmes utilisés de 2000 à 2008</i>	39
Tableau III.1. <i>les principaux textes relatifs à l'eau</i>	49
Tableau III.2. <i>Répartition des rôles dans la planification en Algérie</i>	63
Tableau IV.1. <i>Éléments administratifs de la zone d'étude</i>	68
Tableau V.2. <i>Liste des tables de base</i>	87
Tableau V.3. <i>Paramètres de planification</i>	89
Tableau V.4. <i>Variantes du bilan</i>	90
Tableau V.5. <i>Tables de configuration du module « Bilans » et investissements</i>	91
Tableau V.6. <i>Paramètres climatiques par catégorie de ressources et de demandes</i>	97
Tableau VI.1. <i>Description des variantes simulées</i>	108
Tableau VI.2. <i>Hypothèses de la variante I</i>	109

Tableau VI.3. Hypothèses de la variante II.....	112
Tableau VI.4. Hypothèses de la variante III.....	114
Tableau VI.5. Hypothèses de la variante IV.....	116
Tableau VI.6. Hypothèses de la variante V.....	118
Tableau VI.7. Propositions d'ajustement.....	120
Tableau VI.8. Bilan ressources-demands en hm^3 (scénario sécheresse).....	121

LISTE DES HISTOGRAMMES

Histogramme IV.1. Bilan ressources-demands en hm^3 (Variante I).....	109
Histogramme IV.2. Bilan ressources-demands en hm^3 (Variante II).....	113
Histogramme VI.3. Bilan ressources-demands en hm^3 (Variante III).....	115
Histogramme IV.4. Bilan ressources-demands en hm^3 (Variante IV).....	117
Histogramme IV.5. Bilan ressources-demands en hm^3 (Variante V).....	119
Histogramme IV.6. Bilan ressources-demands en hm^3 (Variante d'équilibre).....	121
Histogramme IV.7. Bilan ressources-demands en hm^3 (scénario sécheresse).....	123

Liste des Tableaux

Tableau I.1. Répartition en volume et en pourcentage des différentes sources d'eau salée et d'eau douce présentes sur Terre	4
Tableau I.2 la variabilité des ressources en eaux par habitant.....	6
Tableau II.1. État du dessalement des eaux de mer en 2013.....	31
Tableau II.2. Les grandes stations de dessalement d'eau de mer.....	32
Tableau II.3. Les Stations Monoblocs de dessalement d'eau de mer.....	32
Tableau II.4. Indicateurs d'état liés à l'assainissement.....	35
Tableau II.5. L'évolution les réseaux d'assainissement entre 2012 et 2013.....	35
Tableau II.6. L'évolution les stations d'épuration entre 2012 et 2013.....	36
Tableau II.7. Paramètres d'exploitation des STEP par zone durant l'année 2013.....	36
Tableau II.8. Indicateurs d'état relatifs à l'AEP.....	37
Tableau II.9. Évolution des surfaces irriguées et des systèmes utilisés de 2000 à 2008.....	39
Tableau III.1. les principaux textes relatifs à l'eau.....	49
Tableau III.2. Répartition des rôles dans la planification en Algérie.....	63
Tableau IV.1. Eléments administratifs de la zone d'étude	68
Tableau V.2. Liste des tables de base.....	87
Tableau V.3. Paramètres de planification.....	89
Tableau V.4. Variantes du bilan	90
Tableau V.5. Tables de configuration du module « Bilans » et investissements.....	91
Tableau V.6. Paramètres climatiques par catégorie de ressources et de demandes.....	97

Tableau VI.1. Description des variantes simulées.....	107
Tableau VI.2. Hypothèses de la variante I.....	108
Tableau VI.3. Hypothèses de la variante II.....	111
Tableau VI.4. Hypothèses de la variante III.....	113
Tableau VI.5. Hypothèses de la variante IV.....	115
Tableau VI.6. Hypothèses de la variante V.....	117
Tableau VI.7. Propositions d'ajustement.....	119
Tableau VI.8. Bilan ressources-demandes en hm ³ (scénario sécheresse).....	121

INTRODUCTION GENERALE

L'Algérie est un pays africain et méditerranéen qui s'étale sur une superficie de 2 381 741 km², avec 1200 km de côtes et des frontières communes avec l'ensemble des pays de l'Union du Maghreb Arabe (UMA) : Tunisie, Libye, Maroc, Sahara Occidental, Mauritanie et avec deux pays du Sahel africain : le Mali et le Niger. C'est une terre de contrastes et de reliefs divers, où se rencontrent les paysages méditerranéens, de vastes hauts plateaux semi-arides et de grands espaces sahariens. Le pays est majoritairement aride et semi-aride, malgré sa réputation de pays méditerranéen. Les zones du territoire qui reçoivent plus de 400 mm de pluie par an se limitent à une bande d'un maximum de 150 km de profondeur à partir du littoral. Les chaînes de relief accentuent la rapidité de l'assèchement du climat en allant vers le Sud, par leurs dispositions parallèles au littoral. L'Algérie s'étend sur 1 622 km de linéaire côtier méditerranéen, et s'enfonce sur plus de 2 000 km dans le continent africain, au cœur du Sahara. Trois grands ensembles physiques : le Tell, 4% du territoire, les Hauts-Plateaux, 9% du territoire, le domaine saharien, 87% du territoire.

Cette variété physiographique, et la grande diversité de paysages et d'écosystèmes qu'elle favorise, explique pour partie, la richesse et la fragilité des ressources naturelles.

L'eau est un élément essentiel et stratégique de l'aménagement du territoire : sa disponibilité infléchit la répartition des populations, de l'urbanisation et des activités économiques. Son ratio de 600 m³/habitant/an, fait de l'Algérie un pays situé sous le seuil de rareté, traduisant un déficit en eau. Outre la rareté de la ressource, d'où l'insuffisance de l'eau est un défi qui a besoin des stratégies bien détaillé avec une étude scientifique à long terme qui définit les axes majeurs qui influencent sur la rareté de l'eau.

L'eau est un bien rare, est une ressource naturelle limitée, nécessaire à la vie et aux systèmes écologiques, et essentielle pour le développement économique et social, des facteurs tels que la croissance et les changements démographiques, le développement économique et le changement climatique ont à l'évidence un impact très important sur les ressources en eau. De même, les ressources en eau ont un impact significatif sur la production et la croissance économique, sur la santé et les moyens d'existence et sur la sécurité nationale.

Dans la mesure où les changements climatiques vont aggraver les situations de pénurie et stress de l'eau, une bonne gestion de l'eau est plus que jamais une des conditions du développement humain durable.

Dans cette mémoire nous développons les points suivants :

- 1-Les ressources en eau existants en Algérie.
- 2-L'organisation actuelle et la gestion des ressources en eau en Algérie.
- 3-La planification des ressources en eau de bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam à l'horizon 2030 avec un certain nombre de scénarios.

4-Les recommandations et conclusions pour le futur.

Et pour développer et analyser ces points nous avons posé la problématique suivante :

- **Comment gérer l'eau d'une façon à atteindre le développement durable ?**
- **Quelle est le modèle de planification efficace qu'on peut prendre pour évaluer les besoins et les ressources en eau ?**
- **Quelle planification et de quelle stratégie pour remédier le problème de l'insuffisance d'eau dans le bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam ?**

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : RESSOURCES EN EAU DANS LE MONDE

1.1 La répartition de l'eau dans le monde

L'eau est une ressource naturelle limitée, nécessaire à la vie et aux systèmes écologiques, et essentielle pour le développement économique et social, 75 % de la surface de globe est recouverte d'eau c'est pour cela on dit « Planète bleue ».

Son volume total est estimé à 1 400 millions de milliards de m³, ce qui représente un cube de plus de 1000 km de côté. Ce volume d'eau est stable. En 4,6 milliards d'années, il a été estimé que la quantité d'eau perdue (par dissociation de la molécule d'eau sous l'action du soleil qui libère e l'hydrogène) correspond à une hauteur de 3 m sur la totalité de la surface de la Terre.[1]

Selon la FAO, sur les 1,4 milliard de km³ d'eau présents sur la planète, seuls 45 000 kilomètres cubes sont de l'eau consommable et 9 000 à 14 000 km³ d'eau sont accessibles.

Aujourd'hui, un tiers de l'humanité vit dans une situation dite de << stress hydrique>>, avec moins de 1700mètre cubes d'eau douce disponible par habitant et par an (1700m³/hab/an)

Tableau I.1. Répartition en volume et en pourcentage des différentes sources d'eau salée et d'eau douce présentes sur Terre [2]

	Volume (10 ³ km ³)	Pourcentage de l'eau totale (%)	Pourcentage de l'eau douce (%)
Eau totale	1,386 millions	100	-
Eau douce totale	35 000	2,53	100
Océans mondiaux	1,340 millions	96,5	-
Eau salée souterraine	13 000	1	-
Eau douce souterraine	10 500	0,76	30
Glaciers antarctiques	21 600	1,56	61,7
Glaciers du Groenland	2 340	0,17	6,7
Îles arctiques	84	0,006	0,24
Glaciers montagneux	40,6	0,003	0,12
Pergélisol et glace souterraine	300	0,022	0,86
Lacs salins	85,4	0,006	-
Lacs d'eau douce	91	0,007	0,26
Humidité du sol	16,5	0,0012	0,047
Tourbières	11,5	0,0008	0,03
Rivières (flux moyen)	2,12	0,0002	0,006
Dans la matière biologique	1,12	0,0001	0,0003
Dans l'atmosphère (en moyenne)	12,9	0,0001	0,04

La majeure partie de l'eau de la planète est salée et est contenue dans les différentes mers et océans. Une petite partie d'eau salée se retrouve aussi dans des aquifères souterrains (1 %) et dans des lacs (0,006 %).

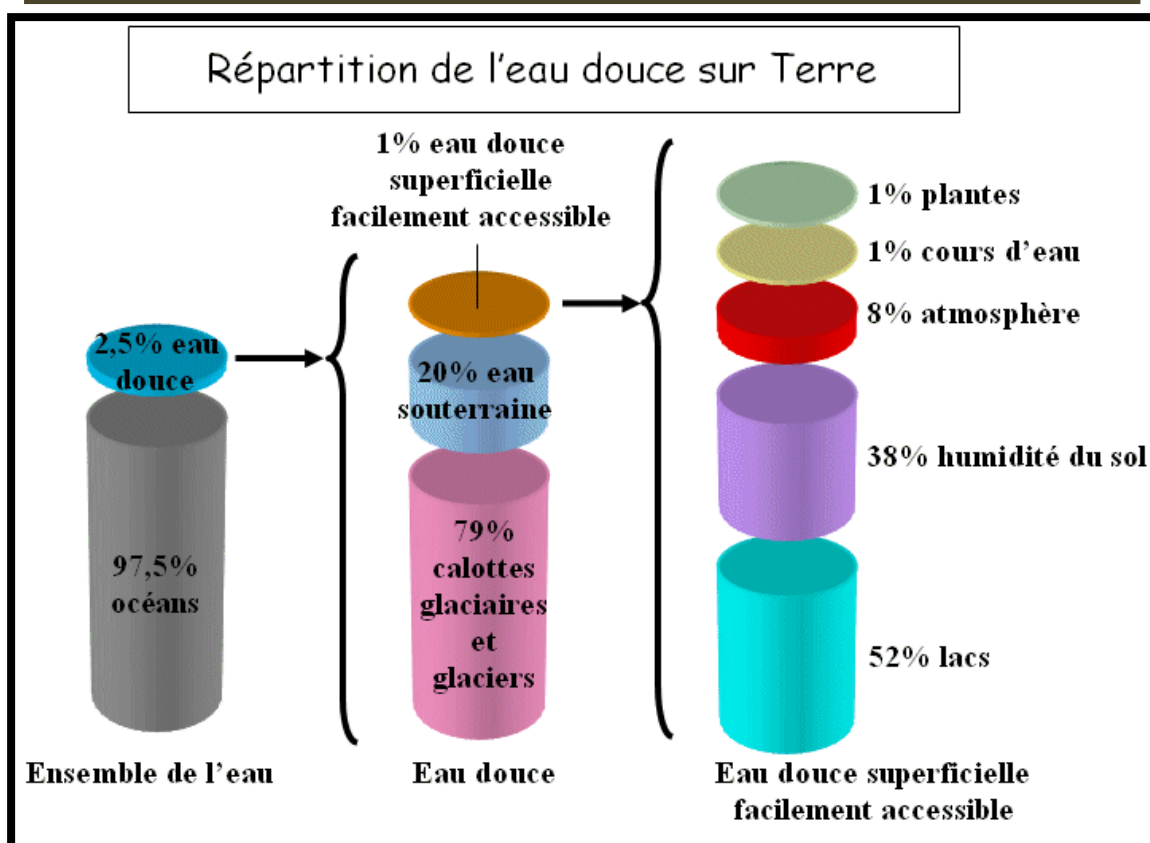


Figure I.1. Répartition de l'eau douce sur terre [3].

Les ressources de chaque pays dépendent du climat et les niveaux de précipitations sont variables dans le monde, au-delà des variations géographiques.

Cependant, les précipitations et les écoulements terrestres sont mal répartis sur l'ensemble du globe. Certaines régions reçoivent beaucoup plus d'eau que d'autres, la répartition des ressources s'en trouve très inégale et certains pays souffrent d'un manque notable d'eau.

À cela s'ajoute le fait que la répartition de la population est elle aussi très hétérogène ce qui augmente encore parfois les disparités, on peut distinguer deux cas : le manque d'eau provoque la sécheresse et leurs excès produit les inondations d'où l'eau pose une question difficile à résoudre pour l'humanité.

Quelques chiffres :

- ✓ 9 pays se partagent 60% des réserves mondiales d'eau, ¹
- ✓ 80 pays souffrent de pénuries ponctuelles,
- ✓ 28 pays souffrent de pénuries régulières.
- ✓ 1,5 milliards d'habitants n'ont pas accès à l'eau potable.
- ✓ 2 milliards sont privés d'installations sanitaires.

¹ Neuf pays se partagent 60 % des réserves mondiales d'eau douce : le Brésil, la Russie, les Etats Unies, Canada, l'Inde, l'Indonésie, la Colombie, la Chine et le Pérou. (Canada dispose ainsi de 86 177 m³ d'eau par habitant et par an selon *mission d'information* « La géopolitique de l'eau » N° 4070)

- ✓ 4 millions de personnes meurent chaque année de maladies liées au manque d'eau.
- ✓ 6 000 enfants meurent chaque jour dans le monde pour avoir consommé une eau non potable, bien que ces maladies (comme la diarrhée) soient faciles à traiter. [4]

L'eau est une ressource abondante, stable mais inégalement répartie, le climat influe sur la répartition géographique de la ressource hydrique en créant des conditions variées d'évaporation et de pluviométrie qui, combinées, affectent la répartition de la ressource hydrique.

1.2 Les pays riches et les pays pauvres en eau

Les cycles climatiques passés et actuels ont façonné la géographie des ressources en eau. Celles-ci sont inégalement réparties entre les pays. Un tiers de la population mondiale est privé d'eau potable. 1,1 milliard de personnes réparties dans 80 pays, n'ont pas accès à une eau salubre, voyant leur développement entravé par ce problème selon le Banque Mondiale.

Le tableau ci-dessous explique la variabilité des ressources en eaux par habitant

Tableau I.2 la variabilité des ressources en eaux par habitant. [5]

Pays	Ressources en eau renouvelables par habitant en 2009 (m³/habitant/a
Islande	537 975
Canada	86 177
Nouvelle-Zélande	75 642
Brésil	42 604
Russie	31 510
Australie	22 464
Etats-Unis	9 974
Bangladesh	8 345
Moyenne des ressources par être humain et par an	5 000
Mexique	4 081
Japon	3 398
France	3 379
Mauritanie	3 375
Seuil de vulnérabilité	2 500
Espagne	2 243
Chine	2 080
Iran	1 880

Nigeria	1 853
Seuil de pénurie – Stress hydrique	1 700
Somalie	1 612
Inde	1 582
Burundi	1 535
Pakistan	1 354
Malawi	1 197
Afrique du Sud	1005
Pénurie chronique	1 000
Rwanda	921,3
Maroc	916,7
Kenya	778
Egypte	718,8
Situation critique	500
Tunisie	443,3
Algérie	333,9
Israël	245,1
Jordanie	155,5
Libye	95,8
Yémen	90,02
Arabie Saoudite	89,52
Bande de Gaza	59
Koweït	7,559

Environ un tiers de la population mondiale, plus de 2 milliards de personnes, vivrait en dessous du seuil de **stress hydrique**.

20 pays dans le monde seraient en état de pénurie : douze sur le continent africain (Afrique du Sud, Algérie, Burundi, Égypte, Éthiopie, Kenya, Libye, Malawi, Maroc, Rwanda, Somalie et Tunisie) et sept au Moyen-Orient (Arabie Saoudite, Iran, Israël, Jordanie, Koweït, Yémen et Territoires palestiniens) [5]. En réalité, des millions de personnes vivent avec moins de 500 m³ d'eau par an, situation obérant toute perspective de développement et de croissance. Le manque d'eau est structurel dans le vaste triangle qui s'étend de la Tunisie au Soudan et au Pakistan, c'est dire dans plus de vingt pays d'Afrique du Nord et du Proche-Orient, qui présentent une situation de pénurie chronique (moins de 1 000 m³ d'eau douce par an), comme le révèle la carte suivante.

Dans certains pays, moins de 40 % de la population a accès à l'eau potable. C'est le cas du Cambodge, du Tchad, de l'Ethiopie, de la Mauritanie, de l'Afghanistan et d'Oman.

Neuf pays "géants" de l'eau se partagent près de 60 % des ressources naturelles renouvelables d'eau douce du monde. Leurs richesses se calculent en milliers de milliards de m^3 par an ou km^3 par an. Il s'agit du Brésil, de la Fédération Russe, de l'Indonésie, de la Chine, du Canada, des Etats-Unis, de la Colombie, du Pérou et de l'Inde.

A l'autre extrémité, un certain nombre de pays disposent de ressources extrêmement faibles, voire quasi nulles dont le niveau ne s'exprime qu'en millions de m^3 : Koweït, Bahreïn, Emirats Arabes Unis, Malte, Libye, Singapour, Jordanie, Israël, Chypre. [1]

Selon le centre d'information sur l'eau (cieau) l'Egypte, les Pays-Bas ou l'Irak, dépendent fortement des ressources en eau d'origine externe, respectivement 99 %, 89 % et 65 %.

La disponibilité de l'eau par pays par personne et par année est représentée sur la Figure ci-dessous. On peut également y voir les régions les plus soumises à un stress hydrique. Les régions les plus à risque sont le nord et le sud de l'Afrique, l'Asie, notamment l'Inde et le proche Orient.

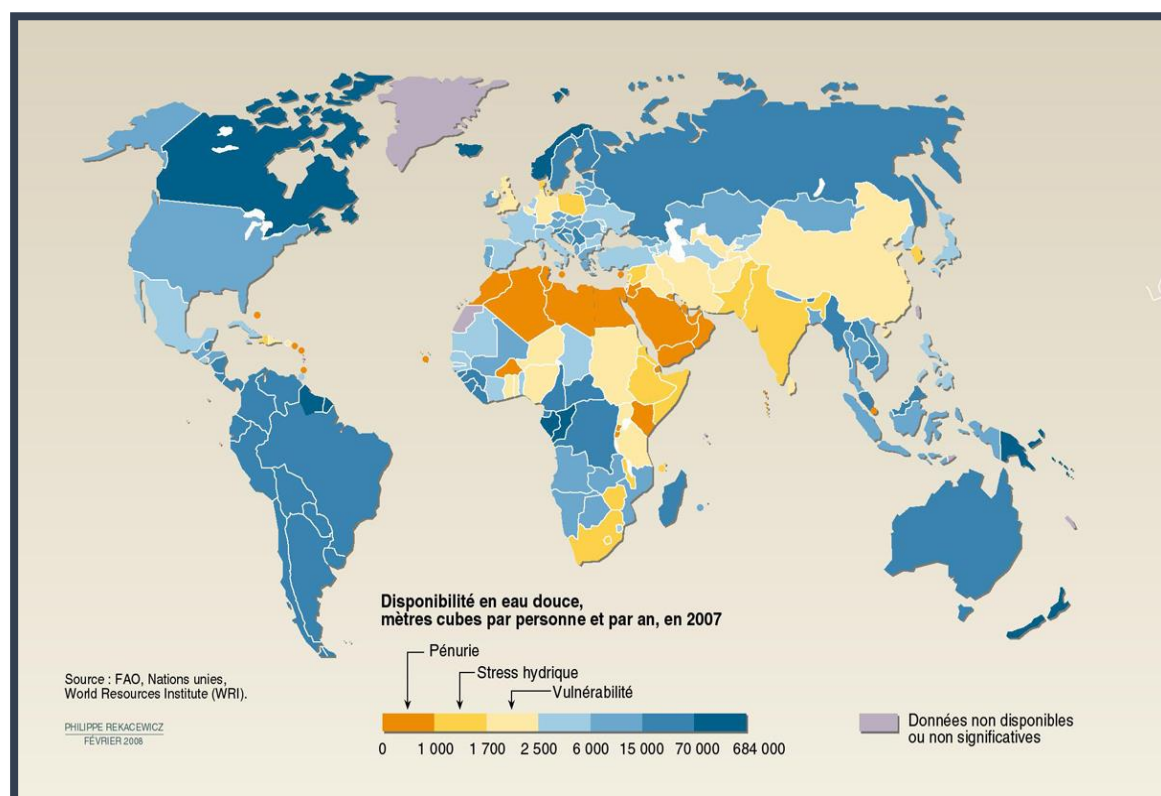


Figure I.2. Volume d'eau disponible par pays par personne et par année en m^3 /personne/année. [6]

Selon l'OCDE, entre 1950 et 1995, la disponibilité mondiale de l'eau douce par habitant a chuté de 17 000 m³ à 7 300 m³

En 1950, la ressource mondiale en eau était estimée à 17 000 m³ par personne et par an, Elle devrait chuter à moins de 5 100 m³ en 2025 (source : Eurostat 2002). Dans les pays de l'Union Européenne, les ressources moyennes en eau s'établissent à 7000 m³ par personne et par an.

Des organisations onusiennes depuis des années ont entrepris la réalisation d'une Vision Mondiale à long terme pour l'Eau, la Vie et l'Environnement. Cette vision doit entraîner la prise de conscience de l'importance d'une gestion durable de l'eau. Parce que en 2025, 63 % de la population mondiale devrait subir stress hydrique ou pénurie d'eau. [7]

Une étude, publiée le 12 décembre 2013 par le World Resources Institute (WRI), révèle que *37 pays dans le monde connaissent un stress hydrique extrêmement élevé*

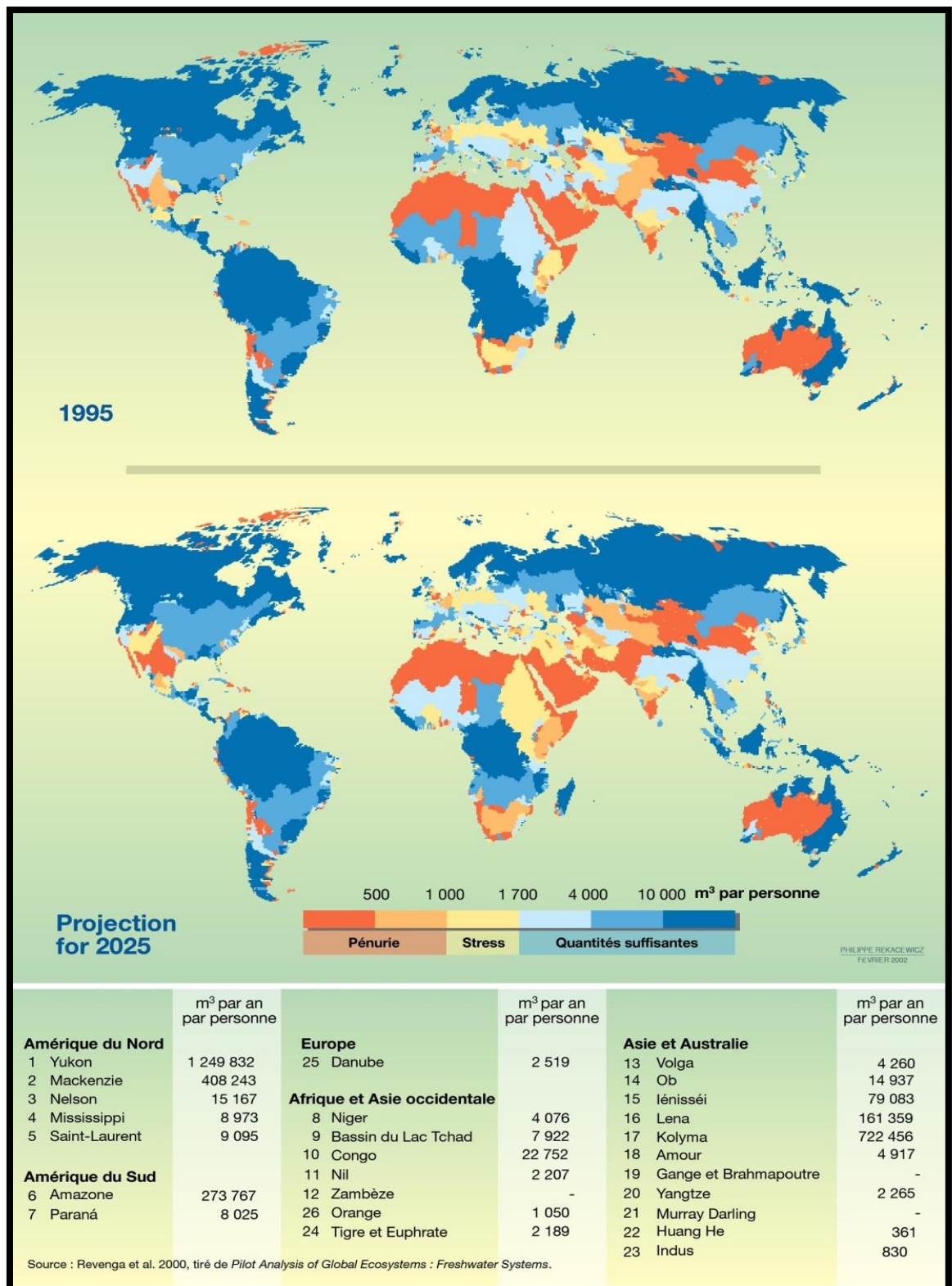


Figure I.3. Disponibilité en eau douce par bassin : 1995 et 2025 [1]

1.3. Usage de l'eau

L'eau prélevée dans les cours d'eau et les aquifères est affectée à trois usages principaux : **l'agriculture, la production industrielle** et la **consommation domestique**.

D'après les données de la FAO, les usages de l'eau se répartissent à 70 % pour l'agriculture, 20 % pour la production industrielle (utilisant l'eau comme fluide de procédés ou comme intrants dans des produits) et énergétique (hydroélectricité, énergie thermique et nucléaire), et 10 % pour la consommation domestique.

A l'échelle mondiale, cette ressource est utilisée à 65% pour l'irrigation, 25% pour l'alimentation en eau potable et 10% pour l'industrie. Dans de nombreux pays, les systèmes d'irrigation reposent très largement sur les nappes souterraines (90 % en Libye, 89 % en Inde, 84 % en Afrique du Sud, 80 % en Espagne).

Cette répartition masque de réelles différences entre régions du monde. La part de l'agriculture dans les prélèvements s'établit ainsi en moyenne à **32,4 %** en Europe, **38,7 %** en Amérique du nord, **70,7%** en Amérique du sud et Caraïbes, **81,3 %** en Asie-Pacifique, **84,1%** en Afrique et **87,6 %** au Moyen Orient, d'où l'agriculture reste le principal consommateur d'eau presque dans tous les pays de monde.[5]

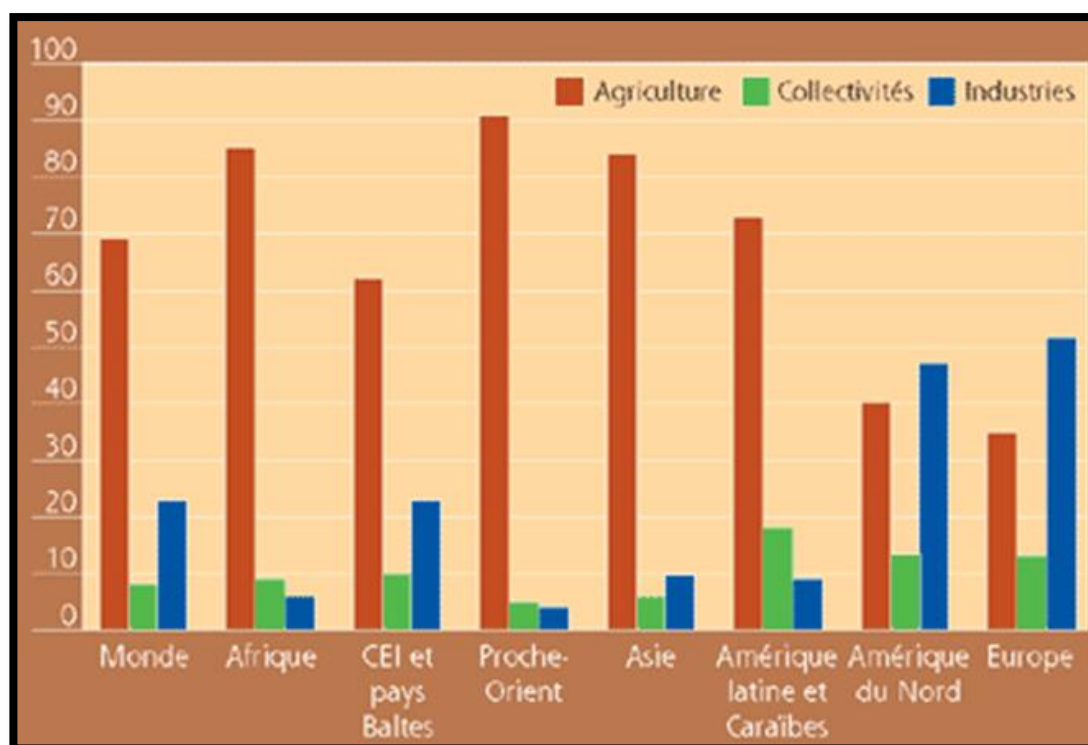


Figure I.4. Répartition des prélèvements par grandes régions du monde [8]

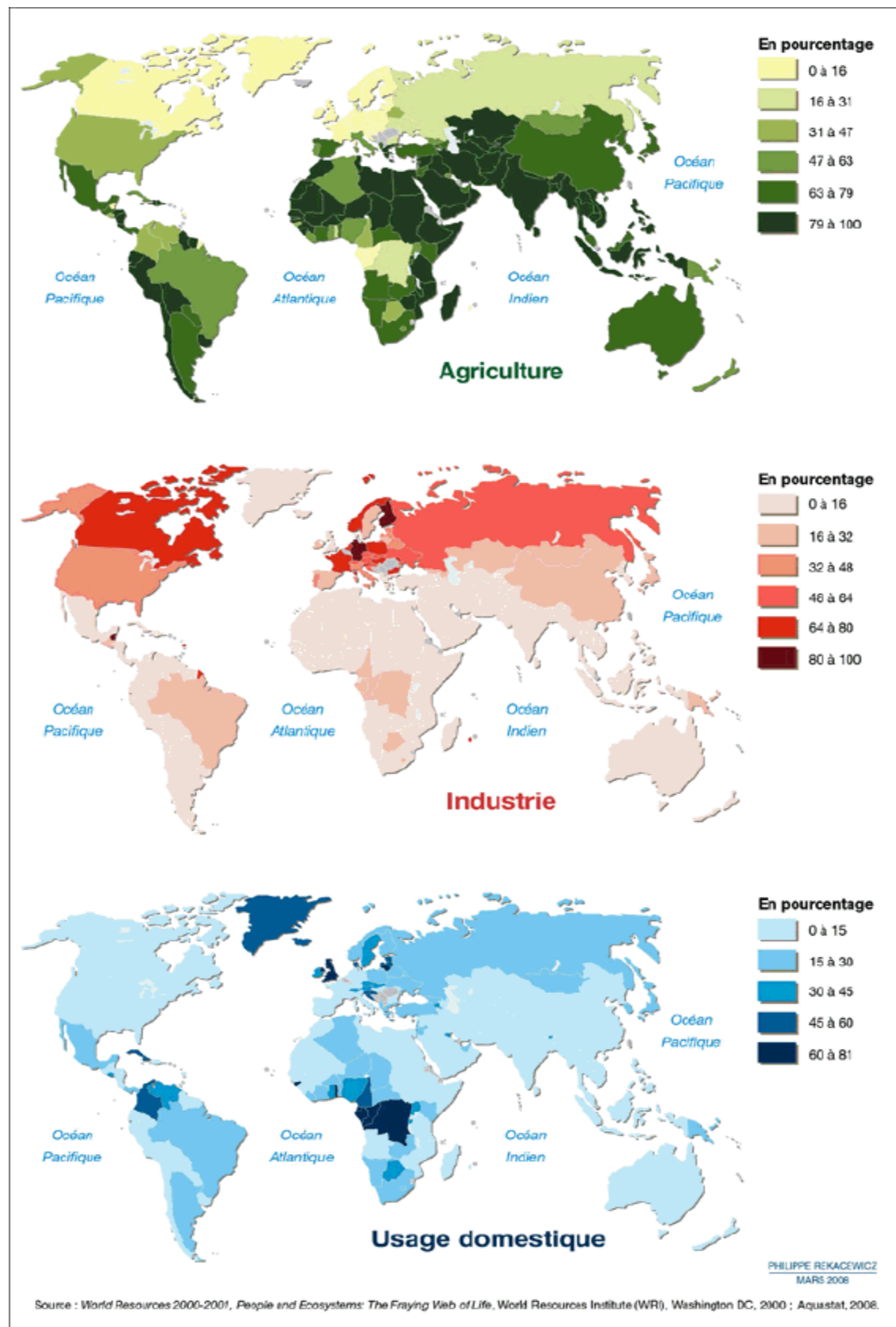


Figure I.5. Les usages de l'eau dans le monde [9].

Cette carte résume l'utilisation d'eau dans le domaine d'agriculture et le secteur d'industrie et usage domestique.

Concernant l'usage Agriculture les états qui prélèvent le plus d'eau sont ceux où l'agriculture irriguée est très importante, dans le monde il y'a d'environ 280 millions d'hectares irrigués dans le monde (contre 190 millions d'hectares irrigués en 1980)

-Les pays en développement le prélèvement d'eau douce est d'environ 95% pour les besoins d'irrigation d'où l'absence d'une gestion performante et avec la croissance démographique, Ces régions sont situées sur l'axe de stress hydrique, autant dire que leurs marges de mobilisation de la ressource sont faibles pour faire face à une augmentation des besoins.[5]

Concernant l'usage industriel les caractéristiques physico-chimiques de l'eau font que la plupart des activités industrielles l'utilisent comme matière première. L'eau est utilisée comme matière première, pour le lavage, le refroidissement et certaines réactions chimiques. Mais de réels efforts ont été faits par les différentes industries pour réduire leur utilisation d'eau. Les besoins de l'industrie diminuent (7 % entre 1994 et 2000).

-L'industrie chimique, les raffineries de pétrole, l'agroalimentaire, l'industrie papetière et la métallurgie sont les plus exigeantes en eau. En revanche quelques 97 % de l'eau prélevée pour le refroidissement des centrales nucléaires sont restituée. [5]

Concernant l'usage domestique *La consommation d'eau domestique dépend du niveau de vie, ainsi les inégalités observées, traduisent les différences de développement économique et de mode de vie. C'est pour cette raison que les consommations d'eau varient énormément d'une région à l'autre du globe. La consommation d'eau par habitant est à rapprocher des statistiques de prélèvements d'eau, variables selon les sources d'information.*

Consommation d'eau domestique (en litres /personne/jour)

- Canada, Etats-Unis, Japon, Australie, Suisse : supérieur à 250 litres / personne / jour
- Finlande, Italie, Espagne, Portugal, Corée du sud, Grèce, Suède : de 160 à 250 litres / personne / jour
- Danemark, Royaume-Uni, Autriche, France, Luxembourg, Irlande : de 130 à 160 litres / personne / jour
- Allemagne, Pays-Bas, Belgique, Hongrie, Bulgarie, Pologne, République Tchèque : inférieur à 130 litres / personne / jour
- Asie et Amérique Latine : de 50 à 100 litres / personne / jour
- Afrique Sub-Saharienne : de 10 à 20 litres / personne / jour .

C'est le cas de l'Afghanistan, de l'Angola, de l'Éthiopie, de Madagascar, de la Mauritanie, du Niger, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, de la République démocratique du Congo, de la Somalie, du Tchad . Ainsi dans beaucoup de villes d'Afrique, l'utilisation quotidienne reste inférieure à 20 litres d'eau. [10]

L'OMS préconise un minimum vital de **20 litres d'eau par jour et par personne** pour répondre aux besoins fondamentaux .

Actuellement selon le centre d'information sur l'eau il y'a entre 2 à 4 milliards de personnes dans le monde n'ont pas un accès à l'eau potable.

D'ailleurs, la consommation en eau par habitant est désormais considérée comme un indicateur du développement économique d'un pays.

1.4. Les Conflits Lies À L'eau Dans Le Monde

L'eau Enjeu Des Relations Internationales

Si les aspects géographiques – c'est à dire le relief et le climat – jouent un rôle déterminant dans le rapport à l'eau, les éléments géopolitiques, c'est-à-dire les rivalités de pouvoir, sont essentiels. L'accentuation des tensions sur la ressource pose la question de la capacité future à partager l'eau. « Les prochaines guerres seront conduites pour l'eau », annonçait en 1995 Ismail Serageldin, président de la Banque mondiale.

L'EAU FACTEUR DE CONFLIT OU MOTEUR DE COOPÉRATION?

La sécurité hydrique : une géopolitique de l'eau² qui élève la ressource en enjeu conflictuel entre États.

Les problèmes géopolitiques autour de l'eau ne sont pas toujours ceux que l'on croit. Si des tensions existent autour du partage des ressources des grands fleuves, ce sont des questions plus politiques qui structurent les espaces de l'eau : concurrence ville-agriculture, pollution des nappes phréatiques et réfugiés climatiques.

Compte tenu de sa rareté et de son inégale répartition sur la planète, l'eau est inévitablement une source de tensions. Lorsque les disponibilités par pays varient de 500 à 1000 m³ par habitant et par an, on parle déjà de « **stress hydrique** ». Au-dessous de 500m³ d'eau, il s'agit de **pénurie grave**.

Aujourd'hui plus d'un tiers de la population mondiale vit dans ses pays qui souffrent de ce « stress hydrique » (Proche Orient et Moyen Orient, Afrique sub-saharienne, certaines régions d'Afrique de l'Est, des Amériques, etc.) [11]

² L'expression « géopolitique de l'eau » désigne en première approche des rivalités politiques dans la répartition du débit de fleuves et de rivières ou l'exploitation de ressources hydrauliques. De telle rivalités existent non seulement entre les Etats dont les territoires sont traversés par un même fleuve, mais aussi au sein d'un même Etat, entre des régions ou de grandes villes qui visent chacune à tirer parti des ressources des bassins hydrographiques plus ou moins proches. » (« Géopolitique de l'eau », Yves Lacoste, Revue Hérodote)

L'eau est devenue, en bien des endroits, une ressource rare et convoitée. Les besoins grandissants de cette ressource (la demande mondiale a plus que triplée en un demi-siècle) nécessitent de plus en plus des partages équitables, sinon l'eau peut engendrer des crises graves. Fleuves transfrontaliers, grands aménagements hydrauliques, mauvaise répartition entre les activités humaines ou pénurie sont autant de raisons de crises.

La Figure I.6. explique les conflits liés à l'eau dans le monde

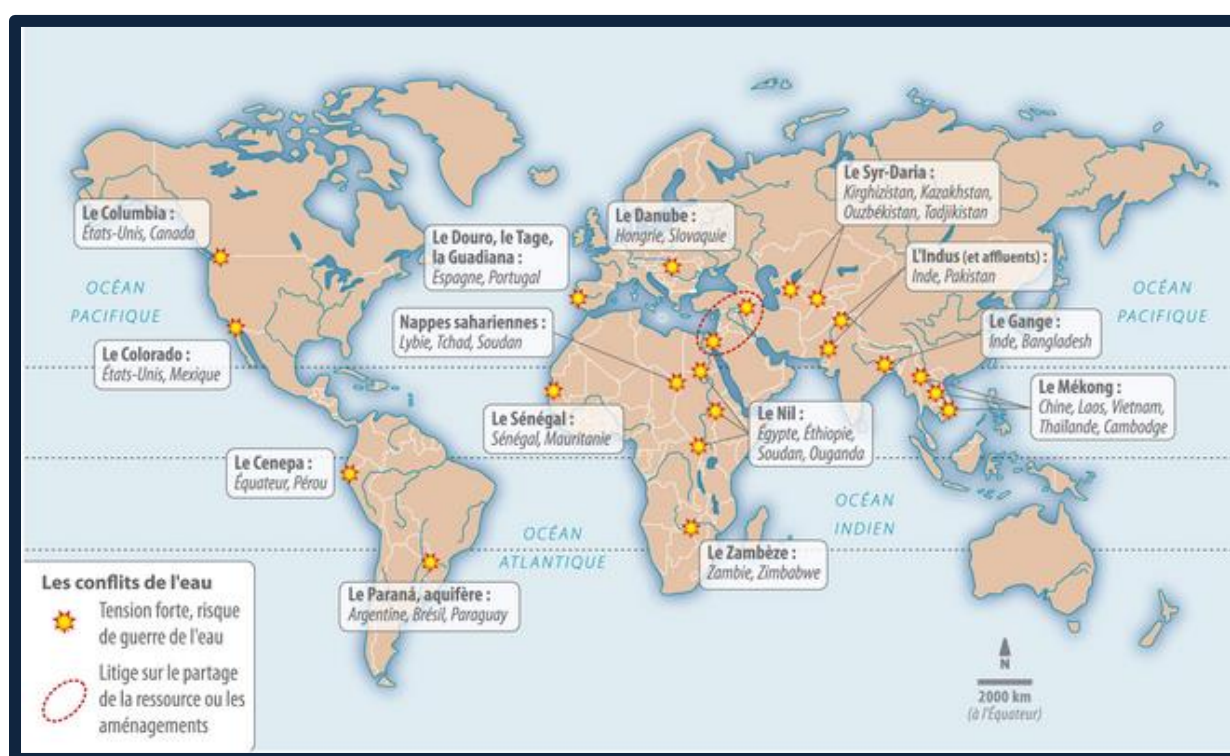


Figure I.6. Les conflits liés à l'eau dans le monde [12]

On remarque que il y'a des conflits concernant l'eau dans le monde :

L'Amérique de Nord , l'Amérique Latine et dans le continent Europe et l'Afrique et l'Asie On retrouve ces mêmes tensions géopolitiques entre l'Égypte et le Soudan sur le Nil, entre la Turquie, la Syrie et l'Irak pour le partage des eaux du Tigre et de l'Euphrate, mais aussi entre les États-Unis et le Mexique sur les eaux du Colorado .etc.

Les ressources en eau sont, semble-t-il, au centre de tensions géopolitiques croissantes, et le Forum mondial de l'eau de l'Onu en a fait l'un de ces thèmes principaux de réflexion.

Un certain nombre d'éléments sont des causes principales des conflits d'eau d'après **Frédéric Lasserre**³:

³ Frédéric Lasserre est professeur au département de géographie de l'Université Laval (Québec), chercheur à l'Institut québécois des hautes études internationales où il dirige l'Observatoire de recherches internationales sur l'eau. Il conduit des

la pression démographique (la population mondiale va encore augmenter de plus de 2,5 milliards de personnes dans les quarante ans à venir), que la demande va accroître, et que le **changement climatique** va exacerber encore les concurrences potentielles.

1.4.1 Les ressources en eau en Afrique du Nord et les conflits de l'eau

D'après de nombreux experts, le stress hydrique est engendré par le changement climatique et la pression démographique peut être source de conflits dans le présent et dans le futur! Mais il peut aussi constituer une source de pression politique, de coopération et de paix.

Les pays de nord d'Afrique sont classés parmi les pays qui souffrent de manque d'eau. Elles se trouvent dans une région semi-aride et souffre actuellement plus que jamais du problème d'insuffisance des ressources en eau. Elle est aussi caractérisée par une irrégularité pluviométrique et sa distribution hétérogène, et la sécheresse, donc la gestion intégrée des ressources en eau en Nord d'Afrique est un bien nécessaire pour avoir la paix entre les pays et éviter les conflits entre eux, et pouvoir trouver des solutions performantes pour la pénurie d'eau. [13]

1.4.2 Le projet SASS en Afrique du Nord : un exemple de coopération en Afrique

LE SASS (Système Aquifère du Sahara Septentrional) : **Algérie - Libye – Tunisie**

Les ressources en eaux souterraines du Sahara septentrional sont contenues dans deux immenses aquifères qui sont le continental intercalaire « CI », et le complexe terminal « CT » (plus de un million de km², dont 70% se trouvent en Algérie, 24% en Libye et 6% en Tunisie). Au cours des 50 dernières années, les prélèvements d'eaux souterraines, en particulier sur les zones algériennes et tunisiennes du SASS ont rapidement augmenté. En effet, en 2000 on a estimé les taux de prélèvements à 540 hm³/an en Tunisie, 1.100 hm³/an en Algérie et 250 hm³/an en Libye. Les conséquences de ces prélèvements vont au-delà des frontières nationales. Cette exploitation non contrôlée des eaux souterraines a entraîné à la longue une baisse du niveau piézométrique et la dégradation de la qualité de l'eau et des sols. Pour remédier à cette situation, l'Algérie, la Tunisie et la Libye ont mis en place un modèle mathématique appelé Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS). Le SASS faisant objet d'un programme spécifique lancé en juillet 1999 couvre une superficie de plus d'un million de km². Cette région est constituée de dépôts sédimentaires dans lesquels deux nappes souterraines sont superposées. L'élaboration d'une étude complète sur les ressources en eau et la mise en place d'un mécanisme de concertation sont les objectifs principaux du projet SASS. L'exploitation du Continental Intercalaire s'est d'abord effectuée par le système traditionnel des foggaras (3,6m³/s) jusqu'aux années 1970. Actuellement, le débit total exploité (Algérie, Tunisie et Libye) au travers des 700 foggaras et des 1200 forages atteint 30m³/s. [13]

recherches sur la géopolitique de l'eau, il est considéré comme l'un des meilleurs experts de ces problématiques.

L'Algérie, la Libye et la Tunisie partagent les nappes du système aquifère du Sahara Septentrional (SASS) qui s'étend sur environ un million de km² (Fig. I.7). Ce système aquifère comporte deux principales couches aquifères profondes, la formation du Continental Intercalaire (CI) la plus profonde et le Complexe Terminal (CT)⁴. Il renferme d'importantes réserves en eau qui sont peu renouvelables, non exploitables en totalité, et est confronté à des risques, entre autres liés à la salinisation, la réduction de l'artésianisme, et le tarissement des exutoires. L'exploitation de ces nappes a évolué, au cours des cinq dernières décennies de 0.6 milliards de m³ en 1950 à 2.7 milliards de m³ en 2012 alors que la recharge annuelle a été évaluée à 1 milliard de m³ (OSS, 2014b). [14]

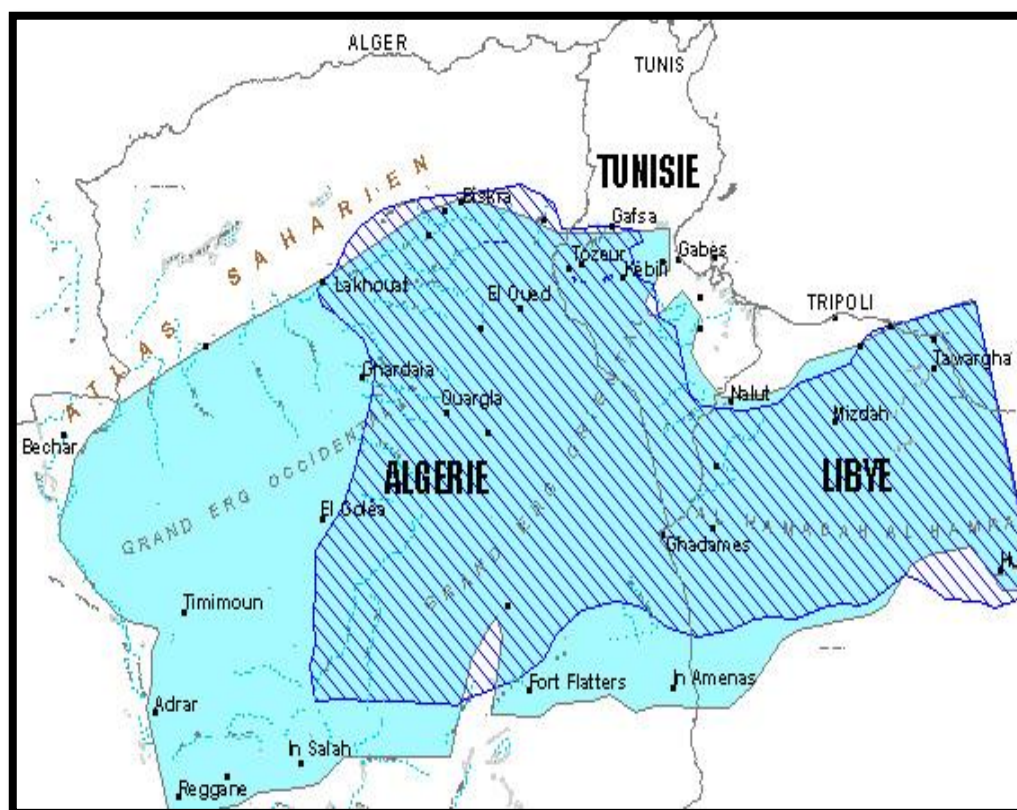


Figure I.7. Cadre géographique du Système aquifère du Sahara Septentrional [14]

Les ressources en eaux souterraines du Sahara septentrional sont contenues dans deux immenses aquifères qui sont le continental intercalaire « CI », et le complexe terminal « CT » (plus de un million de km², dont 70% se trouvent en Algérie, 24% en Libye et 6% en Tunisie). Au cours des 50 dernières années, les prélèvements d'eaux souterraines, en particulier sur les zones algériennes et tunisiennes du SASS ont rapidement augmenté. En effet, en 2000 on a estimé les taux de prélèvements à 540 hm³/an en Tunisie, 1.100 hm³/an en Algérie et 250 hm³/an en Libye. Les conséquences de ces prélèvements vont au-delà des frontières nationales. Cette exploitation non contrôlée des eaux souterraines a entraîné à la longue une baisse du niveau piézométrique et la dégradation de la qualité de l'eau et des sols. Pour

⁴ Les réserves d'eau accumulées dans ces deux nappes sont de l'ordre de 30.000 Milliards de m³ (d'après le programme se SASS)

remédier à cette situation, l'Algérie, la Tunisie et la Libye ont mis en place un modèle mathématique appelé Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS). Le SASS faisant objet d'un programme spécifique lancé en juillet 1999 couvre une superficie de plus d'un million de km². Cette région est constituée de dépôts sédimentaires dans lesquels deux nappes souterraines sont superposées. L'élaboration d'une étude complète sur les ressources en eau et la mise en place d'un mécanisme de concertation sont les objectifs principaux du projet SASS. L'exploitation du Continental Intercalaire s'est d'abord effectuée par le système traditionnel des foggaras (3,6m³/s) jusqu'aux années 1970. Actuellement, le débit total exploité (Algérie, Tunisie et Libye) au travers des 700 foggaras et des 1200 forages atteint 30m³/s. [13]

1.5 Changement climatiques

1.5.1 L'impact de Changement climatiques sur les ressources en eau

Le changement climatique devrait accentuer les facteurs actuels de stress hydrique tels que la croissance démographique, l'évolution économique et le changement d'affectation des terres (urbanisation comprise). À l'échelle régionale, la neige accumulée en montagne, les glaciers et les petites calottes glaciaires jouent un rôle crucial dans l'approvisionnement en eau douce, le climat et les ressources en eau ont une influence sur plusieurs secteurs secondaires et tertiaires de l'économie tels que les assurances, l'industrie, le tourisme et les transports. Il est probable que le changement climatique modifie le cycle hydrologique et affecte les ressources en eau douce.

Enseignements du GIEC ⁵ sur la ressource en eau

La Convention Cadre des Nations unies sur le climat incite la communauté internationale à limiter la hausse des températures d'ici la fin du siècle à 2°C.

Le rapport 2014 du GIEC Volume 2 (31 mars 2014) sur les impacts, vulnérabilités et adaptation est divisé en deux parties, partie A: Aspects mondiaux et sectoriels, et partie B: Aspects régionaux. La Partie A comprend 20 chapitres dont quatre chapitres en particulier traitant de la question de l'eau (chapitre 3: Eau douce, chapitre 4: Eaux continentales, chapitre 5: Systèmes côtiers et zones basses, chapitre 6: Systèmes océaniques). Il traite plus largement les questions de changement climatique et son interférence avec des activités humaines clés.

(Chapitre 3 – Eau douce) et mentionnera certains éléments clés des autres chapitres⁶. Le rapport du GIEC donne une place importante à l'eau, l'eau étant le secteur par lequel se traduisent beaucoup des impacts du changement climatique sur les sociétés.

⁵ (GIEC) c'est le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

⁶ Le Partenariat français pour l'eau complétera dans un deuxième temps cette analyse au regard des autres chapitres.

Le rapport du GIEC en neuf leçons:

Leçon n°1: le rapport du GIEC met en avant l'impact du climat sur la ressource en eau et l'augmentation des risques.

Réduction des ressources renouvelables en eau: au-delà de 2°C de réchauffement par référence à 1990, chaque degré de réchauffement pourrait entraîner une réduction des ressources en eau renouvelables de 20% pour au moins 7% de la population mondiale. Approximativement 80% de la population risque d'être affectée par des insécurités hydriques (disponibilité, demande, pollution) .

Le changement climatique risque de réduire les ressources en eau renouvelable de la planète (de surface et souterraine), ceci exacerbant les conflits entre usages, notamment dans les zones subtropicales sèches.

Risques d'inondations : à la fin du 21ème siècle, le nombre de personnes soumises à des risques d'inondation pourrait tripler, générant un potentiel important de pertes économiques et des bouleversements sociétaux.

Réchauffement de l'eau et qualité de l'eau : L'augmentation des températures aura un impact sur la fonte des glaces, mais aussi sur le réchauffement des cours d'eau, ainsi que sur leur débit. Elle aggravera la qualité de cette ressource (acidification de l'eau) et affectera la potabilité de l'eau, ainsi que l'équilibre des écosystèmes.

La variabilité des précipitations et des températures pourront avoir un impact sur l'érosion des sols (évapotranspiration des sols

Evénements extrêmes: la réduction des ressources en eau renouvelable et la variabilité des précipitations augmentent les risques de sécheresses et d'inondations.

Leçon n°2 : les impacts seront très variables géographiquement et sociologiquement.

Les impacts seront particulièrement marqués sur des régions déjà touchées fortement par des phénomènes d'inondations (*Sud Est de l'Asie, Sibérie, Afrique tropicale, Nord de l'Amérique du Sud*) ou de sécheresses (*régions sèches Subtropicales, Sud de l'Europe et Europe centrale, Sud et Centre de l'Amérique du nord, Amérique Latine, Sud de l'Afrique et région Méditerranéenne*).

Les populations les plus vulnérables, notamment dans les pays en développement seront touchées

Leçon n° 3: les incertitudes liées aux impacts futurs du changement climatique resteront importantes ce qui doit conduire à réviser nos modes de planification : en hydrologie, nécessité d'un passage des modèles prédictifs (prolongation des séries passées) à des modèles adaptatifs. Cela implique d'examiner les impacts hydrologiques variables pour divers scénarios d'émissions de rejets de GES.

Leçon n°4: les impacts du changement climatique et impacts globaux (démographie, demande renforcée d'eau et d'énergie, modes de production et de consommation non durable

etc.) sont étroitement liés et interdépendants. Les impacts du changement climatique sur la ressource en eau peuvent avoir des répercussions sur la situation politique, économique et sociale d'un pays.

Leçon n°5: les impacts du changement climatique et les perspectives d'adaptation doivent être pris en compte dans quatre secteurs d'activité principaux liés au secteur de l'eau

L'agriculture, l'énergie, les services municipaux et la protection/conservation des eaux naturelles (qualité des eaux, protection zones humides, etc.). Le rapport met en avant l'obligation de développer des stratégies de résilience et de privilégier des solutions « sans regrets » (c'est à- dire qu'elles sont déjà bénéfiques dans le contexte actuel). De telles mesures sont par exemple l'entretien de réseaux de drainage, la mise en place de systèmes d'alerte précoce pour le risque de sécheresse, la mise en place de gestions intégrées des zones côtières.

Le rapport du GIEC met en évidence quatre secteurs :

Agriculture: les changements climatiques auront un impact sur la température atmosphérique ainsi que l'eau disponible pour l'agriculture. La double pression de la diminution des ressources en eau et à l'augmentation des températures menace la sécurité alimentaire. Les changements climatiques (précipitations, température, radiations) vont accroître le besoin des plantes en eau.

Energie: L'hydroélectricité, l'électricité thermique, l'énergie nucléaire et les bioénergies requièrent de grandes quantités d'eau. Le changement climatique aura un impact sur l'hydroélectricité et l'électricité thermique dû à une baisse des étiages plus accentuée, de la variabilité des débits des fleuves et rivières et des températures plus élevées des ressources en eau (saisonnier, et annuel). Une augmentation du nombre de jours d'indisponibilité pour les eaux de refroidissement en Europe et aux USA est prévue.

Services municipaux: Les services municipaux et domestiques seront affectés par l'évaporation de l'eau et la raréfaction de la ressource, ainsi que par la variabilité du débit des cours d'eau. Des mesures de gestion d'équilibre des différents usages de l'eau et de stockage artificiel l'eau devront être prises. La qualité de l'eau pourra être fortement impactée par le réchauffement de celle-ci, ainsi que par la concentration des polluants.

Protection/conservation des eaux naturelles: La raréfaction de la ressource en eau aura des impacts sur les zones humides, qui sont en nette réduction, et de leur biodiversité. Les zones littorales et leurs écosystèmes sont elles aussi menacées par la montée de la mer, qui accélère aussi l'érosion.

Leçon n°6 : le secteur de l'eau est concerné à la fois par le volet «atténuation» (limitation des GES) et le volet «adaptation»: Les gouvernements commencent à développer des plans d'adaptation, mais les efforts restent isolés. La prise en compte de la gestion des risques dans un contexte d'incertitude est nécessaire pour s'adapter. Le GIEC met avant le potentiel des

pays en développement d'engager des actions d'adaptation, cependant, il existe peu d'analyses et d'études sur le coût de cette adaptation du secteur de l'eau au niveau local.

Leçon n°7 : Des estimations, jugées encore très sommaires et incertaines, des coûts globaux d'adaptation font état de sommes colossales: pour maintenir les services d'eau actuels jusqu'à 2030 dans 200 pays, les coûts globaux d'adaptation en infrastructures additionnelles sont estimés à 531 milliards \$ (dont 85% pour les PED). Les coûts annuels pour l'adaptation au changement climatique de l'Afrique Sub-saharienne sont estimés à 1.1 – 2.7 milliards de \$ pour l'infrastructure urbaine déjà réalisée, et 1.0 – 2.5 milliards pour de nouvelles infrastructures correspondant aux critères des objectifs de développement pour le millénaire.

Leçon n°8 : Le changement climatique peut indirectement augmenter les risques de conflits violents, comme les guerres civiles ou les affrontements intergroupes, en amplifiant les déterminants de ces conflits comme la pauvreté et les chocs économiques.

Leçon n°9 : Il n'est pas possible de s'adapter à tout. Une augmentation trop forte des températures ainsi que des variations trop accentuées du climat, peuvent générer des situations de non-retour, irréversibles.[15]

✓ L'impact des évolutions climatiques est difficile à appréhender et les projections doivent être examinées avec prudence l'opinion généralement partagée est que la distribution inégale de la ressource en eau devrait s'accroître du fait du réchauffement climatique : les zones tempérées devraient recevoir plus de pluies. A l'inverse, d'autres régions devraient en recevoir moins, notamment l'Australie, le Maghreb ou l'Inde du Sud.

✓ Le Groupe d'experts internationaux sur l'évolution du climat (GIEC) avait estimé que l'augmentation moyenne des températures ne devrait pas excéder deux degrés, La dérégulation du cycle hydrologique devrait débuter aux alentours des années 2050. Cela aura pour conséquence première l'augmentation du niveau des océans, qui entraînera notamment la hausse du niveau de l'eau dans les zones estuariennes, la migration des populations locales et la salinisation des aquifères côtiers.

✓ Pour le professeur Alistair Woodward, l'un des auteurs du Groupe intergouvernemental sur le climat (GIEC), le monde s'oriente actuellement plutôt vers un réchauffement global de quatre degrés à la fin du 21^e siècle, plutôt que de deux degrés. Selon lui, réduire les émissions de gaz à effet de serre c'est la seule solution pour sauver la vie des êtres humains, et Pour un autre scientifique ayant contribué aux rapports du GIEC, le Dr Diarmid Campbell-Lendrum, le développement des maladies infectieuses est une menace sérieuse, la malaria, qui tue actuellement 800 000 personnes par an, la dengue et la schistosomiase pourraient s'étendre à de nouvelles régions en Asie et en Afrique. Pour l'OMS, **il est désormais temps d'agir**. On remarque que l'impact de changement climatique ne touche pas seulement les ressources en eau mais les maladies et la sécurité alimentaire ...etc.

Le Groupe intergouvernemental d'experts de l'ONU sur l'évolution du climat (Giec) a fait beaucoup d'étude et presque plus 12 000 publication scientifiques sur la sécheresse , inondations, maladies, migrations, pénurie alimentaire, risque de conflits et d'extinction des espèces...ect et sa dernière publication elle annonce les risques et les impacts déjà observables au changement climatique. Avec des prévision sur l'impact de changement climatique et la carte ci-dessous résume leurs prévisions .

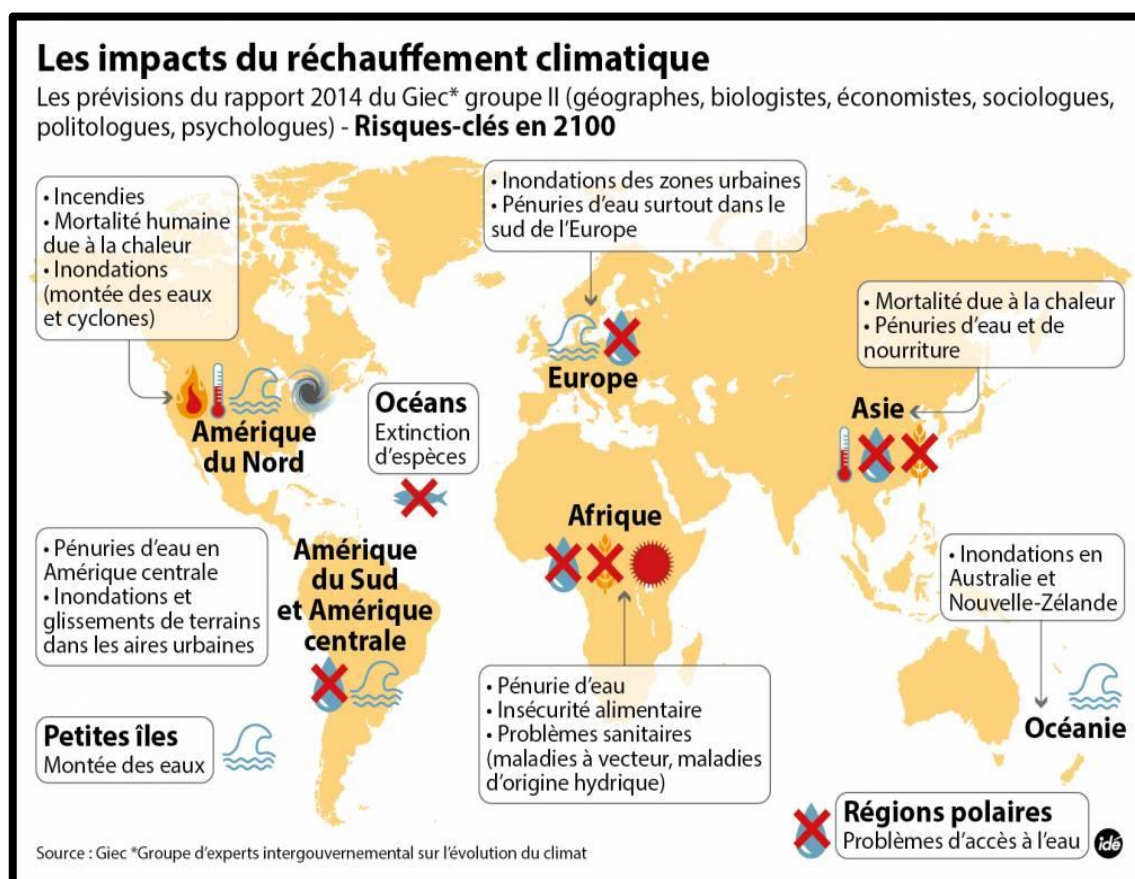


Figure I.8. Les impacts du réchauffement climatique [16]

1.5.2 Dérèglement climatique : quelles conséquences ?

Des prévisions catastrophiques ont été faites sur les conséquences de l'augmentation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre, trois tendances de fond, concernant les ressources en eau sur les vingt prochaines années, sont aujourd'hui visibles.

- **La multiplication des sécheresses** : un rapport du Centre national de recherches atmosphériques des États-Unis (NCAR) estime que le pourcentage de terres agricoles considérées comme « très sèches » va passer de 10 à 15 %, essentiellement en Afrique du Nord, au Moyen-Orient et en Amérique centrale. Rappelons que les rendements agricoles sont fortement corrélés avec les niveaux d'irrigation (irriguer deux fois plus permet de multiplier la production par quatre).

- **La fonte des glaciers himalayens** est déjà en train d'entraîner une modification du régime des grands fleuves asiatiques. Or, près de 700 millions de personnes dépendent du régime du Gange par exemple. Au Bangladesh, le delta des Sundarbans a déjà vu apparaître les premiers réfugiés climatiques de la planète. Le rapport Stern (1) estime à 200 millions les personnes potentiellement menacées de déplacement par les changements climatiques en cours.
- **Les deux grands inlandis planétaires du Groenland et de l'Antarctique** (qui concentrent près de 70 % de l'eau douce mondiale) sont clairement entrés dans des processus de fonte lente. À terme, l'élévation du niveau des océans pourrait être considérable (jusqu'à 6 mètres). En prenant les chiffres des fourchettes généralement admises pour l'horizon 2100 (de 11 à 77 centimètres d'élévation), des pays entiers comme le Bangladesh seraient submergés. Et le banque Mondiale a mentionnée les régions les plus exposées au réchauffement climatique dans la **Figure I.9**.

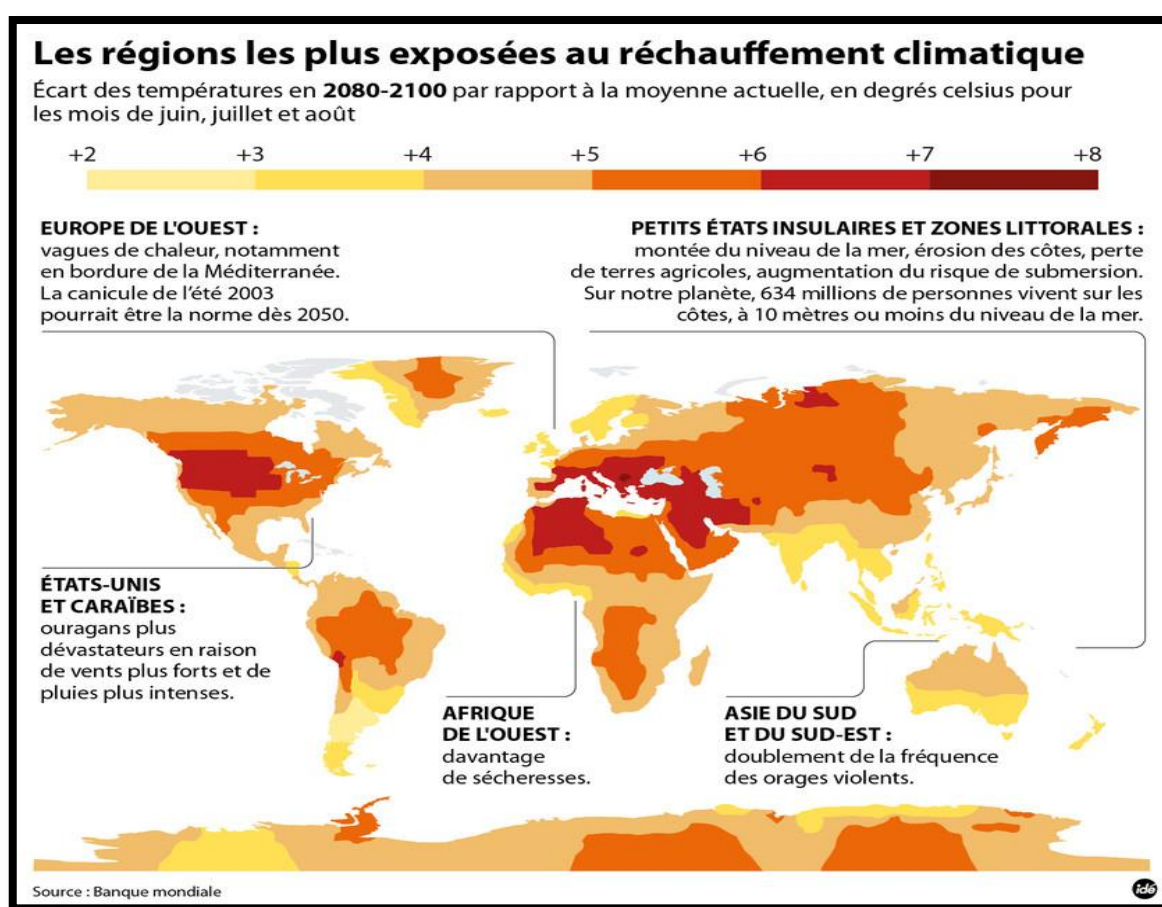


Figure I.9. Les régions les plus exposées au réchauffement climatique en 2080-2100 [17]

1.6. Scenario méditerranéen

Les régions se trouvant autour de la mer Méditerranée. Ces régions méditerranéennes couvrent le sud de l'Europe, le Proche-Orient et l'Afrique du Nord, la Stratégie méditerranéenne appelle à engager résolument la région dans un processus de développement durable en vue de renforcer la paix, la stabilité et la prospérité, en prenant en compte les faiblesses et les menaces qui pèsent sur le monde méditerranéen, mais aussi les atouts et les opportunités.

Sur le plan global, le défi environnemental est l'un des plus critiques. La dégradation de son environnement fait courir à la Méditerranée un grave danger, en particulier pour l'agriculture et le tourisme. La persistance d'une mauvaise gestion des ressources naturelles rares, notamment l'eau, les terres agricoles, l'énergie et le littoral, compromettra le développement économique, la qualité de vie et la stabilité sociale. La poussée démographique et le chômage, associés aux déficits entrepreneuriaux et aux problèmes sociaux, augmenteront encore ces pressions

1.6.1 Le défi environnemental

La dégradation environnementale s'est accélérée depuis quelques décennies, donc elle influence sur plusieurs secteurs :

- ✓ Les rares ressources en eau sont surexploitées et menacées d'épuisement ou de dégradation.
- ✓ la mauvaise qualité de l'air et la croissance rapide de la production de déchets.
- ✓ Le littoral et la mer sont victimes de la pollution, les côtes s'artificialisent et/ou s'érodent, tandis que les ressources halieutiques s'amenuisent.
- ✓ Des terres agricoles de grande qualité disparaissent à cause de l'urbanisation et de la salinisation
- ✓ Plus de 80 pour cent des zones arides et sèches sont touchées par la désertification.

En outre, la région est sensible aux inondations, séismes, tsunamis, sécheresses, incendies et déséquilibres écologiques, qui ont un impact direct et immédiat sur les revenus et le bien-être d'une grande partie de la population.

1.6.2. Les défis démographique, économique, social et culturel

Les situations démographiques des pays du nord et du sud de la Méditerranée. Ceux de la rive nord sont confrontés au problème d'une population vieillissante tandis que, dans les pays situés au sud et à l'est, (la croissance démographique reste une problématique majeure, avec 90 millions d'habitants attendus en plus d'ici 2025 .

Les questions sociales sont aussi un sujet de préoccupation essentielle, surtout dans le sud et l'est de la Méditerranée, La pauvreté, surtout dans les zones rurales, la distribution inéquitable des richesses. Les populations de plusieurs pays du sud et de l'est de la Méditerranée souffrent aussi d'un accès insuffisant à l'eau potable et à l'assainissement

1.6.3. Les défis de la mondialisation, de la coopération régionale et de la gouvernance

Le Partenariat euro-méditerranéen, institué en 1995, et la Politique européenne de voisinage (PEV), lancée par l'UE en 2003/2004, est une démarche faite dans la bonne direction, elle vise à resserrer la coopération politique et l'intégration économique entre l'UE et ses voisins immédiats et à favoriser l'amélioration de la gouvernance et la réforme dans les pays méditerranéens.

1.6.4. Le principe de base de la Stratégie méditerranéenne

Le principe de base de la Stratégie méditerranéenne est que la durabilité doit se fonder sur l'interdépendance de ses trois piliers: le développement économique, l'équité sociale et la protection de l'environnement, ainsi que sur une meilleure gouvernance. Dans la région, l'environnement, la culture et le développement sont indissolublement liés, aussi est-il non seulement vital mais de plus en plus urgent d'accélérer la progression vers un développement durable.

Les objectifs :

Les quatre objectifs suivants visent à promouvoir des progrès en termes de durabilité dans les domaines de l'économie, du social et de l'environnement ainsi que dans celui de la gouvernance.

OBJECTIF 1: Contribuer à promouvoir le développement économique en valorisant les atouts méditerranéens.

OBJECTIF 2: Réduire les disparités sociales en réalisant les objectifs du millénaire pour le développement et renforcer les identités culturelles .

OBJECTIF 3: Changer les modes de production et de consommation non durables et assurer une gestion durable des ressources naturelles

OBJECTIF 4: Améliorer la gouvernance à l'échelle locale , nationale et régionale

Sept domaines d'action prioritaires sont :

- la gestion intégrée des ressources et des demandes en eau;
- la gestion plus rationnelle de l'énergie, l'utilisation accrue des sources d'énergie renouvelables et l'adaptation, en les atténuant, aux effets du changement climatique;
- la mobilité durable, grâce à une gestion appropriée des transports;
- le tourisme durable, secteur économique porteur;
- l'agriculture et le développement rural durables;
- le développement urbain durable;
- la gestion durable de la mer, du littoral et des ressources marines.

Ces domaines prioritaires d'action ont été choisis pour plusieurs raisons:

Ce sont ceux qui sont les plus menacés par les tendances non durables. Parmi

eux, une attention particulière devra être portée aux questions concernant la mer et le littoral, qui constituent un bien commun des peuples de la Méditerranée.

Ce sont aussi des domaines cruciaux sur le plan économique et social et qui offrent un potentiel d'amélioration important. Il est cependant clair que des efforts considérables doivent aussi être déployés dans d'autres secteurs, l'industrie tout particulièrement, pour faire face aux défis que la région se doit de relever.

Ces sept domaines prioritaires sont pertinents en termes d'action et présentent des carences en matière de gouvernance et d'intégration qu'il convient de corriger si l'on veut que la région puisse s'engager dans un processus de développement durable. **[18]**

CHAPITRE II : LES RESSOURCES D'EAU EN ALGERIE

Le territoire algérien est de superficie 2.381.741 millions de km². Du Nord au Sud, avec caractéristique géographique et géologique différent (la chaîne du Tell et le littoral, puis la chaîne de l'Atlas qui longe les Hautes Plaines plus au Sud, enfin, le désert saharien qui s'étend au-delà du massif de l'Atlas), leurs conditions climatiques détermine le potentiel des ressources en eau et agricole qui sont les axes majeures de développement de pays d'un côté et qui influence sur la qualité de vie de l'être humain d'un autre côté.

La partie majeur de pays est désert d'environ (87%) la précipitation est quasi nulle , la partie nord de pays est caractérisé d'un climat méditerranéen , et la partie sud Sahara qui est presque sèche d'où il y'a une diversité climatique entre le nord et le sud et l'est et l'ouest .

Les ressources d'eau en Algérie : On a deux types les ressources en eau conventionnelles⁷ (eaux superficielles, eaux souterraines) et les ressources en eau non conventionnelles (dessalement d'eau de mer, réutilisation des eaux usées épurées).

L'Algérie a des ressources en eau superficielles et souterraines, et elle est connue par sa diversité climatique et géographique et par sa grande surface tous ces acteurs influencent sur la précipitation.

En février 2013, M. Hocine Necib, ministre des Ressources en eau, annonçait que « *l'heure est désormais à l'amélioration des performances des prestations du service public de l'eau. Nous allons continuer à œuvrer dans le sens de la mobilisation de cette ressource, mais l'effort portera fondamentalement sur l'amélioration du service public* » [19].

2.1. Les ressources en eau conventionnelles

2.1.1 Les eaux superficielles

Le climat de l'Algérie connu pour sa grande diversité spatiale entre le Nord et sud et les régions internes et entre l'est et l'Ouest et sa grande variabilité interannuelle se distingue par :

une variabilité spatiale et temporelle marquée :

Variabilité spatiale entre le Nord et le Sud, et entre l'Est et l'Ouest et la variabilité temporelle concerne les mois de précipitation (de décembre jusqu'à Avril considéré comme des mois les plus productifs ie humide)

⁷ « Les ressources en eau conventionnelles sont offertes directement par le milieu naturel [...] et les ressources en eau non conventionnelles sont produites à partir de matière première non directement utilisable comme l'eau de mer, l'eau saumâtre ou les eaux usées ». Il s'agit, soit d'une transformation artificielle du cycle naturel de l'eau (eau de mer, précipitations provoquées, transport d'iceberg), soit d'une réutilisation dans le prolongement du cycle économique de l'eau (réutilisation des eaux usées épurées). Jean Margat (1995) in hydrologie.org

De Nord vers le Sud : pluviométrie qui décroît rapidement de Nord vers le Sud à cause de diversité climatique

De l'est vers l'Ouest : pluviométrie décroît aussi.

2.1.2 Les ressources en eau souterraines

a- Les ressources en eau souterraines dans le Nord :

La partie nord du pays compte 177 unités hydrogéologiques emmagasinant des ressources exploitables de 2.724 hm³/an, en année moyenne, et de 762 hm³/an en année sèche [3]. La plupart des nappes du nord ont atteint leurs limites d'exploitation certaines peuvent supporter une surexploitation temporaire, mais avec un suivi régulier de la piézométrie et de la qualité de l'eau.

Les ressources en eau souterraine contenues dans les nappes du Nord du pays (ressources renouvelables) sont estimées d'après (PNUD, 2009) à près de 2 Milliards de m³/an (PNUD, 2009) et l'exploitation de ces eaux souterraines est de 90% (ie 1.8Mm³/an).

b- Les ressources en eau souterraines dans le Sud :

On peut trouver les champs des eaux souterraines valable le long des vallées , par exemple vallée Rig et Saoura et oued Mzab , mais en Nord de Sahara a beaucoup de moyens dans les champs des eaux souterraines ,Dans cette zone des études ont été faites entre 1969-1971 (étude des ressources en eau du Sahara (E.R.E.S) Par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (U.N.E.S.C.O) et entre 1981-1985 Agence Nationale des ressources en eau (A.N.R.H) et le plan de projet des Nations Unies de développement (RAB-P.N.U.D) et tous ces études ont confirmé que les eaux souterraines de Sahara Algérienne est le grand réservoir d'eau dans le monde [20].

Les ressources en eau de l'extrême sud localisées dans 29 unités hydrogéologiques totalisant un potentiel renouvelable de près de 260 hm³/an, pour lesquelles très peu de données sont disponibles.

Ces unités hydrogéologiques ont été identifiées dans le Hoggar et sur son pourtour (Tassili), ainsi que dans les bassins de Béchar et Tindouf. Ces nappes sont réparties entre nappes d'inféro-flux, localisées essentiellement dans le Hoggar et le Tassili, et nappes sédimentaires (grès et calcaires), que l'on rencontre dans le Tassili, la région de Béchar et dans le bassin de Tindouf.

La capacité des ressources en eaux souterraines dans le Sud est d'environ 5 Milliards m³/an (5Mm³/an) mais l'exploitation de cette ressources reste faible.

Le Sud du pays se caractérise par l'existence de ressources en eau souterraine considérables provenant des nappes du Continental Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT), pour ces ressources du Sahara Septentrional le projet régional SASS (Algérie, Tunisie, Lybie) il ont fait une étude de modélisation . Les simulations effectuées montrent que pour les aquifères du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal, les prélèvements, qui étaient de l'ordre de 670 hm³/an en 2000 et très probablement de plus de 1.000 hm³/an en 2010, sont susceptibles

d'atteindre 2.300 hm³/an en 2050, dans le cas de l'hypothèse faible de mobilisation de cette ressource et 6.100 hm³/an dans le cas de l'hypothèse forte [21].

Dans le court terme, la nappe du Continental Intercalaire va être particulièrement sollicitée avec le transfert sud-sud (In Salah-Tamanrasset) et les projets de transfert sud-nord (sud des Hauts Plateaux). Les volumes supplémentaires qui vont être prélevés de la nappe à l'horizon 2040 sont respectivement de 2 m³/s et 16,6 m³/s, soit 63 hm³/an et 520 hm³/an, ce qui va établir le bilan global du prélèvement dans le CI à plus de 1.700 hm³/an.

Les ressources en eau souterraines potentielles sont récapitulées dans le graphique sous dessous selon leur localisation géographique, des hypothèses s'agissant de leur niveau d'exploitation et des saisons humides et sèches.

L'Algérie compte donc un potentiel de ressources en eau souterraines renouvelables entre 0,8 Md m³ et 3 Mds m³/an selon les saisons, en majorité déjà mobilisées pour les besoins en eau potable et la PMH (Les ressources en eau souterraines non renouvelables se situeraient, selon le niveau d'exploitation projeté, entre 2,3 Mds m³ et 6 Mds m³ [21].

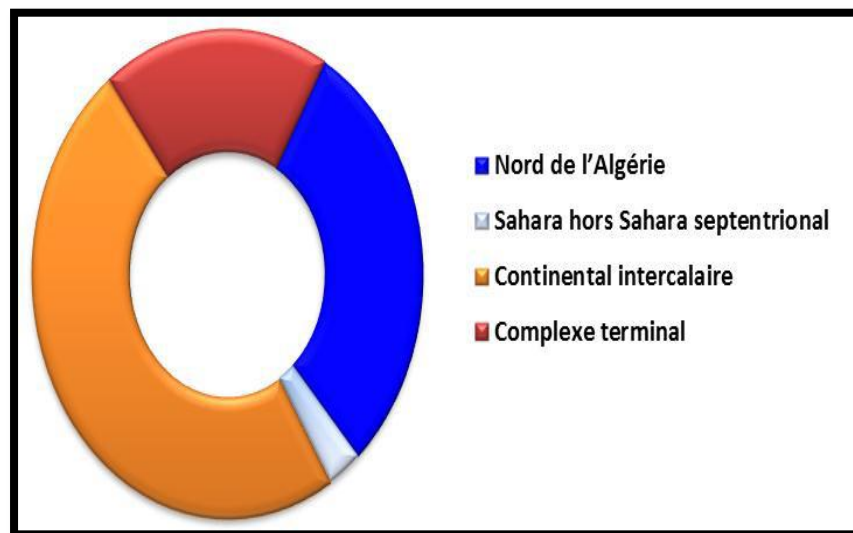


Figure II.1. Répartition des ressources en eau souterraines.[21]

A partir de ce graphique il est clair et nette que la répartition des ressources en eau souterraines est inégale entre le Nord et les ressources en eau souterraine considérables provenant des nappes du Continental Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT), et du Sahara.

le système aquifère de Sahara septentrional (SASS) , partagé par l'Algérie ,la Libye et la Tunisie ,renferme des réserves d'eau considérables qui sont cependant peu renouvelables et ne sont pas exploitables en totalité .Au cours de trente dernières années ,l'exploitation des eaux du SASS par forages est passée de 0,6 à 2,5 milliards de m³/an .En conséquence de cette multiplication non concertée des prélèvements , cette ressource ce trouve aujourd'hui

confrontée à des nombreux risques tel que la salinisation des eaux , la réduction de l'artésianismes ,le tarissement des exutoires naturels ,la baisse de piézométrie ou les interférences entre pays ,ce qui menace la durabilité de développement socio-économique engagé dans l'ensemble de la zone .

La mobilisation des ressources a été lancée ou bien elle est en cours de réalisation notamment le transfert sud-nord qui mobilise principalement des ressources en eau souterraines non renouvelables.

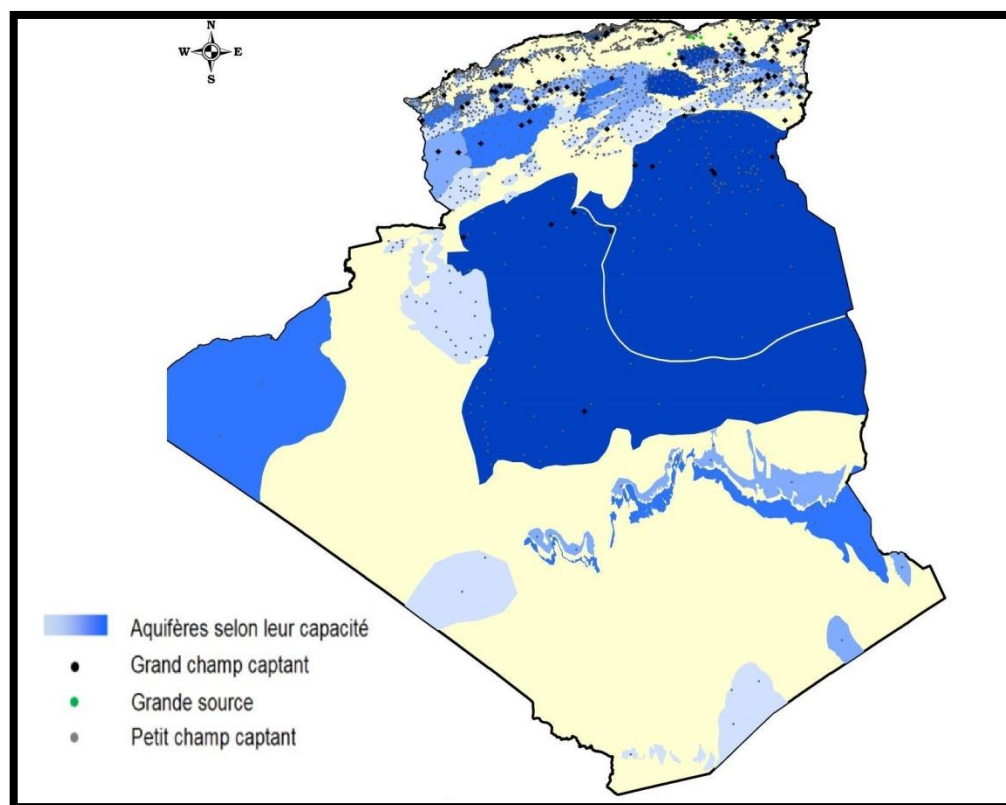


Figure II.2. Les aquifères selon leur capacité et les champs captants [21]

2.2 Les ressources en eau non conventionnelles

L'Algérie a commencé d'utiliser les ressources en eau non conventionnelle (dessalement d'eau de Mer, et réutilisation des eaux usées) pour accroître la quantité d'eau parce que les eaux conventionnelles ne pouvaient pas répondre aux besoins de population.

2.2.1 Le dessalement d'eau de mer

L'Algérie, qui dispose de 1 200 km de côtes, a mis en œuvre l'alternative du dessalement d'eau de mer (trois quarts) ou d'eau saumâtre (un quart) pour alimenter en eau potable des villes et localités du littoral, et jusqu'à 60 km aux alentours. Le coût de cette technique est passé de 10 \$/m³ à 0,6-0,8 \$/ m³ d'eau entre les années 1980 et aujourd'hui. Cette réduction des coûts a rendu cette technique compétitive et les spécialistes estiment à plus de 10 % par an l'augmentation de capacité installée grâce à ces usines à travers le monde.

Nombre de pays méditerranéens, dont l'Espagne et l'Algérie en tête, développent cette technique [22].

La stratégie nationale de mobilisation d'eau de mer dessalée est mise en œuvre à travers un programme ambitieux d'installation d'usines de dessalement de grande taille pour augmenter la capacité d'eau.

Tableau II.1. État du dessalement des eaux de mer en 2013 [21]

	En exploitation	En cours de réalisation	En projet	Total
Nombre	9	2	4	15
Capacité en m ³ /j	1.400.000	700.000	400.000	2.500.000
Capacité en hm ³ /an	511	256	146	913

Le recours aux unités de dessalement permet également de réserver une partie plus importante des eaux de barrages à l'agriculture. L'Algérie compte en 2013 neuf grandes stations de dessalement en exploitation à même de produire jusqu'à 1,4 millions de m³ d'eau dessalée par jour. La mise en exploitation de deux autres stations portera la capacité de production totale à 2,1 millions de m³/jour. En moyenne, ces stations ont une capacité de production qui se situe entre 100 000 et 200 000 m³ par jour.[22] Avec une capacité de production de 500.000 m³ par jour, la station d'El Mactaa, classée comme la plus grande sur le plan africain, « assurera l'autosuffisance en eau potable à la wilaya d'Oran », a souligné M. Necib , Cette « méga-station » d'El-Mactaa, occupant une superficie de 17.4 hectares, et dont le coût s'élève à 492 millions de dollars, permettra l'alimentation en plus d'Oran, des wilayas de Mostaganem et Relizane. [23]

Ces stations sont gérées par des sociétés de production pilotées par l'Algerian Energy Company (AEC), société créée par les groupes *Sonatrach et Sonelgaz*. La production d'eau dessalée est vendue à l'ADE sous le régime du **take or pay**.

Ces projets sont réalisés après appel d'offre international ce qui s'est traduit par une diversification des partenaires tels que les firmes espagnoles (Befesa, Inima Aqualia, Geida), sud-africaine (Black and watch), malaisienne (Malakof), singapourienne (Hyflux) et américaine (Ge Ionics). L'américain GE Ionics a réalisé par exemple une station de 200 000 m³/j pour l'agglomération d'Alger (La réalisation de l'usine du Hamma est l'objet d'un partenariat entre l'AEC, l'ADE et la société américaine GE IONICS) [24]. Les grandes stations mises en place sont conçues en général sur le modèle BOO (*Build, Own and Operate*) où la construction, la réalisation et l'exploitation de la station sont confiées à l'investisseur privé étranger pendant le temps de la concession accordée par l'Etat (25 ans en moyenne). Elles sont détenues à 49 % par la filiale de Sonatrach et Sonelgaz (AEC, Algerian Energy Company) et à 51 % par l'investisseur privé. La réalisation de ces unités de traitement d'eau de mer nécessite toutefois des investissements importants et chaque

réalisation des unités de traitement d'eau de mer nécessite un coût moyen d'environ 300 millions de dollars.

les contraintes les plus importantes du dessalement d'eau de mer sont d'une part la consommation énergétique au mètre cube d'eau et d'autre part les effets sur l'environnement du fait des rejets de saumure (le concentré produit au cours du dessalement) et des produits chimiques dans le milieu naturel ainsi que des émissions conséquentes de gaz à effet de serre.[22]

Tableau II.2. Les grandes stations de dessalement d'eau de mer [24].

N°	Localisation	Capacité m ³ /j	Population servir	Echéancier prévision
01	Kahrama (Arzew)	90 000	540 000	En Exploitation
02	Hamma (Alger)	200 000	L'Algérois	En Exploitation
03	Skikda	100 000	666 660	En Exploitation
04	BeniSaf) A.Temouch	200 000	1 333 320	En Exploitation
05	Mostaganem	200 000	1 333 320	En Exploitation
06	Douaouda (Alger Ouest)	120 000	666 660	En Exploitation
07	Cap Djenet (Alger Est)	100 000	666 660	En Exploitation
08	Souk Tleta (Tlemcen)	200 000	1 333 320	En Exploitation
09	Honaine (Tlemcen)	200 000	1 333 320	En Exploitation
10	Mactaa (Oran)	500 000	1 333 320	1er T 2014
11	El Tarf	50 000	-	-
12	Ténès	200 000	999 990	-
13	Oued Sebt (Tipaza)	100 000	-	-
Tot:	--	2 260 000	11 873 220	-

Tableau II.3. Les Stations Monoblocs de dessalement d'eau de mer [24].

Wilaya	Site	Commune	Capacité m ³ /j	Population à servir
Alger	Champ de tir	Zéralda	5 000	33 330
Alger	Palm Beach	Staoueli	2 500	16 660
Alger	La Fontaine	Ain Benian	5 000	33 330

Tlemcen	Ghazaouet	Ghazaouet	5 000	33 330
Tipasa	Bou Ismail	Bou Ismail	5 000	33 330
Skikda	L.BenMhidi	L.BenMhidi	7 000	47 000
Tizi -Ouzou	Tigzirt	Tigzirt	2 500	16 660
Oran	Bou Sfer	Bou Sfer	5 000	33 330
Oran	Les Dunes	Ain Turk	2X2 500	33 330
Ain-Temouchent	Bou Zdjer	Bou Zdjer	5 000	33 330
Ain-Temouchent	Chatt el Ward	Bou Zdjer	5 000	33 330
Boumerdes	Corso	Corso	5 000	33 330

la stratégie des stations de dessalement est considéré comme une option pour la sécurisation de l'alimentation en eau potable villes côtières et intérieures, et en plus offre une performance de planification pour atteindre le développement et d'autres objectifs (on sécurise une partie significative de la mobilisation pour l'AEP (à hauteur de 25 %) mais également on libère de la ressource conventionnelle dans la mesure où des barrages anciennement affectés à l'AEP deviennent disponibles pour l'irrigation).

- ❖ Ce programme stratégique libère le pays à l'indépendance de pluviométrie pour l'alimentation en eau potable, qui représente un défi avec la croissance démographique, et notamment dans l'ouest du pays qui souffre d'un déficit en pluviométrie.

On peut dire que les SDEM ont deux objectifs majeurs :

- ☞ Sécuriser l'AEP des grandes villes et des localités côtières dans un contexte de changement climatique,
- ☞ Réaffecter les eaux de barrages existants de la région tellienne pour promouvoir le développement de la région des hauts plateaux.[21]

Le dessalement d'eau de mer est un programme à la fois ambitieux et stratégique pour l'Algérie l'installation de filières de dessalement plus économes, à osmose inverse ou avec optimisation en combinaison à des centrales thermiques, a rendu réaliste le développement de cette voie [5]. En plus de relier les problématiques énergétique et hydraulique, cette technique est considérée durable dans le cadre de mobilisation des ressources en eau.

Le recours au dessalement de l'eau de mer a pu, dans le cadre de la rénovation des choix et des modes de gestion, être promue comme une alternative stratégique permettant de sécuriser l'alimentation en eau potable de certaines villes du littoral et d'agglomérations proches. Un programme d'installation d'unités de dessalement de l'eau de mer a ainsi été arrêté puis rapidement mis en œuvre. L'Algérienne des Eaux, entreprise publique, en assure

le suivi pour le compte du Ministère des Ressources en Eau en association avec l'Algerian Energy Company, société créée par les groupes Sonatrach et Sonelgaz [24].

Le coût de l'eau dessalée peut être évalué en additionnant les charges financières, le coût de l'énergie, les coûts de conduite, d'exploitation et d'entretien. Concernant le coût de production de l'eau saumâtre dessalée, celui-ci est nettement inférieur à celui de l'eau de mer dessalée pour de grandes unités, il s'estime à hauteur de 0,2 à 0,3 euro/m³ en eau saumâtre contre 0,4 à 0,6 euro/m³ en eau de mer [22].

L'effet de taille permet de diminuer le coût de l'eau douce obtenue, justifiant par la volonté des autorités de s'orienter vers des infrastructures dotées de forte capacité.

2-2-2 La réutilisation des eaux usées épurées

D'autant que l'Algérie, pays semi-aride, avait fait face à une sécheresse pour faire face à ce problème d'eau, elle a fait un projet de réalisation de stations d'épuration à travers le territoire national.

La réutilisation des eaux usées épurées afin de subvenir aux besoins en eau croissants du secteur agricole et elle est devenue un axe majeur pour la planification de mobilisation des ressources en eau dans la nouvelle politique de l'eau.

Par définition, la réutilisation des eaux usées épurées (REUE) est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages.

L'Algérie ne comptait, en 1999, que 45 stations d'épuration, réalisées depuis l'indépendance dont 12 seulement en service en 2000 avec une capacité de traitement qui ne dépassait pas 90 millions d'eau usée traitée.

Le décret exécutif n° 07-149 de 20 mai 2007 publié dans le Journal Officiel de la République Algérienne n° 35, 23 mai 2007, fixe les modalités d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation sous forme de concession ainsi que le cahier des charges-type y afférent [25].

La réutilisation des eaux usées épurées notamment à des fins agricoles est devenue l'un des axes principaux de la stratégie du secteur des ressources en eau en Algérie.

En Algérie, la présence de normes de rejet spécifiques à la réutilisation des eaux usées en agriculture (Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 et décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006) ainsi que la présence de textes réglementaires fixant la modalité de réutilisation des eaux usées et la liste des cultures et les conditions de leur irrigation par les eaux usées épurées (Décret exécutif n° 07-149 du 20 mai 2007 et l'arrêté interministériel du 2 janvier 2012) constituent une promotion de projets de réutilisation des eaux usées épurées [26].

Les arrêtés interministériels publiés le 15 juillet 2012 ont fixé respectivement la liste des cultures autorisées et les spécifications normatives de qualité des eaux usées épurées. L'utilisation des eaux traitées peut bénéficier également aux municipalités (espaces verts, lavage des rues, lutte contre les incendies, etc.), aux industries (refroidissement) et au renouvellement des nappes (protection contre l'intrusion des biseaux salés en bord de mer) et permet de lutter contre la pollution des ressources en eau (oueds, barrages, nappes phréatiques, etc.) [22].

En termes d'état des lieux en 2012, la population raccordée aux réseaux d'assainissement dépassait les 27 millions d'habitants, soit un taux de raccordement de 87% grâce un linéaire

de réseaux de 41.000 kms. Après l'usage, la population rejette un volume des eaux usées 1,2 Md m³ au réseau public 1,2 Md m³. Pour répondre à la pression que peut causer ce volume restitué à la nature, 138 Step d'une capacité de 700 hm³ ont été réalisées à 2012.

Tableau II.4. indicateurs d'état liés à l'assainissement [27]

<i>Indicateurs</i>	<i>2012</i>
Volume d'eaux usées rejetées (hm ³ /an)	1.200
Nombre de stations d'épuration	138
Capacité installée (hm ³ /an)	700
Linéaire des réseaux d'assainissement (Km)	41.000
Taux de raccordement aux réseaux d'assainissement	87%

- **Evolution des indicateurs d'exploitation de l'année 2013**

L'extension sans cesse croissante des systèmes d'assainissement gérés par l'ONA et les transferts pour exploitation des nouvelles stations d'épuration et stations de relevage ainsi que l'intégration de l'activité assainissement des communes, se sont traduites par une évolution significative des indicateurs d'exploitation des systèmes d'assainissement.

Les évolutions relevées en % durant cet exercice 2013 comparativement à l'année 2012, sont résumées dans les tableaux ci-après :

Pour les réseaux :

Tableau II.5. l'évolution les réseaux d'assainissement entre 2012 et 2013 [27]

Période	2012	2013	évolution
Nombre de Communes	670	766	+14%
Linéaire géré (Km)	31 490	34 906	+11%
Linéaire curé (Km)	4 292	5 729	+33%
Volume collecté (Millions de m3)	655	732	+12%
Nombre centre d'assainissement	162	183	+13%

Pour les stations d'épuration :

Tableau II.6. L'évolution les stations d'épuration entre 2012 et 2013.[21]

	2012	2013	évolution
Nombre de STEP	82	96	17%
Capacité installée (aq.h)	6 250 573	6 880 377	10%
Volume épuré (Millions de m ³)	139	161	15%
Energie consommée (KWh) (Millions de m ³)	48	60	25%

Le recours croissant à cette ressource d'eau non conventionnelle constitue une incitation supplémentaire pour améliorer les capacités d'épuration des eaux usées et augmenter le taux de raccordement des particuliers au réseau d'assainissement.

Tableau II.7. Paramètres d'exploitation des STEP par zone durant l'année 2013.[27]

Zone /Direction assai	Nombre de Step	Capacité	
		Eq/H	m3/j
Oran	30	1 114 521	160 850
Laghouat	4	239 000	34 020
Tiaret	8	643 204	83 778
Constantine	3	332 711	59 657
Batna	7	416 025	46 770
Annaba	5	1 032 700	155 820
Chlef	3	357 528	53 404
Tizi-Ouzou	12	487 000	81 346
Sétif	9	984 915	166 347
Alger	5	418 500	67 500
Béchar	1	94 000	12 000
Oued Righ	2	62 600	9 375
Ouargla	3	278 182	59 507
El Oued	4	419 491	76 799
Total ONA	96 Step	6 880 377	1 067 173

Les questions relatives au traitement et à la réutilisation des eaux usées sont en prise directe avec celles du développement durable et indiquent que les enjeux autour de la qualité et de la quantité des ressources en eau sont liés entre eux, puisque les rejets (nitrates, phosphates, etc.)

Dans l'environnement entraineront plus tard des coûts non négligeables dans le traitement de l'eau potable. [22]

Le 19 janvier 2015 le Ministre de Ressources en Eau de l'Algérie, Hocine Necib, a inauguré les Stations d'Épurations des Eaux Usées de Boussaâda (200.000 Eq/hab) et Sidi Aïssa (150.000 Eq/hab), stations que sont exécutés par COMSA et DEISA ALGÉRIE.

M. Necib, dans cette visite, a affirmé que le taux de traitement des eaux, actuellement de 13%, sera porté « avant fin 2015" à 61%, à la faveur de l'exploitation de cette STEP, et de celle Sidi-Aïssa, en cours de réalisation. Ainsi, au terme du programme quinquennal 2015-2019, la wilaya de M'sila sera couverte à 80 % en matière d'assainissement. [28]

2.3. Les demandes en eau

2.3.1. La demande en eau potable

Le droit à l'accès à l'eau pour la population est devenu depuis dix ans une priorité nationale, par rapport à la norme de l'OMS qui fixe à 250 litres par jour et par habitant la dotation en eau, celle de l'Algérie se situe en 2013 [29]

La mise en place de barrages et de réaliser des unités de dessalement l'eau de mer pour assurer la distribution d'eau potable aux citoyens autour de 175 l/hab/j, selon le ministère des Ressources en eau.

En termes d'état des lieux, la situation de l'AEP s'est nettement améliorée, notamment dans les grandes agglomérations. Cette amélioration de l'approvisionnement en eau des populations et des activités raccordées aux réseaux publics est à mettre au crédit des investissements publics et aux mesures institutionnelles et organisationnelles engagés durant la dernière décennie. En effet, l'Algérie mobilise actuellement une quantité de 3,1 Mds m³, soit une dotation moyenne de 175 l/j.hab. Le taux de raccordement est de 95% grâce un linéaire de réseaux de distribution de 111.000 kms

Tableau II.8. Indicateurs d'état relatifs à l'AEP [21]

Période	2009	2012	2013
<i>Volume d'eau potable produit (Mds m³)</i>	2.75	2.9	3.1
Dotation (L/j.hab)	168	173	175
Taux de raccordement aux réseaux (%)	92%	94%	95%
Linéaire des Réseaux (Kms)	90.000	109.000	111.000

En termes de projections, l'évolution de la demande en eau potable prise en compte dans le cadre du PNE fait une distinction entre deux groupes d'usages : les usages individuels pour la consommation finale des ménages (demande en eau domestique) et qui constituent la partie la plus importante et les usages collectifs (consommation intermédiaire) desservis par les

réseaux d'alimentation en eau potable (administrations, industries raccordées, tourisme, commerces, artisanat...).

Les projections démographiques selon l'ONS ont été affinées pour les besoins de localisation du croît de la population. La population totale résidente est estimée à 50 millions d'habitants à l'horizon 2030 dont presque 90% sera agglomérée dans 3.865 agglomérations.

2.3.2 La demande en eau industrielle

L'estimation de la demande en eau industrielle s'est appuyée sur un inventaire exhaustif des unités industrielles par branche : agroalimentaire, sidérurgie-métallurgie, mécanique, électrique-électronique, matériaux de construction, chimie, cuirs, textiles, bois et dérivés, mines

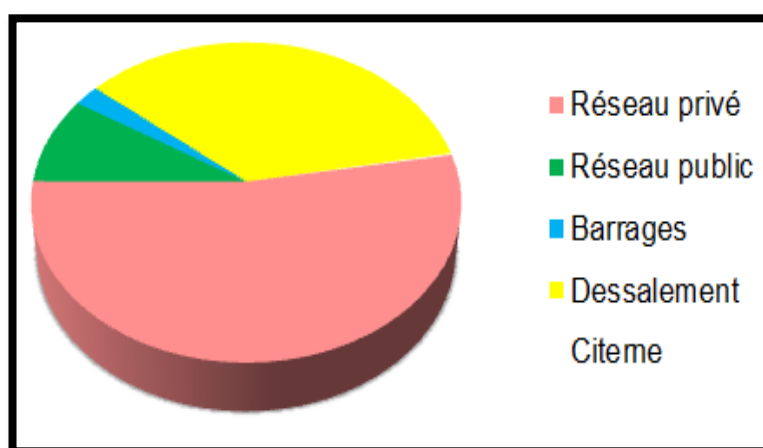


Figure II.3. Origine de l'eau à usage industriel en 2010. [21]

Les études de projections de la demande en eau industrielle sont présentées ci-dessous

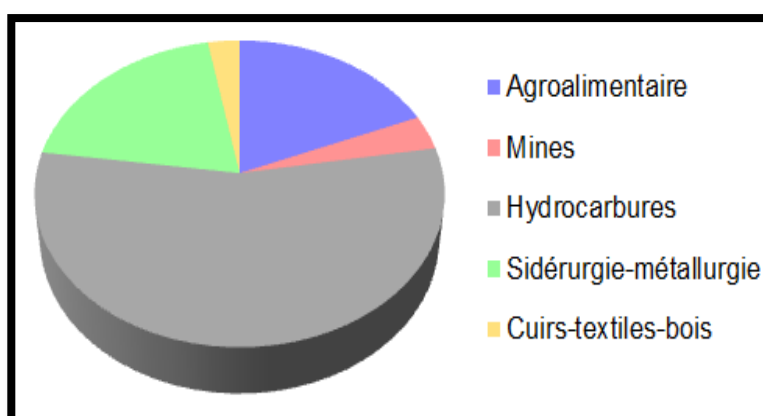


Figure II.4. Répartition de la demande en eau industrielle en 2030 par branche [21]

Le cadencement quinquennal montre que la demande en eau des industries non raccordées est peu significative avec un volume de 200 hm³/an à l'horizon 2030, dominée essentiellement par les hydrocarbures.

2.3.3. La demande en eau d'irrigation

Dans le cadre des grandes options prises en matière de nouvelles mobilisations des ressources en eau superficielles (programme de nouveaux barrages associé à un programme de grands transferts interrégionaux, programme de dessalement de l'eau de mer), les perspectives d'une disponibilité raisonnable de ressources en eau pour le secteur de l'agriculture en général s'annoncent prometteuses.

trois catégories de périmètres irrigués sont distinguées dans le cadre du PNE : les Grands Périmètres Irrigués (GPI), les périmètres relevant de la Petite et Moyenne Hydraulique Collectifs (PMHC) et les périmètres relevant de la Petite et Moyenne Hydraulique Individuels (PMHI).

Sur les 8,5 millions d'hectares de surface agricole utile (SAU⁸), ce sont 3,6 millions d'hectares qui dépendent de l'irrigation à cause de faible pluviométries dans certaines régions. Les ressources en eau mobilisables pour l'agriculture ne permettent pourtant d'irriguer en moyenne et par an qu'entre 900 000 et un million d'ha [22].

Tableau II.9. Évolution des surfaces irriguées et des systèmes utilisés de 2000 à 2008 [22].

Année	Superficie irriguée tot (ha)	Système d'irrigation (ha)		
		Gravitaire	Aspersion	Goutte à goutte
2000	350 000	275 000	70 000	5 000
2001	617 427	458 421	102 978	56 028
2002	644 427	433 561	127 570	83 877
2003	722 320	485 019	138 301	99 000
2004	793 334	416 108	159 739	117 487
2005	825 206	524 503	153 006	147 697
2006	835 590	481 046	175 056	179 488
2007	907 293	557 327	183 182	166 784
2008	928 955	583 002	185 080	160 873

le MRE a renforcé sa coopération avec le ministère de l'Agriculture et du développement rural pour pouvoir atteindre les le développement durable les ministères des Ressources en eau et de l'Agriculture pilotent la reconversion du secteur agricole vers des systèmes d'irrigation économiseurs d'eau, les surfaces irriguées en gravitaire traditionnel⁹, où les pertes par évaporation et infiltration sont très élevées, représentaient 85 à 90 % en 2000, et ce pourcentage est descendu à 63 % aujourd'hui. Puisque le niveau de pressions des demandes sur les ressources en eau dépend principalement du type d'agriculture pratiqué,

⁸ La SAU est un instrument statistique destiné à évaluer le territoire consacré à la production agricole. Il diffère de la surface agricole totale.

⁹ Ce système d'irrigation consiste à transporter l'eau jusqu'à la limite et à l'intérieur des parcelles dans des canaux aménagés suivant la pente naturelle.

l'existence d'équipements plus modernes d'irrigation, par aspersion¹⁰ (20 %) ou au « goutte-à-goutte »¹¹ (17 %), illustre les résultats obtenus [22].

pour le quinquennat "2014-2019", «l'Etat s'est fixé pour objectif de doubler la superficie nationale des périmètres irrigués, en la portant de son niveau actuel de 1,2 million ha à 2,5 millions ha à l'horizon 2019 » [24]. au titre de nouvelle mandat de président de la république Abdelaziz Bouteflika « Le président a instruit les ministères de l'Agriculture et de l'Hydraulique de travailler en ce sens afin de renforcer la production agricole et assurer une meilleure sécurité alimentaire au niveau national » [30] ce qui prouve que le projet d'irrigation est un projet ambitieux pour l'Algérie dans le cadre de développement et encourager l'irrigation des régions du sud de pays et cela exige la présence des ressources hydrique, l'Algérie est classée dans la catégorie des pays où « l'eau se fait rare et trop souvent de qualité médiocre, c'est pourquoi peu de résultats ont été enregistrés jusque-là dans le programme de développement des périmètres irrigués », souligne une récente étude du centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes (CIHEAM).

La tarification de l'eau d'irrigation est définie pour les exploitations agricoles approvisionnées à partir d'installations dont la gestion relève de la puissance publique. Elle concerne principalement les grands périmètres, les aires d'irrigation et les périmètres de petite et moyenne hydraulique. Les modalités de tarification de l'eau à usage agricole et les tarifs correspondants ont été fixés en 1998 (décret n° 98-156). Ces dispositions ont été modifiées par deux autres décrets en 2005 (décret n°05-14 du 9 janvier 2005) et en 2007 (décret n°07-270). Ces deux derniers décrets ont précisé les zones tarifaires et procédé à une augmentation des bases tarifaires. Les tarifs dus par l'utilisateur au titre de la fourniture ou du prélèvement d'eau sont calculés suivant une formule binôme sur la base du débit maximum souscrit (partie fixe) et du volume effectivement consommé (partie variable). Actuellement, la partie fixe varie, selon la zone tarifaire, entre 250 et 400 DA par l/s/ha ; la partie variable est calculée sur la base de 2,50 DA par m³ consommé¹² [29].

10 Ce système d'irrigation consiste à distribuer de l'eau sous forme de pluie, simulant une précipitation, éventuellement de bruine.

11 Ce système d'irrigation est aussi appelé localisée ou micro-irrigation. Plus économe en eau et en engrais, l'apport d'eau est localisé, précis et continu. Les débits sont réduits, à faibles pressions et seule la fraction du sol exploitée par les racines est continuellement humectée.

12 Le taux de change (janv. 2011) du dinar algérien (DZD ou DA) : 100 DZD=1,0092 € ou 100 DZD= 1,3717 US\$ En équivalent euros, le tarif serait : pour la partie fixe de 2,52 € à 4,04€ par l/s /ha et pour la partie variable de 0,025 € par m³ consommé.

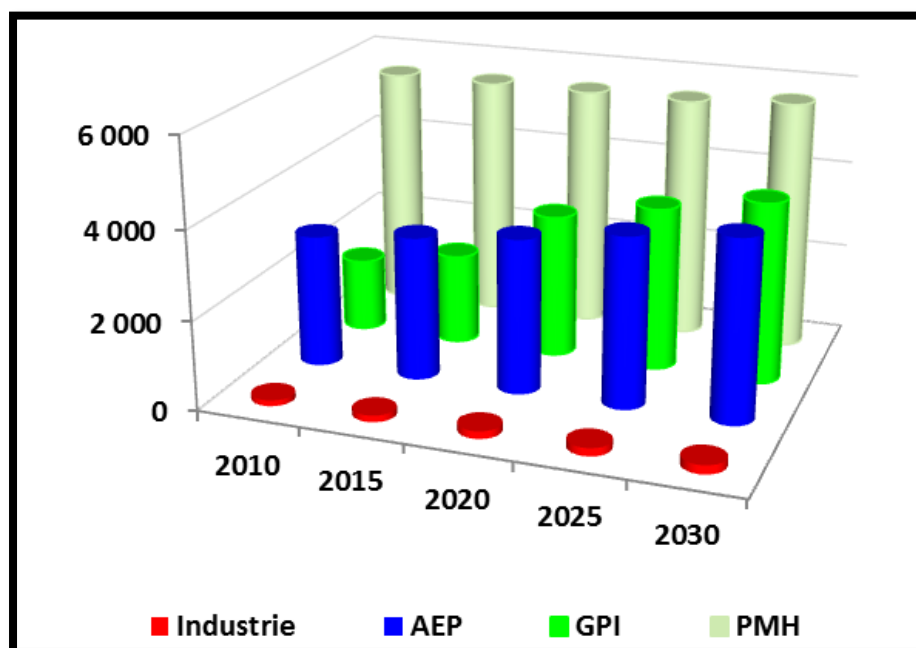


Figure II.5. Évolution de la demande en eau par secteur. [21]

La *figure II.8* résume l'évolution de la demande en eau dans le domaine d'industrie, l'irrigation, et l'alimentation d'eau potable d'où le défi de l'eau nécessite une stratégie et une planification performante.

Conclusion

Un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles : la croissance démographique et le développement économique et social du pays ont induit durant les deux décennies écoulées, un accroissement considérable des besoins en eau potable, industrielle et agricole.

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

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

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

Et la demande de l'eau en différents usages va s'accroître :

- la demande individuelle va accroître avec l'amélioration du niveau de vie joue un rôle important dans la diversification et l'intensification des usages de l'eau.
- Certaines industries grosses consommatrices d'eau enregistrent une réduction remarquable de leur demande, grâce à la généralisation de la réutilisation des eaux usées et à l'amélioration des processus ayant conduit à une forte diminution des consommations spécifiques.
- Les modes d'irrigation sont en constante évolution, conduisant ainsi à des économies d'eau appréciables en même temps qu'à un accroissement du rendement des cultures d'où il est préférable d'utiliser des modes d'irrigation plus économiques.

Ces exemples montrent que, d'une part, l'augmentation de la demande avec le temps n'est pas si inéluctable qu'il y paraît, et d'autre part, son évolution se présente sous une forme autrement plus complexe que dans certaines représentations simplistes. Par conséquent, si l'on veut aborder la gestion de l'eau par une réelle maîtrise de la demande, sans se laisser dépasser par les évolutions incontrôlables. Cette structure doit permettre aux planificateurs, gestionnaires, producteurs et distributeurs d'établir les prévisions nécessaires sur le court terme et de simuler des actions d'infléchissement sur le moyen et le long termes.

CHAPITRE III : ORGANISATION INSTITUTIONNELLE DE LA GESTION ET PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU EN ALGERIE

3.1 Définition de la Planification

La planification est le processus systématique qui consiste à établir un besoin puis à déterminer le meilleur moyen possible de satisfaire ce besoin, ceci dans un cadre stratégique nous permettant d'identifier les priorités et de déterminer quels sont nos principes opérationnels. Planifier, c'est penser au futur, pour que vous puissiez faire quelque chose maintenant pour le futur. Ce qui ne signifie pas nécessairement que tout va fonctionner comme nous l'avons prévu. C'est même improbable. Mais si nous avons planifié correctement, notre capacité à nous adapter, sans compromettre notre objectif général, sera bien plus importante .

Les quatre objectifs du processus de planification :

1. Maitriser la complexité croissante des modes de production oblige l'entreprise à réunir de multiples compétences, et à en planifier le développement
2. Dominer l'imprévisibilité de l'environnement en se fixant un objectif avec assez de marge pour pouvoir changer si nécessaire.
3. Agir en mesurant les risques présents et à venir.
 - garder son identité, sa culture d'entreprise
 - chercher à faire participer tous les acteurs de l'entreprise à son élaboration
 - les décisions se prennent selon la structure centralisée (comité de direction) ou une structure décentralisée (tous les niveaux hiérarchiques)
4. Mobiliser les équipes; la participation à l'élaboration conditionne une réelle implication, tout en informant et en motivant.

3.1.1. Les quatre étapes de la mise en œuvre de la planification

1^{ère} étape : le diagnostic

- *Analyse interne* : forces et faiblesses de l'entreprise. (les hommes, sa technologie, sa capacité financière)
- *analyse externe* : les menaces et les opportunités de l'environnement. (évolution des marchés de ses produits, mesurer, maintenir et faire évoluer un avantage concurrentiel)

2^{ème} étape : le plan stratégique

Définir et chiffrer des objectifs généraux en fonction de plusieurs hypothèses, qui vont engager l'avenir de l'entreprise pendant plusieurs années.

3^{ème} étape : budgets et programmes

Les Objectifs à atteindre et les moyens utilisés des plans opérationnels à court et moyen terme, sont la dernière étape. Plusieurs budgets sont suivis :

- le budget fonctionnel (fonction commerciale, administrative...)
- le budget des capitaux (tableau de financement prévisionnel, budget de trésorerie...)
- le budget des centres de responsabilité (budget d'un site de production, budget confié à un chef de produit, budget informatique)

4^{ème} étape : contrôle et mesures correctives

- l'analyse des écarts permet de mettre en place des mesures correctives.
- un objectif non réalisé ou dépassé doit conduire à des questions :
 - a) L'objectif était-il réaliste ?
 - b) Les moyens alloués étaient-ils suffisants ?
 - c) Les équipes étaient-elles suffisamment mobilisées pour l'atteindre ?
 - d) les hypothèses d'évolution de l'environnement se sont-elles confirmées ?

[31]

3.1.2. Pourquoi planifier ?

La combinaison d'un bon cadre stratégique (auquel on arrive grâce à la planification Stratégique) et d'un bon programme d'action :

- Permet de comprendre clairement ce que vous devez faire pour atteindre vos objectifs de développement.
- Vous guide dans la priorisation et la prise de décisions.
- Vous permet de garder contact avec le contexte dans lequel vous travaillez international, national et local .

- Constitue un outil pour vous aider à communiquer vos intentions aux autres .
- Constitue un guide cohérent pour la mise en œuvre de la planification au jour le jour. Il est important de penser aux bénéfices de la planification .
- planifiez correctement, vous éviterez certaines de ces crises, et facilite les régler en urgence (une fois la crise passée, le plan doit être replanifier ie l'améliorer).

3.2. Différents Types De Planification

“Planifier” est un terme vaste qui comprend un grand nombre d'activités variées. Il est possible de planifier au niveau stratégique, au niveau de l'activité ou au niveau opérationnel, de planifier pour une organisation, pour un programme ou pour un projet. Les deux types de planification les plus importants sont :

- La planification stratégique ¹³.
- La planification des affaires, programme d'action/opérationnel.

3.2.1. La Planification de l'Eau

La planification de l'eau peut être définie comme un processus de gestion qui vise à la mobilisation de l'eau au service du développement économique et social, dans le cadre d'une gestion durable de la ressource, en quantité comme en qualité.

Cette définition représente deux approches :

- a. ***Une première approche portant sur l'eau*** : observation de la ressource, en quantité comme en qualité, observation des usages, vigilance sur les pressions exercées sur la ressource par les activités urbaines et économiques
- b. ***Une seconde approche portant sur l'action publique dans le domaine de l'eau*** : exploitation des infrastructures, encadrement des usages, conception et réalisation des projets d'investissement, allocation des finances publiques.

Ce processus de gestion de l'eau est planifié à horizon temporelle différent (à long terme, à court terme et à moyen terme).

3.3. Cadre De La Planification Algérienne

3.3.1. Missions et Objectifs De la Planification de l'eau

La planification est l'un des outils de la gestion de l'eau pour atteindre les objectifs de la politique de l'eau. Parmi les objectifs : décider de planifier à long terme ou non, décider comment doit se dérouler le processus de planification, quels moyens y seront affectés, quel lien sera instauré entre la planification et la dépense publique, c'est déjà faire de la politique de l'eau. La planification est une partie prenante de la politique de l'eau, et la politique nationale de l'eau s'inscrit dans la doctrine internationale de la gestion intégrée des ressources en eau, ce qui est le cas en Algérie.

a) La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE)

L'approche de gestion intégrée des ressources en eau contribue à la gestion et à l'aménagement durable et adaptés des ressources en eau, en prenant en compte les divers intérêts sociaux, économiques et environnementaux. Elle reconnaît les nombreux groupes d'intérêts divergents, les secteurs économiques qui utilisent et polluent l'eau, ainsi que les besoins de l'environnement.

Aujourd'hui la GIRE est la doctrine de la gestion de l'eau, cette doctrine a été définie lors de la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement qui s'est tenue à Dublin de 1992, en

• ⁽¹³⁾ La planification stratégique, ou le développement d'un cadre stratégique, porte sur une vision globale et elle fixe les buts de Future.

conclusion d'un processus mondial de concertation. Les principes édictés à cette occasion, dits « principes de Dublin », ont été repris par la communauté internationale lors des grandes conférences internationales sur l'eau (Harare, Paris, Rio +5, Johannesburg etc.).

Les quatre principes de Dublin sont :

1. L'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, indispensable à la vie, au développement et à l'environnement.
2. Le développement et la gestion de l'eau devraient être fondés sur une approche participative impliquant usagers, planificateurs et décideurs à tous les niveaux.
3. Les femmes sont au cœur des processus d'approvisionnement, de gestion et de conservation de l'eau.
4. Pour tous ses différents usages, souvent concurrents, l'eau a une dimension économique. C'est pourquoi elle doit être considérée comme un bien économique.

Selon Partenariat Mondial de l'Eau (2000) *La GIRE* est un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnée de l'eau, des terres et des ressources associées en vue de maximiser de manière équitable le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la durabilité d'écosystèmes vitaux .

b) La politique de l'eau en Algérie

La politique de l'eau en Algérie repose sur cinq principes, sensiblement repris dans la loi relative à l'eau de 2005 (article 3) :

- Le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement pour tous avec équité, et le droit d'utilisation des ressources en eau dans les limites de l'intérêt général,
- La planification des aménagements dans le cadre de bassins hydrographiques ou de grands systèmes aquifères,
- La prise en compte des coûts réels des services et des coûts d'intervention publique par la tarification,
- La systématisation des pratiques d'économie et de valorisation de l'eau,
- La concertation et la participation au niveau des unités hydrographiques naturelles et au niveau national.

c) La planification de l'eau

La planification de l'eau peut être définie comme un processus de gestion qui vise à la mobilisation de l'eau au service du développement économique et social, dans le cadre d'une gestion durable de la ressource, en quantité comme en qualité. La planification de l'eau devra donc faire en sorte qu'une politique publique visant à gérer des équilibres à long terme s'inscrive dans des programmes à moyen terme et dans des budgets annuels. Parallèlement, les planificateurs de l'eau devront articuler des *échelles territoriales différentes*.

Pour cette raison, l'Algérie a opté pour la gestion de l'eau par bassins hydrographiques, et mis en place des Comités de bassin et des Agences de bassin hydrographique, appelées à terme à jouer un rôle central dans le dispositif de gestion.

Enfin, le processus de planification de l'eau est naturellement multi-acteur :

- **Processus de coordination** : la politique de l'eau doit être mise en cohérence avec les politiques d'aménagement du territoire, d'urbanisation et de développement économique, lesquelles dépendent de l'offre en eau et conditionnent la demande en eau.
- **Processus de concertation** : la gestion de l'eau ne dépend pas exclusivement de l'Etat et des institutions publiques, un dialogue est nécessaire avec les usagers portant sur les volumes, la qualité et le prix d'accès à l'eau [32]

3.4. Cadre Juridique De La Planification De L'eau

La planification de l'eau s'inscrit dans un cadre juridique défini par plusieurs types de textes;

3.4.1. Chronologie des textes :

La planification de l'eau est basée fortement sur la **Loi portant code des eaux du 16 juillet 1983**, au titre VII, intitulé « planification de l'utilisation de la ressource ». L'article 135 introduit le concept de balance hydraulique (les confrontations entre les besoins et du niveau des ressources).

Le 15 juin 1996, l'**Ordonnance** n°96-13 est venue modifier et compléter le Code des eaux. Elle a apporté dans son article 125 bis des précisions quant aux instruments de la planification de l'eau :

- Les schémas directeurs régionaux d'aménagement et d'utilisation des eaux, qui devront être établis à l'échelle des bassins hydrographiques.
- Le schéma directeur national ou plan national.

En août 1996, une série de décrets exécutifs a mis en place les cinq **Agences de bassin hydrographique** et les cinq **comités de bassin** correspondants.

La même année, le décret exécutif n° 96-472 du 18 Décembre 1996 met en place le **Conseil National de l'Eau**. En 2000, le décret d'organisation du Ministère de la Ressource en Eau n° 2000-325, qui définit les missions de chaque direction.

Son article 2 attribue à la Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques (DEAH) la mission d'élaborer les schémas d'aménagement hydrauliques, aux échelles régionales comme au niveau national.

L'**Algérienne des Eaux** et l'**Office National d'Assainissement** sont créés en 2001 par un décret daté du 21 avril 2001, un arrêté venant ensuite définir leur organisation. Enfin, en 2005 a été promulguée la **Loi relative à l'eau** du 4 août 2005, qui consacre un chapitre aux «*instruments institutionnels de la gestion intégrée des ressources en eau* » (chapitre IV). La loi institue ainsi : par les articles 56 et 57, les plans directeurs d'aménagement des ressources en eau (PDARE), et par l'article 59, le Plan national de l'eau (PNE) etc.

3.4.2. La loi relative à l'eau : La loi comporte dix titres

Titre I – Des dispositions préliminaires

Détaille le contenu de la politique algérienne de l'eau, à travers deux articles portant respectivement sur les *objectifs*, et sur les *principes*.

Titre II – Du régime juridique des ressources en eau et des infrastructures hydrauliques

Définit le domaine public hydraulique naturel (consistance, délimitation, servitudes) et le domaine public hydraulique artificiel

Titre III – De la protection et de la préservation des ressources en eau

Définit les outils de la protection des ressources.

Titre IV – Des instruments institutionnels de la gestion intégrée des ressources en eau

Définit en quatre chapitres, l'architecture institutionnelle de la gestion intégrée des ressources en eau.

Titre V – Du régime juridique de l'utilisation des ressources en eau

Ensemble de dispositions juridiques portant sur les conditions de limitation ou de révocation des autorisations et concessions, et sur les servitudes liées à ces régimes d'utilisation des ressources en eau.

Titre VI – Des services publics de l'eau et de l'assainissement

Définit les conditions d'exercice des services publics d'eau et d'assainissement.

Titre VII – De l'eau agricole

Définit les conditions d'utilisation et d'exploitation de l'eau à usage agricole

Titre VIII – De la tarification des services de l'eau

Définit les principes et conditions de tarification de l'eau pour les différents usages

Titre IX – De la police des eaux

Instaure la *police des eaux*, et définit ses prérogatives. Il recense les *infractions* et indique-les sanctions correspondantes.

Titre X – Dispositions transitoires et finales

Ce titre présente les nécessaires dispositions techniques permettant la mise en œuvre de la présente loi.

3.4.3. L'eau et les autres politiques publiques

Par nature, la gestion de l'eau peut être concernée par d'autres politiques publiques : aménagement du territoire, urbanisme, environnement, santé publique agriculture, industrie, tourisme etc.

Le tableau ci-dessous recense les principaux textes relatifs à ces secteurs, et qui sont susceptibles d'influer sur la gestion de l'eau [32].

Tableau III.1. les principaux textes relatifs à l'eau [32]

<p>Aménagement de territoire</p>	<p>La loi n°2001-20 du 12 Décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire, stipule que le Plan National de l'Eau, au même titre que les autres schémas directeurs sectoriels, doit s'inscrire en cohérence avec le schéma national d'aménagement du territoire(SNAT). Celui-ci a été établi à l'horizon 2025.</p>
<p>Urbanisme</p>	<p>La Loi n° 2006-06 du 20 Février portant loi d'orientation de la ville et les différents instruments de la politique de la ville.</p>
<p>Tourisme</p>	<p>Le schéma directeur d'aménagement touristique, établi à l'horizon 2025</p>
<p>Environnement</p>	<p>Loi n° 2003-10 du 19 Juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable</p>
<p>Santé publique</p>	<p>Arrêté interministériel du 26 Mai 1996, portant création, organisation et fonctionnement du comité national de lutte contre les maladies à transmission hydrique.</p>

3.5. Cadre Institutionnel De La Planification De L'eau En Algérie

3.5.1. Ministère

a) Historique du Ministère chargé des Ressources En Eau

Depuis l'indépendance de l'Algérie le département des ressources en eau a vu une évolution

1963-1971 : Sous-direction de l'Hydraulique / Direction de l'infrastructure / Ministère de la reconstruction des travaux publics et des transports. (Décret n° 63-129 du 19 avril 1963 portant organisation de l'administration centrale du ministère).

1971-1980 : Secrétariat d'Etat à l'Hydraulique.

(Décret n° 71-55 du 04 février 1971 portant organisation de l'Administration Centrale du Secrétariat d'Etat à l'Hydraulique).

1980-1985 : Ministère de l'Hydraulique.

(Décret n° 80-173 du 21 juin portant organisation de l'administration centrale du Ministère de l'Hydraulique).

1985-1989 : Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement, et des Forêts.

(Décret n° 85-131 du 21 mai 1985 portant organisation de l'administration centrale du ministère de l'Hydraulique, de l'environnement, et des forêts).

1989-1990 : Ministère de l'Hydraulique.

(Décret exécutif n°89-132 du 25 juillet 1989 portant organisation de l'administration centrale du ministère de l'Hydraulique).

1990-1994 : Ministère de l'Equipement et de l'Aménagement du Territoire

(Décret exécutif n° 90-123 portant organisation du Ministère d'Equipement et de l'Aménagement du Territoire).

1994-2000 : Ministère de l'Equipement

(Décret exécutif n° 94-240 du 30 avril 1990 portant organisation de l'Administration Centrale du Ministère de l'Equipement).

2000-2014 : Ministère des Ressources en Eau.

(Décret exécutif n° 2000-325 du 25 octobre 2000 portant organisation de l'Administration Centrale du Ministère des Ressources en Eau) [33].

b) Les missions de ministère des ressources en eau

La création de ministère des ressources en eau permet d'appliquer la politique de développement du gouvernement d'un côté, et de mettre en œuvre la nouvelle politique de l'eau d'un autre côté.

D'après le décret exécutif n° 2000-324 du 27 Rajab 1421H correspondant au 25 Octobre 2000, il fixe les attributions du ministre des ressources en eau. et d'après l'article 3 On trouve que le ministre des ressources en eau exerce ses attributions, en relation avec les secteurs concernés dans les domaines suivantes [34] :

- l'évaluation permanente, quantitative et qualitative des ressources en eau.
- Les recherches géophysiques et hydrogéologiques, destinées à la localisation, à la connaissance et à l'évaluation des ressources en eau souterraines.
- Les recherches hydro climatologiques et géologiques liées à la connaissance, à l'évaluation des ressources en eau de surface et à la localisation des sites de barrages et autres ouvrages de stockage.
- Les études agro-pédologiques.
- La production de l'eau domestique, industrielle et agricole, y compris la production et l'utilisation de l'eau de mer et des eaux épurées.
- La réalisation, l'exploitation et la maintenance des ouvrages de retenue d'eau et des unités de traitement et de pompage de l'eau, des réseaux d'adduction, de stockage et de distribution de l'eau ainsi que des réseaux et ouvrages d'épuration et d'assainissement.
- La réalisation, l'exploitation et la maintenance des systèmes d'assainissement et des unités d'épuration des eaux usées.
- La réalisation, l'exploitation et la gestion des infrastructures d'irrigation et de drainage

3.5.2. Organisation générale du secteur de l'eau

L'administration du secteur de l'eau est composée de structures administratives, d'établissements, et d'opérateurs publics à caractère commercial, en charge de la gestion des services publics.

L'organisation du secteur définie par décret, est brièvement présentée ci-après;

I. Au niveau national

L'Administration Centrale :

Actuellement le Ministre des Ressources en eau (MRE), est chargé de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau¹⁴. A ce titre, il représente la

¹⁴ Décret exécutif N° 2000-324 du 27 Rajab 1421 correspondant au 25 octobre 2000 fixant les attributions du ministre des ressources en eau.

puissance publique et agit au nom de l'État pour l'exploitation et la préservation du domaine public hydraulique. Pour assurer ses missions de planification, de régulation et de contrôle, le Ministre des Ressources en eau dispose d'une administration centrale, organisée par décret exécutive.

Elle comprend, outre le secrétariat général, le cabinet du ministre et l'inspection générale, un ensemble de structures compose de 13 directions et 33 sous-directions, subdivisées elles-mêmes en bureaux.

Le Ministre chargé des ressources en eau partage certaines responsabilités avec les ministres chargés respectivement de l'Environnement, de la Santé et de l'Intérieur qui ont également des missions de puissance publique, notamment en matière de contrôle et de surveillance de la qualité de l'eau, et de l'environnement.

D'après le décret exécutif n° 2000-325 du 27 Rajab 1421H correspondant au 25 Octobre 2000, portant l'organisation de l'administration centrale des ressources en eau [35] :

- **Le secrétaire générale** : assisté de deux directeurs d'études, auquel est rattaché le bureau du courrier et de la communication.
- **Le chef de cabinet assisté de :**
 - huit (08) chargé d'étude et de synthèse chargés de la préparation et de l'organisation des activités du ministre en matière .
 - relations internationales et de coopération.
 - coopération et de relations avec les organes d'informations.
 - activités gouvernementales et de relations avec le parlement et les élus.
 - modernisation et de l'amélioration des performances de l'administration.
 - affaires juridiques et des relations avec les associations net les citoyens et le monde du travail.
 - suivi et de contrôle des activités des établissements sous tutelle.
 - affaires économiques et des relations avec les wilayas.
 - préparation et de suivi des bilans d'activités pour l'ensemble de ministère.

et quatre (04) attachés de cabinet.

- **L'inspection générale : dont la création, l'organisation et le fonctionnement**

Décret exécutif n° 2000-326 du 27 rajab 1421 correspondant au 25 Octobre 2000 portant création, organisation et fonctionnement de l'Inspection Générale du Ministère des Ressources en Eau [36]:

(D'après l'article 2) l'Inspection générale est chargée, dans le cadre de ses missions générales de contrôle de l'application de la législation et de la réglementation en vigueur du secteur, de veiller à :

- La qualité des prestations et la rigueur dans l'exploitation des infrastructures techniques.
- L'utilisation rationnelle et optimale des moyens et ressources mis à la disposition des structures qui dépendent du secteur. En outre, l'Inspection générale, peut être appelée à effectuer tout travail de réflexion, toute mission ponctuelle de contrôle sur les dossiers précis, des situations particulières ou des requêtes entrant dans les attributions du Ministre.

Article 5 : L'inspection Générale est dirigée par un Inspecteur Général, assisté de six (06) inspecteurs chargés des missions d'inspection, d'évaluation et de contrôle auprès de l'administration centrale, des établissements sous tutelle et des services déconcentrés dans les domaines suivants : Technique; réglementaire; Administratif et financier; L'Inspecteur Général anime, coordonne et suit les activités des inspecteurs. La répartition des tâches et le programme de travail des inspecteurs sont fixés par le Ministre sur proposition de l'Inspecteur Général.

3.5.3. Etablissement Sous Tutelles

a- Agence nationale de gestion intégrée des ressources en eau (AGIRE)

Décret exécutif n°11-262 du 28 Chaâbane 1432 correspondant au **30 juillet 2011** portant création de l'agence nationale de gestion intégrée des ressources en eau « AGIRE »

Il est créé sous la dénomination d'agence nationale de gestion intégrée des ressources en eau, par abréviation « AGIRE » et désignée ci-après « l'agence nationale » un établissement public à caractère industriel et commercial régi par les lois et règlements en vigueur et par les dispositions du présent décret. (1^{er} Article)

L'agence nationale est dotée de la personnalité morale et jouit de l'autonomie financière. (2^{ème} Article) le siège de l'agence nationale est fixé à Alger.

Conformément aux dispositions de l'article 64 de loi n°05-12 du 28 Jomada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, susvisée, les démembrements territoriaux de l'agence nationale dénommés ci-après « les agences de bassins hydrographiques », exercent la gestion intégrée des ressources en eau au niveau des unités hydrographiques naturelles. (d'après l'article 6)

Missions : Dans le cadre de la politique nationale de développement, l'agence nationale est chargée de réaliser, au niveau national, l'agence nationale a pour missions

- de réaliser toutes enquêtes, études et recherches liées au développement de la gestion intégrée des ressources en eau ;
- de développer et coordonner le système de gestion intégrée de l'information sur l'eau à l'échelle nationale ;

- de contribuer à l'élaboration, à l'évaluation et à l'actualisation des plans à moyen et long terme de développement sectoriel à l'échelle nationale ;
- de contribuer à la gestion des actions d'incitation à l'économie de l'eau et à la préservation de la qualité des ressources en eau.

L'agence nationale est chargée au niveau des bassins hydrographiques de gérer le système d'information et l'actualisation des bases de données et des outils d'information géographique, et de contribuer à l'élaboration, à l'évaluation et à l'actualisation des plans à moyen et long terme de développement sectoriel de collecter les redevances instituées par la législation et la réglementation en vigueur.

b-Algérienne des eaux (ADE)¹⁵ : est un (EPIC) est chargée de la gestion de la production et de la distribution de l'eau potable dans l'ensemble du pays, la maîtrise d'ouvrage déléguée, et la régulation de l'activité du sous-secteur de l'eau potable. L'ADE, qui a le monopole du service public de l'eau, a constitué des sociétés mixtes avec des entreprises privées pour gérer le service des grandes villes.

c- Office national de l'assainissement (ONA)¹⁶ : est un (EPIC) doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, est doté de missions équivalentes à celles de l'ADE, pour l'assainissement urbain et l'épuration des eaux usées.

d- L'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT)¹⁷ : Le statut de l'Agence Nationale des Barrages par abréviation « ANB » établissement à caractère administratif, créée par décret n° 85.163 du 11 Juin 1985, est réaménagé dans sa nature juridique en établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) dénommé par « ANBT » par de décret exécutif N°05-101 du 23 Mars 2005.

L'ANBT est chargée de deux missions principales: la maîtrise d'ouvrage des programmes d'études et de travaux de barrages et d'infrastructures de transferts et de mobilisation d'eau, et l'exploitation et l'entretien des barrages.

e- Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH)¹⁸ : est un (EPA) et a vocation scientifique et technique doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. L'agence est chargée de l'inventaire des ressources en eaux (*eaux souterraines, eaux superficielles*) et en sols irrigables (*domaine de l'irrigation et du drainage*) , la surveillance périodique des ressources aux plans quantitatif et qualitatif et la protection des ressources en eau. L'ANRH a un rôle majeur dans le secteur, et se situe en amont de toutes les études et réalisations. Elle gère notamment un réseau national d'observation de la pluviométrie et des écoulements dans les oueds et fournit les données de base pour le dimensionnement des ouvrages (barrages, retenues collinaires, ponts.)

¹⁵ Décret exécutif N° 01-101 du 27 Moharram 1422 correspondant au 21 avril 2001 portant création de l'algérienne des eaux.

¹⁶ Décret exécutif N° 01-102 du 27 Moharram 1422 correspondant au 21 avril 2001 portant création de l'office national de l'assainissement.

¹⁷ Décret exécutif N° 85-163 du 11 juin 1985 portant création de l'agence nationale des barrages

¹⁸ Décret N° 81-167 du 25 juillet 1981, modifié et complété portant création de l'agence nationale des ressources hydrauliques

f- Office National de l'Irrigation et du Drainage (ONID): L'Agence nationale de réalisation et de Gestion des infrastructures hydrauliques pour l'Irrigation et le Drainage (*AGID*) est réaménagé dans sa nature juridique en un établissement public à caractère industriel et commercial (*EPIC*) doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière créé par le décret n°87-181 du 18 août 1987, dénommé "office national de l'irrigation et du drainage", par abréviation (*ONID*) Créée par le décret exécutif n° 05-183 du 9 Rabi Ethani 1426 correspondant au 18 mai 2005. *ONID* est chargé d'une part de la maîtrise d'ouvrage des programmes d'études et de travaux des infrastructures d'irrigation et de drainage, d'autre part de l'exploitation et l'entretien des Grands Périmètres d'Irrigation

g- Institut national de perfectionnement de l'équipement (INPE) : est un (*EPA*) daté de la personnalité Morale et de l'autonomie financière. Par décret N°2-116 du 03 Avril 2002, L'institut a pour mission d'assurer la formation le perfectionnement et le recyclage des personnels exerçant dans les différentes administrations, structures et établissements publics dépendant du secteur des ressources en eau.

On peut conclure que: pour la mise en œuvre de la politique de l'eau le MRE dispose quatre agences nationale (*ANBT, ANRH, ONID, AGIRE*) respectivement chargées des grands aménagements hydrauliques, des ressources en eau, et des infrastructures d'irrigation et de drainage.

Le rôle principal de ces agences (agences d'exécutions) est d'assurer la maîtrise d'ouvrage. Elles sont dotées d'un statut d'établissement public à caractère administratif (*EPA*) ou d'entreprise publique à caractère industriel et commercial (*EPIC*).

En 2001, le *MRE* a entrepris une réorganisation du secteur, basée sur la centralisation des activités de distribution de l'eau potable et d'assainissement urbain, elle a abouti à la création de deux organismes nationaux ayant un statut d'établissement public à caractère industriel et commercial (*EPIC*) sont : *ADE, ONA*.

II. Au niveau régional : l'Agence de bassin hydrographique

Le secteur de l'eau dispose d'un seul type d'institution spécifiquement régionale, les Agences de Bassins Hydrographiques.

Cinq agences de bassin hydrographiques¹⁹ (*ABH*) ont été créées en 1996 et couvrent des territoires constitués de plusieurs bassins hydrographiques

Décret exécutif n° 96-279 : ABH "Algérois-Hodna-Soummam".

Décret exécutif n° 96-280 : ABH "Constantinois-Seybouse-Mellegue".

Décret exécutif n° 96-281: ABH "Oranie-Chott Chergui".

Décret exécutif n° 96-282 : ABH "Cheliff-Zahrez".

Décret exécutif n° 96-283 : ABH Sahara.

¹⁹ Décret exécutif N° 96-100 du 17 Chaouel 1416 correspondant au 6 mars 1996 portant définition du bassin hydrographique et fixant le statut type des établissements publics de gestion.

L'agence de bassin hydrographique est un établissement public à caractère industriel et commercial (d'après l'article 2 de décret exécutif n°08-309)

Les Agences sont financées, en principe, par des redevances pour la qualité de l'eau et pour l'économie d'eau.

Les ABH sont chargées d'exercer la gestion intégrée de l'eau à l'échelle des bassins hydrographiques (art 64 de la loi relative à l'eau).

Les principales missions des ABH: d'après le décret exécutif N° 08- 309 du 30 septembre 2008 sont:

- Réaliser toutes actions visant à assurer une gestion intégrée et concertée des ressources en eau à l'échelle d'une unité hydrographique naturelle.
- Développer le système d'information sur l'eau à travers l'établissement l'actualisation de bases de données et d'outils d'information géographique.
- Etablir les plans de gestion des ressources en eau superficielles et souterraines et d'élaborer des outils d'aide à la décision en la matière.

III. Au niveau local: Les Directions des Ressources en Eau des wilayas

L'Etat est représenté au niveau local par la wilaya et la commune, tandis que les ministères représentés par leurs services décentralisés, placés sous l'autorité du wali. L'administration locale du secteur de l'eau est constituée de 48 directions des ressources en eau de wilaya DRE (ex de DHW²⁰)

Les Directions de l'Hydraulique de Wilaya sont des organismes déconcentrés de l'Etat dont les missions assez larges, recourent celles du Ministère au niveau local

Missions des Directions des Ressources en Eau de Wilaya (DRE)

- Veiller à la sauvegarde, à la préservation et à la protection du domaine public hydraulique. Veiller à l'utilisation rationnelle des ressources en eau.
- Contribuer au développement des ouvrages de mobilisation des ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles.
- Veiller à l'application et au suivi de la mise en œuvre de la réglementation dans le domaine du développement, de l'aménagement, de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures destinées à l'alimentation en eau potable, à l'assainissement et à l'hydraulique agricole.
- Assurer la maîtrise d'ouvrage et le suivi de l'exécution des projets dont la maîtrise d'ouvrage n'a pas fait l'objet de délégation.

²⁰ Décret n° 02-187 du 26 mai 2002 portant fixant les règles d'organisation et de fonctionnement des directions de l'hydraulique de wilaya.

- Recueillir et d'analyser les données relatives aux activités de recherche, d'exploitation, de production, de stockage et de distribution de l'eau pour les usages domestique, agricole ou industriel.
- Elaborer les études d'ingénierie en concertation avec les directions centrales.
- Tenir à jour le fichier des points d'eau situés sur le territoire de la wilaya et de suivre les études et enquêtes concourant à une meilleure connaissance des ressources en eau superficielles et souterraines ». **[33]**

Les DRE sont représentées au niveau des daïras ou d'ensembles de communes par des subdivisions territoriales dont le nombre est lié à l'étendue du territoire de la wilaya pour assurer l'assistance technique aux communes.

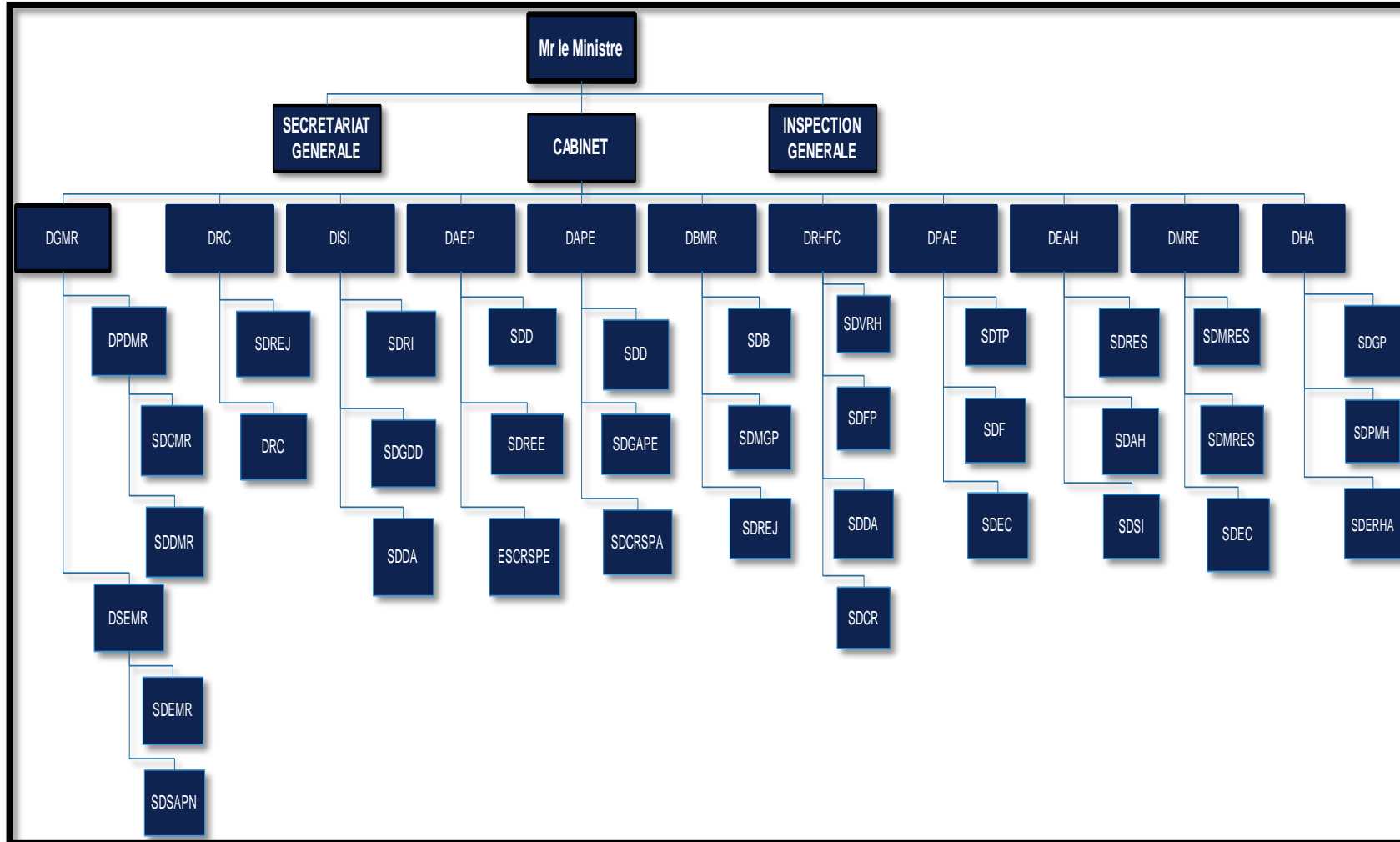


Figure III.1. Organigramme des ressources en eau.

3.5.4. La gestion déléguée

Au milieu des années 2000 et suite à une montée sans précédent des manifestations populaires contre les pénuries d'eau potable, l'Etat a engagé des réformes profondes du secteur consacrée par la promulgation de la loi 05/12 relative à l'eau. Dans ce cadre, des groupes européens ont été engagés pour assurer la gestion déléguée de l'alimentation en eau dans les quatre grandes villes d'Algérie, à savoir Alger, Oran, Constantine et Annaba.

La gestion déléguée (SEAAL ,SEACO, SEOR,SEATA) pour les grandes villes du pays

a-Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger (SEAAL)

La Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger (*SEAAL*), est une Société Publique par actions, détenue à 70% par l'Algérienne des Eaux (*ADE*) et à 30% par l'Office National de l'Assainissement (*ONA*).

La principale mission de *SEAAL* est de produire et de desservir en Eau potable les wilayas d'Alger et de Tipasa, et de collecter et traiter les Eaux usées au niveau de ces deux périmètres. Elle dessert ainsi 3.8 millions d'habitants soit environ 10% de la population Nationale.

SEAAL assure le service auprès de 680.000 clients (ménages, administrations, commerces, industriels et sites touristiques) et le nombre de ses salariés s'élève à 6.202. *SEAAL* est née en 2006 de la volonté politique des Autorités Algériennes d'améliorer rapidement la qualité et le cadre de vie des citoyens, en particulier dans la Capitale.

DÉFIS ET ENJEUX: Les défis de *SEAAL* consistaient, d'une part, à moderniser rapidement le service (eau, assainissement, clientèle, patrimoine...) à un niveau de standard international, et, d'autre part, d'autonomiser, à terme, la structure publique grâce à un transfert de savoir-faire de *SUEZ Environnement*²¹ au profit des équipes locales. Le dispositif organisationnel mis en place assure une communication transparente, claire et fiable entre les acteurs pour atteindre une confiance durable.[37]

Dans le domaine de l'eau, *SUEZ environnement* a mis en place en interne une méthodologie innovante de transfert de savoir-faire vers ses différentes Business Units *WIKTI* (Water International Knowledge Transfer Initiative). Créée dans le cadre du contrat d'Alger en 2006, *WIKTI* est également déployée à Jeddah depuis 2008. Son principe est de transférer le savoir-faire vers les équipes locales grâce à des plans d'action sur-mesure que la démarche aide à définir, mettre en œuvre et piloter. [38]

En 2006, le premier défi auquel a dû faire face *SUEZ ENVIRONNEMENT* à Alger était de répondre aux besoins d'une population de près de 3,2 millions d'habitants, répartie dans 57 communes, pour qui la distribution d'eau était très hétérogène.

²¹ *SUEZ environnement* s'appuie sur les expertises et les compétences des collaborateurs du Groupe, tant au niveau local qu'international, pour renforcer sa position sur les marchés de l'eau et des déchets. Le Groupe a donc mis en place une démarche originale de reconnaissance, de développement et de transmission de ces savoir-faire.

La distribution de l'eau H24 pour l'ensemble des agglomérations a été atteinte en avril 2010 et grâce l'expertise de Suez Environnement le contrat a été renouvelé en septembre 2011 et élargi à la wilaya de Tipaza. [22]

En dehors d'Alger, SUEZ ENVIRONNEMENT participe à de nombreux autres projets en Algérie, et certaines de ses activités s'implantent durablement à travers ses filiales Degrémont, SAFEGE et AGBAR. Cette dernière a par exemple conclu en 2008 un contrat de management pour la distribution et l'assainissement de l'eau de la ville d'Oran sur le même principe que SUEZ ENVIRONNEMENT à Alger.[39]

b- la Société de l'eau et de l'assainissement de Constantine (SEACO)

A Constantine, la société des eaux de Marseille (SEM) a décroché d'abord un contrat de 6,1 milliards de dinars pour la réhabilitation du réseau d'AEP sur trois ans [40] pour les 1,2 millions d'habitants de la wilaya de Constantine .[41] et à partir de 2008 elle s'est associée à l'Algérienne des eaux (ADE) pour créer la Société de l'eau et de l'assainissement de Constantine (Seaco).

Les termes du contrat assignent au contractant l'objectif de «modernisation et l'efficience de la gestion des services publics de l'eau et de l'assainissement, la mise en place et le déploiement d'outils modernes de gestion, la mise en place d'un système de distribution d'eau en H24, et d'assurer le transfert d'un savoir-faire effectif ainsi qu'un transfert de technologies et de compétences» [40] et autres missions : la recherche et réduction des fuites dans les systèmes d'adduction et de distribution, l'élaboration d'une cartographie détaillée des réseaux et installations, la mise à jour du fichier des abonnés, la suppression de la facturation forfaitaire et la généralisation du comptage individuel, et enfin la formation du personnel algérien.

c- Société de l'eau et de l'assainissement d'Oran (SEOR)

La société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran, «SEOR», est une entreprise de droit algérien. Ainsi la SEOR qui est une société par actions, dont les actionnaires sont l'ADE et l'ONA, avec un capital social de 3 088.100.000,00 dinars, partagés en parts égales entre l'ADE et l'ONA.,Sa gestion fut déléguée, suite à un appel d'offres international et l'établissement d'un contrat, à l'entreprise espagnole AGBAR AGUA.

La société espagnole Agbar agua a entamé, mardi 1 avril 2008, officiellement la gestion des eaux d'Oran dans cette wilaya à travers l'entreprise SEOR (Société de l'eau et de l'assainissement d'Oran) pour une période de cinq ans et demi. l'entreprise a signé un contrat pour la gestion déléguée de l'eau potable et de l'assainissement , cette contrat de concession avoisine 30 millions d'euros. Filiale du groupe français Suez, Agbar agua fournira l'assistance technique nécessaire à la Société des eaux d'Oran, elle était créée pour prendre en charge la gestion de l'eau potable et de l'assainissement dans la deuxième ville du pays.

Les gestionnaires espagnols ont pour mission principale l'amélioration de la distribution de l'eau potable à Oran, et fournir les solutions nécessaires pour permettre aux Oranais d'avoir

dans moins d'une année de l'eau H24 dans leurs robinets [42], et elle offre son service à près de deux millions d'habitants.[43]

Suez Environnement a annoncé le 17 juillet 2014 avoir réalisé l'acquisition de la participation de La Caixa au sein d'Agbar, première étape de l'accord conclu mi-juillet avec l'Espagnol qui doit permettre à la Caixa de devenir le deuxième actionnaire du groupe français, dans le cadre d'un partenariat de long terme entre les deux groupes. [44]

d- la société de l'eau d'Annaba et d'El-Tarf (SEATA)

Les wilayas d'Annaba et d'El Tarf ont signé un contrat de partenariat de cinq ans et demi avec la société allemande Gelsenwasser²² pour la gestion de l'eau et l'assainissement [45], le contrat passé à la fin 2007 avec cette société allemande ayant donné naissance à la société de l'eau d'Annaba et d'El-Tarf (SEATA). [46] ce contrat de partenariat qui liait la société allemande à l'Algérie à hauteur de 51/49. Ce partenariat, dont Gelsenwasser est majoritaire de 51%, a été signé en 2008, des engagements fermes avec des obligations de résultats que la « société allemande doit améliorer la distribution des eaux à Annaba et à El-Tarf, tout comme elle travaillera pour le recyclage des eaux usées qui seront destinées pour les besoins de l'industrie ».[47]

notamment en matière de transfert de savoir-faire, de la remise à niveau des installations déjà en place sur le court, moyen et long termes, en plus de l'introduction de nouvelles méthodes de gestion de l'eau et de l'assainissement. [45]

Nous pouvons résumer que :

La gestion déléguée des services publics de l'eau et de l'assainissement dans les grandes agglomérations du pays constitue un «élément fondamental» du Plan national de l'eau, a affirmé le ministre des Ressources en eau, Abdelmalek Sellal parce que {En 2001-2002, l'Algérie avait connu une sécheresse importante. Le gouvernement s'était réuni pour importer de l'eau potable par bateau}.

L'Etat a, pour la première fois, recouru au partenariat avec le secteur privé, sous la forme originale de la "gestion déléguée" à des opérateurs internationaux mais en Algérie, l'or bleu n'est pas un produit marchand comme un autre, c'est l'Etat qui fixe le prix. Dès 2006, le marché algérien de la distribution d'eau a vu débarquer des professionnels européens, tels que l'espagnol Agbar Agua à Oran, la Marseillaise des eaux (groupe Veolia environnement) à Constantine, ou encore l'allemand Gelsenwasser, dont le contrat à Annaba a été résilié pour "défaillance" en 2011. Une arrivée à l'origine de véritables succès stories, comme celle de Suez environnement à Alger et SEAAL le ministère des Ressources en Eau avait déclenché un audit révélant qu'à Alger la Française Suez a atteint ses résultats, pour Oran, que la société

²² GELSENWASSER a été créé en 1887 dans la région de la Ruhr à l'Ouest de l'Allemagne pour alimenter en eau l'industrie minière de la région. Elle constitue aujourd'hui l'une des plus grandes entreprises allemandes dans le secteur de l'eau

espagnole Agbar Aqua a enregistré des progrès satisfaisants, pour Constantine à laquelle la gestion de l'Eau a été confiée, à la Marseillaise des Eaux les résultats ne sont pas aux espérances voulues. Le même audit signale qu'à Annaba les résultats sont en deçà de toute espérance [47].

L'expérience de la gestion déléguée de l'eau a montré son efficacité en matière de développement et de gestion moderne du secteur de l'eau et le transfert de savoir-faire et compétences et le transfert de technologies et surtout l'importance de maîtrise et l'excellence de la gestion de secteur de l'eau pour répondre aux besoins de la génération actuelles et préservation de cette ressource pour les générations futures.

3.5.5. Entreprises économiques du secteur de Ressources en Eau affiliées à la SGP- ERGTHY

Le portefeuille de la SGP/ERGTHY comprend vingt (20) entreprises publiques économiques dont un groupe industriel, qui intervient dans l'ensemble des activités hydrauliques relatives aux études, réalisations et contrôle techniques, à savoir :

- l'Hydraulique urbaine (AEP et Assainissement) ;
- l'Hydraulique agricole ;
- l'Hydraulique souterraine ;
- Les Barrages les transferts d'eau
- La production et commercialisation des canalisations

HYDRO AMÉNAGEMENT ,HYDRO TRAITEMENT,G.T.H (Réalisation Générale des travaux hydraulique) HYDRO TECHNIQUE ,FOREMHYD,HYDRO URBAINE/OUEST

HYDRO EQUIPEMENT, HYDRO TRANSFERT,HYDRO DRAGAGE, SOGERHWI TLEMCEN,EGRUT TIARET,SOGRUT MEDEA,KECHROUD KHENCHELA,SOTHYL LAGHOUAT,ETHYFOR GUELMA, HYDRO CANAL Groupe (TRANS CANAL CENTRE, TRANS CANAL-OUEST, TRANS CANAL EST) ,STUCKY ENHYD, HYDRO PROJET OUEST,HYDRO PROJET EST,

C.T.H (Contrôle Technique Hydraulique) [33]

3.6. L'organisation De La Planification

3.6.1. La répartition des rôles dans la planification en Algérie

Le tableau motionné ci-dessous explique La répartition des rôles dans la planification en Algérie.

Tableau III.2. Répartition des rôles dans la planification en Algérie [32].

<i>Phases de Planification</i>	MRE & ANRH	ABH	Organismes et maîtres d'ouvrages	DRE
Phase I : Encadrement	Elaborent l'état des lieux	Fournissent les données	Fournissent les données	
National	Fixent les objectifs Consultent le CNCRE cibles et les priorités Etablissent la note d'orientation Etablissent la note de cadrage	participent et donnent un avis Reçoivent la note de cadrage	Participent et donnent un avis	
Phase II : Elaboration des PDARE	Etablissent le cadrage financier des PDARE Approuvent les PDARE	Tiennent compte de la note de cadrage Examinent les projets potentiels Elaborent des scénarios Réalisent les calculs de Bilans hydriques Évaluent et proposent un choix de scénario Consultent le Comité de Bassin Rédigent le PDARE	Fournissent les données et caractéristiques des projets potentiels	Fournissent les données et caractéristiques des projets potentiels
Phase III : Elaboration du PNE	Consolident les PDARE Arbitrent Rédigent le PNE Consultent le CNCRE Font approuver le PNE	Fournissent les PDARE Déglobalisent les PDARE	Tiennent compte du PNE pour les projets de portée nationale	
Phase IV : Elaboration du PDS_MT	Elaborent le PDS Présentent le PDS au Ministère des Finances	Coordonnent l'élaboration des grappes de projets	Fournissent les données sur les mesures d'accompagnement Participent à l'élaboration des grappes	
Phase V : Elaboration du Plan annuel	Organisent la revue annuelle des Programmes Approuvent et inscrivent les projets		Rapportent sur l'avancement des projets	Rapportent sur l'avancement des projets

3.6.2. Organisation du cycle de planification intégrée

Le système de planification intégrée (SPI) dans le secteur de l'eau a pour finalité d'élaborer et de mettre en œuvre des programmes et projets de développement sectoriel pour atteindre des objectifs préalablement fixés. [32] Le SPI est mis en œuvre selon un processus en cinq phases de planification/programmation et une phase de réalisation qui doit permettre d'actualiser la programmation annuelle et de moyen terme.[48]

Le système de planification dans le secteur de l'eau intègre le long terme (15 à 25 ans), le moyen terme (5 ans) et le court terme (1 an) selon une démarche dynamique.

Le système de planification est défini à partir des références de bases suivantes :

- La loi relative à l'eau, notamment le titre IV relatif aux instruments institutionnels de la gestion intégrée des ressources en eau,
- Le projet de décret exécutif relatif au plan directeur d'aménagement des ressources en eau et au plan national de l'eau,
- Le Concept du Système de Planification Intégrée établi durant la Phase I du Programme de coopération algéro-allemande,
- La réforme budgétaire mise en place par le Ministère des Finances.

L'enchaînement des phases de planification: le processus de planification est schématisé ci-dessous dans la *figure III.2*.

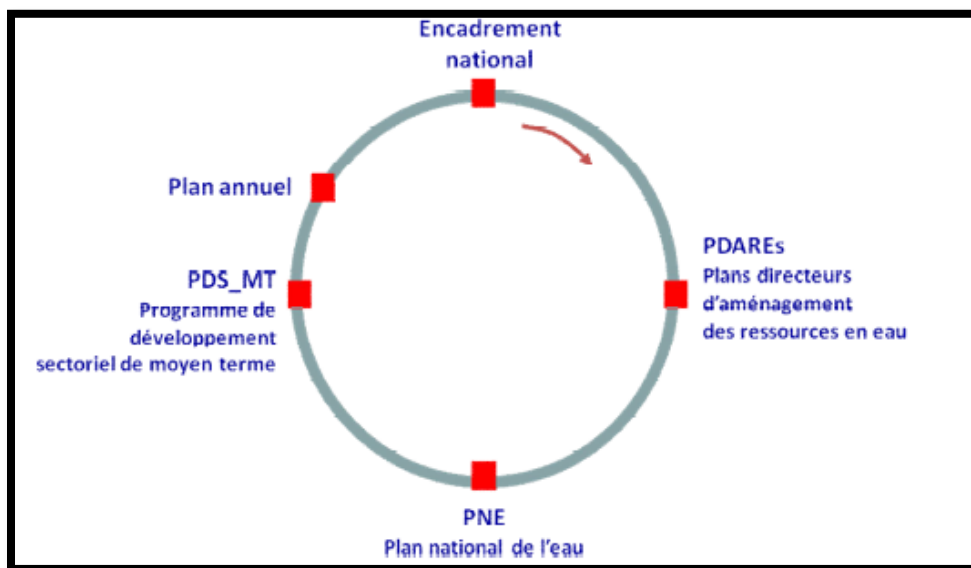


Figure III.2. Enchaînement des phases du Système de planification intégrée de l'eau en Algérie [48]

programmation : définition des priorités nationales (encadrement national) prise en compte dans planification à long terme par bassin (PDARE), consolidation nationale des PDARE (plan national de l'Eau) déclinaison locale du plan à moyen et à court terme (Plan de développement sectoriel) et prise en compte des résultats du dernier Plan de Développement Sectoriel dans l'encadrement (début de l'encadrement et du nouveau cycle) Le cycle de

planification forme ainsi une sorte de « huit », entre le niveau national et régional et entre la planification et la programmation ainsi que l'expose la figure ci-dessous Cet enchaînement .

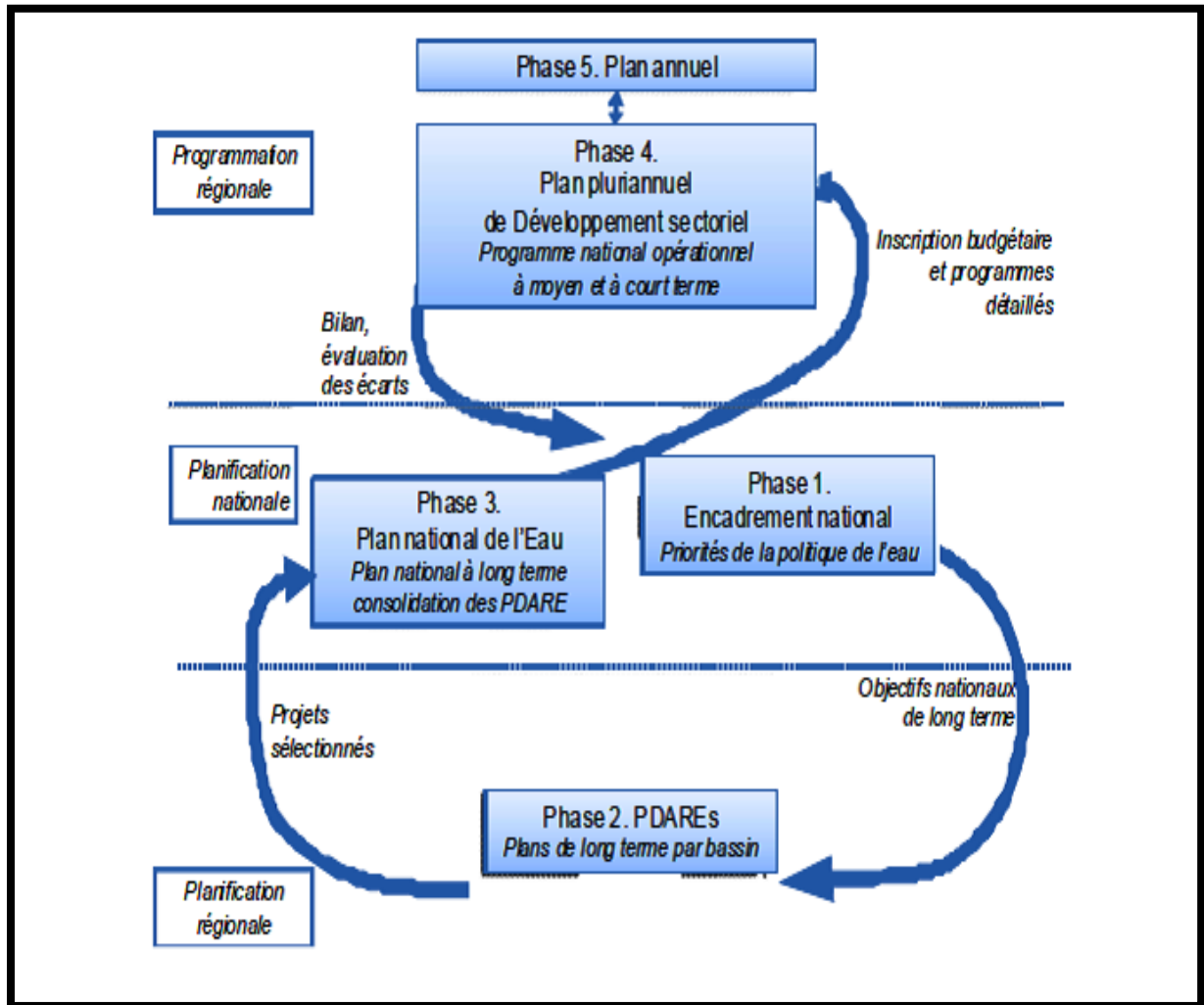


Figure III.3. Dynamique « en huit » et complémentarité des phases de planification [48]

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE
BASSIN HYDROGRAPHIQUE
ALGEROIS-HODNA-SOUMMAM

CHAPITRE IV : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ALGEROIS-HODNA-SOUMMAM

4.1. Situation géographique

Le bassin hydrographique « **Algérois-Hodna-Soummam** » est situé dans la partie centrale de l'Algérie du Nord. Il couvre une superficie de 47 588 Km². Il est limité au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par le bassin Chelif-Zahrez, à l'Est par le bassin Constantinois-Seybouse-Mellègue et enfin au Sud par le bassin du Sahara.

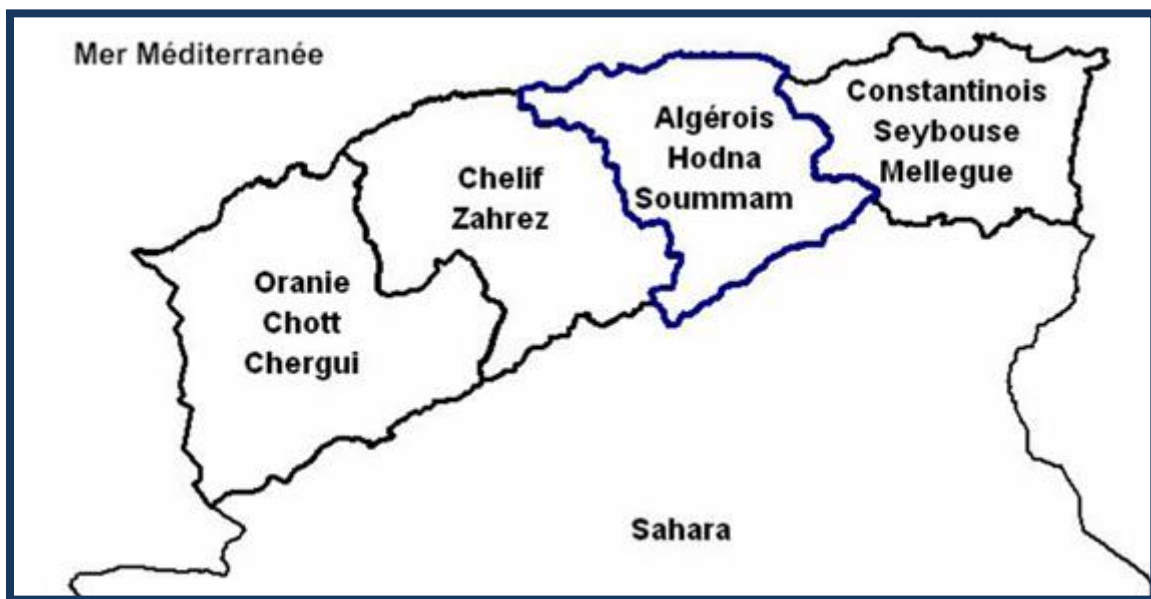


Figure IV.1. Délimitation de la zone d'étude (BH-AHS)

4.2. Découpage administratif

Le bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam couvre 454 communes, la carte ci-dessous réparties sur 6 wilayas en totalité (Alger, Tizi Ouzou, Boumerdes, Blida, Bordj, Bou Arréridj et Bouira) et 8 en partie (M'sila, Médéa, Tipaza, Ain Defla, Batna, Djelfa, Béjaïa et Sétif).

Les communes de la région ont des superficies généralement de petite taille dans la bande littorale (40 km² en moyenne) et deviennent plus grandes au fur et à mesure que l'on descend dans le Tell (90 km² en moyenne) et les hauts plateaux (230 km² en moyenne).

Tableau IV.1. Eléments administratifs de la zone d'étude

Wilaya	Code	Nombre de communes de la wilaya	Nombre de communes dans la région	Superficie (km ²)	%
Blida	09	25	25	1 575	3,00
Bouira	10	45	45	4 439	8,47
Tizi Ouzou	15	67	67	3 568	6,81
Alger	16	57	57	1 190	2,27
BBA	34	34	34	4 115	7,85
Boumerdes	35	32	32	1 356	2,59
ST W. totalité	06	260	260	16 243	31
Batna	05	61	23	5 304	10,12
Béjaia	06	52	39	2 500	4,77
Djelfa	17	36	02	1 700	3,24
Sétif	19	60	28	3 034	5,79
Médéa	26	64	36	5 066	9,66
M'sila	28	47	43	17 033	32,49
Tipaza	42	28	19	1 121	2,14
Ain Defla	44	36	04	427	0,81
ST W. Parties	08	384	194	36 185	69
Total AHS	14	644	454	52 428	100

4.2.1. Découpage hydrographique

Le bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam englobe trois grands bassins versants sont:

- L'Algérois (02) : Il s'étend sur une superficie de 12 620 km² et il est composé de trois bassins:
 1. Isser (09) : 4 149 km²
 2. Côtier-Algérois (02a) : 3 886 km²
 3. Côtier-Algérois (02b) : 4 585 km²
- La Soummam (15) : 9 125 km²
- Le Hodna (05) : 25 843 km²

4.3. Le réseau hydrographique

Le bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam présente un réseau hydrographique dense d'environ 2 700 km. Il draine les apports de 57 sous bassins :

- Le bassin du Côtier-Algérois, composé de 18 sous bassins, a une superficie de 8 471 km². Il comprend deux parties distinctes le Côtier Algérois (02a) à l'ouest et le Côtier Algérois (02b) à l'est. Les oueds Mazafran, El Harrach et le Sébaou constituent les plus importants oueds du bassin.
- Le bassin de l'Isser, composé de 05 sous-bassins, a une superficie de 4 149 km². l'oued du même nom s'écoulant du sud vers le nord constitue le principal cours d'eau du bassin.
- Le bassin de la Soummam, composé de 10 sous bassins, a une superficie de 9 125 km². Le principal système de drainage du bassin comprend de l'ouest vers l'est, les oueds Sahel et Bou Sellam et leurs affluents.

Le bassin du Chott El Hodna, situé au sud de la région est un bassin endoréique de 25 843 km² dont le chott El Hodna constitue son exutoire naturel. Il compte 24 sous bassins et est constitué par de nombreux oueds instables (secs en été). L'hydrologie de ce bassin est caractéristique des régions arides et semi arides. Les principaux oueds de ce bassin qui s'écoulent du nord vers le Chott sont : les oueds M'sila, K'Sob, El Ham, Soubella, Barika et Bitam. Les oueds Boussaada et M'Cif sont quant à eux les principaux oueds s'écoulant du sud vers le chott

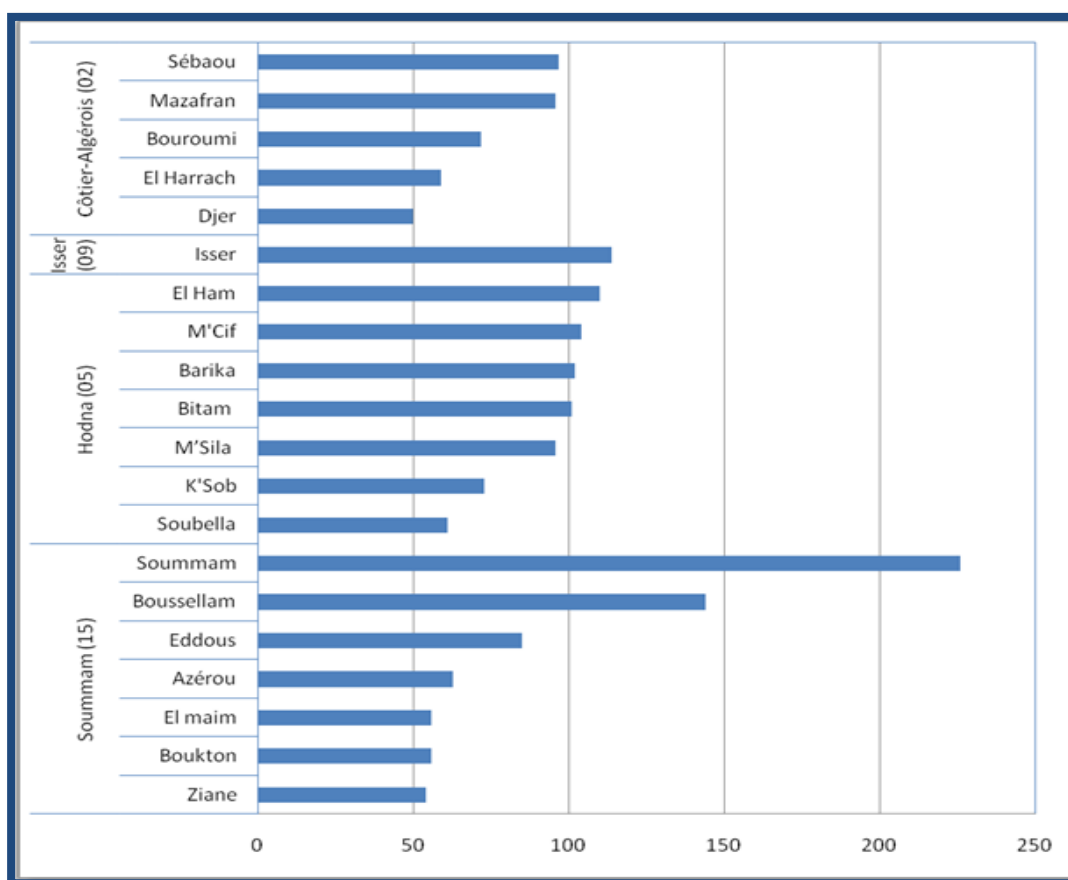


Figure IV.2 . Principaux cours d'eau de la région hydrographique Algérois-Hodna-Soummam

4.4. Les zones humides

La région Algérois-Hodna-Soummam occupe la seconde position parmi les 5 régions hydrographiques du pays avec 134 zones humides naturelles et artificielle

4.3.1. Lac de Réghaïa

Le lac de Réghaïa est situé à 30 km à l'est d'Alger et forme le débouché naturel de la plaine de la Mitidja. Il est alimenté par les eaux superficielles (Oued Bouriah, Oued Réghaïa et Oued El Biar) et les eaux souterraines grâce à l'affleurement de la nappe.

4.3.2. Chott El Hodna

sa situation biogéographique au centre du bassin du Hodna, ce Chott constitue l'exutoire naturel des eaux superficielles issues de l'atlas saharien au Sud et l'atlas tellien au Nord.

En effet, il reçoit les eaux de ruissellement d'au moins 22 cours d'eau principaux

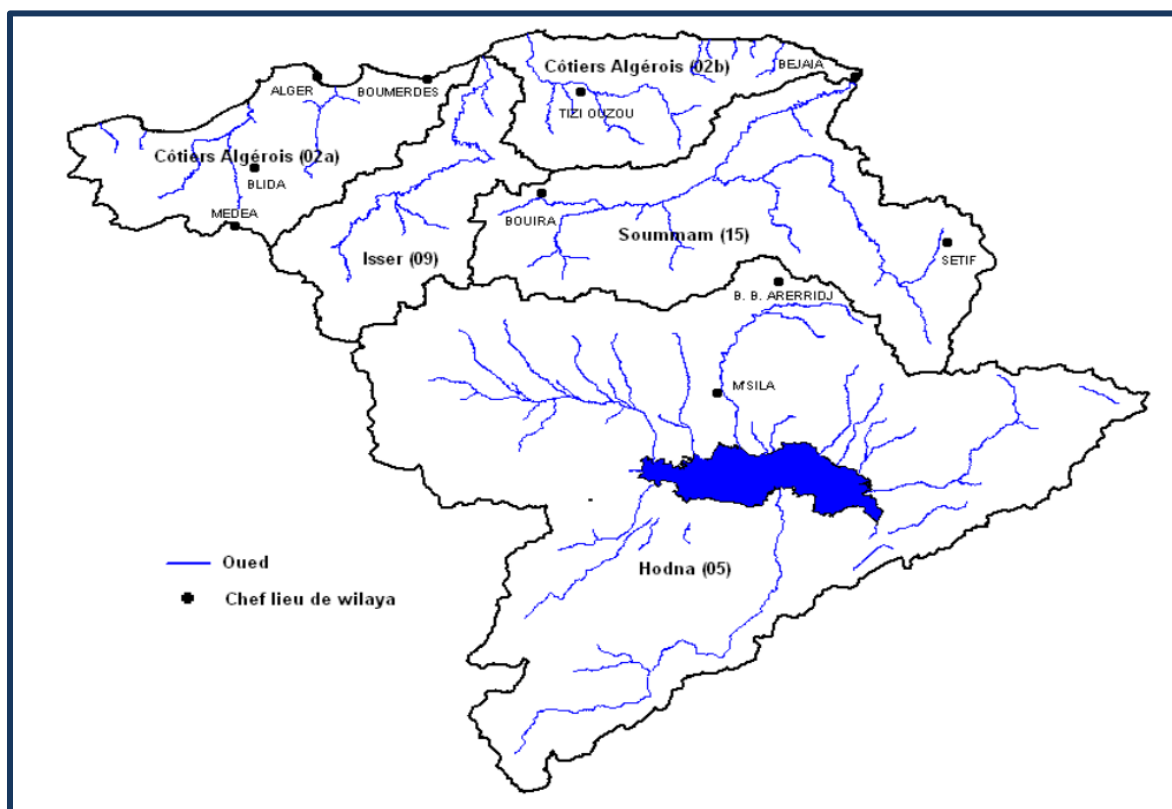


Figure IV.3. représentation les cours d'eau principaux de bassin versant AHS

4.4. La topographie

la région Algérois-Hodna- Soummam fait partie de deux grands ensembles morphologiques ;

L'ensemble tellien est composé d'une part, d'un espace littoral et d'autre part, des montagnes telliennes.

Le littoral est la zone de la région la plus favorisée du fait de son climat, de ses ressources et de ses atouts géostratégiques évidents. Mais parallèlement à ces avantages, la zone littorale présente des vulnérabilités car elle est très convoitée

Les montagnes telliennes, au relief complexe, sont favorables à la forêt par leurs sols et leur climat. Elles sont également très sensibles à l'érosion en raison de fortes pentes, de la prédominance en affleurement des matériaux tendres (argiles, marnes) et de la conjonction de ces éléments au régime torrentiel des pluies.

Les Hauts Plateaux constituent un large couloir limité au nord par les versants méridionaux des chaînes telliennes et au sud par l'accident sud atlasique. Au sud de l'Atlas Tellien, l'ensemble des Hautes Plaines offre un paysage de steppes uniques. Cette zone comprend un bassin fermé où s'accumulent les eaux de ruissellement sous forme d'étendue d'eau salée (Chott El Hodna).

4.6. Climatologie

Le climat algérien est un climat de transition entre le climat tempéré humide et le climat désertique. Il varie de manière contrastée, du type méditerranéen et semi-aride dans le nord vers le type désertique dans le Sahara. Le bassin Algérois - Hodna - Soummam est sous l'influence de trois régimes climatiques :

- Climat tempéré littoral
- Climat de l'atlas Télien
- Climat des hauts plateau

- a) **Climat tempéré littoral:** ce climat caractérise l'ensemble des plaines côtières, en particulier le littoral algérois et la région de Béjaïa. Les précipitations varient de 600 à 1000 mm et sont concentrées sur une période pluvieuse de décembre à février. La répartition annuelle et interannuelle des précipitations est très régulière. Sur le littoral, la pluviométrie moyenne annuelle croît généralement d'Ouest en Est variant de 700 à 800 mm sur la côte et de 900 à 1000 mm sur les reliefs.
- b) **Climat de l'atlas Télien :** au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le climat devient plus continental. Les températures moyennes annuelles décroissent. La pluviométrie moyenne annuelle décroît du Nord au Sud, et des massifs vers les plaines.
- c) **Climat des hauts plateaux :** les hautes plaines Sétifiennes et le bassin du Hodna sont soumis à un climat encore plus continental. La pluviométrie moyenne annuelle varie de 300 à 500 mm en fonction de l'altitude.

4.6.1. Pluviométrie

D'après la carte de la pluviométrie moyenne annuelle de l'Algérie du nord à l'échelle

1/500 000^e effectuait par L'Agence National des Ressources Hydrauliques (ANRH) montre que les précipitations dans la région Algérois-Hodna-Soummam se caractérisent par une grande variation spatiale et temporaire.

Les valeurs de la pluie annuelle diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la côte. En effet, les précipitations varient en moyenne entre 550 et 900 mm dans la région côtière et peuvent atteindre 1100 mm au niveau des hauteurs (Djurdura) et entre 150 à 350 dans le sud de la région dans le bassin du Hodna.

Les précipitations dans le bassin Algérois - Hodna - Soummam se caractérisent par une grande variation spatiale et temporaire. Les valeurs de la pluie annuelle diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la côte. En effet, les précipitations varient en moyenne entre 559 et 760 mm dans la région côtière et de 220 à 400 mm dans le sud (bassin du Hodna).voir la figure ci-dessous **Figure IV.4.**

4.6.2. Evapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle est un paramètre essentiel pour l'évaluation des besoins en eau des cultures, et par conséquent pour la demande en eau à prendre en compte dans la planification

l'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle dans la zone côtière du bassin varie entre 1100 et 1300 mm. Dans le bassin de la Soummam, elle varie entre 1 000 mm et 1 600 mm. Dans le bassin du Hodna, elle varie entre 1400 et 1700 mm, elle est faible en périphérie nord du bassin entre 1100 et 1300. (*voir Figure IV.5*)

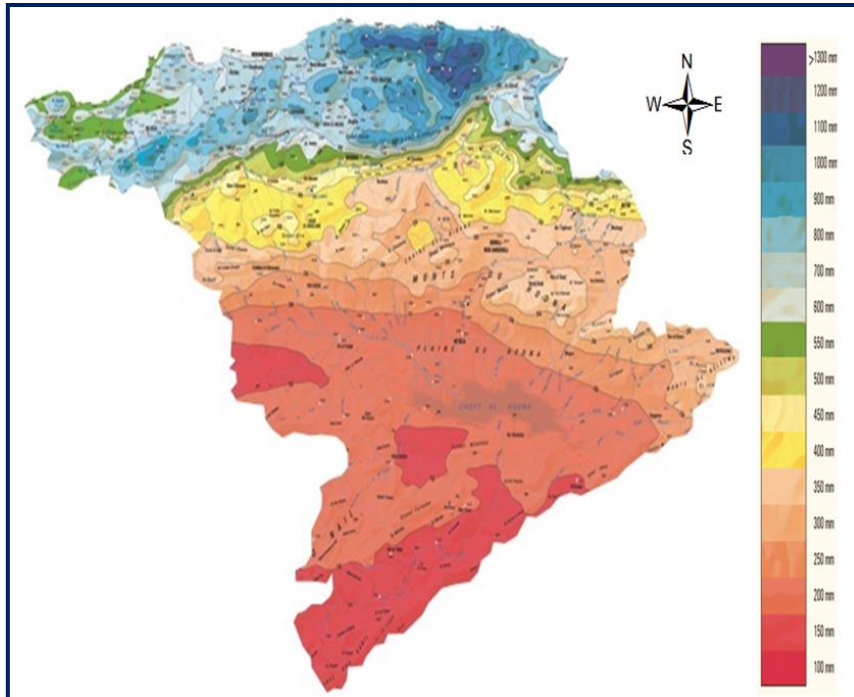


Figure.IV.4. précipitations dans le bassin Algérois - Hodna - Soummam

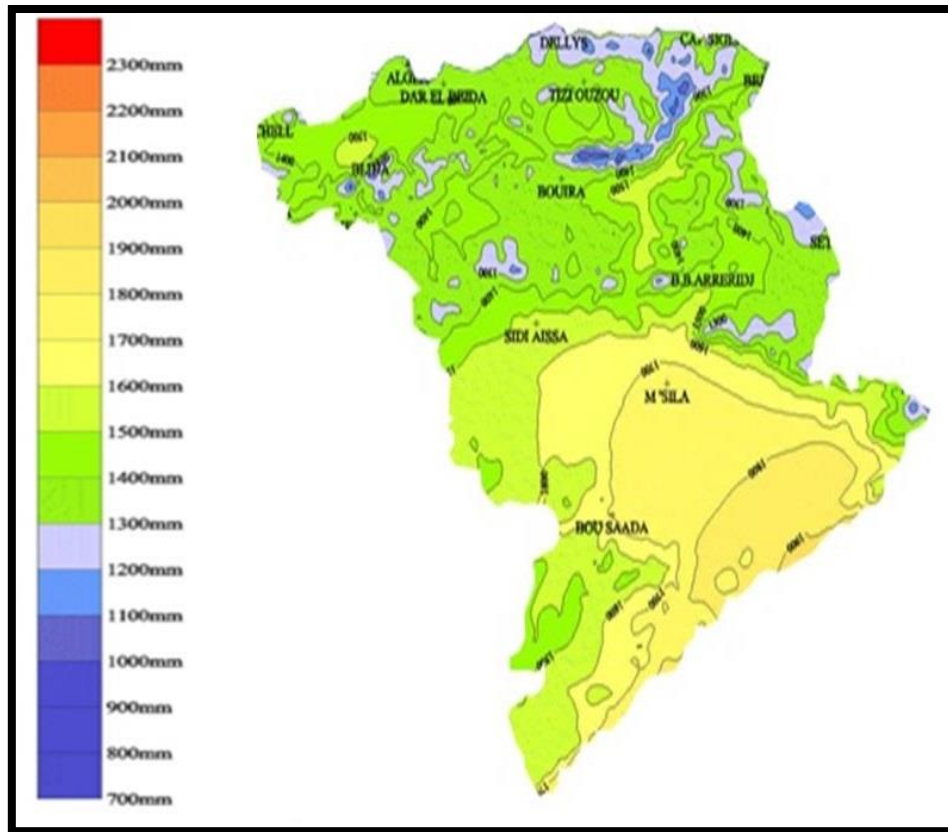


Figure .IV.5. L'évapotranspiration potentielle dans le bassin versant AHS

4.7. Géologie

L'histoire géologique des bassins sédimentaires algériens s'inscrit dans le processus de géodynamique globale de la tectonique des plaques qui a structuré l'Algérie en deux domaines:

- au nord, l'Algérie alpine;
- au sud, la Plate-forme saharienne.

La zone d'étude fait partie du domaine de l'Algérie alpine composé des ensembles structuro-sédimentaires suivants, du nord au sud:

- **le plateau continental** réduit, à dépôts tertiaires et quaternaires, repose sur un socle métamorphique;
- **l'Atlas tellien** est le domaine des nappes, avec des bassins de type intramontagneux, dont la série sédimentaire s'étend du Jurassique au Miocène.
- **le Hodna** est un bassin d'avant-fosse dont la séquence de remplissage débute par des dépôts continentaux d'âge Eocène et Oligocène et se poursuit par un Miocène marin;
- **les hauts plateaux**, avant-pays alpin, à couverture sédimentaire réduite, où les processus locaux de distension ont permis la formation de bassins intramontagneux.

4.8. Hydrogéologie

La diversité géologique de la zone d'étude a conduit à la mise en place de nombreux systèmes aquifères, chacun avec des conditions hydrogéologiques particulières. Certains ont une importance régionale, de nombreux autres ont une importance plus locale :

-Dans la partie septentrionale, les principales ressources en eau sont localisées dans les grandes plaines côtières (Mitidja) et les vallées des principaux oueds

-La zone Atlasique est caractérisée par des terrains calcaires des Djebels Bou Maad et Zaccar, l'Atlas Blidéen et la chaîne du Djurdjura.

La partie centrale représente le domaine des hautes plaines avec le bassin du Hodna et une partie des hautes plaines Sétifiennes. Les ressources en eau de cette partie est localisée dans les formations aquifères du Hodna.

4.9. Sols

L'étude des caractéristiques physico-chimiques des sols a été faite par ANRH et d'autres organismes de la région, et ils ont trouvé que la zone d'étude a une superficie des sols inventoriés de 1 869 061 ha dont environ 593 300 ha représente la superficie des sols irrigables.

Le tableau et le graphique suivants donnent la répartition des superficies irrigables par bassin versant.

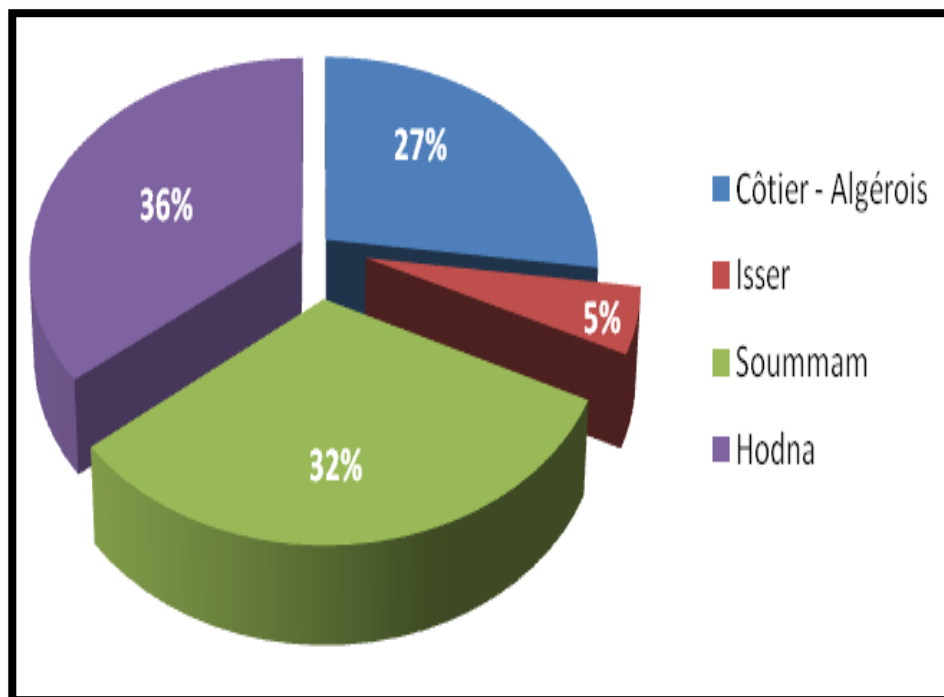


Figure .IV.6. Répartition des superficies irrigables par bassin versant

D'après la figure ci-dessus on peut conclure que les sols irrigables dans la région, se trouvent dans les bassins du Hodna et Soummam qui totalisent environ 68% des superficies des sols irrigables. Et 45% des terres irrigables de la région se trouvent au niveau des plaines de la Mitidja (122 150 ha), du Hodna (130 342 ha) et des hautes plaines Sétifiennes (157 246 ha) d'après l'ANRH.

4.10. Les ressources en eau de Bassin AHS

4.10.1. Les ressources en eau conventionnelle

a) Les ressources en eau superficielles

- *Barrages*

15 barrages sont en exploitation et totalisent une capacité de **1 769 Hm³**

□ L'envasement touche particulièrement les barrages du K'Sob (58 %), et Ighil Emda (47%)

□ Le volume régularisable est de **1 082 Hm³ /an**

4 barrages sont en construction avec une capacité totale de 253.5 Hm³ avec un volume régularisable 234.5 Hm³ /an .

16 barrages en étude, pour une capacité de mobilisation de 707 Hm³ avec un volume régularisable 443 Hm³ /an .

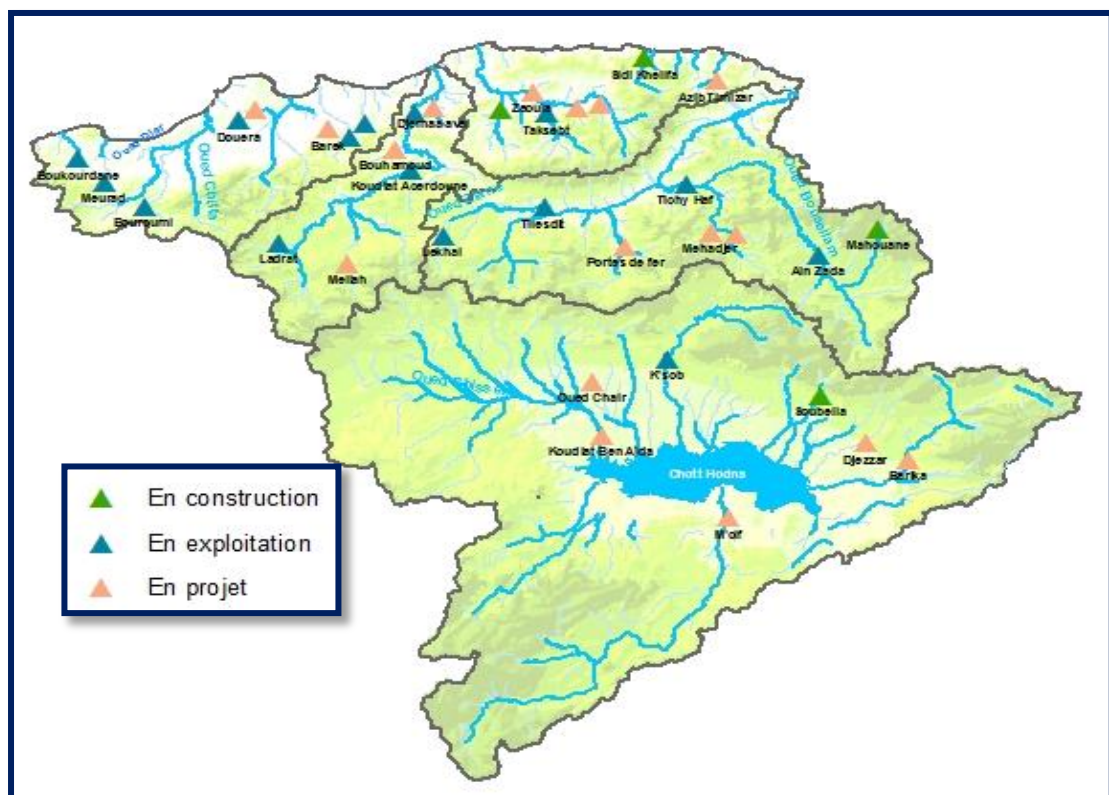


Figure. IV.7 .Représentation les barrages de bassin Algérois-Hodna-Soummam

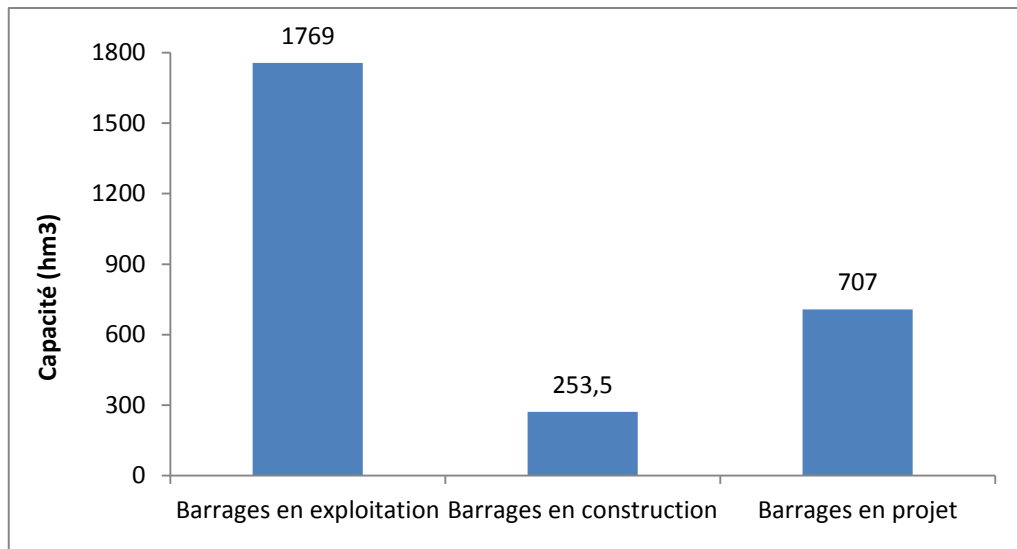


Figure.IV.8 Représentation la capacité des barrages en hm³ de la zone d'étude

B. Retenues collinaires : il y'a 183 retenues collinaires d'une capacité totale de 61 Hm³.

C. Les principaux systèmes de transferts

Les plus importants transferts en cours de réalisation dans le bassin Algérois-Hodna-Soummam sont comme suit:

- **Transfert Taksebt vers Alger (Le système Taksebt -Tizi Ouzou – Alger):**
Ce système de transfert interbassin est le plus important et ambitieux de ces dernières années, le barrage Taksebt d'une capacité de 181 Hm³ est destiné à l'alimentation en eau potable des villes situées sur les couloirs des wilayas de Tizi-Ouzou, Boumerdes et Alger. Il est Construit à partir de 1997 et mis en eau en 2004



Figure IV.9. Barrage Taksebt.[49]

- **Transfert Tichy-Haf vers Bejaïa** : Ce transfert est inscrit dans le schéma hydraulique de la vallée de la Soummam. Il répond à la demande en eau potable et industrielle des agglomérations situées sur les couloirs Akbou - Bejaia ($47 \text{ Hm}^3/\text{an}$ pour AEP et $43 \text{ Hm}^3/\text{an}$ pour l'irrigation).
- **Transfert à partir du barrage Koudiat Acerdoune** : Le barrage a une capacité de 640 Hm^3 ; il couvrira les besoins en eau potable d'une population de 300 000 habitants (Bouira, Tizi_Ouzou, M'sila et Médea), ainsi que le renforcement de la plaine de Mitidja Est et l'irrigation de 1000 ha dans la vallée du Moyen Issers.
- **Aménagement des Hautes Plaines Sétifiennes** : Il est composé de deux systèmes de transfert distincts Est et Ouest (système Ouest par un volume annuel à transférer est d'environ 119 hm^3 en plus des apports propres du barrage Mahouane (transfert Ighil Emda –Mahouane) et système Est est de 189 hm^3 en plus des apports du barrage Drâa Diss (transfert Tabellout- Drâa Diss)) il permet le transfert annuel de $313 \text{ Hm}^3/\text{an}$ sont destinés par l'aménagement des ha à renforcer l'AEP des agglomérations de Sétif et El Eulma et l'irrigation d'une superficie de 40 000 ha.
- **Transfert SUD-NORD** : Ce projet d'envergure comprend la réalisation de forages profonds à partir de champs captant situés dans la région de Ghardaïa et Laghouat. L'eau pompée sera transférée vers la steppe et les Hauts Plateaux, alimentant les régions de Djelfa, M'Sila et Tiaret.
- **Le Système Production Isser Keddara (SPIK)**
Dans la partie orientale du bassin, le système SPIK est constitué de plusieurs barrages interconnectés (Hamiz, Keddara, Beni Amrane, Koudiet Acerdoune) (*Figure IV.10*). Il permet de mobiliser un volume annuel de 225 Mm^3 , essentiellement pour l'AEP (simulation réalisée dans le cadre du PAC sur la base des apports 1975-2002).

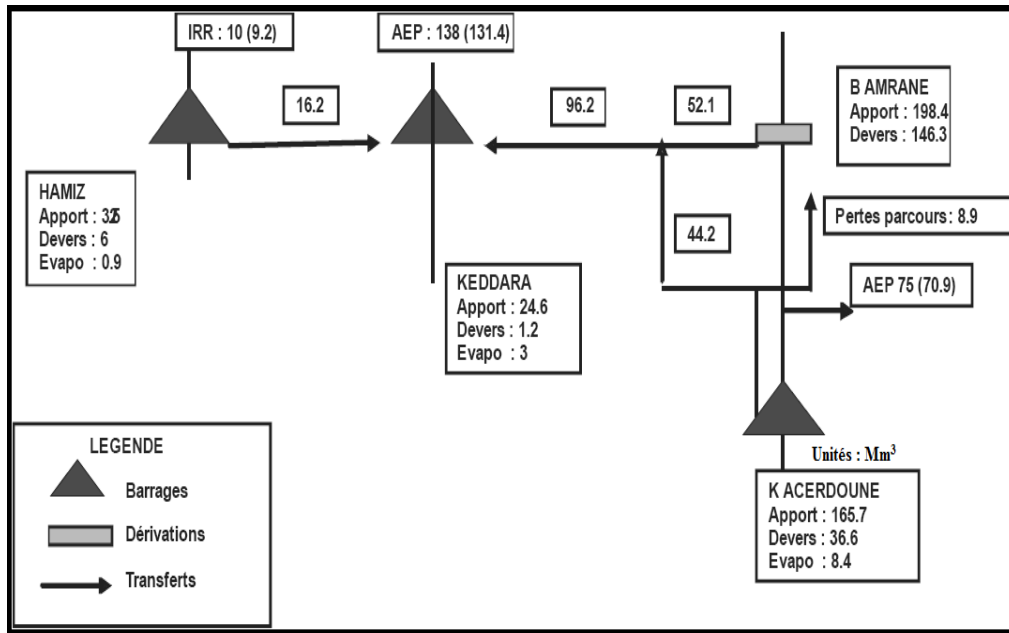


Figure IV.10. Schéma du système SPIK [49]

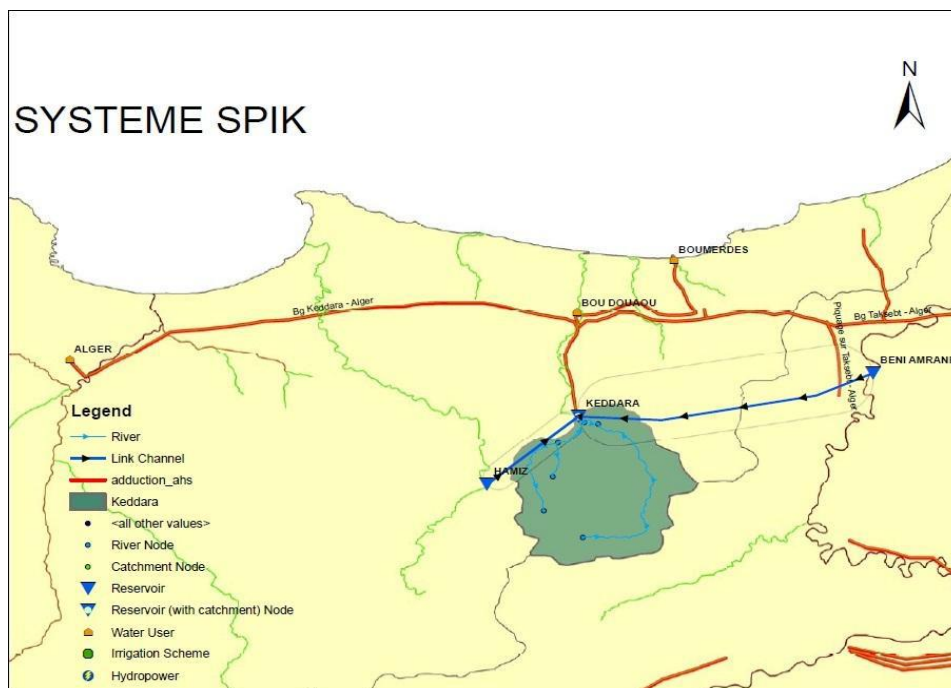


Figure IV. 11. Système SPIK[49]

• **Le Système (Bouroumi - Ghrib - Douera)**

Le système est constitué par les barrages de Bouroumi et Douera et de plusieurs prises interconnectés (Djer, Chiffa, Mazafran, El Harrach) (dans le bassin 02A) Ce système est destiné à l'alimentation en eau potable de Cherchell, Tipaza et Nador, à l'irrigation de la vallée de l'oued El Hachem, des régions de Hadjout, du Sahel Algérois Ouest et du périmètre Mitidja Ouest. Une partie a été réaffectée à des usages AEP dans le

cadre du Système d'alimentation d'Alger (SAA), projet d'interconnexion des barrages de Bouroumi et Ghrib avec le système d'AEP de la wilaya d'Alger mis en service en 2002 suite de la pénurie d'eau qu'a connue la capitale après que les réserves d'eau au niveau du barrage de Keddara aient été totalement épuisées.

Il permet de mobiliser un volume annuel de 170 Mm³ en année moyenne (simulation réalisée dans le cadre du PAC sur la base des apports 1975-2002). 60% de la ressource est utilisée pour l'AEP et 40% pour l'irrigation, mais ces dix dernières années, la quantité allouée à l'irrigation était nettement plus faible parce que les apports ont été bien inférieurs à la moyenne 1975-2002).

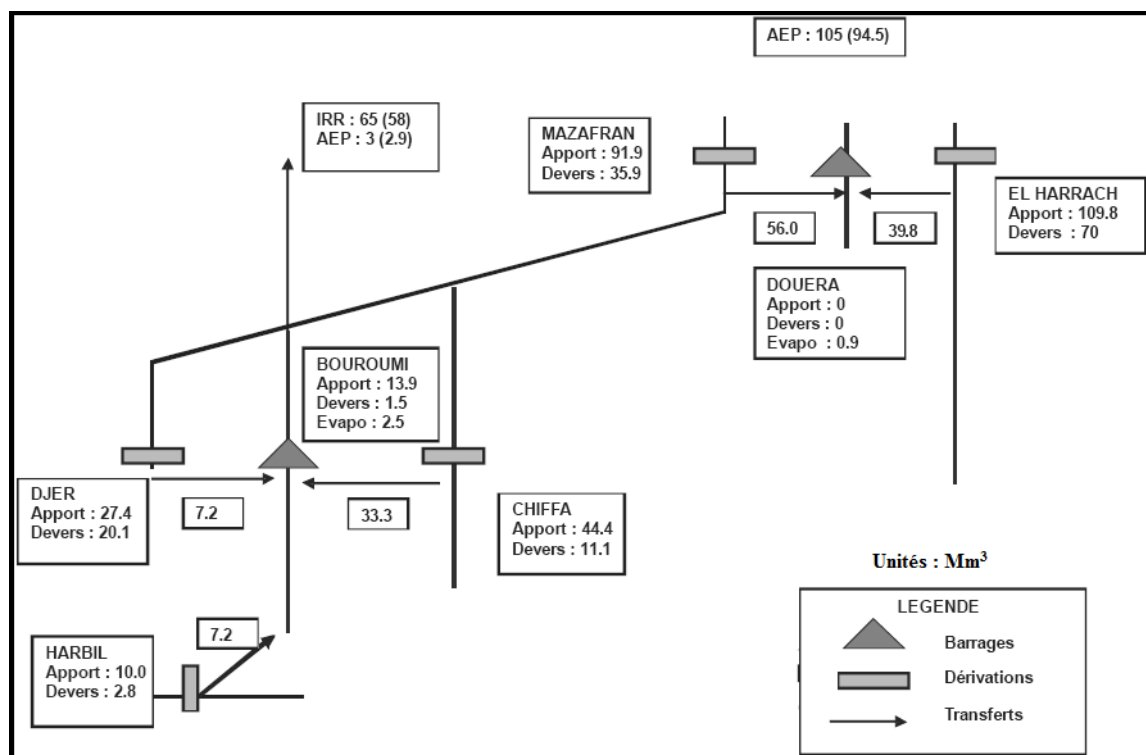


Figure IV.12. Schéma du système Bouroumi - Ghrib – Douera.

4.10.2. Les ressources en eau non conventionnelle

a) Dessalement de l'eau de mer

Il existe sept (07) stations de dessalement de type mono bloc en exploitation :

- Ain Benian 1 (Alger) : 2 500 m³/j
- Ain Benian 2 (Alger) : 2 500 m³/j
- Staouali (Alger) : 2 500 m³/j
- Zéralda 1 (Alger) : 2 500 m³/j

- Zéralda 2 (Alger) : 2 500 m³/j
- Bouismail (Alger) : 5 000 m³/j
- Tighzirt (Alger) : 5 000 m³/j

Trois (03) grandes stations de dessalement est actuellement en exploitation :

- El Hamma (Alger) : 200 000 m³/j.
- Cap Djinet (Boumerdes) : 100 000 m³/j
- Fouka (Tipaza) : 120 000 m³/j

b) Les stations d'épurations

- Nombre de STEPs : 46 STEPs d'une capacité totale de 3 328 200 Eq/h dont:

- 26 en exploitation (3 328 200 Eq/h)

- 17 en réalisation (1 652 200 Eq/h)

- 3 en réhabilitation (470 500 Eq/h)).

- **Quelques expériences de RUET**

- ✓ La Step de Boumerdès qui fournit un volume d'eau d'environ 344 000 m³ par saison pour l'irrigation des domaines Rahmoune (73 ha) et Flici (49 ha).
- ✓ La Step de Bordj Bou Arréridj qui fournit une partie de ses eaux pour l'irrigation d'un périmètre de près de 100 ha.
- ✓ La station de Koléa qui réserve une partie de ses effluents traités pour l'usage industriel.

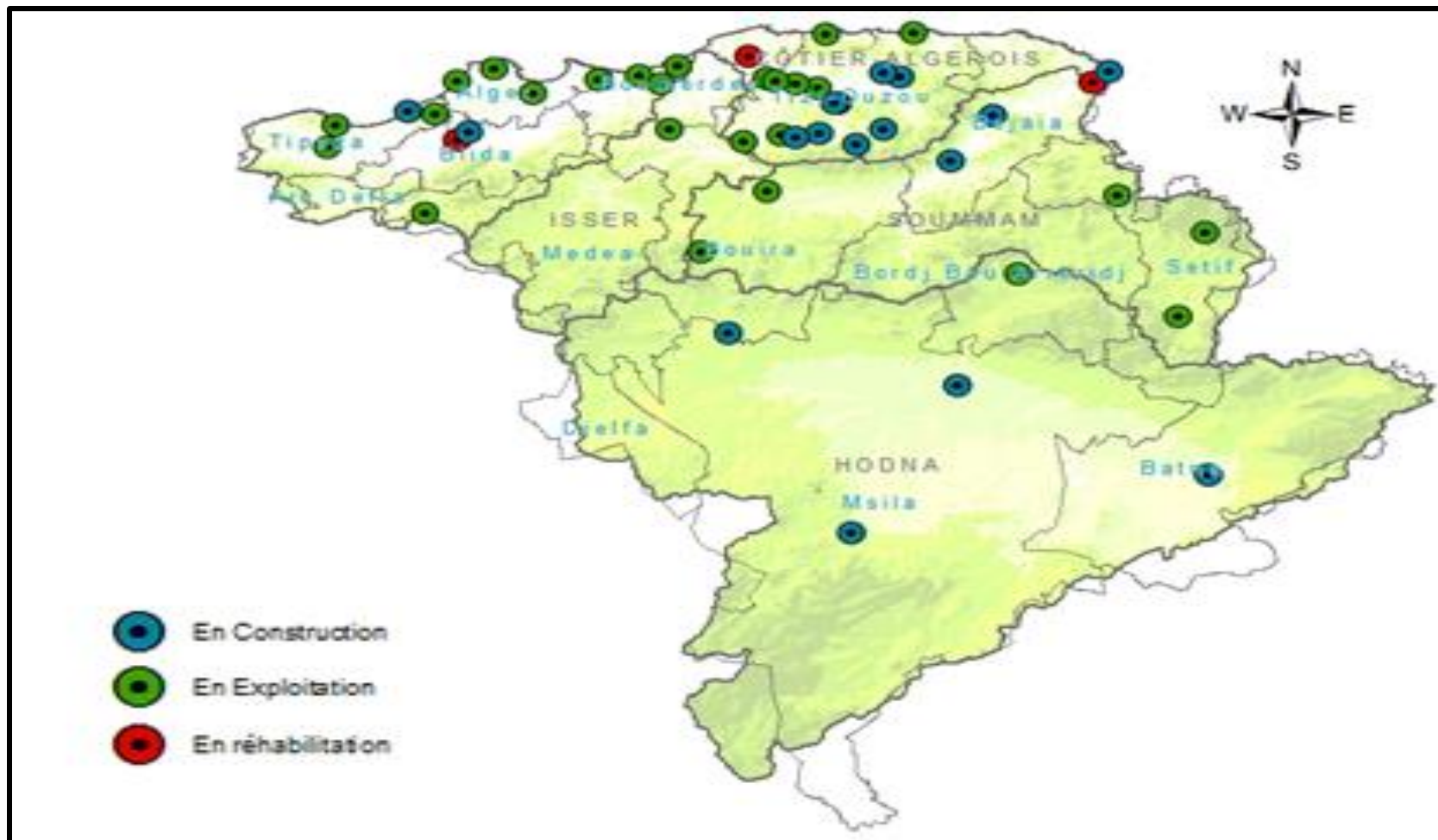


Figure IV.13.Représentation les stations d'épurations de la zone d'étude (BH-AHS)

MODELISATION ET SIMULATION

CHAPITRE V : DESCRIPTION DU MODELE DE SIMULATION

5.1. Description de système d'information PDARE

La préparation de Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau (PDARE) nécessite un calcul de simulation à partir des outils intégrés, ces outils ont été mise en point par les experts de GIZ et perfectionnés au fur et à mesure par les équipes chargées de PDARE au niveau des agences de bassin.

D'après le **Décret exécutif n° 10-01** du 04 Janvier 2010 : Les Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau (PDARE) définissent pour chaque région, les choix stratégiques de mobilisation, d'affectation et d'utilisation des ressources en eau, y compris les eaux non conventionnelles.

A partir de cette définition ,elle justifie notre choix d'utiliser ce modèle de simulation ,

Le PDARE comporte :

« Décret exécutif n° 10-01 du 04 Janvier 2010, définit son contenu et les modalités de son élaboration, adoption et actualisation ».

- Une évaluation des ressources en eau mobilisables,
- Une évaluation des besoins en eau,
- L'identification des projets et programmes structurants de :
- Mobilisation et d'affectation des ressources en eau,
- Réhabilitation et de développement de l'infrastructure d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'irrigation;
- La répartition temporelle de l'ensemble des projets et programmes structurants sur la période de planification,
- Estimation des coûts d'investissements.

5.2. Objectif de système d'information Pdare

La planification dans le secteur de l'eau est améliorée au niveau national, régional et local.

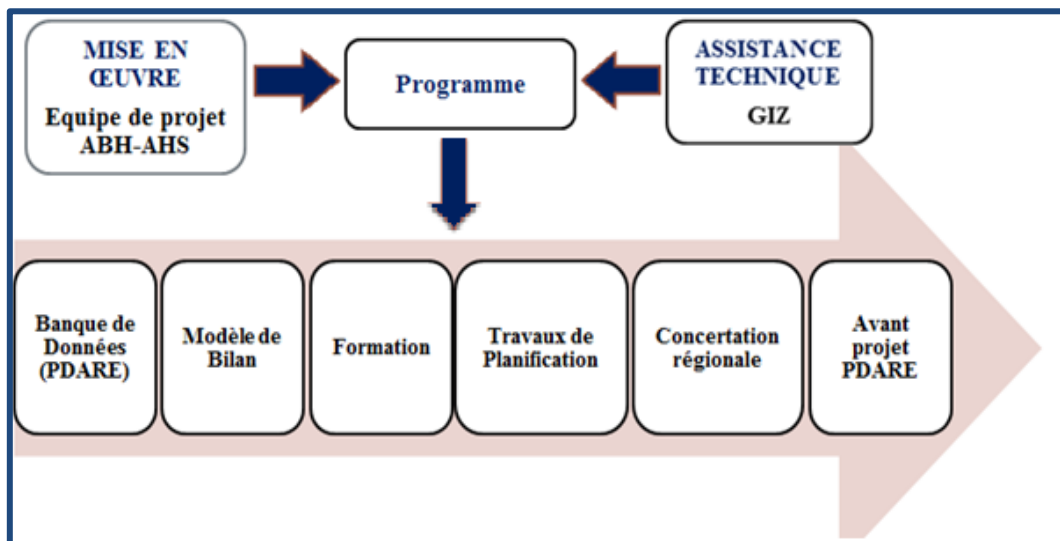


Figure V.1. Objectif de système d'information Pdare.

Ils se représentent sous forme d'une "Boîte à Outils" constituée de plusieurs modules de calculs reliés entre eux et intégrés dans une même {GeoDataBase} :

- ✓ **Une base de données (BD):** c'est un outil d'aide à l'élaboration de PDARE et au même temps un dispositif d'actualisation de l'information.
- ✓ **Des modules de gestion des données :** ils permettent de visualiser les données de base, et de faire les opérations de la saisie et la mise à jour des données de base relatives aux thèmes.
- ✓ **Un module de calcul des charges polluantes :** il permet de créer les cartes des pressions de pollution des différents rejets (domestiques, industrielles, agricoles).
- ✓ **Un module de calculs de Bilans :** Il permet de faire un calcul de Bilan (Ressources-demandes) à l'échelle à différents horizons, et il détermine les déficits ou les excédents.
- ✓ **Un module d'évaluation des couts d'investissement :** il permet d'évaluer des couts d'investissement des infrastructures hydrauliques.

5.3. Outils logiciels utilisés

- **SQL Server Express :** Il est utilisé pour la gestion des données côté serveur. Il offre entre autres les avantages suivants :
 - Gère les géodatabases ESRI.
 - Accès en lecture / écriture par le logiciel ArcGis.
 - Peut évoluer sans difficulté vers une version professionnelle. Aucun changement n'est nécessaire au niveau de la structure de la BDD
- **ArcGis Desktop** version Arceditor ou ArcInfo. C'est l'outil idéal pour :
 - Visualiser et mettre à jour les informations spatiales et attributaires.
 - Procéder à des modifications sur la structure de la BDD.

- Réaliser des géotraitements.
- Exécuter le module « Bilans », conçu d'ailleurs, pour fonctionner sous ArcGis.
- **MsACCESS**, pour l'interface de mise à jour des données : caractéristiques des infrastructures, transferts d'eau, paramètres de planification.

L'application Pdare accède aux tables de la géodatabase par le biais d'une connection ODBC, préalablement créée.

5.4. Description de la base de données

C'est une géodatabase ESRI. Elle ne peut être créée et administrée que sous ArcCatalog, même si l'utilitaire « SQL Management Studio » permet d'ouvrir la base, de visualiser les objets de la base et de modifier les données attributaires.

5.4.1. Liste des tables

La géodatabase comprend plusieurs catégories de tables :

- Les tables dont le nom commence par « GDB »
- Les tables dont le nom commence par « SDE »
- Les tables avec une lettre suivie d'un numéro
- Les tables du PDARE

Nous nous intéressons uniquement aux tables PDARE. . Celles-ci sont à leur tour classées en catégories (tableaux n°2 à 6) :

a) Informations de base

- Infrastructures ponctuelles de ressources ou de besoins: caractéristiques, état, séries temporelles de valeurs éventuelles (généralement des volumes exprimés en hm^3/an) :
 - Ouvrages superficiels (barrages, retenues, prises)
 - Unités de dessalement
 - STEP
 - Agglomérations localisées dans le SIG
 - Unités industrielles
- Infrastructures polygonales de ressources - besoins associées éventuellement à des séries temporelles :
 - Unités hydrogéologiques
 - Retenues collinaires par commune
 - PMH par commune
 - GPI
- Transferts des ressources : lignes de transfert d'une ressource vers un consommateur.
- Informations de base servant à l'estimation des charges polluantes

- Caractéristiques et positionnement des forages d'eau souterraine. Utilisés essentiellement pour des requêtes statistiques et pour faire des rapprochements avec certaines données, comme par exemple la PMH et potentialités souterraines.
- Unités de bilan : bassins et sous-bassins, région hydrographique, wilaya, commune, ou région spécifique créée par l'utilisateur.

b) Paramètres de planification : données de base indépendantes des scénarios et qui servent à l'élaboration de ces derniers.

- Paramètres permettant le calcul des coûts
- Paramètres de base pour le calcul des charges polluantes
- Paramètres sur la demande en eau domestique : dotations, taux de pertes actuels, taux de raccordement actuels aux réseaux d'AEP et d'assainissement, taux de majoration des administrations et petite industrie
- Projection des populations aux horizons de planification

c) Variantes ou hypothèses de planification

Liste et caractéristiques des scénarios élaborés par l'utilisateur (par exemple diminuer les pertes de charge, réalisation de projets de mobilisation, modification des dotations AEP ou irrigation ...etc.)

d) Tables de configuration : représentent essentiellement la traduction des fichiers texte situés dans le dossier « \config\ ».

e) Résultats des bilans : en correspondance avec les variantes définies par l'utilisateur. Le module « Bilans » sera modifié de manière à stocker les résultats, dans les tables rattachées à la variante ayant fourni les données d'entrée au bilan.

f) Investissements quinquennaux : ces tables sont importées telles quelles dans la géodatabase (pas de changement dans la structure). Certaines tables restent dans la base Pdare.mdb.

Tableau V.2. Liste des tables de base

Table	Description / commentaires	Type géométrique
Limit_Abh	Région hydrographique. Peut constituer une unité de bilan.	Polygone
Bassins	Limites des bassins versants. Peut être utilisée comme unité de bilan.	Polygone

Sous - bassin	Limites des sous-bassins. Ne contient plus les potentialités en eau souterraines. Peut être utilisée comme unité de bilan.	Polygone
Unites_Hydrog	Limites et potentialités des unités hydrogéologiques.	Polygone
BV_Barrages	Bassins versants aux barrages existants ou projetés	Polygone
Ouvrage_Superficiel	Barrages, prises ou dérivations existants ou projetés	Point
Volumes_Regul	Volumes régularisables estimés en Hm ³ /an. L'historique concerne uniquement les années passées.	
Unite_Dessalement	Caractéristiques, années de mise en service, capacité, état.	Point
STEP	Caractéristiques, années de mise en service, capacité, état.	
Agglomeration_Step	Relation « n-n » entre agglomération et STEP	
Agglomeration	Agglomérations principales et secondaires	Point
Communes	Limites des communes affectées à une ABH.	Polygone
Wilaya_ABH	Limites des wilayas découpées par la limite de la région hydrographique.	Polygone
Wilayas	Limites des wilayas entières qui intersectent avec la région hydrographique	Polygone
PMH	Superficies, modes d'irrigation et types de cultures de la PMH. Ce sont des totaux par commune	
GPI	Limites des grands périmètres et caractéristiques : superficie, année de mise en service, dotation /ha. Les extensions de GPI seront considérés comme des GPI nouveaux.	Polygone
Population_agglom	populations ONS pour chacun des recensements (87, 98 et 2008)	
AEP_AES	Contient les éléments sur les taux de raccordement aux réseaux d'AEP et d'assainissement, pour chaque recensement ONS	
Cheptel	Recensement par commune du cheptel bovin, ovin, et volaille	
Logements	Nombre de logements par commune selon les recensements ONS	
Taux_Wilaya	Projection de la population aux divers horizons. Il ya un taux par wilaya	
Variables_Aep	Situation actuelle de l'AEP par strate : dotation, taux de pertes, taux de raccordement, majoration, ...	
Systeme_Transfert	Liste et caractéristiques des systèmes de transfert existants ou projetés	

Transferts	Tronçons des lignes de transferts : débits, site alimenté, année de mise en service, côtes min et max, ...	PolyLigne
Neuds	Nœuds des tronçons : simples jonctions, ressource ou site alimenté	Points

Tableau V.3. Paramètres de planification

Table	Description / commentaires
Horizons	Liste des horizons de planification
Themes	Thèmes du bilan (ressources, besoins, transferts)
Annee_Ref	Année de référence et année d'élaboration du PDARE
Scenarios	Liste des scénarios (pour le moment 1,2 et 3)
Assolements	Liste des assolements (3 niveaux) et coefficients correspondants. On peut prendre la valeur 1 pour les assolements, si ce dernier n'est pas pris en compte comme c'est le cas actuellement.
Tech_Irrigation	Liste des différentes techniques d'irrigation (3 niveaux) et coefficients correspondants.
Categories_Pop	Catégories de population (légère simplification des strates ONS). A chacune de ces catégories correspondent les variables AEP (dotations, taux de raccordement, taux de pertes, ...) actuelles ou simulées.
Cout_Inflation	Taux d'inflation observés par année
Cout_ParDiametre	Coûts des conduites par diamètre en DA/mètre
Couts_Cond_Distrib	Coût moyen des conduites de distribution en DA/mètre
Couts_Params	Décomposition des coûts des infrastructures et coûts de chaque item
Couts_Reseau_Par Classe	Coûts moyen de l'extension du réseau AEP, par catégorie de population (DA / habitant branché)
Couts_Themes	Types de lois et coefficients des fonctions pour chaque thème concerné par le calcul des coûts.
Couts_Themes_Var	Liste des constantes utilisées dans le calcul des coûts et valeurs correspondantes
Repartition_mensuelle consommation	Modulation mensuelle de la demande en eau annuelle pour l'AEP, l'irrigation et le tourisme.
Type année	Types d'années en terme de climat (humide, moyenne, sèche)

Tableau V.4. Variantes du bilan.

Table	Description / commentaires
Variantes	Liste des variantes et leur description, pour un Pdare donné
Themes_Scenarios	Scénario pris pour chaque thème, pour une variante donnée et un Pdare donné. Relation n-n entre thèmes et scénarios.
Evolution_Technique_Irrigation	Valeur par horizon du coefficient d'efficience de l'irrigation. Ces valeurs sont calculées en fonction du coefficient à l'année de référence et d'un objectif cible défini par l'utilisateur à un horizon donné.
gpi_climat	Relation entre GPI et types d'année. A chaque type est associé un coefficient multiplicateur de la demande en eau.
gpi_techniques	Relation entre GPI et techniques d'irrigation. A chaque type est associé un coefficient multiplicateur de la demande en eau.
Histo_Gpi	Evolution des superficies des GPI aux horizons de planification. Par défaut, les superficies actuelles sont reconduites, en intégrant bien entendu les GPI projetés.
Scenario_Histo_Pmh	Evolution des superficies de la PMH par commune, aux horizons de planification. Les dotations peuvent également être modifiées, même si les valeurs par défaut sont les dotations actuelles.
Scenario_histo_Ressource	Volumes régularisables des ouvrages superficiels aux différents horizons. Par défaut les volumes actuels sont reconduits. Le type de climat est également considéré.
Scenario_Histo_Transfert	Capacités des transferts aux horizons de planification. Par défaut les capacités actuelles sont reconduites.
Pmh_Climat	Coefficients multiplicateurs de la demande en eau par type d'année (humide, moyenne, sèche).
Scenario_pmh_techniques	Coefficients multiplicateurs liés aux techniques d'irrigation. Ils sont traités par wilaya et par horizon et sont calculés sur la base de la situation actuelle et d'un objectif cible.
Scenario_Taux_Raccord	Taux de raccordement aux horizons de planification pour la variante considérée
Scenario_Dotation_AEP	Dotation AEP par catégorie de populations aux horizons de planification et pour la variante considérée.
Scenario_Pertes_AEP	Taux de pertes AEP par catégorie de populations aux horizons de planification et pour la variante considérée.
Scenario_Variables_Indust	Scénario de développement industriel aux horizons, pour la variante considérée.

Tableau V.5. Tables de configuration du module « Bilans » et investissements

Table	Description / commentaires
Bilan_Themes	Liste des thèmes pris en considération pour chaque variante, pour effectuer un bilan. Pour chaque thème sont prévues les caractéristiques situées dans les fichiers config : abréviation, nom de la table, champs clés, couleur, MSTLCVI, ...
Bilan_Unites	Liste des unités de bilan
Bilan_Config	Liste des thèmes avec les légendes, les champs d'étiquetage, la position dans la table des matières ArcGis, ...
Bilan_resultats	Résultats du bilan par thème, variante et unité de bilan.
SPI_MO	Liste des maîtres d'ouvrage (DHW, ADE, ANBT)
SPI_Plans	Liste des plans quinquennaux
SPI_Recap	Récapitulatif des coûts par thème, maître d'ouvrage et plan quinquennal
SPI_Recap_Theme	Tableau croisé des coûts par thème et par plan quinquennal
Invest_bge	Coûts d'investissement des barrages répartis par rubrique
Invest_Dessal	Coûts d'investissement des unités de dessalement répartis par rubrique
Invest_Gpi	Coûts d'investissement des GPI répartis par rubrique
Invest_ResRur	Coûts d'investissement de l'extension du réseau en zones rurales, répartis par rubrique
Invest_ResUrb	Coûts d'investissement de l'extension du réseau en zones urbaines, répartis par rubrique
Invest_RetCol	Coûts d'investissement des retenues collinaires répartis par rubrique
Invest_Step	Coûts d'investissement des STEP répartis par rubrique
Invest_Transfert	Coûts d'investissement des transferts répartis par rubrique

5.4.2. Module d'initialisation du Pdare

Ce module est exécuté à chaque fois qu'un nouveau Pdare est à élaborer. Il permet de réaliser les tâches suivantes :

- Initialiser les tables spécifiques à un Pdare donné
- Entrer l'année de référence
- Spécifier les horizons de planification

- Renseigner les variables globales (par défaut les variables du Pdare précédent sont prises).

5.4.3 Module d'exploration des données

Il remplace les options du menu intitulé « Visualisation » et permet de parcourir :

- les informations de base,
- les paramètres de planification,
- les variantes associées à un Pdare, avec les scénarios pris pour chaque thème,
- les résultats du bilan correspondants à une variante.

5.5. Description de l'interface utilisateur

5.5.1. L'écran d'accueil

Au lieu de se connecter à la dernière BDD_Bilan comme cela se faisait dans l'ancienne version, l'application propose un écran d'accueil où l'utilisateur entre son « user » et son mot de passe. Si ce dernier est authentifié, l'application attache les tables de la géodatabase. La connexion ODBC associée à cet utilisateur est alors établie.

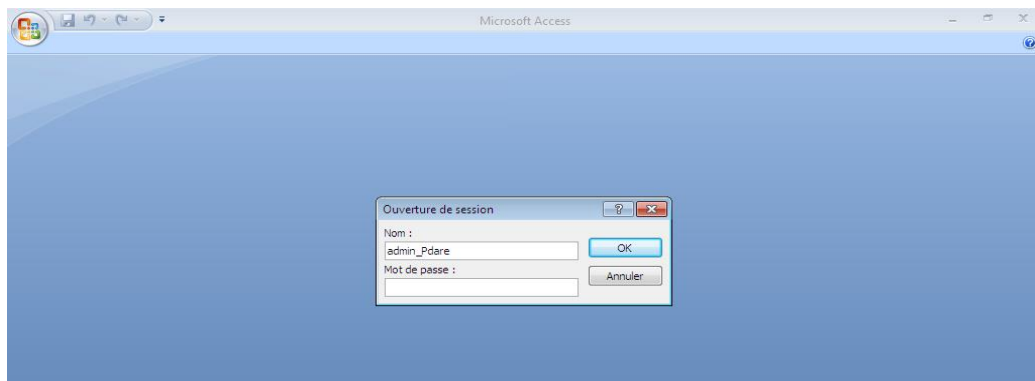
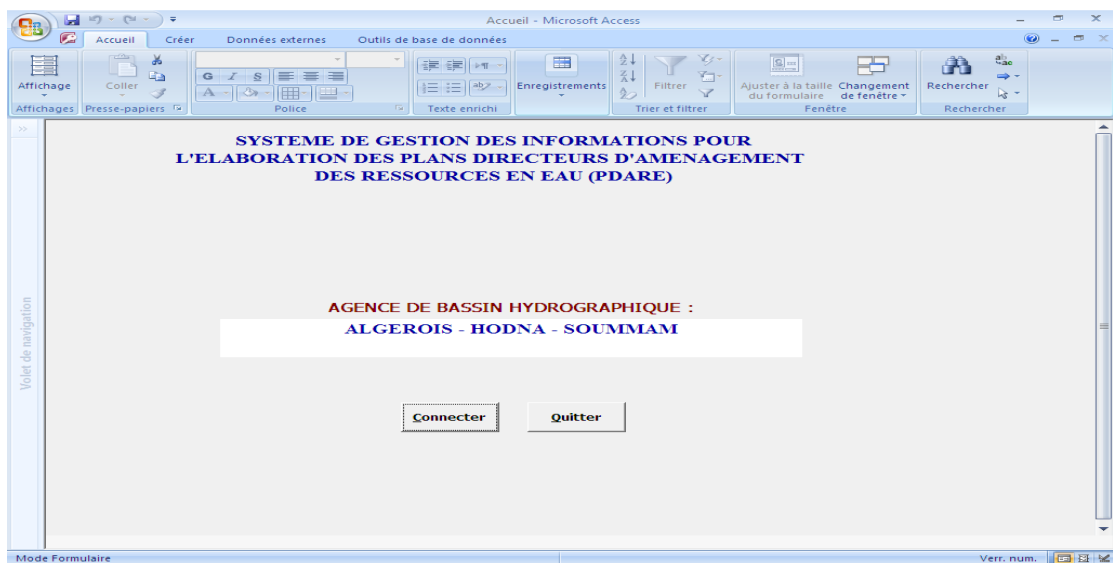


Figure V.2. Menu de démarrage



FigureV.3. Connexion à une base de données.

5.5.2. Module d’initialisation du Pdare.

Ce module est exécuté à chaque fois qu’un nouveau Pdare est à élaborer. Il permet de réaliser les tâches suivantes :

- Initialiser les tables spécifiques à un Pdare donné
- Entrer l’année de référence
- Spécifier les horizons de planification
- Renseigner les variables globales (par défaut les variables du Pdare précédent sont prises).

5.5.3. Module d’exploration des données

Il remplace les options du menu intitulé « Visualisation » et permet de parcourir :

- les informations de base,
- les paramètres de planification,
- les variantes associées à un Pdare, avec les scénarios pris pour chaque thème,
- les résultats du bilan correspondants à une variante.

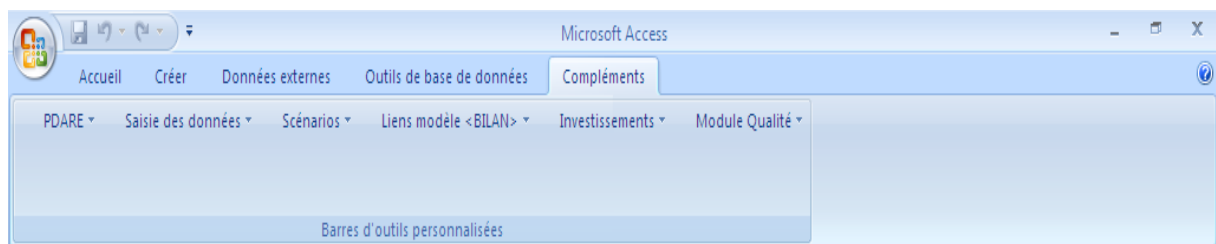


Figure V.4. Le menu de l’application PDARE

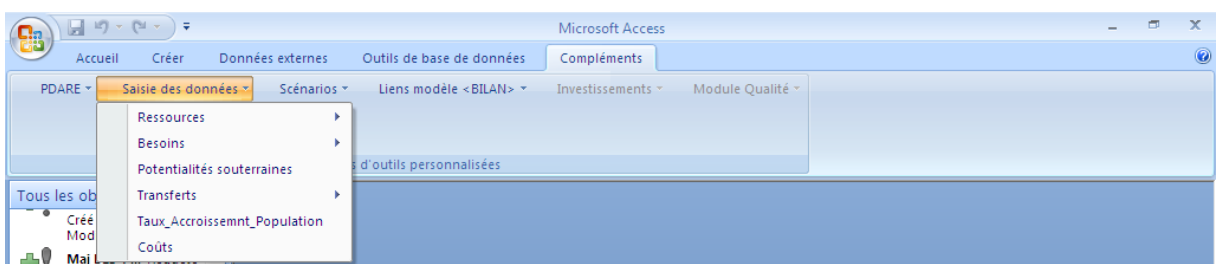


Figure V.5. Le menu de gestion des données

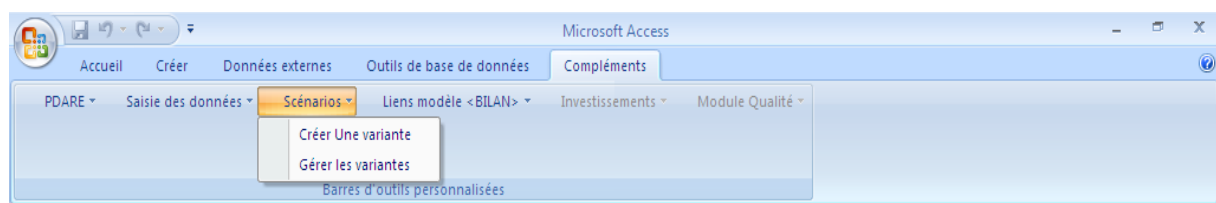


Figure V.6. Le menu de gestion des variantes

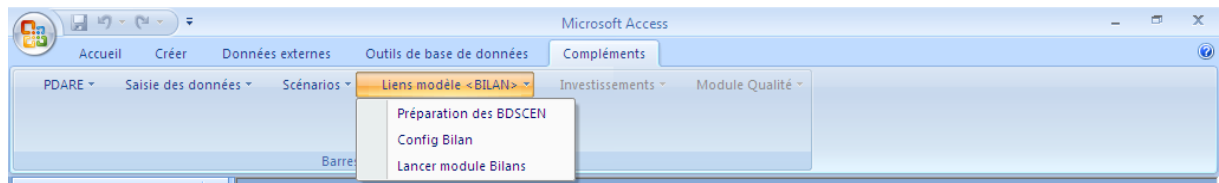


Figure V.7. Le menu de gestion des bilans

5.5.4. Module d’affichage cartographique des infrastructures

Ce module complète l’explorateur en visualisant dans une fenêtre carte l’ensemble des infrastructures de besoins et de ressources et de pouvoir afficher les caractéristiques des objets. Il s’agit là d’un simple affichage sans possibilité d’édition. Les seuls formulaires servant à la mise à jour sont ceux appelés par le menu « Saisie des données ».

5.5.5. Module de gestion des variantes

La gestion des variantes a subi d’importantes modifications. Une variante dans le nouveau système ne correspond plus à une base de données BDSCEN, mais à un ensemble de tables reliées entre elles, situées dans la géodatabase. Les anciens formulaires sont remplacés par :

- Un formulaire de création d’une variante avec une description, un choix des thèmes et de leur scénario, la liste des hypothèses à considérer pour les paramètres clés (tables scenario_*). Une variante peut hériter d’une variante existante (**figure 8**).
- Un formulaire de modification des caractéristiques d’une variante ou de suppression de variantes, si celle-ci est jugée inutile (**figure 9**).

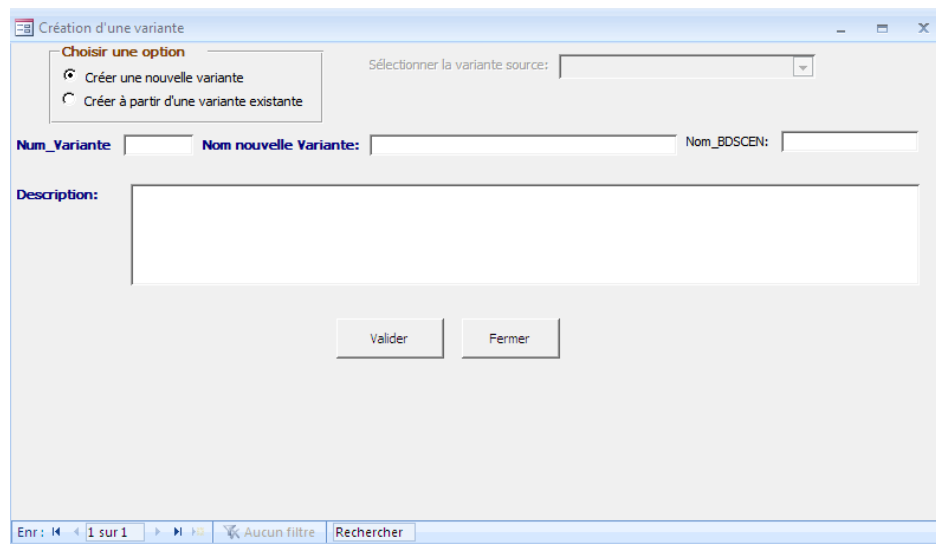


Figure V.8. Formulaire de création de variantes

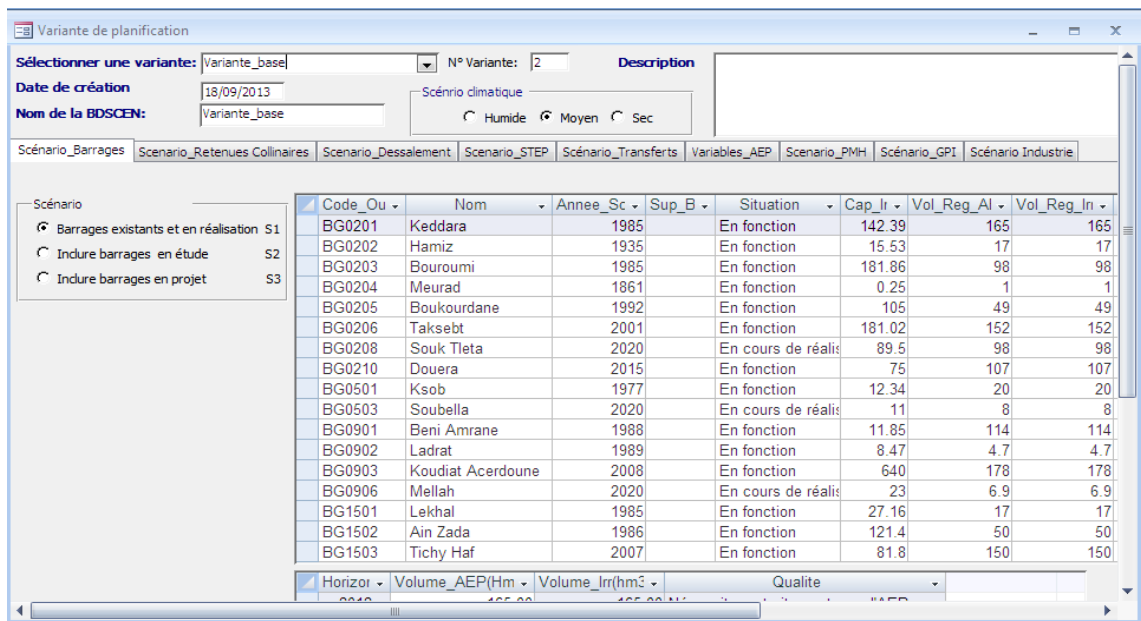


Figure V.9. Formulaire de gestion des variantes

5.5.6. Module de paramétrage du bilan

C'est un formulaire où sont définis les paramètres de configuration du module « Bilans » :

- Variante à utiliser
- Liste des thèmes et leurs caractéristiques
- Liste des unités de bilan
- Paramètres d'affichage des couches (couleurs, positions)
- Horizons de planification

Résultats d'un bilan

Pour faciliter l'analyse et l'interprétation des résultats, il est nécessaire de les structurer. Dans le nouveau système, la table « Bilans_Resultats » stocke l'ensemble des résultats issus d'un bilan. Un formulaire d'importation est prévu à cet effet.

5.6. Le modèle de bilan

5.6.1 Principe du Bilan

Le bilan hydrique représente l'instrument fondamental sur lequel se base la planification des ressources en eau. Il se traduit par des comparaisons établies sous la forme de :

- **Bilan** de flux du système de ressources modifié par les utilisations.
- **Ratios** rapportant les prélèvements au flux de ressource (indices d'exploitation, indices de consommation).
- **Solde**, différence entre le flux de ressource et le flux prélevé.

5.6.2. Les éléments du bilan

a) Unités de bilan

b) Catégories de l'offre

c) Catégories de demande

La demande en eau comprend les trois principaux secteurs consommateurs d'eau suivants:

- Eau potable (AEP)
- Eau pour la grande industrie (AEI)
- Eau pour l'agriculture (GPI et PMH)

d) Les systèmes d'adduction d'eau

Les systèmes d'adduction d'eau peuvent être subdivisés en:

- Systèmes de transfert interrégional
- Systèmes de transfert régional
- Systèmes de connexion
- Systèmes de distribution.

5.6.3 Les paramètres de bilan

a) Horizons de bilan

Pour l'évolution de l'offre et de la demande en eau, les années 2015, 2020, 2025 et 2030 sont prises en compte comme horizons. Comme situation de référence a été prise en compte l'année 2012.

b) Qualité de l'eau

Cinq classes de qualité d'eau se rapportant soit aux usages soit aux types de ressources ont été distinguées:

- Classe 1: bonne qualité (p. ex. eau dessalée);
- Classe 2: qualité moyenne (p. ex. eau souterraine minéralisée, eau de surface non polluée);
- Classe 3: qualité médiocre (p. ex. eau usée traitée);
- Classe 4: mauvaise qualité (p. ex. eau usée non traitée, eau polluée);
- Classe 5: eaux saumâtres ou salées.

c) Variables climatiques

L'effet du climat est caractérisé par le régime pluvial. Pour l'utilisation au bilan, il a été considéré trois niveaux climatiques caractérisant les situations suivantes :

- Période **sèche**, correspondant à une diminution significative de la pluviométrie par rapport à la pluviométrie moyenne (-30%);

- Période **moyenne**, correspondant à la pluviométrie moyenne;
- Période **humide**, correspondant à une augmentation significative de la pluviométrie par rapport à la pluviométrie moyenne (+20%).

Tableau V.6. Paramètres climatiques par catégorie de ressources et de demandes

Thèmes	Paramètre climatique	Observation
Offre		
Eaux superficielles	sèche, moyenne, humide	Effet direct du climat
Eaux souterraines	sèche, moyenne, humide	Effet direct du climat
Eaux de dessalement	non appliqué	Pas d'effet du climat
Eaux usées épurées	non appliqué	Pas d'effet du climat
Demande		
AEPI	non appliqué	Effet direct du climat
Eau agricole (GPI, PMH)	sèche, moyenne, humide	Effet direct du climat

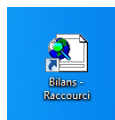
d) Variables techniques

5.6.4. Fonctionnement du modèle « Bilans »

Démarrage de l'application

Il existe trois manières pour démarrer le modèle « Bilans » :

a) Démarrer le modèle Bilans.apr directement en cliquant sur le raccourci « Bilans » situé sûr l'écran.



Ou

b) Double-cliquer sur le fichier Bilans.mxd, qui se trouve dans le répertoire d'installation (C:\PDARE\MODELES\BILANS_9.1\)

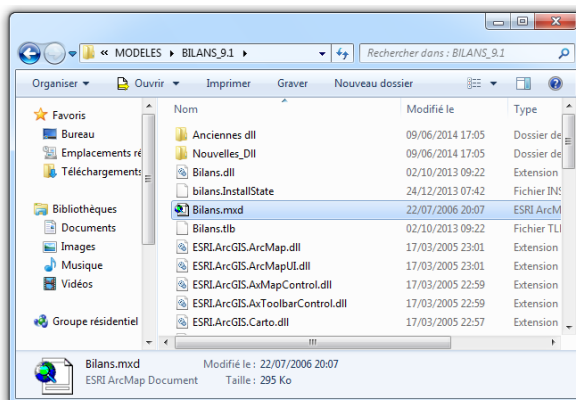


Figure V.10. Lancement du modèle « Bilans »

Ou

c) Démarrer ArcGis

Dans le menu [Fichier] d’ArcMap, choisissez [Ouvrir] un projet. Dans la boîte de dialogue qui s’affiche, naviguez jusqu’au répertoire ou dossier nommé <C:\PDARE\MODELES\Bilans_9.1> qui contient le fichier **Bilans.mxd**. Cliquez deux fois sur le fichier <Bilans.mxd>.

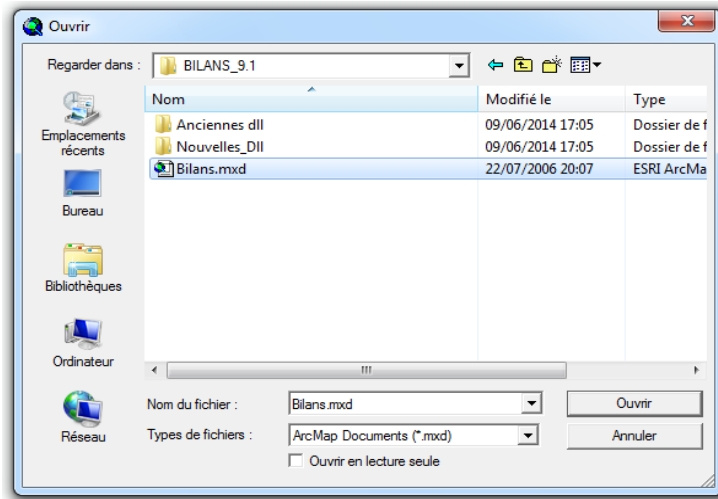


Figure V.12. Ouverture du fichier Bilan.mxd

Sélection d'une Région hydrographique

Au démarrage de l’application, la page d’accueil suivante apparait. L’application charge automatiquement des thèmes nationaux et ouvre une boîte de dialogue pour choisir le bassin d’intérêt.

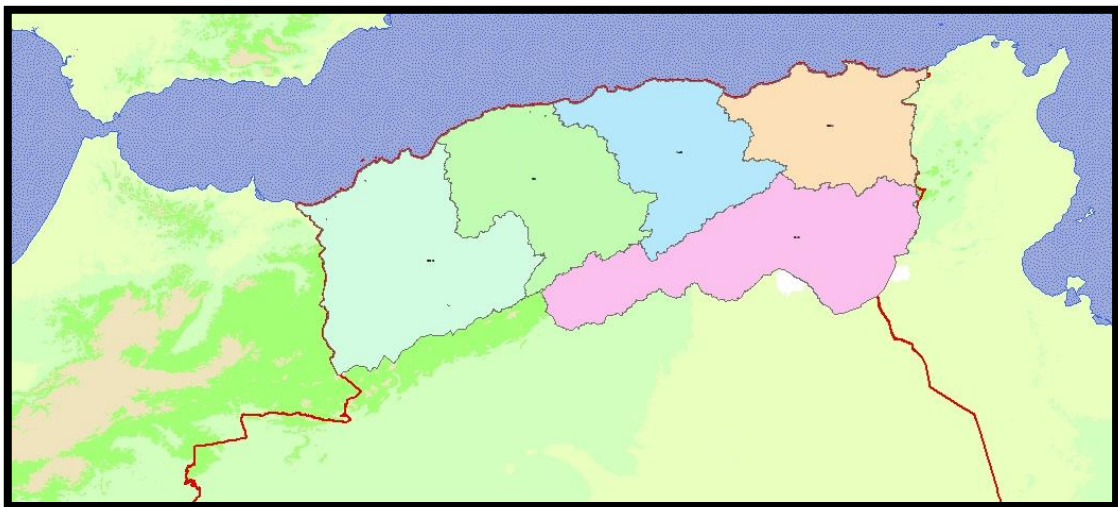


Figure V.13. Ecran d'accueil du modèle « Bilans »

Le modèle « Bilans » a été développé pour une planification décentralisée. Il travaille au niveau des grands bassins hydrographiques :

- Oranie - Chott Chergui
- Cheliff - Zahrez
- Algérois - Hodna - Soummam
- Constantinois - Medjerda - Mellegue
- Sahar (bassin BV6 seulement)

L'outil permet la sélection d'un bassin non seulement sur la carte, mais encore à partir d'une liste :

- La sélection sur la carte est faite en activant l'outil de sélection et en cliquant sur le bassin d'intérêt.
- La sélection est faite en cliquant sur le nom du bassin se trouvant dans la liste déroulante.

Après la sélection, la vue d'ArcMap se rafraîchit avec des données spatiales de la région choisie. Un Navigateur (boîte de dialogue) s'affiche automatiquement mettant à la disposition de l'utilisateur de toutes les fonctionnalités pour dérouler des bilans et pour visualiser et analyser les résultats.

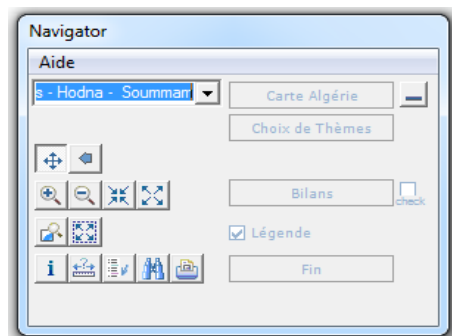


Figure V.14 .Affichage du « Navigateur »

Sélection d'une Base de données Scénario

A partir de la boîte de dialogue Bilans on fait le choix d'une base de données scénario.

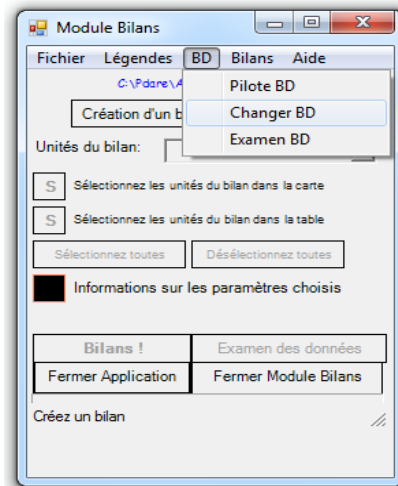


Figure V.15. Choix d'une base de données scénario

En cliquant sur l'option **Changer BD** dans le menu **BD**, une boîte de dialogue apparaît permettant à l'utilisateur le choix d'un fichier mdb (MS Access).

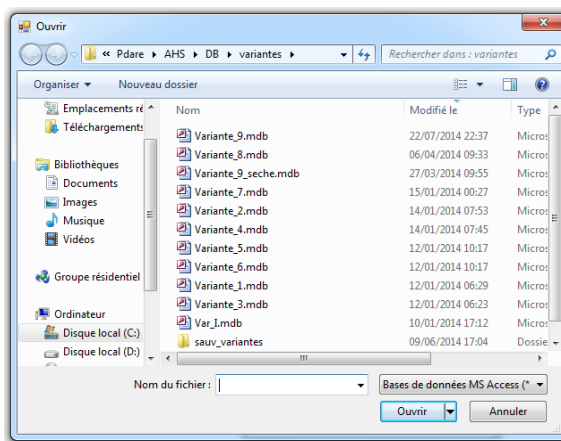


Figure V.16 : Connexion à une base de données scénario

Création d'un bilans - définition des paramètres

En cliquant sur le bouton « Création d'un Bilan », une boîte de dialogue « Paramètres du bilan » s'ouvre pour permettre à l'utilisateur de mettre au point les paramètres à prendre en considération dans le calcul du bilan hydrique (horizons, type de l'année hydrologique, types de ressources, types de demandes, ... etc).

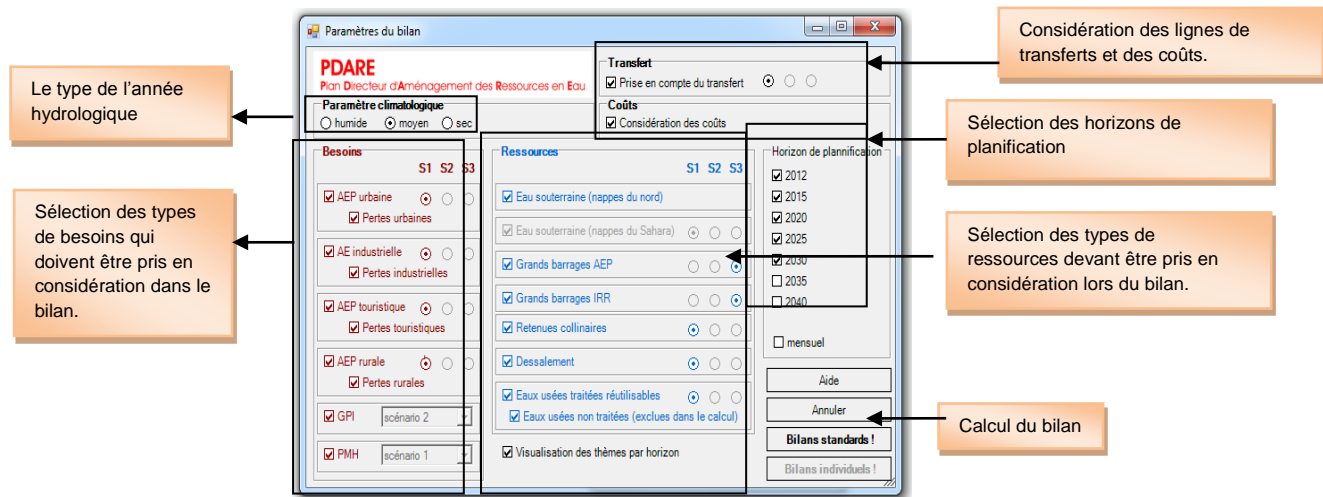


Figure V.17. Boîte de dialogue « Paramètres du bilan »

L'utilisateur a maintenant la possibilité de procéder au calcul du bilan hydrique pour une région hydrographique donnée pour un ou plusieurs horizons futurs. Il dispose d'une vaste gamme de possibilités par l'intermédiaire des paramètres.

Sélection des unités du bilan

Après la spécification des paramètres pour le bilan, il est nécessaire de choisir les unités du bilan.

En changeant les unités du bilan dans la boîte de dialogue, l'application échange automatiquement la couche correspondante.

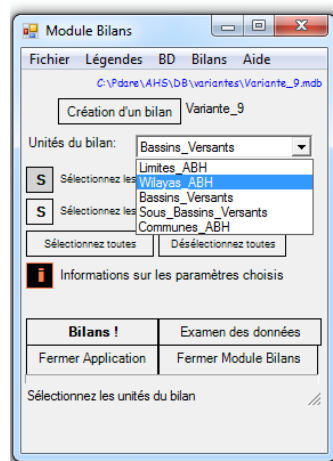



Figure V.18 .Boîte de dialogue « Paramètres du bilan »

Exécution du bilan (calcul)

La boite de dialogue précédente permet le contrôle de toutes les fonctionnalités qui dirigent l'exécution des bilans.

- Choix d'une base de données scénario
- Modification de la configuration
- Ouverture des bilans déjà calculés
- Sélection des unités de bilans
- Exécution d'un bilan
- Sauvegarde des résultats d'un bilan
- Fermeture le module bilans ou de l'application

En cliquant sur le bouton  de la boîte de dialogue, l'utilisateur peut exécuter le bilan.

Visualisation des résultats sur cartes

Après le calcul d'un bilan, l'éditeur des légendes s'affiche. Il facilite la cartographie des résultats en offrant une gamme de légendes prédéfinis pour la visualisation des résultats.

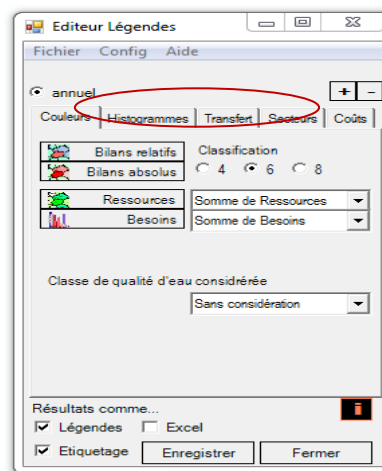


Figure V.19. Editeur de légendes

L'éditeur de légende permet de créer les types de légendes suivants:

- Les légendes en **Couleur**
- Les légendes **Histogramme**
- Les légendes du thème **Transfert**
- Les légendes **Secteurs**

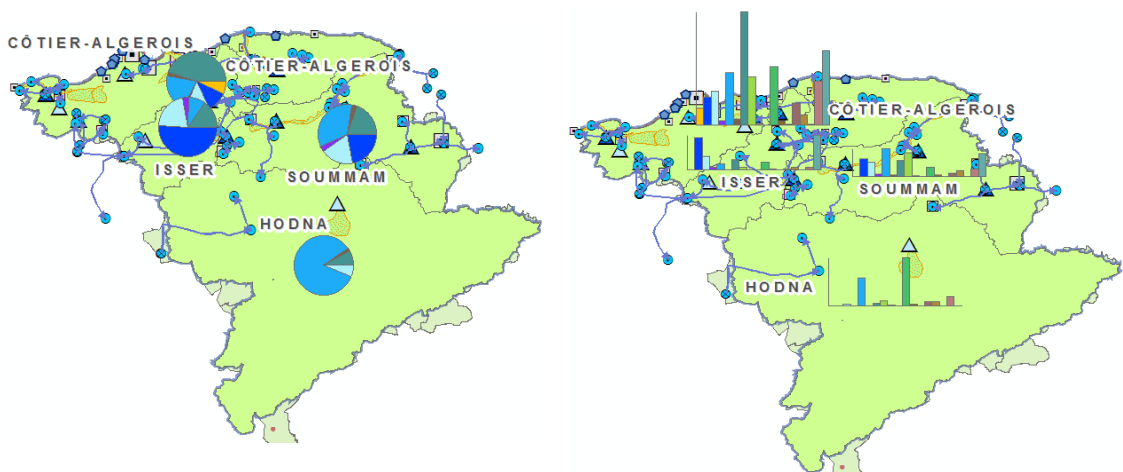


Figure V.20. Exemples de visualisation cartographique des résultats du bilan

Visualisation des résultats en utilisant MS Excel

En outre, l'application permet l'exportation des résultats vers MS EXCEL. C'est très pratique pour le traitement des résultats et l'établissement des rapports etc. Si les bilans ont pris en compte plusieurs horizons, le système ajoutera des feuilles au classeur actif pour chaque horizon.

WILAYAS_ABH	ESR	GB AEP	GB IRR	Lacs collinaires	DESSALEMENT	USEE traitee	TRANSFERT_RES	Urbain	UrbainPerles	Industriel	IndustrielPerles	Touristique	TouristiquePerles	Rural	Rura
Scénario:		3	3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Batna	92,23	0,00	17,05		3,47	0,00	3,26	18,68	14,14	5,24	0,59	0,08	0,00	0,00	6,57
Bouira	43,48	111,54	158,26		5,60	0,00	5,46	86,88	19,12	7,08	0,90	0,23	0,02	0,01	13,66
Tizi-Ouzou	54,35	252,55	54,95		11,34	0,91	13,28	80,84	34,72	12,87	2,75	0,55	0,08	0,02	25,94
Djelfa	8,79	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	1,84	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97
Medea	18,59	0,00	11,60		19,26	0,00	4,18	51,85	20,53	7,57	0,00	0,00	0,00	0,00	6,58
Msila	140,12	8,80	61,30		1,40	0,00	10,45	65,90	40,50	14,97	1,25	0,10	0,00	0,00	11,64
Bordj Bou Arrerdj	18,88	92,39	16,41		3,50	0,00	5,28	19,40	26,92	9,94	0,06	0,01	0,00	0,00	9,02
Boumerdes	50,51	223,30	75,30		8,62	36,49	3,24	267,31	31,03	11,47	0,62	0,06	0,18	0,06	12,76
Tipaza	57,52	24,50	25,50		0,00	43,96	4,88	158,90	20,45	7,56	1,27	0,30	0,65	0,22	6,27
Ain Defla	1,14	0,00	0,00		0,05	0,00	0,00	4,00	1,45	0,53	0,00	0,00	0,03	0,01	0,88
Setif	54,16	36,48	85,12		4,74	0,00	10,78	153,29	31,69	11,71	0,75	0,13	0,05	0,02	11,77
ALGER	83,44	0,00	187,00		0,00	77,53	39,55	371,84	182,37	67,45	8,59	0,55	1,86	0,68	5,60
BLIDA	122,39	49,00	49,00		2,59	0,00	11,52	81,96	53,86	19,93	1,87	0,22	0,00	0,00	8,63
Bejaia	46,13	93,10	75,00		0,27	0,00	13,47	101,42	28,40	10,50	5,35	0,99	0,86	0,32	12,25

Figure V.21. Exportation des résultats vers MS EXCEL

Finalement on peut résumer le modèle de Bilan

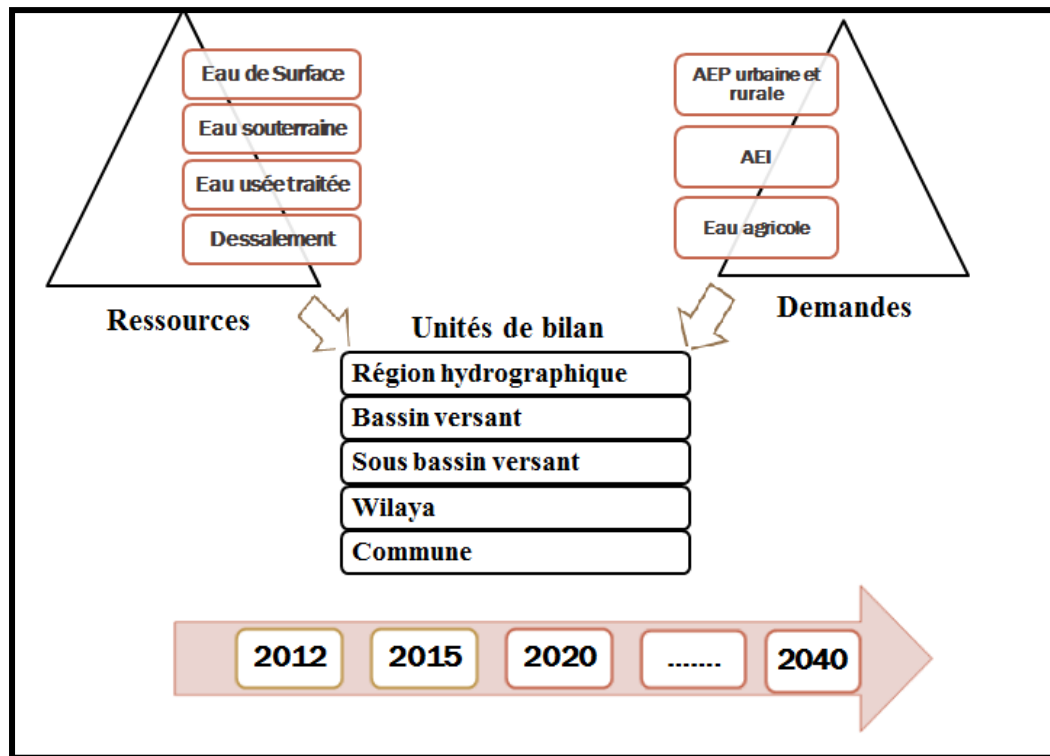


Figure V.22. Modèle de Bilan (Confrontation des ressources et des besoins en eau

RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE VI. : RESULTATS ET DISCUSSIONS

6.1. Présentation les variantes de simulations

Les variantes étudiées constituent une combinaison de scénarios sur les différents thèmes (barrages, retenues collinaires, dessalement, réduction des pertes ...etc) . Les unités spatiales considérées pour l'analyse des bilans hydriques étant la région hydrographique.

La balance hydrique relative à la situation de référence (2012) et son évolution tendancielle pour l'horizon 2030 a été, en premier temps, calculée. Ceci constitue une continuation de la gestion existante avec les ressources déjà en exploitation (Variante de Base).

En second temps, différentes variantes ont été définies pour déterminer les mesures qui permettent d'arriver à une situation d'équilibre hydrique à l'échelle de la région hydrographique pour l'horizon 2030. Ces variantes sont basées sur les ressources et la demande en eau ainsi que sur les paramètres de planification préalablement définis pour pouvoir définir les majeurs axes de planification et la gestion des ressources en eau pour atteindre le développement .

Enfin, pour la situation d'équilibre hydrique, le calcul est complété avec un scénario climatique déficitaire afin d'évaluer l'impact d'une pénurie de ressources sur le bilan et d'orienter la réflexion sur les éventuelles mesures à envisager dans une telle situation.

Tableau VI.1. Description des variantes simulées

N° variante	Intitulé	Description
I	Situation actuelle et évolution tendancielle des demandes	Cette variante dite de base permet de faire un calcul de bilan de la situation actuelle (2012) reconduite jusqu'à 2030, sans prendre de mesures correctives. Elle sert de référence pour évaluer l'impact des différentes mesures sur le bilan hydrique.
II	Réduction des pertes + Economies d'eau d'irrigation	Dans une démarche de gestion intégrée des ressources en eau, il semble assez logique d'envisager des mesures de réduction des pertes dans les réseaux d'eau potable et d'irrigation pour un meilleur usage de l'eau, avant d'envisager toutes autres mesures de développement, notamment une augmentation de l'offre.
III	Développement de l'offre	Généralement les mesures de réduction des pertes et d'économie d'eau sont insuffisantes pour satisfaire une demande en eau croissante. Ceci nécessitera la construction de nouveaux ouvrages de mobilisation entre 2012 et 2030. Il s'agit des ouvrages (barrages, transferts, retenues collinaires, prises) dont les études d'APD, et de faisabilité sont disponibles.
IV	Développement de l'irrigation (avec économies d'eau)	Dans le secteur de l'irrigation, les économies d'eau passent par l'introduction de techniques d'irrigation adaptées. Des objectifs cibles permettent de faire des simulations de bilan. Les économies d'eau de 25%, traduites par des changements des modes d'irrigation.
V	Développement du dessalement de l'eau de mer	En principe, le développement du dessalement de l'eau de mer est plus cher que les eaux conventionnelles, il devrait donc intervenir lorsqu'on a mis en jeu toutes les ressources en eau et que le bilan reste toujours déficitaire.
VI	Variante d'équilibre du bilan	Cette variante (et ses sous variantes) consiste à réviser les objectifs d'extension des superficies de PMH et même les dotations en eau par hectare. Elle est établie lorsque le déficit du bilan est persistant malgré la mobilisation de toutes les ressources.

Les résultats des variantes simulées : Les résultats des variantes présentés ci-dessous ne font que traduire l'impact des différentes données, hypothèses, et

programmes d'intervention qui ont été introduits dans la base de données du modèle concernant les ressources, les demandes et leurs évolutions jusqu'en 2030.

6.2. Variante I (de base): Situation actuelle et évolution tendancielle des demandes

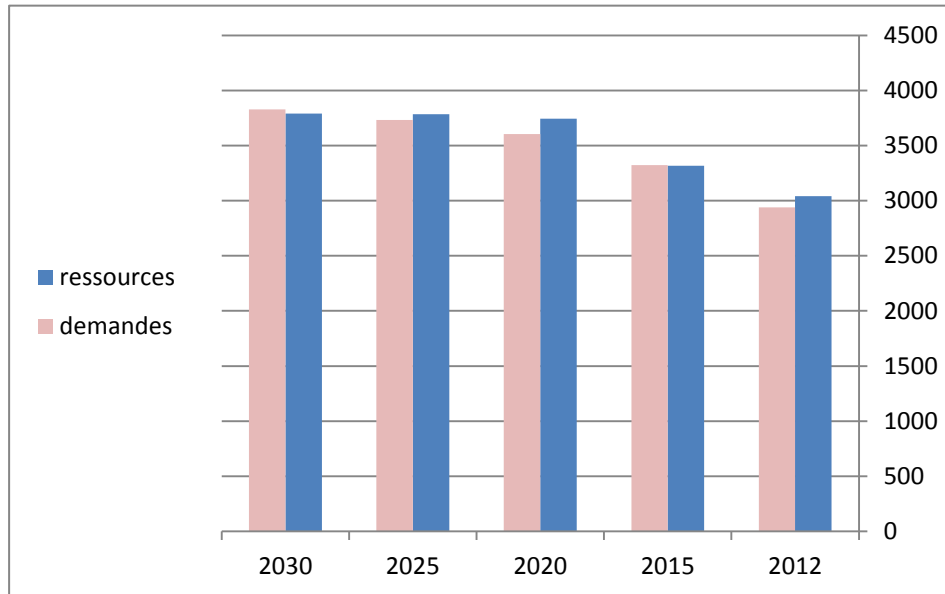
6.2.1. Hypothèses de la variante

Tableau VI.2. Hypothèses de la variante I

Thèmes	Caractéristiques
VARIABLE CLIMATIQUE	
Pluviométrie	Type d'année moyenne
DEMANDE EN EAU	
Demande en eau urbaine	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 100 l/j/h (US, U, SUB, SU) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités urbaines (administration, petite industrie, commerce) : 40% (US, U, SUB), 33% (SU) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités touristiques : 20% (villes côtières), 15% (Villes thermales) • Taux de raccordement au réseau (2012): 89% • Pertes actuelles en réseau (2012): 40% • Réduction des pertes en réseaux: 0% par an (de 2012 à 2030)
Demande en eau rurale	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 80 l/j/h (SR, R) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités urbaines (administration, petite industrie, commerce) : 20% • Majoration de la dotation unitaire pour les activités touristiques : 20% (villes côtières), 15% (Villes thermales) • Taux de raccordement au réseau (2012) : 76% • Pertes actuelles en réseau (2012) : 40% • Réduction des pertes en réseaux: 0% par an (de 2012 à 2030)
Demande en eau de la population raccordée	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 40 l/j/h • Taux de raccordement au réseau (2012): 0% • Pertes actuelles en réseau (2012): 0% • Réduction des pertes en réseaux: 0% par an (de 2012 à 2030)
Demande en eau industrielle	<ul style="list-style-type: none"> • Développement industriel: 0% par an (de 2012 à 2030) • Taux de réduction de la demande: 0% par an (de 2012 à 2030)
Demande en eau GPI	<ul style="list-style-type: none"> • GPI existants et en réalisation
Demande en eau PMH	<ul style="list-style-type: none"> • Maintien des superficies irriguées par les modes d'irrigation actuelles (de 2012 à 2030) • Economie d'eau : 0% par an (de 2012 à 2030)
OFFRE EN EAU	
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitation actuelle
Barrages	<ul style="list-style-type: none"> • Barrages existants et en réalisation
Système de transfert	<ul style="list-style-type: none"> • Transferts existants et en réalisation
Retenues collinaires	<ul style="list-style-type: none"> • Retenues collinaires existantes et en réalisation
Dessalement eau de mer	<ul style="list-style-type: none"> • Stations de dessalement existantes et en réalisation
Eaux usées traitées urbaines	<ul style="list-style-type: none"> • STEP existantes et en réalisation
Eaux usées traitées rurales	<ul style="list-style-type: none"> • STEP existantes et en réalisation

6.2.2. Résultats généraux de la variante

Histogramme IV.1. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante I)



- A) Situation des ressources en eau**

Le volume total des ressources en eau conventionnelles disponibles en 2012 est de l'ordre de 1 974 Hm³ dont 792 Hm³ représente le potentiel des nappes souterraines (40%) et 40 hm³ (2%) est le volume d'eau importé de l'extérieur de la région. Le volume mobilisé à partir des eaux de surface à l'intérieur de la région est de près de 1 143 hm³/an. Ce volume est mobilisé à raison de 1 082 hm³/an (95%) à partir des grands barrages et 61 hm³/an à partir des retenues collinaires (5%).

Le dessalement de l'eau constitue une alternative intéressante. Il présente l'avantage que la ressource est inépuisable, mais du fait du coût élevé de production et des limites de transfert, son utilisation est limitée aux grandes agglomérations du littoral.

La réutilisation des eaux usées épurées cette pratique n'est pas développée dans cette région parce que elle présente des exigences sur la qualité d'eau à réutiliser

Si l'on considère toutes les eaux usées urbaines et industrielles traitées actuellement, le volume théoriquement disponible pour la réutilisation (l'irrigation, recharge des nappes, arrosage des espaces vert...) serait d'environ 53 hm³/an. Ce volume passera à près de 126 hm³/an à l'horizon 2030. Il est à rappeler que pour cette étude, seul un tiers des eaux usées traitées est considéré réutilisable.

Afin de garantir la sécurité de l'eau pour l'alimentation d'eau potable ou bien pour l'irrigation le ministère des ressources en eau a engagé pour réaliser plein de programmes de mobilisation

des ressources en eau en coordination avec les différents organismes (ANBT, ONID, ...) et elle a décidé de construire des 7 stations mono-bloc pour éviter la crise d'eau en cas de sécheresse celle de l'année 2000 et cela permettre de gagner d'un volume additionnel de 153,3 hm³/an par la réalisation de 3 unités de dessalement.

c) Situation de la demande

D'après les résultats l'élévation des demandes en eau dans tous les domaines économiques pour l'irrigation (GPI, PMH) et pour l'Alimentation d'eau potable et industrielle AEPI. L'agriculture est le secteur le plus important en matière de consommation en eau. La demande de ce secteur pour l'année 2012 (année de référence) s'élève à 1 227 hm³/an dont 244 hm³/an en GPI (20%) et 983 hm³/an (80%) en PMH. Cette demande peut être réduite par l'introduction de nouveaux modes d'irrigation plus économes en eau soit par l'aspersion ou bien par l'irrigation localisée.

Pour l'AEPI il y'aura des augmentations des demandes en eau avec des pertes considérables et cela due à la croissance démographique et les pertes en réseau qui sont de l'ordre 40%.

d) Confrontation ressources-demande

Les résultats de bilan ressources-demandes mentionnées dans le tableau ci-dessus montre qu'il y'aura un déficit en 2015 et en 2030

- La situation en 2012 est caractérisée par un excédent d'eau d'environ 103 hm³. Ceci s'explique par l'existence de ressources en eau disponibles non encore exploitées (ex : i) le barrage Douera (Vr : 107 hm³) est en service tandis que le périmètre de la Mitidja Centre (17 108 ha) sensé être alimenté par ce barrage se trouve en état de réalisation, ii) le barrage Koudiat Acerdoune (Vr : 178 hm³) est en service alors que les transferts à partir de cet ouvrage vers les wilayas de M'sila et Médéa sont en cours de réalisation).
- A l'horizon 2030, le déficit atteindra 226 hm³ en raison de l'accroissement de la demande en eau potable et industrielle et l'extension des zones irrigables (GPI et PMH).

e) Possibilités d'amélioration

Afin de réduire les déficits actuels et futurs, il faudra mener diverses actions parmi lesquelles on citera :

- l'économie des ressources en eau.
- la mobilisation de nouvelles ressources en eau,
- le recours au dessalement de l'eau de mer
- les transferts interrégionaux
- la réutilisation des eaux épurés

Dans ce qui suit, on va passer successivement en revue les actions et mesures citées précédemment.

1. La réduction des pertes et de la consommation de l'eau en AEPI et en agriculture représente toujours la ressource la plus importante car elle permet l'exploitation des volumes supplémentaires pour la consommation sans pour autant toucher aux ressources.
2. La mobilisation de nouvelles ressources (barrages, eau souterraine, eau usée traitée, eau dessalée) doit être considérée. Le traitement des eaux usées est une nécessité absolue pour la protection de l'environnement et pour éviter tout risque sanitaire. Utiliser les eaux usées traitées en tant que ressource est un avantage supplémentaire.
3. Le dessalement de l'eau de mer représente la mesure d'atténuation de déficit en eau la plus onéreuse. Il a toutefois l'avantage qu'il livre d'office une eau de haute qualité et qu'il permet un approvisionnement sûr, indépendant des conditions climatiques. C'est ainsi que l'eau dessalée de mer peut être prise en considération là où pour des raisons techniques, il n'y a plus de ressources hydriques, ou lorsque leur mise à disposition est encore plus chère que le dessalement de l'eau de mer (par exemple à cause des coûts de transfert).
4. Pour alléger des déficits régionaux, et profiter des excédents disponibles, la distribution de l'eau peut être ajustée par des systèmes d'adduction et notamment de transfert.

Il convient de préciser que chacune des actions, citées ci-dessus, n'exclut pas l'autre et qu'il faut les associer de façon optimale.

6.3. Variante II : Réduction des pertes (économie de l'eau)

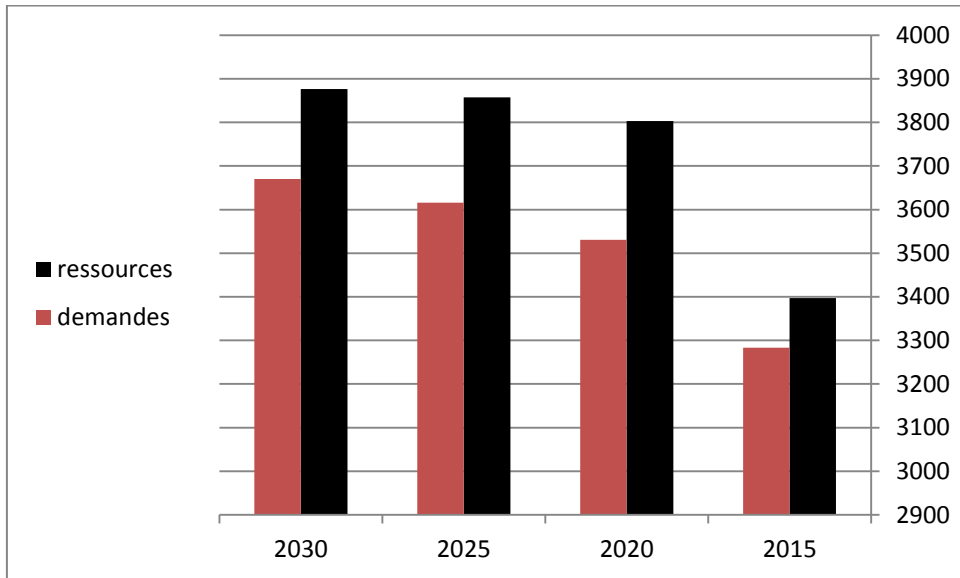
6.3.1. Hypothèses de la variante

Tableau VI.3. Hypothèses de la variante II

Thèmes	Caractéristiques
VARIABLE CLIMATIQUE	
Pluviométrie	Type d'année moyenne
DEMANDE EN EAU	
Demande en eau urbaine	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 100 l/j/h (US, U, SUB, SU) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités urbaines (administration, petite industrie, commerce) : 40% (US, U, SUB), 33% (SU) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités touristiques : 20% (villes côtières), 15% (Villes thermales) • Taux de raccordement au réseau : 89% (2012) à 94% (2030) • Pertes actuelles en réseau (2012): 40% • Réduction des pertes en réseaux: 40% (2012) à 27% (2030)
Demande en eau rurale	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 80 l/j/h (SR, R) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités urbaines (administration, petite industrie, commerce) : 20% • Majoration de la dotation unitaire pour les activités touristiques : 20% (villes côtières), 15% (Villes thermales) • Taux de raccordement au réseau (2012) : 76% (2012) à 85% (2030) • Pertes actuelles en réseau (2012) : 40% • Réduction des pertes en réseaux: 40% (2012) à 27% (2030)
Demande en eau de la population non raccordée	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 40 l/j/h • Taux de raccordement au réseau (2012): 0% • Pertes actuelles en réseau (2012): 0% • Réduction des pertes en réseaux: 0% par an (de 2012 à 2030)
Demande en eau industrielle	<ul style="list-style-type: none"> • Développement industriel: 1% par an (de 2012 à 2030) • Taux de réduction de la demande: 1% par an (de 2020 à 2030)
Demande en eau GPI	<ul style="list-style-type: none"> • GPI existants et en réalisation
Demande en eau PMH	<ul style="list-style-type: none"> • Développement des superficies irriguées par wilaya et par an: Alger (0%), M'Sila (0%), Tipaza (0%), Batna (0.5%), Ain Defla (0.5%), Blida (1%), Bouira (1%), TIZI Ouzou (1%), Sétif (1%), Médéa (1%), Boumerdes (1%), Bejaia (1%), Djelfa (1.5%), Bordj Bou Arréridj (1.5%). • Economie d'eau de 10% (niveau 1): représentant l'évolution de l'irrigation gravitaire vers l'irrigation par aspersion)
OFFRE EN EAU	
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitation actuelle
Barrages	<ul style="list-style-type: none"> • Barrages existants et en réalisation
Système de transfert	<ul style="list-style-type: none"> • Transferts existants et en réalisation
Retenues collinaires	<ul style="list-style-type: none"> • Retenues collinaires existantes et en réalisation
Dessalement eau de mer	<ul style="list-style-type: none"> • Stations de dessalement existantes et en réalisation
Eaux usées traitées urbaines	<ul style="list-style-type: none"> • STEP existantes et en réalisation
Eaux usées traitées rurales	<ul style="list-style-type: none"> • STEP existantes et en réalisation

6.3.2. Résultats généraux de la variante

Histogramme IV.2. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante II)



6.3.3 Confrontation ressources-demandes

La zone étudiée (Bassin versant AHS) engendre des pertes importantes dans les systèmes d’irrigations et d’AEP d’où la réduction de ces pertes permettra d’approvisionnement en eau d’une manière durable et de sauvegarder les périmètres d’irrigation qui souffrent de déficit. Cette manière de gestion permet de disposer d’un volume additionnel sans faire appel à de nouvelles ressources avec considération comme hypothèses : réduction des pertes en réseaux 40% (2012) à 27% (2030) et économie d’eau de 10% (niveau 1) qui représente l’évolution de l’irrigation gravitaire vers l’irrigation par aspersion.

Cette variante qui représente cette politique d’économie d’eau nous ont permis de constater qu’on est passé d’un déficit en eau de 5 hm³ en 2015 (variante de base) à un excédent de 113 hm³ pour le même horizon (2015).

En 2030, l’excédent qui sera dégagé est de l’ordre de 206 hm³. Ce chiffre est à mettre en comparaison avec le chiffre de -38 hm³ qui serait le résultat du bilan hydrique en dehors d’une réduction des fuites et sans suivre une politique d’économie d’eau.

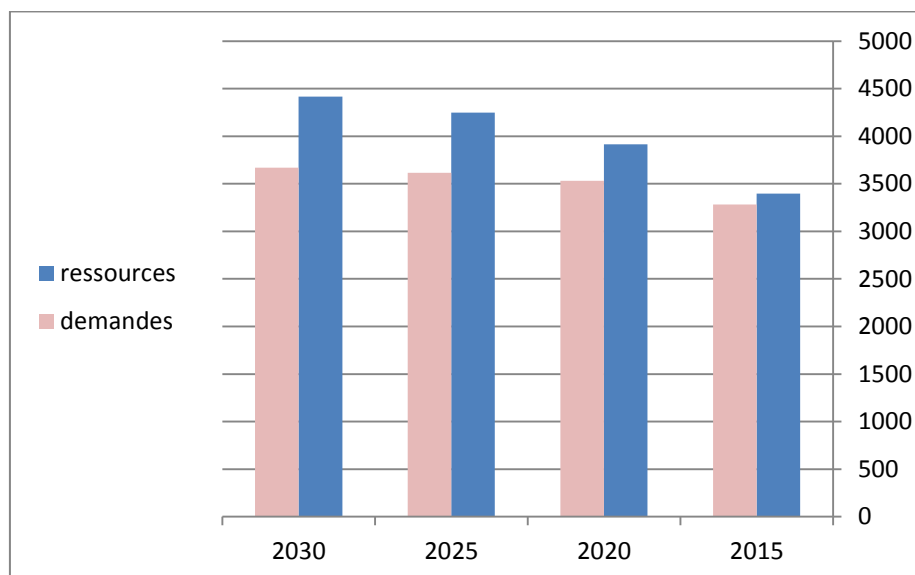
6.4. Variante III : Développement de l'offre

Tableau VI.4. Hypothèses de la variante III

Thèmes	Caractéristiques
VARIABLE CLIMATIQUE	
Pluviométrie	Type d'année moyenne
DEMANDE EN EAU	
Demande en eau urbaine	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 100 l/j/h (US, U, SUB, SU) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités urbaines (administration, petite industrie, commerce) : 40% (US, U, SUB), 33% (SU) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités touristiques : 20% (villes côtières), 15% (Villes thermales) • Taux de raccordement au réseau : 89% (2012) à 94% (2030) • Pertes actuelles en réseau (2012): 40% • Réduction des pertes en réseaux: 40% (2012) à 27% (2030)
Demande en eau rurale	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 80 l/j/h (SR, R) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités urbaines (administration, petite industrie, commerce) : 20% • Majoration de la dotation unitaire pour les activités touristiques : 20% (villes côtières), 15% (Villes thermales) • Taux de raccordement au réseau (2012) : 76% (2012) à 85% (2030) • Pertes actuelles en réseau (2012) : 40% • Réduction des pertes en réseaux: 40% (2012) à 27% (2030)
Demande en eau de la population raccordée	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 40 l/j/h • Taux de raccordement au réseau (2012): 0% • Pertes actuelles en réseau (2012): 0% • Réduction des pertes en réseaux: 0% par an (de 2012 à 2030)
Demande en eau industrielle	<ul style="list-style-type: none"> • Développement industriel: 1% par an (de 2012 à 2030) • Taux de réduction de la demande: 1% par an (de 2020 à 2030)
Demande en eau GPI	<ul style="list-style-type: none"> • GPI existants et en réalisation
Demande en eau PMH	<ul style="list-style-type: none"> • Développement des superficies irriguées par wilaya et par an: Alger (0%), M'Sila (0%), Tipaza (0%), Batna (0.5%), Ain Defla (0.5%), Blida (1%), Bouira (1%), TIZI Ouzou (1%), Sétif (1%), Médéa (1%), Boumerdes (1%), Bejaia (1%), Djelfa (1.5%), Bordj Bou Arréridj (1.5%). • Economie d'eau de 10% (niveau 1): représentant l'évolution de l'irrigation gravitaire vers l'irrigation par aspersion)
OFFRE EN EAU	
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitation actuelle
Barrages	<ul style="list-style-type: none"> • Barrages existants, en réalisation et en projet (MRE)
Système de transfert	<ul style="list-style-type: none"> • Transferts existants, en réalisation et en projet (MRE)
Retenues collinaires	<ul style="list-style-type: none"> • Retenues collinaires existantes en réalisation et en projet (MRE)
Dessalement eau de mer	<ul style="list-style-type: none"> • Stations de dessalement existantes et en réalisation
Eaux usées traitées urbaines	<ul style="list-style-type: none"> • STEP existantes et en réalisation
Eaux usées traitées rurales	<ul style="list-style-type: none"> • STEP existantes et en réalisation

6.4.1. Résultats généraux de la variante

Histogramme VI.3. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante III)



6.4.2. Confrontation ressources-demandes

La politique de développement de l'offre produit des volumes supplémentaires pour garantir et développer les ressources en eau, ce programme est suivi par le MRE surtout dans le domaine de constructions des barrages dans cette zone d'étude.

L'analyse des résultats de cette variante affichés dans le tableau ci-dessus permettent de constater des excédents d'eau très importants allant de 113 hm³ en 2015 à 747 hm³ en 2030.

Les wilayas de Bouira, Tizi Ouzou, Boumerdes, Alger et Béjaia disposent de grandes possibilités de mobilisation par grands barrages au contraire des wilayas de Batna, Djelfa, Médéa et surtout M'sila et Blida où leurs capacités de mobilisation sont très limitées.

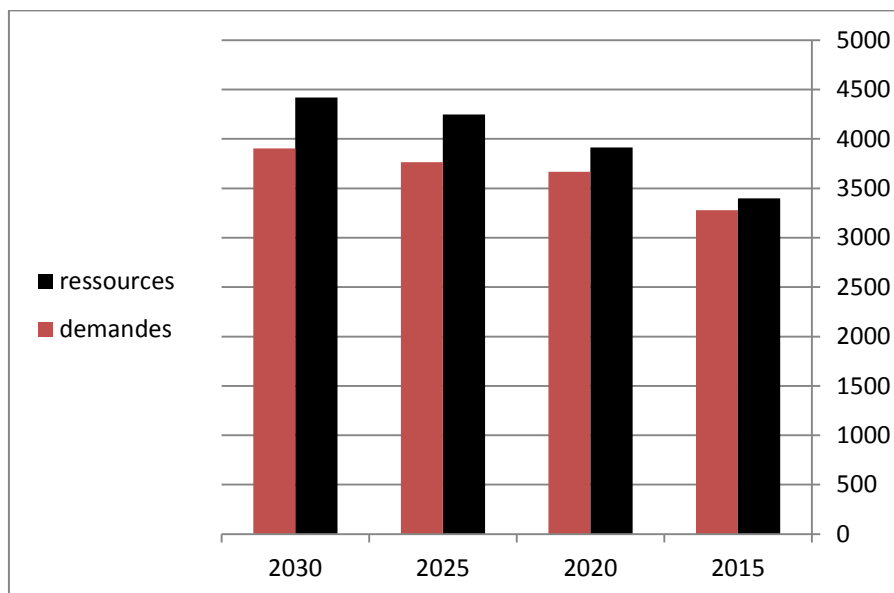
Il y a lieu de signaler que cette variante prend en compte l'ensemble des barrages de la zone d'étude Il s'agit de 34 barrages dont 15 en exploitation, 4 en réalisation et 14 en projet. C'est pourquoi de tels excédents importants ont été constatés

6.5. Variante IV : Développement de l'irrigation avec une économie d'eau de niveau 2

Tableau VI.5. Hypothèses de la variante IV

Thèmes	Caractéristiques
VARIABLE CLIMATIQUE	
Pluviométrie	Type d'année moyenne
DEMANDE EN EAU	
Demande en eau urbaine	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 100 l/j/h (US, U, SUB, SU) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités urbaines (admini petite industrie, commerce) : 40% (US, U, SUB), 33% (SU) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités touristiques : 20% côtières), 15% (Villes thermales) • Taux de raccordement au réseau : 89% (2012) à 94% (2030) • Pertes actuelles en réseau (2012): 40% • Réduction des pertes en réseaux: 40% (2012) à 27% (2030)
Demande en eau rurale	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 80 l/j/h (SR, R) • Majoration de la dotation unitaire pour les activités urbaines (admini petite industrie, commerce) : 20% • Majoration de la dotation unitaire pour les activités touristiques : 20% côtières), 15% (Villes thermales) • Taux de raccordement au réseau (2012) : 76% (2012) à 85% (2030) • Pertes actuelles en réseau (2012) : 40% • Réduction des pertes en réseaux: 40% (2012) à 27% (2030)
Demande en eau de la population raccordée	<ul style="list-style-type: none"> • Dotation unitaire : 40 l/j/h • Taux de raccordement au réseau (2012): 0% • Pertes actuelles en réseau (2012): 0% • Réduction des pertes en réseaux: 0% par an (de 2012 à 2030)
Demande en eau industrielle	<ul style="list-style-type: none"> • Développement industriel: 1% par an (de 2012 à 2030) • Taux de réduction de la demande: 1% par an (de 2020 à 2030)
Demande en eau GPI	<ul style="list-style-type: none"> • GPI existants, en réalisation et en projet (MRE/ONID)
Demande en eau PMH	<ul style="list-style-type: none"> • Développement des superficies irriguées par wilaya et par an: Alger (0%), M'Sila (0%), Tipaza (0%), Batna (0.5%), Ain Defla (0.5%) (1%), Bouira (1%), TIZI Ouzou (1%), Sétif (1%), Médéa (1%), Boumerdes (1%), Bejaia (1%), Djelfa (1.5%), Bordj Bou Arréridj (1.5%). • Economie d'eau de 25% (niveau 2): représentant l'évolution de l'irrigation gravitaire vers l'irrigation localisée)
OFFRE EN EAU	
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitation actuelle
Barrages	<ul style="list-style-type: none"> • Barrages existants, en réalisation et en projet (MRE)
Système de transfert	<ul style="list-style-type: none"> • Transferts existants, en réalisation et en projet (MRE)
Retenues collinaires	<ul style="list-style-type: none"> • Retenues collinaires existantes en réalisation et en projet (MRE)
Dessalement eau de mer	<ul style="list-style-type: none"> • Stations de dessalement existantes et en réalisation
Eaux usées traitées urbaines	<ul style="list-style-type: none"> • STEP existantes et en réalisation • Taux de réutilisation : 30% du volume épuré
Eaux usées traitées rurales	<ul style="list-style-type: none"> • STEP existantes et en réalisation • Taux de réutilisation : 30% du volume épuré

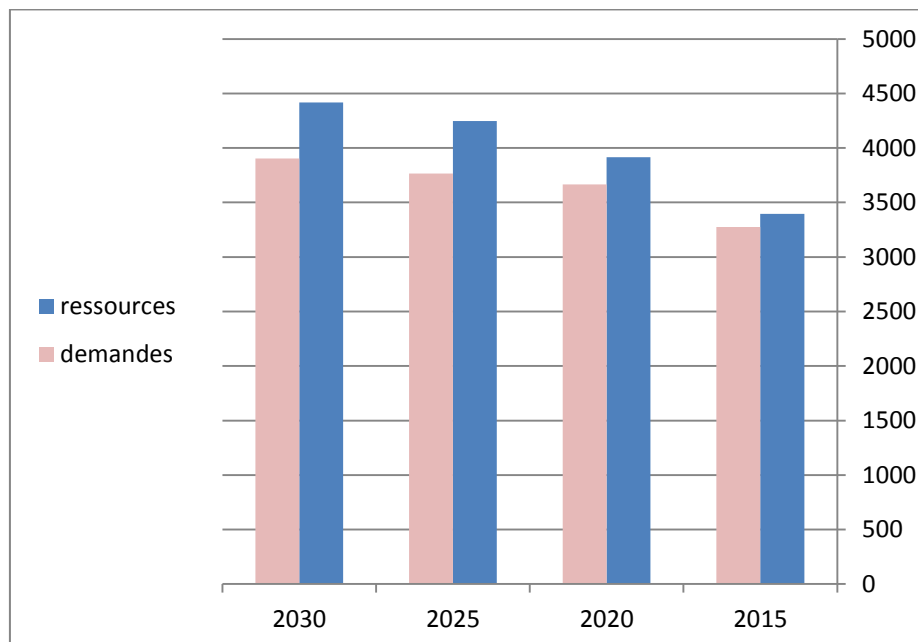
6.5.1. Résultats généraux de la variante

Histogramme IV.4. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante IV)

cette variante vise à développer l'irrigation à travers la réalisation de GPI (l'extension des superficies irriguées en PMH incluse) avec l'application de mesures d'économie d'eau (utilisation des différents moyens par réutilisation des eaux épurées et d'un passage de l'irrigation gravitaire vers l'irrigation localisée) avec considération l'hypothèse suivante : Economie d'eau de 25% (niveau 2 qui représente l'évolution de l'irrigation gravitaire vers l'irrigation localisée).

Les résultats ci-dessus nous informent que l'excédent d'eau global a augmenté d'environ 20 hm³ à l'horizon 2030 par rapport à l'excédent obtenu au niveau de la variante précédente pour le même horizon.

6.6.1. Résultats généraux de la variante

Histogramme IV.5. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante V)

Le programme de dessalement de l'eau de mer prévu pour la région hydrographique Algérois-Hodna-Soummam a été achevé avant la fin 2012. Il compte 3 grandes stations

(El Hamma (Alger) 200 000 m³/j, Cap Djinet (Boumerdes) 100 000 m³/j, Fouka (Tipaza) 120 000 m³/j) d'une capacité de 420 000 m³/j (153,30 hm³/an) et 7 stations de type monobloc totalisant une capacité de 20 000 m³/j (7,30 hm³/an).

D'après les résultats de la présente variante et ceux de la variante précédente qu'il n'y a pas de différence entre eux. Ceci est dû au fait que les stations de dessalement de l'eau de mer sont déjà prises en compte dans toutes les variantes précédentes et pour tous les horizons.

6.7. Variante VI : Variante d'équilibre du bilan hydrique

Compte tenu des résultats obtenus pour chaque variante testée et au vu des excédents ou des déficits en eau enregistrés au niveau des wilayas selon le cas, on est amené à modifier le programme initial de mobilisation de la ressource en eau superficielle et de réalisation des GPI.

6.7.1. Ajustement du programme de la mobilisation

Les modifications apportées à la planification initiale consistent, selon le cas, à différer l'échéance de mise en service de certains équipements (barrages, GPI). Le résultat étant un programme d'investissement « ajusté » assurant une meilleure utilisation de la ressource.

On résume dans le tableau ci-après les principales propositions d'ajustements :

Tableau VI.7. Propositions d'ajustement

Wilaya	Propositions d'ajustement
Bouira	<p>Les barrages Koudiat Acerdoune et Tilesdit (sans les 3 prises prévues) et Lek permettent la satisfaction de l'AEP des agglomérations de la région et l'irrigation du périmètre d'El Asname et des Arribs.</p> <p>Le Barrage Bouhamoud (code : BG0904) et les prises Ziane, Berd, Barbare se diffèrent au-delà de 2030.</p>
Tizi Ouzou	<p>Le système Taksebt-Souk Tleta, le barrage Koudiat Acerdoune ainsi que la SDE Cap Djinet assureront l'alimentation en eau potable et agricole de la région.</p> <p>Les barrages Zaouia (BG0216), Bounachi (BG0212) et Sidi Khelifa (BG0211) se diffèrent au delà de 2030.</p>
Béjaia	<p>Le barrage Tichy Haf (BG1503) garantira en complément des ressources locales existantes la satisfaction de l'AEP du couloir Akbou-Béjaia et l'irrigation du G l'Oued Sahel.</p> <p>Le barrage Azib Timizart s'avère inutile à l'horizon 2020, il est donc préconisé différer la construction au delà de 2030.</p>
Blida	<p>Le barrage Barek sensé être alimenté à partir des eaux usées épurées de la STE Baraki est à réaliser en priorité compte tenu du déficit important que connaît la dans le secteur de l'agriculture.</p>
Boumerdes	<p>Différer la prise de Draa El Kiffan au-delà de 2040 compte tenu que le barrage Djemaa aval (sans la prise) pourra satisfaire les besoins en eau du GPI Isser-Al et le renforcement de l'AEP d'Alger et de Boumerdes.</p>

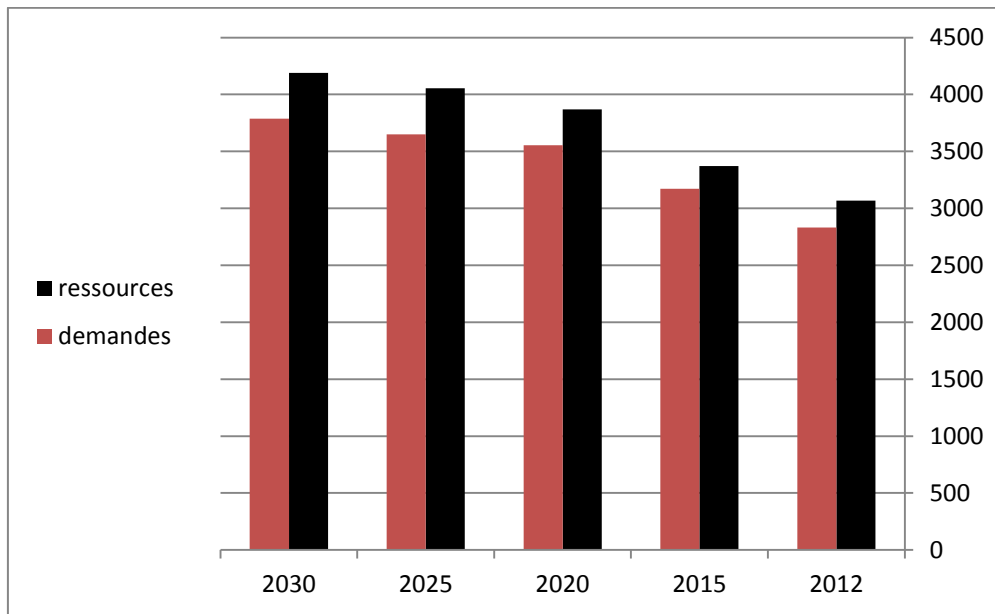
6.7.2. Révision de la programmation des GPI

Le développement de la mobilisation des eaux de surface permet d’assurer un fort développement des superficies irriguées en GPI. Cela permettra de maintenir la dynamique économique et agricole tout en préservant la ressource en eau contre toute forme de surexploitation engendré par l’utilisation non contrôlée de la ressource (cas de la PMH).

La wilaya de M’sila est parmi les wilayas dont les possibilités de mobilisation des eaux de surface sont assez limitées. Même les futures barrages prévus sont des ouvrages de faibles capacités (Oued Chair, M’cif et Koudiat Ben Aida). Ceci constitue un facteur limitant pour le développement des GPI au niveau de la wilaya.

6.7.3. Résultats généraux de la variante

Histogramme IV.6. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante d’équilibre)



6.7.4. Effet de la sécheresse

Dans les horizons à venir, des sécheresses peuvent survenir, qu’elles soient météorologiques (déficit de précipitations), agricoles (déficit d’eau dans le sol) ou hydrologiques (déficit d’écoulement).

La sécheresse des années 2000 a par exemple affecté une part importante du territoire de la zone d’étude. Elle a donné lieu à des restrictions sévères des prélèvements d’eau pour l’agriculture et les autres usages et au final conduit à des conséquences économiques importantes en particulier pour la production agricole.

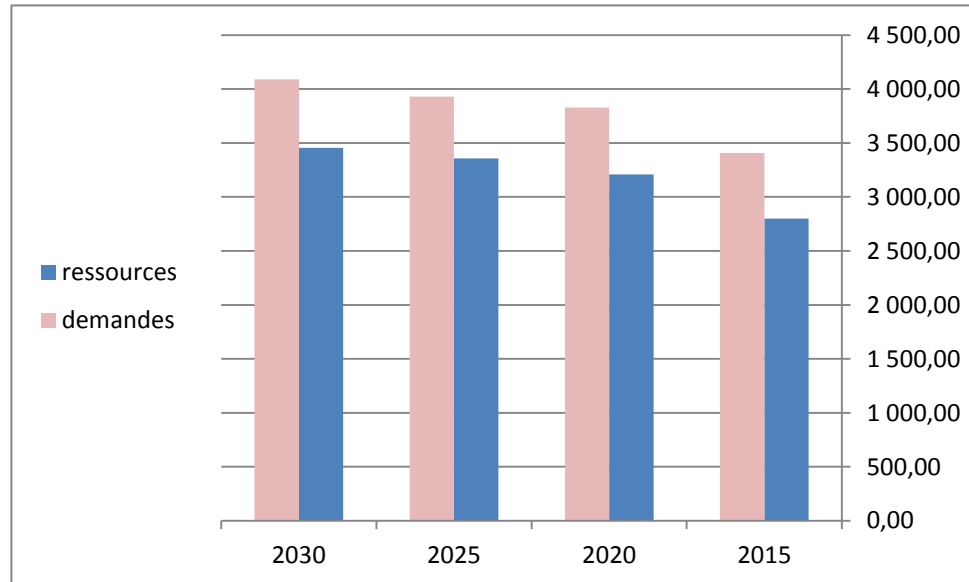
Il faut souligner que le scénario déficitaire simulé ici est considéré comme un paramètre d'une analyse de sensibilité du bilan hydrique

Résultats généraux du scénario

Tableau VI.8. Bilan ressources-demandes en hm³ (scénario sécheresse)

Horizon	Variante IX (année moyenne)				Variante IX (année sèche)			
	2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau								
Eaux souterraines	791.73	791.73	791.73	791.73	554,21	554,21	554,21	554,21
Grands Barrages AEP	627.04	786.17	847.86	852.66	438,93	550,32	593,50	596,86
Grands Barrages IRR	428.46	556.43	627.44	736.49	299,92	389,50	439,21	515,54
Retenues collinaires	60.84	60.84	60.84	60.84	42,59	42,59	42,59	42,59
Eau de dessalement	158.89	158.89	158.89	158.89	158,89	158,89	158,89	158,89
Eau usée épurée	79.09	96.56	111.29	125.35	79,09	96,56	111,29	125,35
Transfert Importatio	1224.46	1417.3	1457.28	1462.27	1 224,46	1 417,30	1 457,28	1 462,27
Total Ressources	3370.51	3867.92	4055.33	4188.23	2 798,09	3 209,37	3 356,97	3 455,71
Demandes en eau								
Besoins Urbains	392.33	431.35	469.98	507.02	392,33	431,35	469,98	507,02
Pertes Urbaines	230.41	222.18	201.4	187.5	230,41	222,18	201,40	187,50
Besoins Industriels	23.9	23.74	23.66	24	23,90	23,74	23,66	24,00
Pertes Industrielles	4.81	4.26	3.63	3.22	4,81	4,26	3,63	3,22
Besoins Touristique	2.81	3.11	3.45	3.73	2,81	3,11	3,45	3,73
Pertes Touristiques	1.66	1.66	1.44	1.34	1,66	1,66	1,44	1,34
Besoins Ruraux	101.81	112.14	121.92	132.54	101,81	112,14	121,92	132,54
Pertes Rurales	46.68	45.42	41.15	38.8	46,68	45,42	41,15	38,80
Demande GPI	300.78	473.47	495.13	584.7	360,94	568,16	594,16	701,64
demande PMH	883.18	894.12	906.13	917.99	1 059,82	1 072,94	1 087,36	1 101,59
Transfert Exportation	1182.55	1342.48	1382.46	1387.45	1 182,55	1 342,48	1 382,46	1 387,45
Total Demandes	3170.92	3553.93	3650.35	3788.29	3 407,71	3 827,45	3 930,60	4 088,83
Bilan	199.59	313.99	404.98	399.94	-609,62	-618,08	-573,63	-633,11

Les tableaux suivants affichent les résultats d'une simulation de réduction des ressources en eau superficielle et souterraine de 30% avec une augmentation des besoins en eau d'irrigation de 20% sous l'effet de la sécheresse. Les autres hypothèses de la variante d'équilibre décrite précédemment restent inchangées.

Histogramme IV.7. Bilan ressources-demandes en hm³ (scénario sécheresse)

Il apparaît clairement d'après l'histogramme de bilan ressources-demandes ci-dessus que malgré les efforts de construction de barrages, de réduction de fuites et même d'utilisation des ressources en eau non conventionnelles, le déficit global en 2015 sera de l'ordre de - 609.62 hm³ qui passera à environ -633.11 hm³ en 2030 et cela produira un déséquilibre entre les ressources et les demandes surtout le secteur agricole et l'alimentation d'eau potable .

CONCLUSION GENERALE

La recherche dans ce thème est composée de deux domaines très importants : La gestion des ressources en eau et la planification de ces ressources à partir d'un modèle de simulation qui s'appelle Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau (PDARE).

La démarche de ce travail a débutée par la collecte des données qui représente la clé de cette recherche, et notre travail s'est fixé comme objectif d'améliorer la planification des ressources en eau à l'échelle de bassin versant Algérois-Hodna-Soummam.

Ce travail a débuté par une présentation des ressources en eau dans le monde, puis les ressources d'eau en Algérie par la suite de représenter l'organisation institutionnelle de la gestion et planification des ressources en eau.

On a consacré un chapitre spécialement pour faire une description détaillée de la zone d'étude accompagnée par une série de cartes avec identification des ressources en eau conventionnelle et non conventionnelle, par la suite d'une représentation de modèle de simulation

Un certain nombre de scénarios a été étudié pour voir l'impact de ces hypothèses sur le bilan ressources-demandes dans le bassin versant Algérois-Hodna-Soummam dans un but d'avoir des solutions afin d'améliorer la planification des ressources en eau.

Ce travail ouvre enfin des perspectives de recherche sur plusieurs domaines qui porte sur :

- ✓ la gestion intégrée des ressources en eau ,
- ✓ management des ressources en eau , planification des ressources en eau .

A noter que ces modèles permettent d'étudier un certain nombre de problématiques liées à la gestion des ressources hydriques entre autre :

- La crise d'eau en cas de sécheresse.
- Evaluation des ressources en eau
- Outil de décision
- Identification les wilayas les plus pauvres en eau .

Les résultats de ce travail montrent que le modèle de simulation Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau (PDARE) définissent pour chaque région, les choix stratégiques de mobilisation, d'affectation et d'utilisation des ressources en eau, y compris les eaux non conventionnelles.

Et ce modèle comporte

- ✓ Une évaluation des ressources en eau mobilisables,
- ✓ Une évaluation des besoins en eau,
- ✓ L'identification des projets et programmes structurants de :
 - Mobilisation et d'affectation des ressources en eau,
 - Réhabilitation et de développement de l'infrastructure d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'irrigation;
- ✓ La répartition temporelle de l'ensemble des projets et programmes structurants sur la période de planification,
- ✓ Estimation des coûts d'investissements.

A partir des résultats des variantes simulés, d'après l'étude faite il est recommandé de :

1. S'intéressé sur l'impact de changement climatique sur les ressources en eau car malgré la mobilisation de ces ressources et une réduction des pertes très importantes on pourra pas éviter les conséquences négatifs (rareté de l'eau)
2. D'orienter vers les technique d'irrigation les plus économes (irrigation localisé ou bien par aspersion)
3. la technique de réutilisation des eaux épurés pour accroître la quantité des ressources en eau sans faire appel à la mobilisation des ouvrages

par ailleurs la sensibilisation nous permet de gagner un pourcentage très remarquable .

Notre objectif de ce travail est d'améliorer la planification des ressources en eau et les outils de décision et de s'intéresser sur les sujets qui nécessitent une coopération et la coordination entre les recherche académiques et les travaux de terrain .

RECOMMANDATIONS

Le domaine de l'eau nécessite une bonne recherche qui a une relation avec les projets de terrain, cette coordination a beaucoup d'avantages.

D'après les résultats obtenus, on peut dire qu'il y'a toujours un coefficient de risque d'après le système de simulation Pdare qui sert à la planification des ressources en eau ,les résultats de différents scénarios sont obtenus avec considération de réduction des pertes à partir de 40 % en 2012 jusqu'à 27 % en 2030 et avec tous les ressources en projet et en construction et en exploitation et avec une hypothèse de variable climatique (Type d'année moyenne) .il est primordiale d'intéresser aux scénarios les plus pessimistes telle de sécheresse pour préparer les solutions et de traiter le maximum des hypothèses par exemple :

- ❖ envasement des barrages d'environ 50% à l'horizon 2030 ou 2050
- ❖ changement climatique et leur impact sur la capacité des réservoirs.

D'où il est préférable d'intéresser pour les thèmes suivants :

- ✓ Recyclage des eaux épurées après des recherches et des tests dans les laboratoires pour garantir une meilleure qualité de l'eau soit pour l'utiliser pour l'irrigation ou bien pour l'alimentation d'eau potable et pour la recharge des nappes.
- ✓ Améliorer la mobilisation des ressources non conventionnelle surtout le dessalement d'eau de mer pour éviter le scénario le plus pessimiste (pénurie d'eau) parce que l'Algérie est classée parmi les pays qui seront touchés par la sécheresse d'ici à 2025
- ✓ Intéresser sur l'irrigation, parce que ce paramètre est la clé de développement soit à l'intérieure (sécurité alimentaire) ou bien à l'extérieur pour l'exportation.
- ✓ La concertation entre les différents organismes (ANBT, AGIRE, ONID, ANRH..) et entre les ministères de l'industrie et l'agriculture et la santé ...pour une bonne gestion .
- ✓ Améliorer la mobilisation des ressources en eau surtout ou il y'a un déficit dans les wilayas les plus pauvres en eau.
- ✓ La gestion déléguée est un bien nécessaire pour faire un échange et de profiter de l'expérience des entreprises spécialisées.
- ✓ Coordination et concertation pour avoir une meilleure planification.

Recommandations

- ✓ Système de transferts entre les barrages et d'intéresser de réduire les pertes d'eau.
- ✓ Choisir les modes d'irrigation les plus économes (par aspersion ou bien de goutte à goutte)
- ✓ Sensibilisation le service public pour lutter contre le gaspillage.
- ✓ Valorisation des ressources en eau
- ✓ Améliorer la gestion d'eau.
- ✓ Gestion des risques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **Centre d'information sur l'eau**. Les ressources en eau dans le Monde. 2013.
- [2] **Peter H. Gleick et Meena Palaniappan**, Peak water limits to freshwater withdrawal and use, Proceedings of the National Academy of Science (2010) **107** 11155–11162.
<http://www.pnas.org/content/early/2010/05/20/1004812107.abstract>
- [3] voir site web :
http://www.acgrenoble.fr/disciplines/svt/file/ancien_site/log/1_es/eau/eseau_act2.htm
- [4] Dossier pédagogique ,L'eau dans le monde p41-44
- [5] **Lionnel Luca, Jean Glavany & all**. *RAPPORT D'INFORMATION sur « La géopolitique de l'eau »*. Paris : ASSEMBLÉE NATIONALE, 2011. N° 4070.
- [6] **FAO**, Nation unies, World Resources Institute (WRI) Copyright © 2008, United Nations Environment Programme & Philippe Rekacewicz (Le Monde diplomatique), 2008
- [7] Bureau de recherche géologiques et minières (BRGM), 2011
- [8] Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)
- [9] **World Ressources** 2000-2001, People and Ecosystem The Fraying web of life . World Ressources Institute (WRI), Washington DC, 2000 : Aquastat 2008
- [10] **OMS**. Statistiques sanitaires mondiales . *Les usages de l'eau dans le Monde : les usages domestiques*. Centre d'information sur l'eau , 2013.
- [11] Unicef France, 2005
- [12] voir site web :
http://lelivrescolaire.fr/3240/2_Les_conflits_lies_a_l_eau.html#Document=8972
- [13] **KETTAB Ahmed** ,La rareté de l'eau et les conflits potentiels, 2008
- [14] **KETTAB Ahmed** , Rapport sous régional pour Afrique du Nord , Tunis, 17-18 Décembre 2014.
- [15] **GIEC**, *5eme rapport, Volume 2 (31 mars 2014) sur les impacts, vulnérabilités et adaptation synthèse politique: « Adaptation is the process of adjustment to actual or expected climate and its effects. In human systems, adaptation seeks to moderate or avoid harm or exploit beneficial opportunities. In some natural systems, human intervention may facilitate adjustment to expected climate and its effects. »*
- [16] **Giec** , *Les prévisions du rapport 2014 : les impacts du réchauffement climatique , 2014*

Références bibliographiques

- [17] **Banque mondiale**, les régions les plus exposées au réchauffement climatique, 2014
- [18] **PNUD**, Plan d'action pour la méditerranée, Stratégie méditerranéenne pour le développement durable
- [19] Visite du ministre des Ressources en eau à Béjaïa. **Benreguia, Salah**. 2013, La Tribune.
- [20] **BELGHALI**, planification stratégique des ressources en eau, 2012
- [21] Ministère des ressources en eau, PNE
- [22] **Ghosn, Morgan Mozas & Alexis**. État des lieux du secteur de l'eau en Algérie. Institut de prospective économique du monde méditerranéen (IPEMED), 2013.
- [23] Oran: Mise en service de la méga station de dessalement d'eau de mer d'EL-Mactaa en août. Algérie1, 2013.
- [24] Site de L'algérienne des eaux (ADE)
Site web : <http://www.ade.dz/index.php/projets/dessalement>
- [25] Secrétariat général du gouvernement, " Décret exécutif n°05-183 du 9 Rabie Ethani 1426 correspondant au 18 mai 2005 portant réaménagement du statut de l'agence nationale de réalisation et de gestion des infrastructures hydrauliques pour l'irrigation et le drainage.", journal officiel de la république Algérienne, N°36 22/05/2005 .
- [26] GESTION ET VALORISATION DES EAUX USEES EN ALGERIE. **HANNACHI, GHARZOULI & all.** n° 19, Paris : Larhyss Journal, 2014. ISSN 1112/3680.
- [27] **ONA, 2013.**
- [28] Le Ministre de Ressources en Eau de l'Algérie inaugure STEP de Deïsa Algérie. Voir le site web :
<http://deïsa.es/fr/ministre-ressources-en-eau-lalgerie-inaugure-step-deïsa-algerie/>
- [29] **Blinda M.** (2012). Vers une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau en Méditerranée. Plan Bleu, Valbonne. (Les Cahiers du Plan Bleu 14).
- [30] 2014-2019, le quinquennat de l'irrigation. **Allal Mourad**. Alger : L'Econews l'info économique et financière en continu, 2014.
- [31] voir site web : <http://phylog.perso.neuf.fr/plan.html>
- [32] Manuel guide de planification volume1 :Guide Synthétique
- [33] **Ministère des ressources en eau** <http://www.mre.dz/>

Références bibliographiques

[34] Secrétariat général du gouvernement, ''décret exécutif n° 2000-324 du 27 Rajab 1421H correspondant au 25 Octobre 2000, il fixe les attributions du ministre des ressources en eau'', journal officiel de la république Algérienne , N°63,25/10/2000.

[35] Secrétariat général du gouvernement, ''décret exécutif n° 2000-325 du 27 Rajab 1421H correspondant au 25 Octobre 2000, portant organisation de l'administration centrale du ministère des ressources en eau'', journal officiel de la république Algérienne , N°63,25/10/2000.

[36] Secrétariat général du gouvernement, ''décret exécutif n° 2000-326 du 27 rajab 1421 correspondant au 25 Octobre 2000 portant création, organisation et fonctionnement de l'Inspection Générale du ministère des ressources en eau'', journal officiel de la république Algérienne , N°63,25/10/2000

[37] voir site web : <http://www.seaal.dz/>

[38] www.suez-environnement.f voir aussi :

http://www.suez-environnement.fr/wp-content/uploads/2012/01/Brochure-WIKTI_FRA_BAT.pdf

[39] **SUEZ ENVIRONNEMENT**, OCTOBRE 2011, LE CONTRAT DE MANAGEMENT D'ALGER : UN AMBITIEUX PROGRAMME SUR L'EAU, UN PARTENARIAT PUBLIC-PRIVE REUSSI.

[40] REVUE DE PRESSE , 11 Mars 2014 , La Marseillaise des Eaux coule à Constantine

site web : http://www.acme-eau.org/La-Marseillaise-des-Eaux-coule-a-Constantine_a3625.html

[41] Site web : <http://www.eauxdemarseille.fr/>

[42] **Ali IDIR**, 05 avril 2008, Le quotidien électronique TSA, Algérie: l'espagnole Agbar agua va gérer les eaux d'Oran. Site web : <http://archives.tsa-algerie.com/>

[43] voir le Site web

http://www.eldjazaircom.dz/index.php?id_rubrique=292&id_article=2752

et des informations de plan d'entreprise de Agbar de 2008 jusqu'à 2012 pour des informations complémentaires aller vers le site www.agbar.e

[44] <http://www.suez-environnement.fr/actualites/communiqués-de-presse/suez-environnement-acquiert-aupres-de-la-caixa-group-2414-d%E2%80%99agbar-la-caixa-group-devient-le-second-actionnaire-de-suez-environnement>

[45] **BAHRI Wahida** , 23 Décembre 2007, L'expression , ANNABA ET EL TARF Gelsenwasser s'occupe de l'eau. Voir le site web :

<http://www.l'expressiondz.com/regions/50419-gelsenwasser-s%E2%80%99occupe-de-l%E2%80%99eau.html>

Références bibliographiques

[46] le soir d'Alger , 07 avril 2011, Actualités : LA GESTION DE L'EAU À ANNABA ET EL-TARF Inévitable résiliation du partenariat avec Gelsenwasser

[47] **Amar Saifi**, 27 mars 2013, L'Econews : L'Allemand Gelsenwasser exige 10 milliards de dollars

Site web : http://www.leconews.com/fr/actualites/nationale/consommation/l-allemand-gelsenwasser-exige-10-milliards-de-dollars-27-03-2013-162754_362.php

[48] Manuel guide de planification volume2: Méthodes et Outils

[49] **Benbouchrit Tarek** , "Approche intégrée de la gestion de la ressource en eau de l'Algérois 02A, utilisation des outils d'aide à la décision", mémoire d'ingénieur, ENP, Alger, 2012.

ANNEXES

Tableau V.1 . Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante I)

Horizon	2012	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau					
Eaux souterraines	791.73	791.73	791.73	791.73	791.73
Grands Barrages AEP	634.90	634.90	758.68	758.68	758.68
Grands Barrages IRR	446.80	446.80	557.52	557.52	557.52
Retenues collinaires	60.84	60.84	60.84	60.84	60.84
Eau de dessalement	158.89	158.89	158.89	158.89	158.89
Transfert Importation	947.77	1224.46	1417.30	1457.28	1462.27
Total Ressources	3040.93	3317.62	3744.96	3784.94	3789.93
Demandes en eau					
Besoins Urbains	373.77	392.33	424.70	455.95	488.21
Pertes Urbaines	249.14	261.54	283.11	303.93	325.56
Besoins Industriels	24.63	24.63	24.63	24.63	24.63
Pertes Industrielles	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56
Besoins Touristiques	2.67	2.81	3.05	3.26	3.55
Pertes Touristiques	1.75	1.87	2.03	2.20	2.39
Besoins Ruraux	96.28	101.28	109.84	118.07	126.47
Pertes Rurales	49.95	52.6	57.07	61.27	65.8
Demande GPI	243.88	300.78	330.72	330.72	330.72
demande PMH	983.13	996.86	1020.03	1043.78	1067.63
Transfert Exportation	907.84	1182.55	1342.48	1382.46	1387.45
Total Demandes	2938.60	3322.81	3603.22	3731.83	3827.97
Bilan	102.33	-5.19	141.74	53.11	-38.04

Tableau VI.2. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante II)

Horizon	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau				
Eaux souterraines	791.73	791.73	791.73	791.73
Grands Barrages AEP	634.90	719,68	719,68	719,68
Grands Barrages IRR	446.80	557.52	557.52	557.52
Retenues collinaires	60.84	60.84	60.84	60.84
Eau de dessalement	158.89	158.89	158.89	158.89
Eau usée épurée	79.33	96.90	111.58	125.62
Transfert Importation	1224.46	1417.30	1457.28	1462.27
Total Ressources	3396.95	3802.86	3857.52	3876.55
Demandes en eau				
Besoins Urbains	392.33	431.35	469.98	507.02
Pertes Urbaines	230.41	222.18	201.40	187.5
Besoins Industriels	25.23	25.02	24.72	24.74
Pertes Industrielles	5.1	4.54	3.85	3.38
Besoins Touristiques	2.81	3.11	3.45	3.73
Pertes Touristiques	1.66	1.66	1.44	1.34
Besoins Ruraux	101.81	112.14	121.92	132.54
Pertes Rurales	46.68	45.42	41.15	38.8
Demande GPI	300.78	330.72	330.72	330.72
demande PMH	994.29	1011.94	1034.43	1053.05
Transfert Exportation	1182.55	1342.48	1382.46	1387.45
Total Demandes	3283.65	3530.56	3615.52	3670.27
Bilan	113.30	272.30	242.00	206.28

Tableau VI.3. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante III)

Horizon	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau				
Eaux souterraines	791.73	791.73	791.73	791.73
Grands Barrages AEP	634.90	794.03	904.52	909.32
Grands Barrages IRR	446.80	594.77	763.58	908.63
Retenues collinaires	60.84	60.84	60.84	60.84
Eau de dessalement	158.89	158.89	158.89	158.89
Eau usée épurée	79.33	96.90	111.58	125.62
Transfert Importation	1224.46	1417.30	1457.28	1462.27
Total Ressources	3396.95	3914.46	4248.42	4417.3
Demandes en eau				
Besoins Urbains	392.33	431.35	469.98	507.02
Pertes Urbaines	230.41	222.18	201.40	187.5
Besoins Industriels	25.23	25.02	24.72	24.74
Pertes Industrielles	5.10	4.54	3.85	3.38
Besoins Touristiques	2.81	3.11	3.45	3.73
Pertes Touristiques	1.66	1.66	1.44	1.34
Besoins Ruraux	101.81	112.14	121.92	132.54
Pertes Rurales	46.68	45.42	41.15	38.8
Demande GPI	300.78	330.72	330.72	330.72
demande PMH	994.29	1011.94	1034.43	1053.05
Transfert Exportation	1182.55	1342.48	1382.46	1387.45
Total Demandes	3283.65	3530.56	3615.52	3670.27

Annexes

Bilan	113.30	383.90	632.90	747.03
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Tableau VI.4. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante IV)

Horizon	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau				
Eaux souterraines	791.73	791.73	791.73	791.73
Grands Barrages AEP	634.90	794.03	904.52	909.32
Grands Barrages IRR	446.80	594.77	763.58	908.63
Retenues collinaires	60.84	60.84	60.84	60.84
Eau de dessalement	158.89	158.89	158.89	158.89
Eau usée épurée	79.33	96.90	111.58	125.62
Transfert Importation	1224.46	1417.30	1457.28	1462.27
Total Ressources	3396.95	3914.46	4248.42	4417.30
Demandes en eau				
Besoins Urbains	392.33	431.35	469.98	507.02
Pertes Urbaines	230.41	222.18	201.40	187.5
Besoins Industriels	25.23	25.02	24.72	24.74
Pertes Industrielles	5.1	4.54	3.85	3.38
Besoins Touristiques	2.81	3.11	3.45	3.73
Pertes Touristiques	1.66	1.66	1.44	1.34
Besoins Ruraux	101.81	112.14	121.92	132.54
Pertes Rurales	46.68	45.42	41.15	38.8
Demande GPI	300.78	473.47	495.13	584.7
demande PMH	988.29	1005.79	1020.10	1033.69
Transfert Exportation	1182.55	1342.48	1382.46	1387.45
Total Demandes	3277.65	3667.16	3765.60	3904.89
Bilan	119.30	247.30	482.82	512.41

Tableau VI.5. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante V)

Horizon	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau				
Eaux souterraines	791.73	791.73	791.73	791.73
Grands Barrages AEP	634.90	794.03	904.52	909.32
Grands Barrages IRR	446.80	594.77	763.58	908.63
Retenues collinaires	60.84	60.84	60.84	60.84
Eau de dessalement	158.89	158.89	158.89	158.89
Eau usée épurée	79.09	96.56	111.29	125.35
Transfert Importation	1224.46	1417.30	1457.28	1462.27
Total Ressources	3396.71	3914.12	4248.13	4417.03
Demandes en eau				
Besoins Urbains	392.33	431.35	469.98	507.02
Pertes Urbaines	230.41	222.18	201.40	187.5
Besoins Industriels	23.90	23.74	23.66	24
Pertes Industrielles	4.81	4.26	3.63	3.22
Besoins Touristiques	2.81	3.11	3.45	3.73
Pertes Touristiques	1.66	1.66	1.44	1.34
Besoins Ruraux	101.81	112.14	121.92	132.54
Pertes Rurales	46.68	45.42	41.15	38.8
Demande GPI	300.78	473.47	495.13	584.7
demande PMH	988.29	1005.79	1020.10	1033.69
Transfert Exportation	1182.55	1342.48	1382.46	1387.45
Total Demandes	3276.03	3665.60	3764.32	3903.99
Bilan	120.68	248.52	483.81	513.04

Tableau VI.6. Bilan ressources-demandes en hm³ (Variante d'équilibre)

Horizon	2012	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau					
Eaux souterraines	791.73	791.73	791.73	791.73	791.73
Grands Barrages AEP	627.04	627.04	786.17	847.86	852.66
Grands Barrages IRR	428.46	428.46	556.43	627.44	736.49
Retenues collinaires	60.84	60.84	60.84	60.84	60.84
Eau de dessalement	158.89	158.89	158.89	158.89	158.89
Eau usée épurée	52.93	79.09	96.56	111.29	125.35
Transfert Importation	947.77	1224.46	1417.3	1457.28	1462.27
Total Ressources	3067.66	3370.51	3867.92	4055.33	4188.23
Demandes en eau					
Besoins Urbains	373.77	392.33	431.35	469.98	507.02
Pertes Urbaines	249.14	230.41	222.18	201.4	187.5
Besoins Industriels	24.39	23.9	23.74	23.66	24
Pertes Industrielles	5.4	4.81	4.26	3.63	3.22
Besoins Touristiques	2.67	2.81	3.11	3.45	3.73
Pertes Touristiques	1.75	1.66	1.66	1.44	1.34
Besoins Ruraux	96.28	101.81	112.14	121.92	132.54
Pertes Rurales	49.95	46.68	45.42	41.15	38.8
Demande GPI	243.88	300.78	473.47	495.13	584.7
demande PMH	876.35	883.18	894.12	906.13	917.99
Transfert Exportation	907.84	1182.55	1342.48	1382.46	1387.45
Total Demandes	2831.42	3170.92	3553.93	3650.35	3788.29
Bilan	236.24	199.59	313.99	404.98	399.94