



**République Algérienne Démocratique et
Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique**



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

Département Hydraulique

Laboratoire de Recherches en Sciences de l'Eau (LRS-EAU)

Mémoire de Master

Intitulé:

**Simulation STRAtégique, Politique des ressources en
EAU en Algérie (SISTRAP-Eau)**

Réalisé par :

DJAFFAR Sabrina

Soutenance le 30/09/2015 devant le jury :

Président : Mr.NAKIBMaamar (ENP)

Promoteurs : Pr. KETTAB Ahmed (ENP)

Mr.BOUKROUNA Mourad (AGIRE/MRE)

Examineurs : Mr.BENZIADA Salim (ENP)

Mr.NEBBACHENacer (ENP)

Invitées : M^{me} BROURI Malya (MRE)

M^{me} BADJI Faiza (MRE)

Enp 10, avenue HassenBadi, BP 182 El -Harrach, Alger 16200

<http://www.enp.edu.dz>

Septembre 2015

Remerciements

Mes remerciements s'adressent tout d'abord à Monsieur KETTAB Ahmed et Monsieur BOUKROUNA Mourad.

Monsieur KETTAB, mon promoteur professeur de gestion intégrée des ressources en eau ; législation ; et traitement des eaux...etc au Département Hydraulique de l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger sans oublier ses compétences et motivations au niveau national et internationale.

J'oublie pas de citer tous les mots et les encouragements et les conseils de Monsieur KETTAB, que dieu le protège.

Monsieur BOUKROUNA, Assistant du Directeur Général Chargé de l'informatique et des systèmes d'information au niveau de l'Agence Nationale de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (AGIRE), malgré qu'il est toujours occupé mais il m'a donné le maximum des informations, de réflexion ...etc.

Tout au long de ce travail, ils ont su m'apporter un soutien constant, une disponibilité, une écoute, une confiance et des conseils précieux et avisés à la hauteur de leurs compétences et de leurs réelles qualités humaines.

Je remercie aussi Mr.BENZIADA de son soutien et l'aide dans le domaine de gestion et planification des ressources en eau ainsi pour Mr.NAKIB et Mr.NEBBECH sans oublier Melle Benmamar.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de ma recherche et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

Mes remerciements s'adressent aussi aux enseignants du Département Hydraulique de l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, auxquels nous devons notre formation d'ingénieur.

DEDICACES

Malgré l'échec de nos expériences

Malgré le manque de l'écoute

Malgré l'humanité perdue

Malgré notre silence inacceptable

Je dédie ce modeste travail :

Pour tous les gens qui m'aiment de près ou de loin ;

Pour toute personne de près ou de loin qui m'ont permis de réaliser mon master;

Et Pour Tous les personnes qui rêvent pour une Algérie Meilleure

Vanessa

ملخص

يعتبر الماء مصدر للحياة وأهم قطاع لتحقيق التنمية المستدامة ،
إنتسيير الموارد المائية من بين المسائل المطروحة وخاصة في الدول النامية ولها اقمنا بإنجاز نموذج محاكاة الموارد
المائية لتحديد استراتيجية واضحة نستطيع اتباعها لاقتصاد الماء وتطوير قطاع الصناعة والسقيير وبتقريباً
ضية متوسطة المدى، وهذا عدم توفر هذا النموذج الاستراتيجي فيتمتتوا للباحثين والمتخصصين في علوم
المياه.

الكلمات المفتاحية : محاكاة ، نموذج ، استراتيجية ، موارد مائية ، التنمية المستدامة ، اقتصاد
الماء.

Résumé

L'eau est la source de la vie et le vecteur le plus important pour la réalisation du développement durable.

La gestion des ressources en eau est parmi les questions soulevée, en particulier dans les pays en développement, et pour cela nous devons avoir un modèle des ressources en eau afin de déterminer une stratégie claire, ou nous pourrons suivre une l'économie de l'eau et le développement du secteur industriel et agricole avec une vision mathématique à moyen terme.

Le manque de ce type de modèle stratégique à la disposition des chercheurs et des spécialistes en sciences de l'eau nous empêche à développer ce modèle SISTRAP-Eau.

Notre travail consiste à créer un modèle (logiciel) de simulation stratégique, vision, politique de l'eau à l'Horizon 2030. Ce modèle a été testé et les résultats obtenus sont intéressantes.

Mots clés: simulation, modèle, stratégie, les ressources en eau, développement durable, l'économie de l'eau.

Abstract

Water is the source of life and the most important sector for achieving sustainable development.

Hence the management of water resources is one of the issues raised, particularly in developing countries, and for that we need to complete the simulation of water resources model to determine a clear strategy, where we can follow for water conservation and development of the industrial sector and watering with mathematical medium-term vision.

The lack of such strategic model available to researchers and water scientists prevents us this developer SISTRAP-water model.

Key words: simulation, model, strategy, water resources, sustainable development, water economy.

LISTE D'ANNOTATIONS

ABH: Agence de Bassin Hydrographique

ADE : Algérienne des Eaux

AEP : Alimentation en Eau Potable

ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transfert

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques

AGIRE : Agence nationale de gestion intégrée des ressources en eau

DAEI : Demande en eau industrielle

DAEP : Demandes en eau potable

DRE : Direction des Ressources en eau

ENP : Ecole Nationale Polytechnique

GIRE : Gestion Intégrée des Ressources en Eau

GPI : Grands Périmètres Irrigués

MRE: Ministère des Ressources en Eau

ONS: Office National des Statistiques

PMH: Petite et moyenne Hydraulique

PNE: Plan National de l'Eau

REUE : Réutilisation des Eaux Usées Epurées

STEP: Station d'épuration

SISTRAP-EAU: modèle de Simulation Stratégique Politique Eau

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : LES RESSOURCES D'EAU EN ALGERIE	4
I.1 Les ressources en eau conventionnelles	4
I.1.1 Les eaux superficielles	4
I.1.2 Les ressources en eau souterraines	4
I.2 Les ressources en eau non conventionnelles	5
I.2.1 Le dessalement d'eau de mer	5
I.2.2 La réutilisation des eaux usées épurées	6
I.3 Les demandes en eau	6
I.3.1 La demande en eau potable	6
I.3.2 La demande en eau industrielle	6
I.3.3 La demande en eau d'irrigation.....	7
I.4 LA NOUVELLE POLITIQUE DE L'EAU EN ALGERIE	7
I.4.1 LES PRINCIPES DE LA GESTION DE L'EAU	8
I.4.2 Les axes stratégiques de la politique nationale de l'eau	8
I.5 SITUATION ACTUELLE DES RESSOURCES EN EAU	9
I.5.1 Des pressions croissantes sur des ressources en eau limitées	10
I.5.2 Une législation claire, moderne, intégrant le concept de gestion durable des ressource .	10
I.5.3 Une gestion de l'eau centralisée	11
I.5.4 Une participation du secteur privé à la gestion des services d'eau	12
I.5.5 Une gestion de l'eau encore très axée sur l'offre	12
I.5.6 Manque d'économie d'eau	12
CHAPITRE II : PRESENTATION DU MODELE DE SIMULATION	14
II.1 Description Du modèle de simulation SISTRAP-EAU	14
II.2 Paramètres du scénario :	15
II.3 Informations de base.....	16
II.4 Paramètres de planification.....	16
II.5 Les ressources en eau	17
II.6 La démarche du modèle de simulation SISTRAP-EAU	17
II.6.1 Projection de population	17
II.6.2 Calcul les demandes en eau	18
II.7 Le bilan hydrique.....	20

II.7.1 Les paramètres du bilan	21
CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	21
III.1 Scénario tendanciel	25
III.2 Scénario volontariste	28
III.3 Scénario de sécheresse	30
CONCLUSION GENERALE.....	35
RECOMMONDATIONS.....	37
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	Erreur ! Signet non défini.
ANNEXE.....	40

LISTE DES FIGURES

Figure.I.1 Répartition des ressources en eau souterraines	5
Figure. I.2Part des surfaces irriguées dotées d'équipements économes en eau	13
Figure II.1. Interface du modèle de simulation SISTRAP-EAU .	14
Figure II.2 Fenêtre de commencer les simulations .	14
Figure II.3 Paramètres du scénario.	15
Figure II.4 fenêtre d'affichage de calcul de bilan.	16
Figure II.5 Objectif de la réutilisation des eaux usées épurées	17
Figure II.6 Choix pour la Projection de la population	18
Figure II.7 Fenêtre de remplissage pour le calcul de demande en eau potable.	18
Figure II.8 Fenêtre de remplissage les objectifs pour le calcul la demande en eau industrielle.	19
Figure II.9 Fenêtre de remplissage des paramètres d'irrigation de GPI et PMH.	20
Figure II.10 Paramètres du calcul bilan hydraulique.	21
Figure II.11 Remplissage les ressources en eau souterraines	21
Figure II.12 Choix des horizons.	22
Figure II.13Choix type d'année sèche.	23
Figure II.14 Fenêtre de remplissage les coefficients de réduction des ressources en eau	23
Figure III.1: Bilan ressources-demands en hm ³ (scénario tendanciel)	26
Figure III.2. Bilan ressources-demands en hm ³ (scénario volontariste)	29
Figure III.3: Bilan ressources-demands en hm ³ (scénario sécheresse/tendanciel)	31
FigureIII.4. Bilan ressources-demands en hm ³ (scénario sécheresse/ volontariste)	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III.1 Bilan ressources-demands en hm3 (scénario tendanciel).....	25
Tableau III.2 Bilan ressources-demands en hm3 (scénario volontariste)	28
Tableau III.3.1 Bilan ressources-demands en hm3 (scénario sécheresse/tendanciel)	30
Tableau III.3.2 Bilan ressources-demands en hm3 (scénario sécheresse/volontariste)	32

INTRODUCTION GENERALE

L'accès durable aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Le changement climatique et la croissance urbaine et démographique attendus dans la région, risquent d'aggraver la situation de stress hydrique.

En Algérie, plusieurs facteurs peuvent expliquer la situation de stress hydrique :

- ➔ Les retards accumulés dans les décennies 1980 et 1990 pour ajuster l'offre à la demande en eau. En effet, le ratio ressources en eau par habitant et par an qui était de 1 500 m³ en 1962 n'était plus que de 720 m³ en 1990, de 630 m³ en 1998 et de 500 m³ aujourd'hui, traduisant ainsi le décalage par rapport à la croissance démographique
- ➔ La baisse de la pluviométrie depuis trois décennies, avec un pic de sécheresse en 2001-2002
- ➔ La croissance de la demande en eau
- ➔ Changement climatique
- ➔ Le mode de gestion suivi

Les potentialités hydriques naturelles de l'Algérie sont estimées actuellement à 18 milliards de m³ par an. L'irrigation occupe une place importante dans la consommation d'eau (62 % de la demande totale du pays). La demande en eau potable, qui a considérablement augmenté depuis les années 1970, représente quant à elle 35 % de la demande totale. La part des besoins en eau du secteur industriel ne s'élève qu'à 3 %.

Depuis le début des années 2000, le gouvernement algérien a pris des mesures importantes pour sortir de la situation de pénurie d'eau qui touchait le pays. La question hydraulique a été placée en priorité sur l'agenda politique et de gros moyens ont été mis en oeuvre pour mobiliser de nouvelles ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles.

La nouvelle politique de l'eau s'est ainsi structurée autour de deux axes stratégiques :

- le développement de l'infrastructure hydraulique : barrages, transferts, stations de dessalement d'eau de mer, stations d'épuration etc.
- la réforme institutionnelle du secteur de l'eau qui vise à promouvoir une meilleure gestion de la ressource.

Mais malgré la mobilisation des ressources en eau , le problème de l'insuffisance d'eau n'est pas résolu totalement .

Dans cette mémoire nous développons les points suivants :

- 1-Les ressources en eau existants en Algérie.
- 2-la situation actuelle des ressources en eau.
- 3-présentation de nouveau modèle de simulation SISTRAP-EAU
- 3- 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 ?**
- **Comment agir sur la demande en eau ?**
- **Quelle est le modèle de simulation qu'on peut prendre pour évaluer les demandes et le bilan hydrique des ressources en eau ?**
- **Quelle sont les solutions proposées pour remédier le problème de l'insuffisance d'eau en cas de changement climatique ?**

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : 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 conventionnelles (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 [1].

I.1 Les ressources en eau conventionnelles

I.1.1 Les eaux superficielles

Les ressources en eau superficielles potentielles sont estimées à 11,4 Mds m³/an. Leur mobilisation à l'horizon 2030 reste une importance inévitable pour assurer l'alimentation d'eau potable et la demande d'irrigation et l'avantage de sécurité alimentaire.

Les eaux superficielles sont les barrages et les retenus collinaire, elles représentent d'environ 7.7 milliards m³ mais le problème des barrages touchés par le phénomène d'envasement réduit la capacité de stockage de ces barrages, certains de ces barrages a été traité pour les cas les plus graves ; Il s'agit des barrages de Cheurfa II, Ghrib, Gargar, Oued Mellouk, Ksob, et Foug El Guerza.

I.1.2 Les ressources en eau souterraines

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. Voir **Figure I.1**

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 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 , 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 [2].

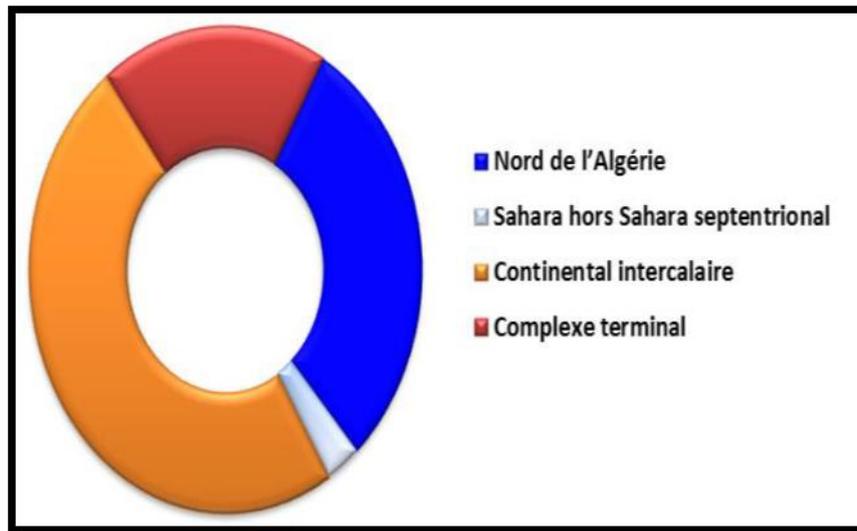


Figure.I.1 Répartition des ressources en eau souterraines. [2]

I.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.

I.2.1 Le dessalement d'eau de mer

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.[3]

1.2.2 La réutilisation des eaux usées épurées

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 [3].

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.

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.

1.3 Les demandes en eau

1.3.1 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

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 [1].

La croissance démographique exige la satisfaction d'eau et cela veut dire qu'il y'a une évolution de la demande en eau potable qui représente un défi majeure à l'instant et en future.

1.3.2 La demande en eau industrielle

La demande en eau industrielle dépend de la qualité de produit (jus, boissons, papiersetc) qu'il nécessite un volume considérable d'eau , pour l'Algérie il n y'a pas une évolution industrielle pour le moment mais d'ici à 2050 peut être que la demande en eau industrielle sera développée d'où ce paramètre doit être mise en compte en différent hypothèses.

I.3.3 La demande en eau d'irrigation

La situation actuelle de l'irrigation et sa problématique de développement sont le résultat d'une évolution historique dans laquelle il faut distinguer les Grands Périmètres Irrigués (GPI) et la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH).

Comme le mode d'irrigation suivi est gravitaire explique la demande très élevée de l'eau pour les Grands Périmètres Irrigués (GPI) à partir des barrages et les retenues collinaires L'initiative et la gestion de la Petite et Moyenne Hydraulique PMH relèvent du domaine privé et l'Etat n'a aucun moyen de gestion directe de ce secteur. Les exploitants de la PMH puisent quelque 85% de leurs besoins dans les ressources souterraines.

D'où il est préférable d'utiliser les modes d'irrigation les plus économes (goute à goutte ou par aspersion)

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) [4].

Conclusion:

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.

I.4 LA NOUVELLE POLITIQUE DE L'EAU EN ALGERIE

Consciente des défis à relever dans la gestion des ressources en eau et de la nécessité de mettre en œuvre une nouvelle politique dans ce secteur. L'Algérie à procéder à établir sa nouvelle politique qui est passée par plusieurs étapes à savoir :

- ✓ L'Algérie organise pour la première fois des assises nationales de l'eau en 1995. Suite à cette rencontre, un état des lieux et un diagnostic des systèmes de distribution et d'assainissement d'eau (vétusté des réseaux, fuites, branchements illégaux, incapacité à assurer pleinement l'accès à l'eau des populations, etc.) fut établi et une stratégie nationale élaborée.

- ✓ Dès 1996, l'Algérie a engagé une nouvelle politique de l'eau, à savoir la « Gestion intégrée des ressources en eau » pour garantir leur valorisation et durabilité. Cette nouvelle politique est fondée sur un ensemble de réformes institutionnelles et de nouveaux instruments qui sont les Agences de bassin et les Comités de Bassin.
- ✓ En 1999, création du Ministère des Ressources en Eau, chargé de la mise en œuvre et l'application de la politique nationale de l'eau
- ✓ En 2005 le code des eaux a été promulgué, définit l'eau comme bien de la collectivité nationale. Selon ce texte, le premier principe sur lequel se fonde l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau, est le droit à l'accès à l'eau et à l'assainissement pour satisfaire les besoins fondamentaux de la population, dans le respect de l'équité en matière de services publics. Elle a pour objet de :
 - Améliorer le service public de l'eau et de l'assainissement
 - Renforcer les compétences
 - Améliorer la transparence de la gestion
 - Faciliter l'accès à l'eau des plus démunis
 - Préserver et restaurer la qualité des eaux
- ✓ En février 2007, a été adopté le Plan National de l'Eau étalé jusqu'à l'horizon 2025, cet outil de planification souple et évolutif a pour principaux objectifs:
 - Assurer une durabilité de la ressource
 - Créer la dynamique de rééquilibrage territorial
 - Créer et renforcer l'attractivité et la compétitivité
 - Garantir une bonne gouvernance de l'eau

I.4.1 LES PRINCIPES DE LA GESTION DE L'EAU

1. Concertation : La concertation se fait par le biais des comités de bassins hydrographiques.
2. Economie : Cette économie se fait par la lutte contre les fuites et le gaspillage de l'eau avec des objectifs basés sur le comptage systématique et la réhabilitation des réseaux ainsi que par la sensibilisation des usagers à l'utilisation de cette ressource.
3. Ecologie : L'eau est une ressource rare et un bien collectif à protéger contre toute forme de pollution.
4. Coordination : la coordination se fait entre les différents ministères de la santé , environnement et les ressources en eau , ainsi entre les usagers et le ministère .

I.4.2 Les axes stratégiques de la politique nationale de l'eau

A l'instar des autres pays, l'Algérie a enrichi sa politique nationale de l'eau en l'adaptant à toutes les mutations nées aussi bien des changements climatiques, de

l'évolution, des enjeux et des besoins sociaux-économiques ainsi que d'une perception du coût réel de l'eau et des conséquences économiques. Dès le début des années 2000, les pouvoirs publics ont décidé d'ériger la question de l'eau en priorité de premier ordre. Cette priorité s'est traduite par une forte impulsion de l'intervention de l'État sur deux axes stratégiques majeurs:

1^{er} axe : Le développement de l'infrastructure hydraulique dans le cadre des programmes nationaux de relance et de soutien à la croissance économique

2^{ème} axe : Les réformes institutionnelles dans le cadre de la démarche nationale de renforcement de la gouvernance

- ✓ Développement de l'infrastructure hydraulique Les grands chantiers mis en œuvre depuis le début de la décennie 2000 visent cinq objectifs stratégiques :
 - A. Accroître et sécuriser la mobilisation de ressources en eau conventionnelles (renouvelables et fossiles) et non conventionnelles (dessalement et eaux usées épurées) et ceci, pour assurer la couverture des besoins en eau domestique, industrielle et agricole.
 - B. Garantir l'accès à l'eau et améliorer la qualité de service à travers la réhabilitation et la modernisation des infrastructures d'adduction et de distribution d'eau potable pour réduire au maximum les pertes et améliorer la qualité de service.
 - C. Assurer l'accès à l'assainissement et protéger les écosystèmes hydriques au moyen de la réhabilitation, modernisation et l'extension des infrastructures d'assainissement et d'épuration des eaux usées pour préserver et réutiliser une ressource en eau limitée.
 - D. Soutenir la stratégie de sécurité alimentaire avec la modernisation et l'extension des superficies irriguées
 - E. Assurer une bonne gouvernance de l'eau et une amélioration des indicateurs de gestion. Cette gouvernance se base sur :
 - Economie et préservation de l'eau
 - Protection contre les risques majeurs
 - Système tarifaire progressif et solidaire
 - Gestion participative

I.5 SITUATION ACTUELLE DES RESSOURCES EN EAU

En Algérie, le secteur de l'eau fait l'objet d'une attention particulière de la part des pouvoirs publics qui lui consacrent des moyens de plus en plus importants. La construction de nouveaux barrages, la réalisation de grands transferts régionaux et de grandes adductions urbaines et agricoles, des usines de dessalement ont permis d'augmenter nettement le volume des ressources en eau mobilisées et d'améliorer les conditions d'approvisionnement des régions et des agglomérations déficitaires.

Cependant, l'efficacité de ces efforts reste limitée parce que le service de l'eau est encore imparfait dans la plupart des villes, les irrigations dans les grands périmètres ne progressent pas et les pollutions menacent les nappes souterraines dans plusieurs zones. De plus, des volumes importants sont perdus dans les réseaux de distribution d'eau urbaine et les réseaux d'irrigation sont vétustes ou mal entretenus. Toutes ces défaillances traduisent une maîtrise insuffisante dans la gestion des ressources hydrauliques du pays. Une politique de gestion de la demande en eau qui permettrait de contrôler, réduire et ajuster les consommations à ce qui est nécessaire, tout en supprimant les pertes et gaspillages, s'avère ainsi essentielle. La volonté de développer une telle politique est souvent affirmée par les responsables en charge du secteur de l'eau. Quels sont alors les obstacles qui ralentissent la mise en œuvre effective des actions qu'implique la maîtrise de la demande ?

1.5.1 Des pressions croissantes sur des ressources en eau limitées

Des ressources limitées, irrégulières et très inégalement réparties

La répartition des ressources en eau a contribué à dessiner l'occupation du territoire par les populations, leurs activités et leurs agglomérations.

La demande en eau potable s'est considérablement accrue en volume et en proportion. Elle représentait 16% de la demande totale en eau en 1975. Elle a depuis plus que doublé et atteint actuellement la valeur de 35%. Durant la même période, la part de l'eau agricole est passée de 80 à 60%, celle de l'industrie gardant à peu près la même valeur de 3,5%.

L'approvisionnement en eau des populations a acquis, de fait, une priorité certaine par rapport aux autres utilisations, priorité qui a été explicitement consacrée dans la législation algérienne relative à l'eau [4].

1.5.2 Une législation claire, moderne, intégrant le concept de gestion durable des ressources

La gestion du secteur de l'eau en Algérie s'organise principalement dans le cadre de la Loi relative à l'eau (loi 0512 du 4 août 2005). Instrument juridique à double finalité, normative et de politique sectorielle, cette loi fondamentale est issue du Code de l'eau de 1983. Celui-ci a subi des modifications successives pour prendre en compte les évolutions économiques du pays et pour adopter les principes et règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale. La loi sur l'eau de 2005 consacre le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement pour tous et fixe les objectifs suivants :

- l'utilisation rationnelle et planifiée des eaux pour la satisfaction des besoins des populations et de l'économie nationale,
- la protection des eaux contre la pollution, le gaspillage et la surexploitation,

- la prévention contre les effets nuisibles de l'eau.

Par rapport aux versions précédentes, elle apporte certaines dispositions innovantes et importantes :

- l'obligation d'élaborer un Plan national de l'eau et la planification de la gestion locale dans le cadre des bassins hydrographiques,
- l'établissement de règles régissant les systèmes de tarification de l'eau pour les usages domestique, industriel et agricole, appuyées sur la prise en compte des coûts réels des services d'approvisionnement,
- la possibilité de concession ou de délégation du service public de l'eau à des personnes morales de droit public ou privé. La loi sur l'eau de 1996 prévoyait déjà, et pour la première fois, la possibilité d'intervention du secteur privé dans la gestion des services d'eau.

La loi de 2005 en apporte d'une certaine manière la confirmation et en précise les conditions juridiques et réglementaires. Mais les principes de gestion décentralisée et de concertation que prône la loi relative à l'eau ne se traduisent pas encore nettement dans l'organisation, et encore moins dans le fonctionnement du secteur de l'eau, qui demeurent marqués par une forte centralisation.

I.5.3 Une gestion de l'eau centralisée

L'organisation de la gestion de l'eau en Algérie est placée sous l'autorité directe ou sous la tutelle du ministère des Ressources en Eau (MRE). Depuis le transfert du secteur de l'irrigation qui relevait précédemment du ministère de l'Agriculture, le MRE est le principal responsable de la politique nationale de l'eau,

Le MRE veille par ailleurs, avec les ministères de l'environnement et de la santé, à la préservation de la qualité des ressources en eau et à leur protection contre les pollutions. C'est au sein d'un Conseil national consultatif des ressources en eau, comme le prévoit la Loi sur l'eau, que doivent s'organiser et se développer les relations de **concertation** et de **coordination** avec les autres administrations, les différents secteurs économiques

Au niveau national, le MRE exerce ses prérogatives et missions en s'appuyant en particulier sur des établissements publics à compétence nationale (AGIRE , ANBT, ADE,ONA,ANRH,ONID..).

Au niveau local, dans chaque wilaya, les attributions du MRE sont exercées par la Direction de l'Hydraulique de la Wilaya sous l'autorité administrative du Wali. Cette direction assure la conduite des projets locaux, l'assistance technique aux communes et veille à la protection et à la bonne gestion du domaine public hydraulique

Un niveau régional de gestion des ressources en eau est apparu en 1996 avec la création des Agences de Bassin Hydrographique (ABH).

ces agences ont pour but de promouvoir la gestion intégrée et concertée de l'eau par bassin. Leurs missions essentielles portent sur l'évaluation des ressources, la surveillance de l'état de pollution des eaux, les plans directeurs d'aménagement et d'affectation des ressources, ainsi que l'information et la sensibilisation des usagers à l'utilisation rationnelle de l'eau. Il faut souligner que les Agences de Bassin sont les premières institutions dont les statuts prévoient effectivement la participation des usagers au fonctionnement des agences et à l'élaboration des plans directeurs.

I.5.4 Une participation du secteur privé à la gestion des services d'eau

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 consacré 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 décision de faire appel au secteur privé pour améliorer la qualité et l'efficacité des services d'eau et d'assainissement

I.5.5 Une gestion de l'eau encore très axée sur l'offre

L'évolution considérable de la demande en eau en Algérie, liée principalement à l'accroissement rapide de la population, aux dynamiques d'urbanisation et à l'élévation des niveaux de vie, a conduit le pays à accroître les capacités de stockage des eaux de surface, à augmenter l'exploitation des nappes souterraines disponibles et à réaliser des adductions et des transferts d'eau portant sur des volumes et des distances de plus en plus importants [4].

I.5.6 Manque d'économie d'eau

Malgré les efforts de modernisation consentis sur les réseaux gravitaires et l'équipement des réseaux sous pression, tels que l'aspersion et l'irrigation localisée. La carte suivante montre la part, par pays des surfaces irriguées dotées d'équipements économes en eau (aspersion et goutte à goutte)

La meilleure maîtrise des flux et l'optimisation des volumes prélevés ont permis de réaliser d'importantes économies d'eau, d'étendre certains périmètres irrigués et de répondre à de nouvelles exigences techniques liées à l'irrigation sous-pression et à l'apparition de nouveaux usages domestiques sur ces périmètres. Mais il importe de bien prendre en compte les équilibres hydrauliques et territoriaux, ainsi que les services indirects rendus par ces réseaux gravitaires (ex. recharge de la nappe) [5].

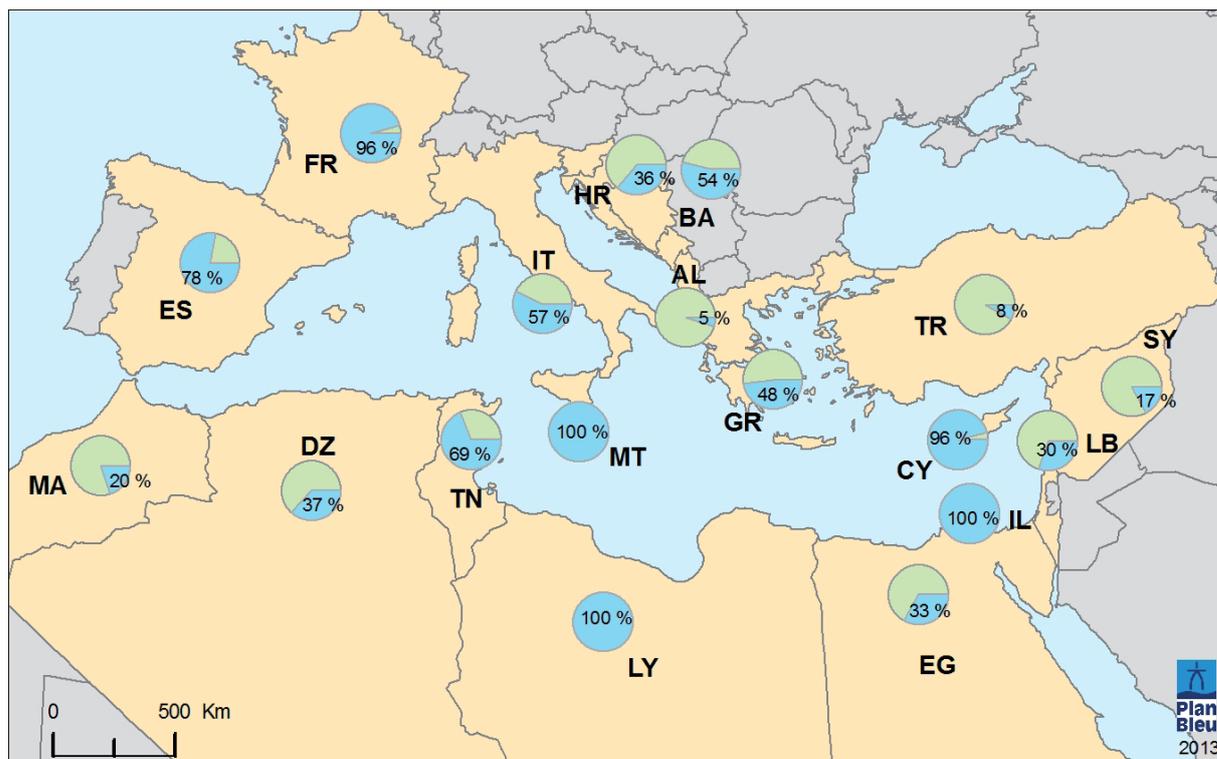


Figure. I.2 Part des surfaces irriguées dotées d'équipements économes en eau[4].

CHAPITRE II : PRESENTATION DU MODELE DE SIMULATION

II.1 Description Du modèle de simulation SISTRAP-EAU

Le modèle de Simulation Stratégique Politique Eau **SISTRAP-EAU** c'est un modèle paramétrique ouvert à effectuer tous les hypothèse et avoir des résultats à partir une base des données concernant les ressources en eau (Barrages , Nappes , Retenues collinaires ,etc) et les demandes d'eau .

Voir ci-dessous l'interface de modèle de simulation **SISTRAP-EAU**.

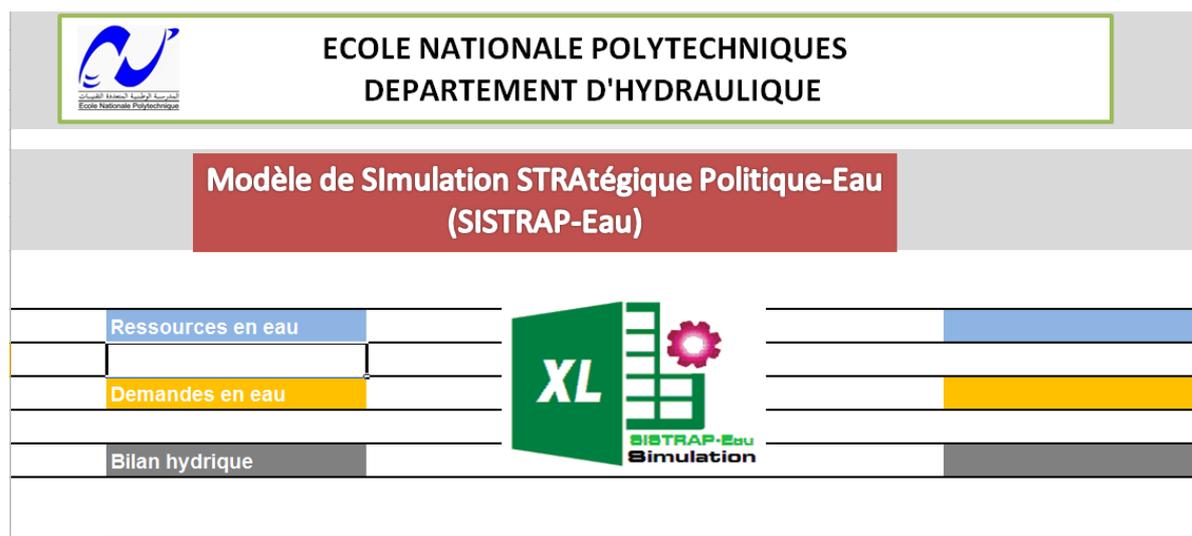


Figure II.1. Interface du modèle de simulation **SISTRAP-EAU** .

Quand on clique sur le logo **XL SISTRAP_EauSimulation** , une fenêtre s'affiche pour faire les simulations (projection de population, demande en eau , bilan hydrique)

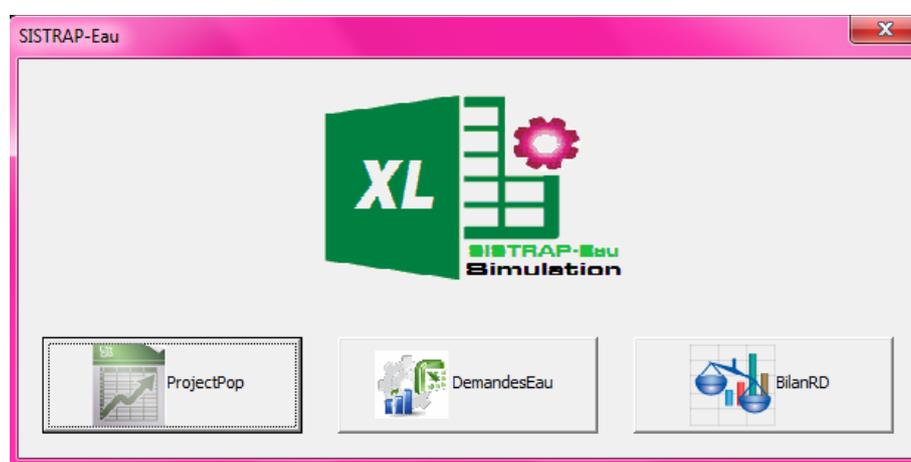


Figure II.2 Fenêtre de commencer les simulations .

II.2 Paramètres du scénario :

Les paramètres essentiels pour effectuer un scénario de bilan hydrique sont les ressources en eau (Barrage , Nappe, Retenues collinaires, Réutilisation des eaux épurés , station de dessalement d'eau de mer) et les demandes en eau (AEP,AEI,PMH,GPI) .

Voir la figure ci-dessous

Intitulé, date & heure du Bilan						
GENEALITES	Ressources en eau prises en compte	Barrages	Nappes	RC	DEM	REUT
		X	X	X	X	X
	Demandes en eau prises en compte	AEP	AEI	AEirrgPMH	AEirrgGPI	
		X	X	X	X	
Horizons retenus	2015	2020	2025	2030		
	X	X	X	X		
		Urbain	Rural	Eparse		
DOTATIONS	Dotation (l/j/hab)					
	Majoration administration (%)					
	Majoration industrie					
	Majoration commerce					
	Majoration tourisme					
		Nord	HP	Sud		
	Dotation unitaire PMH (m3/ha/an)					
	Dotation unitaire GPI (m3/ha/an)					
	2015	2020	2025	2030		
OBJECTIFS CIBLES	Rendement réseau (%)					
	Taux de réduction EauSup (%)					
	Taux de réduction EauSout (%)					
	Développement de la RUET (%)					
	Economie d'eau en industrie					
	Economie d'eau en PMH					
	Economie d'eau en GPI					
	Extension superficies irriguées en PMH					
	Extension superficies irriguées en GPI					

Figure II.3 Paramètres du scénario.

Présentation du Modèle De Simulation

Voir la figure d'affichage le calcul de bilanhydrique en différents horizons pour voir l'équilibre des ressources et demandes en eau .

Thème	Horizons			
	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau				
Barrages				
Retenues collinaires				
Nappes				
Dessalement de l'eau de mer				
Réutilisation des eaux usées épurées				
Demandes en eau				
Demandes en eau potable				
Demande en eau industrielle				
Demande en eau d'irrigation (PMH)				
Demande en eau d'irrigation (GPI)				
Bilan (hm3/an)				

Figure II.4 fenêtre d'affichage de calcul de bilan.

II.3 Informations de base

- Infrastructures de ressources ou de besoins: caractéristiques, état, volumes exprimés en Hm3/an concernant le volume régularisables, superficie irriguée en hectare Haetc.
 - Ouvrages superficiels (barrages, retenues)
 - Unités de dessalement
 - Réutilisation des eaux épurées
 - La population
 - Dotation actuel

II.4 Paramètres de planification

Horizons : Liste des horizons de planification 2015,2020,2025,2030

Année de référence

Population : Catégories de population (référence des données ONS). A chacune de ces catégories (Urbaine, Rural ,Eparse) correspondent les variables AEP (dotations, taux de raccordement, taux de pertes, ...) actuelles par rapport l'année de référence .

Les demandes en eau potable ,industrielle et les demandes en eau d'irrigation.

Type d'année : année moyenne ou sèche

Dans chaque scénario il y'a des données à remplir (ce qui concerne l'objectif ou bien la stratégie utilisé) et on trouve tous les détails par la suite .

II.5 Les ressources en eau

- ✓ **Barrage**
Code de wilaya , wilaya , Nom de barrage ,capacité en hm^3 , volume régularisable en hm^3/an , l'année de mise en service
- ✓ **Nappes**
La nappe de sud et nord en Hm^3/an
- ✓ **Retenues collinaires**
Nom de Bassin versant , nombre des retenues collinaires , capacité en hm^3
- ✓ **Dessalement d'eau de mer**
Code de wilaya , wilaya , nom de la station de dessalement , capacité m^3/j , capacité hm^3/an , l'année mise en service
- ✓ **Réutilisation des eaux usées épurées**
Ce modèle considère ce paramètre ouvert parce que les données ne sont pas disponible donc l'utilisateur doit remplir (Volume actuel en m^3/an , développement de la réutilisation en différents horizons en différent horizons 2015,2020,2025,2030 en pourcentage %)

Objectifs de la réutilisation des eaux usées épurées				
	2015	2020	2025	2030
REUT (%)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Valider Quitter

Figure II.5 Objectif de la réutilisation des eaux usées épurées

II.6 La démarche du modèle de simulation SISTRAP-EAU

II.6.1 Projection de population

Pour faire la projection on a pris comme des données les années 2008 et 2010 (Données de l'ONS) avec leurs coefficients d'accroissement. voir la figure ci-dessous pour le choix des horizons



Figure II.6 Choix pour la Projection de la population

II.6.2 Calcul les demandes en eau

Pour faire les calcul des demandes en eau , clique sur le bouton calcul des demandes en eau dans l'interface

- **Demandes en eau potable DAEP**

Pour calculer ce paramètre DAEP , on a utilisé les données les wilayas et la répartition de population dans chaque wilaya (urbain , rural , éparsé) et comme ce modèle est ouvert donc l'utilisateur doit remplir les informations nécessaire tel que dotation nette l/j/hab et le pourcentage de majoration de commerce et l'industrie et administration et le tourisme s'il existe . Voir la figure II.7

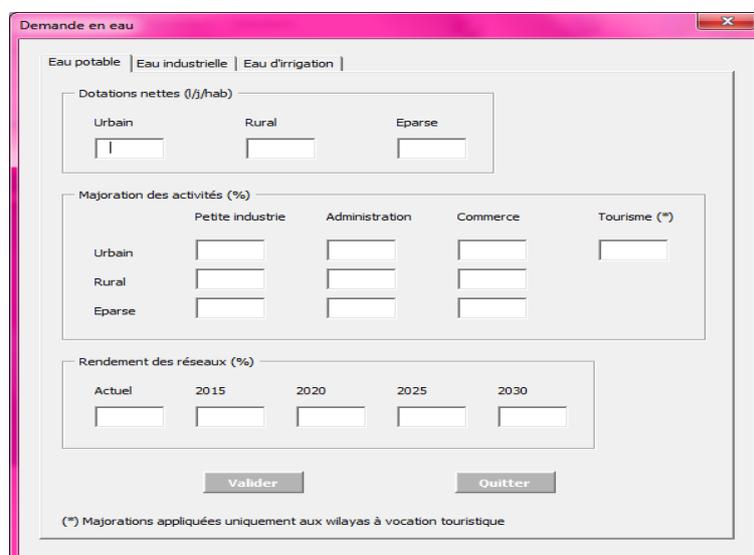


Figure II.7 Fenêtre de remplissage pour le calcul de demande en eau potable.

- **Demande en eau industrielle DAEI**

Pour effectuer ce paramètre, on a deux paramètres (le développement de l'industrie et l'économie d'eau) qui doivent être remplis par l'utilisateur dans tous les horizons par rapport le besoin actuel (ie l'année de référence). Voir la *figure II.7*

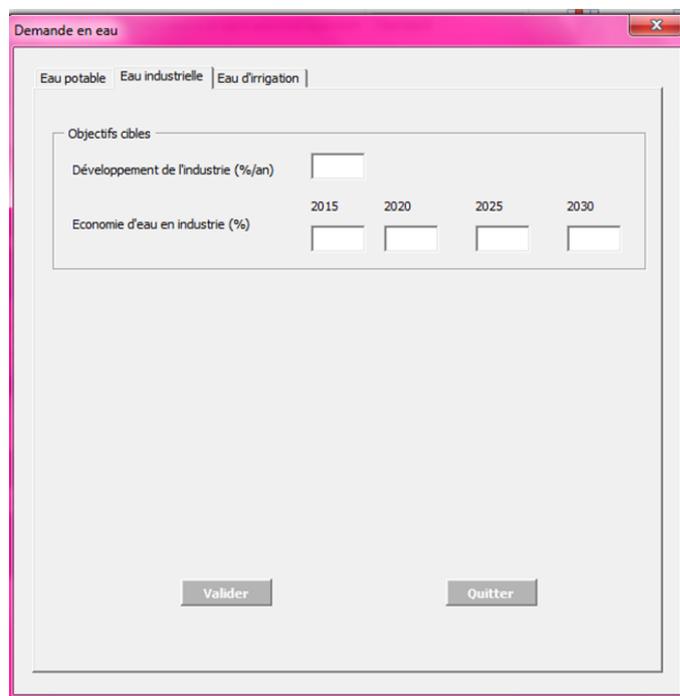


Figure II.8 Fenêtre de remplissage les objectifs pour le calcul la demande en eau industrielle.

- **Demande en eau d'irrigation**
a-Grands périmètres d'irrigation(GPI)

Pour faire le calcul de la demande en eau des grands périmètres d'irrigation il suffit remplir les objectifs (économie d'eau en pourcentage % , l'extension des superficies irriguées en pourcentage % , dotation à l'hectare $m^3/ha/an$) . Voir la *figure II.8*

- b-Petite et Moyenne hydraulique (PMH)**

Pour faire l'estimation de la demande en eau de petite et moyenne hydraulique en différents horizons , il suffit de remplir les objectifs concernant (économie d'eau en pourcentage % , extensions des superficies irriguée en pourcentage % , et la dotation en hectare $m^3/ha/an$)

The screenshot shows a software window titled "Demande en eau" with a pink border. It contains two main sections: "Petite et Moyenne Hydraulique" and "Grands Périmètres d'Irrigation".

Petite et Moyenne Hydraulique

	2015	2020	2025	2030
Extension des superficies irriguées en PMH (%)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Economie de l'eau en PMH (%)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Dotation à l'hectare (m3/ha/an)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Grands Périmètres d'Irrigation

	2015	2020	2025	2030
Extension des superficies irriguées en GPI (ha)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Economie de l'eau en GPI (%)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Dotation à l'hectare (m3/ha/an)	<input type="text"/>			

Buttons: Valider, Quitter

Figure II.9 Fenêtre de remplissage des paramètres d'irrigation de GPI et PMH.

II.7 Le bilan hydrique

Le calcul de bilan hydrique c'est la différence entre les ressources en eau et la demande en eau.

Le bilan hydrique représente l'instrument fondamental sur lequel se base la planification des ressources en eau

II.7.1 Les paramètres du bilan

The screenshot shows the 'Bilan' software interface. At the top, there is a text field for 'Intitulé du scénario'. Below this, there are two main sections: 'Ressources en eau' and 'Demandes en eau'. The 'Ressources en eau' section contains five checkboxes: 'Barrages', 'Retenues collinaires', 'Nappes', 'Dessalement de l'eau de mer', and 'Réutilisation des eaux usées épurées'. The 'Demandes en eau' section contains four checkboxes: 'Alimentation en eau potable', 'Alimentation en eau industrielle', 'Alimentation en eau d'irrigation (PMH)', and 'Alimentation en eau d'irrigation (GPI)'. At the bottom, there are two sections: 'Choix des horizons' with checkboxes for years 2015, 2020, 2025, and 2030; and 'Type année' with radio buttons for 'Année moyenne' and 'Année sèche'. There are 'Valider' and 'Quitter' buttons on the right side.

Figure II.10 Paramètres du calcul bilan hydraulique.

Quand l'utilisateur coche les ressources eau il doit remplir la fenêtre correspondante à les ressources en eau souterraine du nord et sud d'Algérie en hm^3/an (voir Figure II.11) et la même chose pour le paramètre de réutilisation des eaux épurées (voir Figure II.5)

This screenshot shows the same 'Bilan' software interface as Figure II.10, but with a sub-window titled 'Ressources en eau souterraine' open in the foreground. This sub-window has two text input fields: 'Nord (hm^3/an)' and 'Sud (hm^3/an)'. It also has 'Valider' and 'Quitter' buttons at the bottom. In the background, the 'Ressources en eau' section of the main window has 'Barrages', 'Retenues collinaires', and 'Nappes' checked, while 'Dessalement de l'eau de mer' and 'Réutilisation des eaux usées épurées' are unchecked.

Figure II.11 Remplissage les ressources en eau souterraines

- **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 2010. (voir la figure II.12)

The image shows a software dialog box titled "Bilan". It contains several sections for configuration:

- Intitulé du scénario**: A text input field.
- Ressources en eau**: A list of checkboxes for water resources:
 - Barrages
 - Retenues collinaires
 - Nappes
 - Dessalement de l'eau de mer
 - Réutilisation des eaux usées épurées
- Demandes en eau**: A list of checkboxes for water demands:
 - Alimentation en eau potable
 - Alimentation en eau industrielle
 - Alimentation en eau d'irrigation (PMH)
 - Alimentation en eau d'irrigation (GPI)
- Choix des horizons**: A section with a blue border containing four checkboxes for the years 2015, 2020, 2025, and 2030.
- Type année**: Radio buttons for "Année moyenne" and "Année sèche".
- Buttons**: "Valider" and "Quitter" buttons.

Figure II.12 Choix des horizons.

- **Variables climatiques**

Pour l'utilisation au bilan, il a été considéré deux niveaux climatiques caractérisant les situations suivantes :

Année moyenne et année sèche .

Si l'utilisateur choisit l'année sèche pour effectuer le bilan hydrique (voir *figure II.12*) ,il doit remplir la fenêtre de dialogue *Figure II.13*

Bilan

Intitulé du scénario

Ressources en eau

- Barrages
- Retenues collinaires
- Nappes
- Dessalement de l'eau de mer
- Réutilisation des eaux usées épurées

Demandes en eau

- Alimentation en eau potable
- Alimentation en eau industrielle
- Alimentation en eau d'irrigation (PMH)
- Alimentation en eau d'irrigation (GPI)

Choix des horizons

2015 2020 2025 2030

Type année

Année moyenne

Année sèche

Valider

Quitter

Figure II.13 Choix type d'année sèche.

Reduction de la ressources

Coefficients de réduction de la ressources en eau

	2015	2020	2025	2030
Eaux superficielles (%)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Eaux souterraines (%)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Valider

Quitter

Figure II.14 Fenêtre de remplissage les coefficients de réduction des ressources en eau

RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Scénario tendanciel

Le scénario tendanciel nous permet de voir l'évolution de la demande, et d'avoir une idée sur l'équilibre hydrique (confrontation ressources-demande) sans faire d'économie et réduction de perte.

Tableau III.1 Bilan ressources-demandes en hm³ (scénario tendanciel)

Thème	Horizons			
	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau				
Barrages	3 178,10	3 861,50	4 066,40	4 461,05
Retenuescollinaires	89,40	89,40	89,40	89,40
Nappes	7 000,00	7 000,00	7 000,00	7 000,00
Dessalement de l'eau de mer	956,84	956,84	956,84	956,84
Réutilisation des eaux usées épurées	157,50	165,00	172,50	180,00
Total Ressources	11 381,84	12 072,74	12 285,14	12 687,29
Demandes en eau				
Demande en eau potable	1 782,95	1 969,48	2 144,89	2 303,33
Demande en eau industrielle	406,00	522,00	638,00	754,00
Demande en eau d'irrigation (PMH)	5 946,00	7 027,10	7 567,64	8 108,19
Demande en eau d'irrigation (GPI)	2 940,00	3 420,00	3 990,00	4 560,00
Total Demandes	11 074,96	12 938,57	14 340,54	15 725,52
Bilan (hm³/an)	306,88	-865,83	-2 055,40	-3 038,23

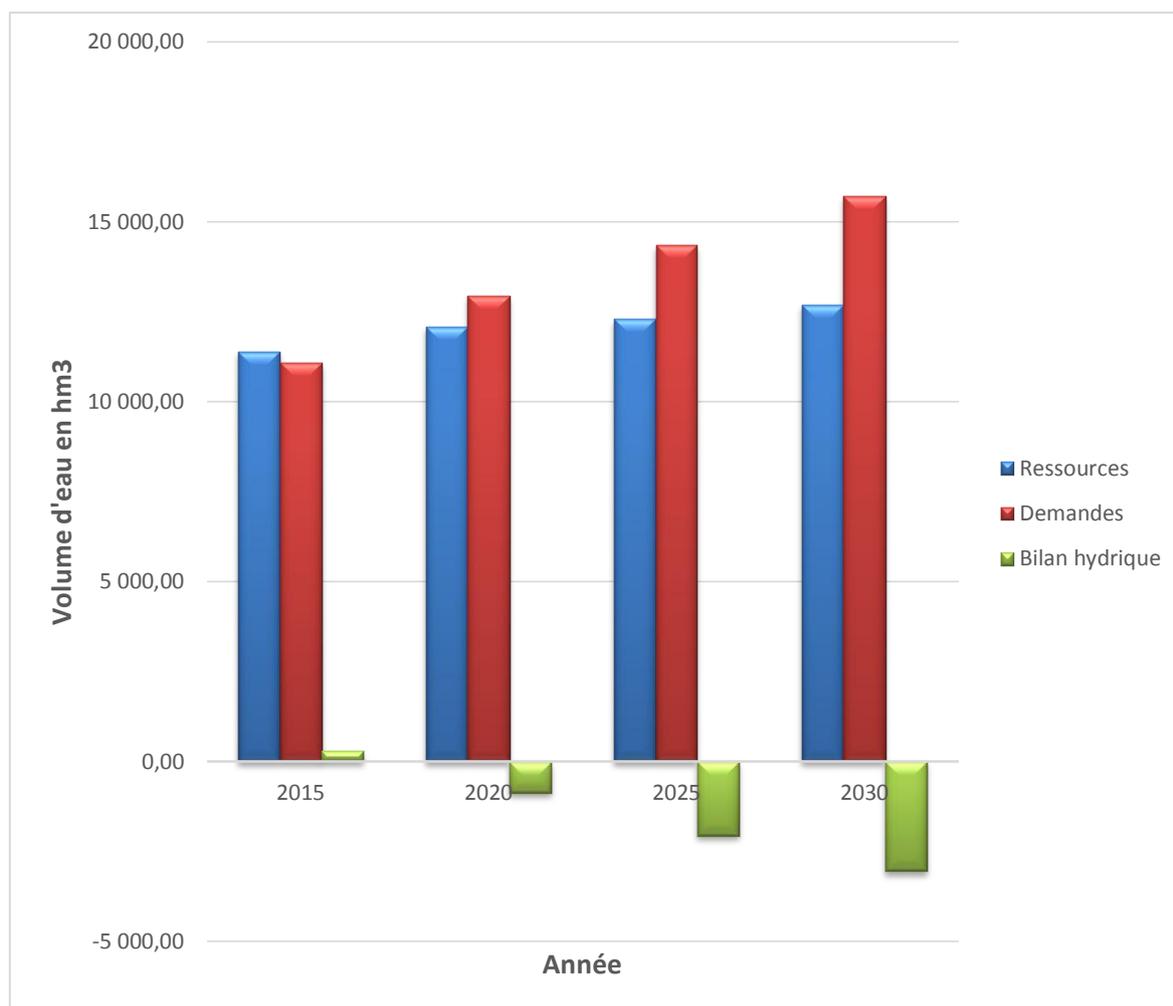


Figure III.1: Bilan ressources-demandes en hm³ (scénario tendanciel)

A partir des résultats de bilan ressources-demandes mentionnés dans le tableau ci-dessus montre qu'il y'aura un déficit si on termine dans cette politique

A l'horizon 2030, la confrontation entre les ressources et les demandes (bilan hydrique) est négatif de 3 milliard m³ (déficit) en raison de l'accroissement de la demande en eau potable (la croissance démographique) et industrielle et l'extension des zones irrigables (GPI et PMH).

Et si on restera croiser les bras et on sera d'ici à 2030 en crise d'eau.

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
- ❖ Réduction des pertes
- ❖ la réutilisation des eaux épurées
- ❖ Amélioration la gestion des ressources en eau

III.2 Scénario volontariste

Ce scénario volontariste permet de traduire la stratégie suivie de développement de l'industrie, extension des superficies irriguées, l'économie de l'eau, réduction des pertes et ce scénario nous donne une vision de notre choix de décision.

Tableau III.2 Bilan ressources-demandes en hm3 (scénario volontariste)

Thème	Horizons			
	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau				
Barrages	3 178,10	3 861,50	4 066,40	4 461,05
Retenuescollinaires	89,40	89,40	89,40	89,40
Nappes	7 000,00	7 000,00	7 000,00	7 000,00
Dessalement de l'eau de mer	956,84	956,84	956,84	956,84
Réutilisation des eaux usées épurées	157,50	165,00	172,50	180,00
Total Ressources	11 381,84	12 072,74	12 285,14	12 687,29
Demands en eau				
Demande en eau potable	1 927,35	2 288,32	2 665,51	3 048,46
Demande en eau industrielle	365,40	443,70	510,40	527,80
Demande en eau d'irrigation (PMH)	5 763,98	6 094,93	5 405,46	4 964,20
Demande en eau d'irrigation (GPI)	2 700,00	2 880,00	2 940,00	2 400,00
Total Demands	10 756,73	11 706,95	11 521,37	10 940,46
Bilan (hm3/an)	625,11	365,79	763,77	1 746,83

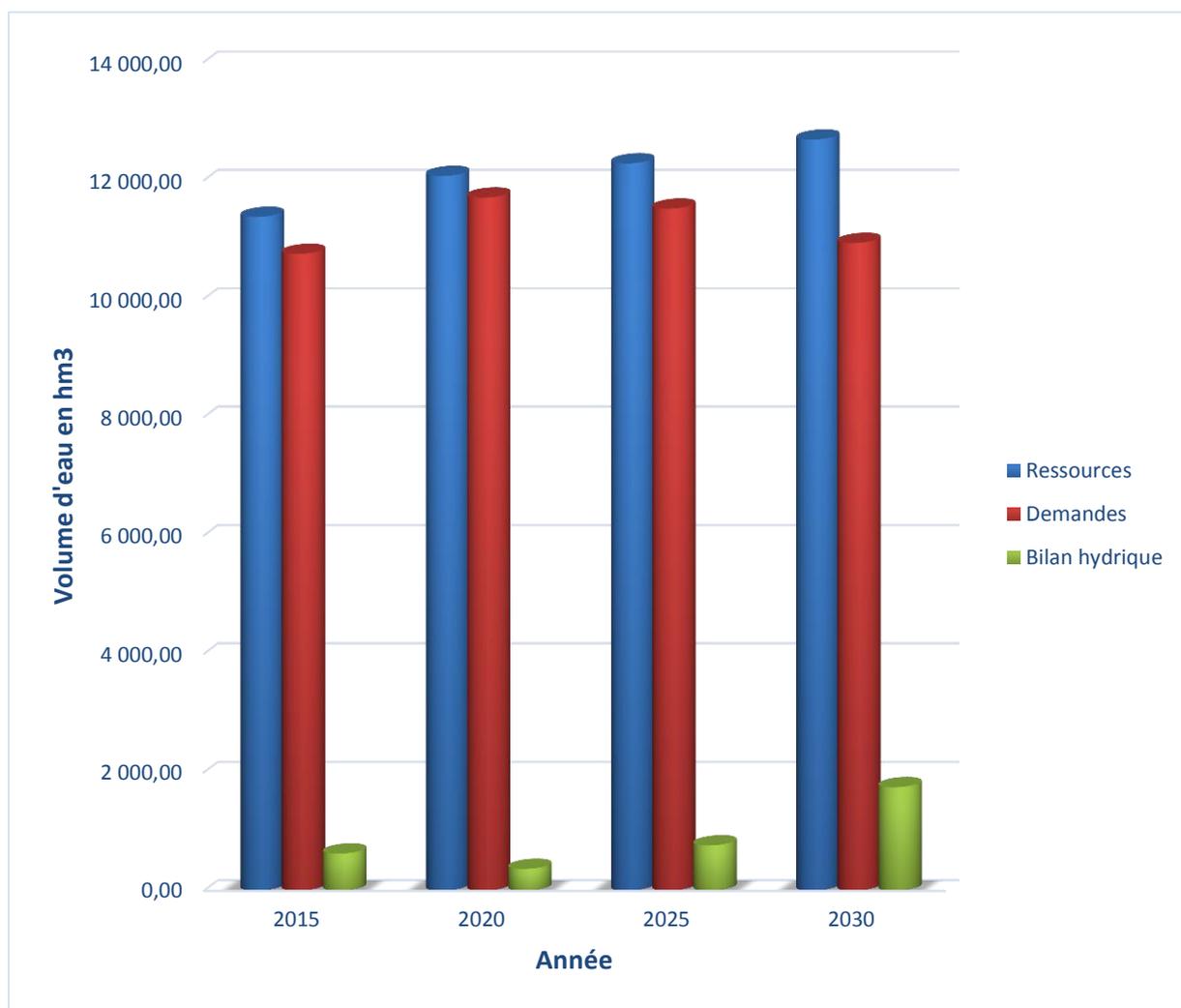


Figure III.2. Bilan ressources-demandes en hm³ (scénario volontariste)

D'après les résultats obtenues, on peut déduire que les deux facteurs (économie d'eau et la réduction des pertes) sont le clé d'atteindre le développement et cela nécessite une volonté de suivre cette stratégie la plus importante.

D'après les résultats obtenus on aura un gain de 1,7 milliard m³ si on suit cette démarche et cette stratégie d'économie d'eau.

Même si on concentre sur le développement de l'offre on pourra pas éviter l'insuffisance de l'eau, et des wilayas peuvent être touchés par ce problème si le programme d'économie d'eau et réduction des pertes ne seront pas pris en compte dans la gestion des ressources en eau.

III.3 Scénario de sécheresse

La sécheresse des années 2000 a par exemple affecté une part importante du territoire Algérien, 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.

Et pour réduire les conséquences de la sécheresse, il faut qu'on choisira une meilleure gestion du potentiel existant et de faire l'économie.

Pour ce scénario on a traité deux type de simulations sont : scénario sécheresse/tendanciel et un scénario sécheresse/volontariste pour qu'on pourra faire la différence entre les deux.

III.3.1 Scénario sécheresse / tendanciel

On a pris comme hypothèses de simulation (toute les paramètres de l'état actuel des ressources en eau sans faire d'économie d'eau..etc. et l'effet de sécheresse (réduction des ressources superficiels et souterraines)

Tableau III.3.1 Bilan ressources-demandes en hm³ (scénariosécheresse/tendanciel)

Thème	Horizons			
	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau				
Barrages	2 860,29	2 703,05	2 033,20	892,21
Retenuescollinaires	80,46	62,58	44,70	17,88
Nappes	5 600,00	4 200,00	2 100,00	0,00
Dessalement de l'eau de mer	956,84	956,84	956,84	956,84
Réutilisation des eaux usées épurées	157,50	165,00	172,50	180,00
Total Ressources	9 655,09	8 087,47	5 307,24	2 046,93
Demandes en eau				
Demande en eau potable	1 782,95	1 969,48	2 144,89	2 303,33
Demande en eau industrielle	406,00	522,00	638,00	754,00
Demande en eau d'irrigation (PMH)	5 946,00	7 027,10	7 567,64	8 108,19
Demande en eau d'irrigation (GPI)	2 940,00	3 420,00	3 990,00	4 560,00
Total Demandes	11 074,96	12 938,57	14 340,54	15 725,52
Bilan (hm³/an)	-1 419,87	-4 851,10	-9 033,30	-13 678,59

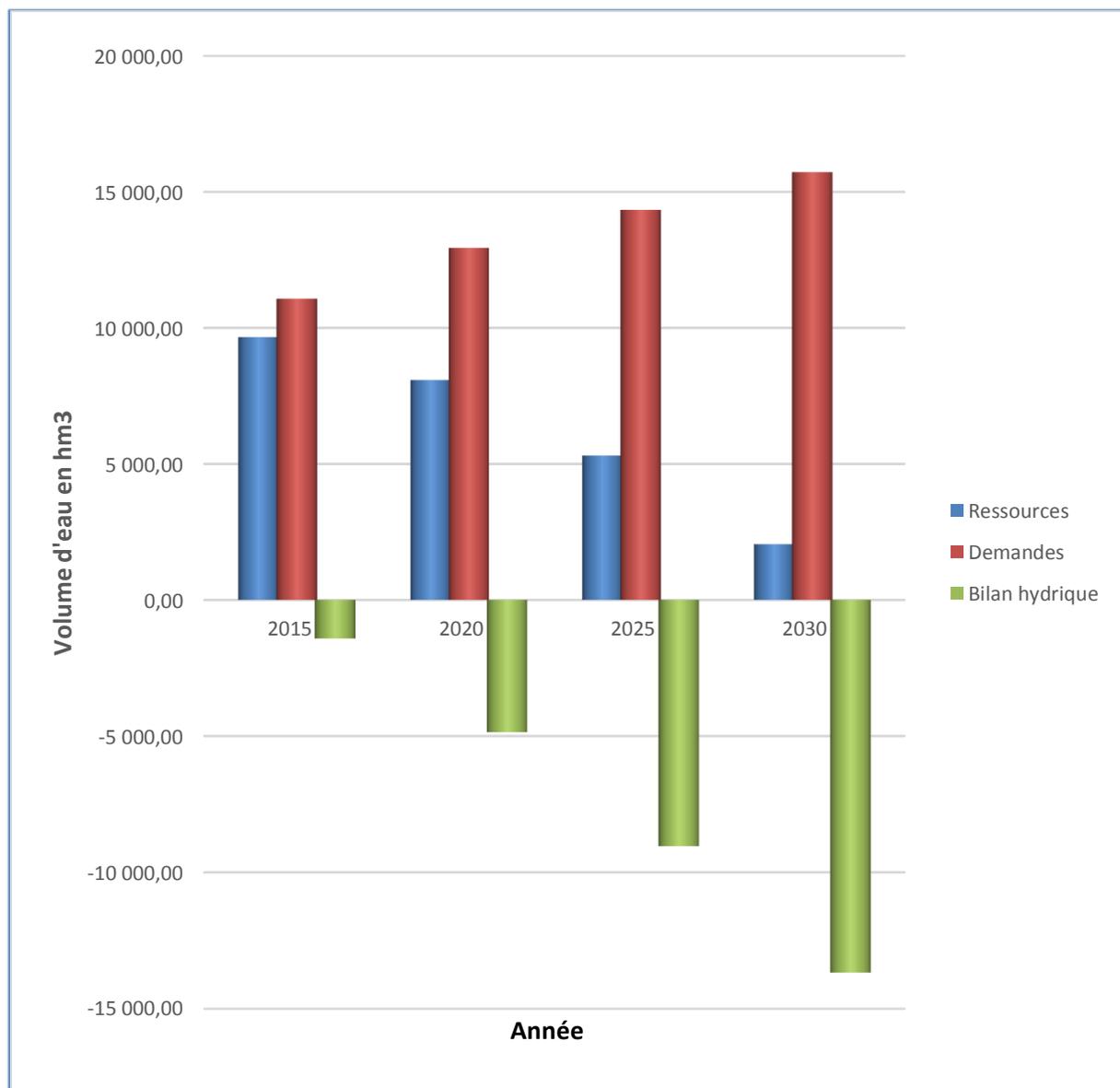


Figure III.3: Bilan ressources-demandes en hm³ (scénario sécheresse/tendanciel)

D'après les résultats obtenus, on peut conclure qu'il y'a un déficit de bilan hydrique de 4 milliards m³ en 2020 jusqu'à 13 milliards m³ en 2030, et ces résultats effectués après des hypothèses de changement climatique (avec considération un coefficient de réduction des ressources superficiels et souterraines) et avec une absence de volonté politique (pas d'investissement, absence d'économie d'eau) d'où ces chiffres sont préventifs.

III.3.2 Scénario sécheresse / volontariste

Tableau III.3.2 Bilan ressources-demandes en hm3 (scénario sécheresse/volontariste)

Thème	Horizons			
	2015	2020	2025	2030
Ressources en eau				
Barrages	2 860,29	2 703,05	2 033,20	892,21
Retenuescollinaires	80,46	62,58	44,70	17,88
Nappes	5 600,00	4 200,00	2 100,00	0,00
Dessalement de l'eau de mer	956,84	956,84	956,84	956,84
Réutilisation des eaux usées épurées	157,50	165,00	172,50	180,00
Total Ressources	9 655,09	8 087,47	5 307,24	2 046,93
Demandes en eau				
Demande en eau potable	1 927,35	2 288,32	2 665,51	3 048,46
Demande en eau industrielle	365,40	443,70	510,40	527,80
Demande en eau d'irrigation (PMH)	5 763,98	6 094,93	5 405,46	4 964,20
Demande en eau d'irrigation (GPI)	2 700,00	2 880,00	2 940,00	2 400,00
Total Demandes	10 756,73	11 706,95	11 521,37	10 940,46
Bilan (hm3/an)	-1 101,64	-3 619,48	-6 214,13	-8 893,53

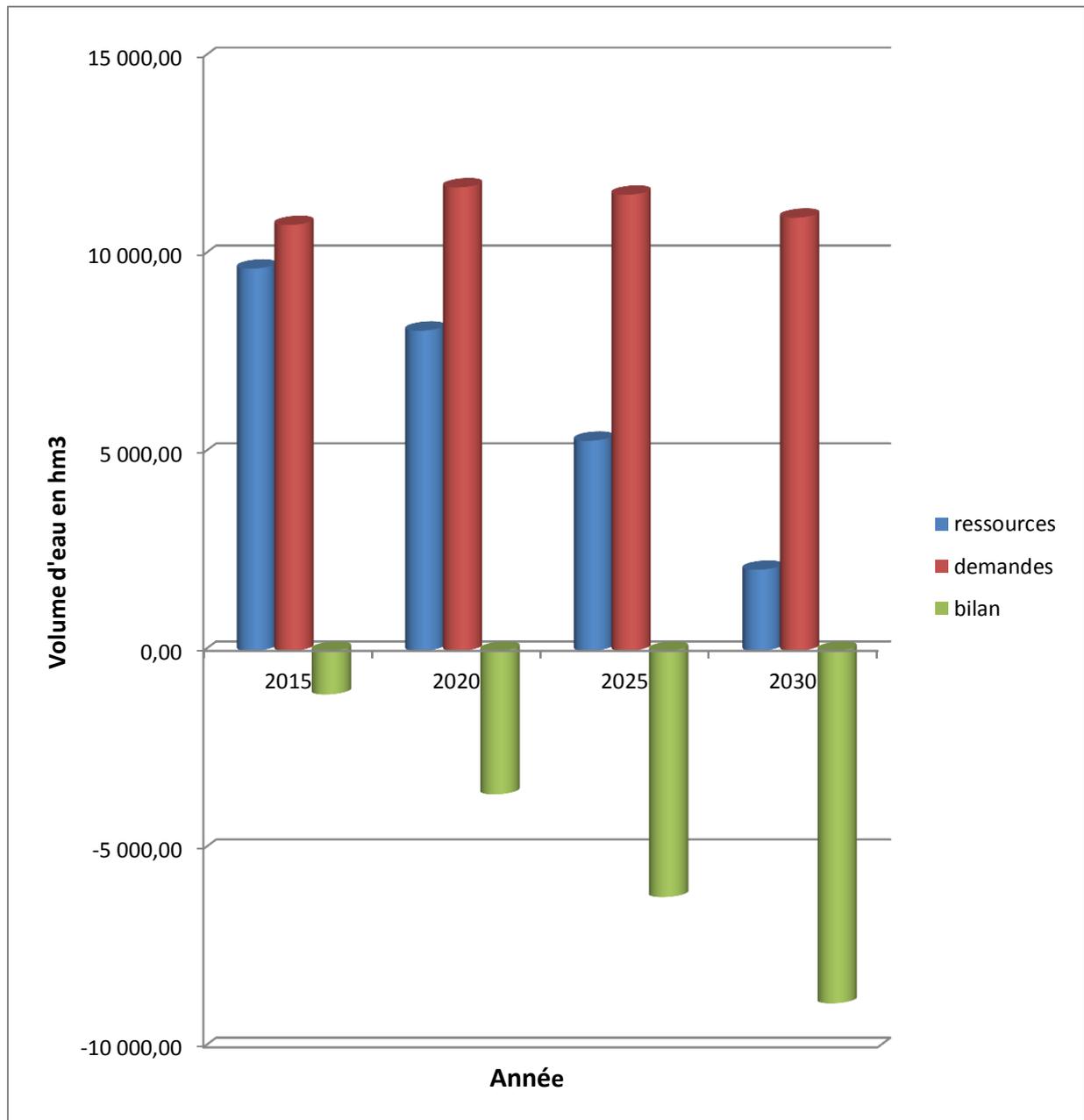


Figure III.4. Bilan ressources-demandes en hm3 (scénario sécheresse/ volontariste)

D'après les résultats de ce scénario sécheresse /volontariste ie on a pris comme hypothèses l'effet de sécheresse et l'économie d'eau (réduction des pertes , et utilisation des techniques d'irrigation plus économe (technique d'aspersion ou goutte à goutte) cela veut dire qu'on a simulé l'effet de sécheresse avec une volonté politique ; les résultats obtenus il y'aura un déficit mais moins que le scénario précédent (scénario sécheresse/tendanciel) avec une quantité d'eau importante , un gain de 5 milliards en 2030 .

Donc on pourra pas éviter l'effet de sécheresse mais il est préférable de concentrer aux questions d'économie d'eau et réduction de perte et construire les stations dessalements d'eau de mer et accroître la réutilisation des eaux épurées afin de les utilisées .

Conclusion

Le scénario sécheresse est très important, et comme une question difficile à traiter aléatoirement. Il apparaît clairement d'après la courbe de bilan ressources-demandes en fonction des années ci-dessus que malgré le développement de l'offre et la politique suivie d'économie on pourra pas éviter les conséquences négatives de la sécheresse sur le déficit de la quantité des ressources en eau et la dégradation de qualité d'eau qui provoquera par la suite des maladies .

Dans ces conditions, la mise en place de politiques d'économie des eaux est impérative; de l'avis de tous les experts, on pourrait obtenir des gains tout à fait significatifs en luttant contre les multiples aspects de gaspillage des eaux que l'on peut constater. Le domaine agricole est de ce point de vue particulièrement concerné. La technique d'irrigation par gravité, la plus utilisée est très forte consommatrice. On pourrait avoir recours, beaucoup plus largement qu'on ne le fait à l'aspersion ou au goutte à goutte.

Il faut également compter avec l'amélioration du niveau de vie, l'amélioration des conditions sanitaires

S'ajoutent aussi à la demande urbaine, les besoins d'eau liés à l'industrialisation et l'irrigation qui demande un volume très important d'eau .

Peut-on compter sur une amélioration de l'offre?

Le traitement des eaux usées pourrait offrir selon de nombreux experts d'importantes possibilités notamment pour l'eau d'irrigation. Tout en préservant l'environnement, le traitement des eaux usées peut constituer une source supplémentaire permanente. En ce domaine les pays maghrébins sont très en retard, or, les opportunités sont indéniables avec la croissance des consommations urbaines

- ✓ L'urgence est évidemment d'économiser la ressource
- ✓ Les recommandations des experts convergent toutes mais on voit bien mal quel pourrait être leur champ d'application dans le contexte actuel
- ✓ la lutte contre les énormes gaspillages et pertes diverses ne peut être que de longue haleine mais elle pourrait conduire à de substantielles économies.
- ✓ Au premier Forum mondial de l'eau qui s'est tenu -symboliquement- à Marrakech en mars 1997, spécialistes et représentants des grands organismes internationaux estiment que l'eau deviendra une marchandise de type nouveau, non plus la ressource illimitée mais une matière première stratégique au même titre que le pétrole. L'idée d'un prix mondial fait son chemin. Il s'agirait davantage d'organiser l'échange pour favoriser une répartition à peu près équitable que de laisser jouer un mécanisme d'essence libérale

CONCLUSION GENERALE

La recherche dans ce thème est composée de plusieurs domaines : modélisation et simulation des ressources en eau et la stratégie de développement des ressources en eau à partir d'un modèle de simulation qui s'appelle SIMulationSTRAtégique Politique–Eau (SISTRAP-Eau).

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 création d'un modèle de simulation des ressources en eau en échelle nationale (modèle algérien pure) afin d'améliorer la planification des ressources en eau en Algérie

Ce travail a débuté par une présentation les ressources d' eau en Algérie , puis le défis de la croissance démographique et l'évolution de la demande en eau domestique ,industrielle et l'irrigation par la suite de représenter la nouvelle politique de l'eau et leur axes stratégique par la suite , on a fait une description sur la situation actuelle des ressources en eau ce qui concerne la gestion ,l'économie et l'aspect législatif .

On a consacré un chapitre spécialement pour faire une description détaillée de modèle de simulation utilisé qui s'appelle simulation stratégique politique des ressources en eau "SISTRAP-Eau" , un modèle paramétrique permet d'effectuer un nombre illimité des hypothèses , et présenter la démarche de ce nouveau modèle le plus utile.

Un certain nombre de scénarios a été étudié pour voir l'impact de ces hypothèses sur le bilan ressources-demandes en Algérie dans un but d'avoir des solutions en échelle nationale et afin d'améliorer la vision stratégique des ressources en eau et la politique suivie et aboutir le développement durable .

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

- ✓ Gestion Stratégique des ressources en eau
- ✓ Management des ressources en eau
- ✓ Développement durable
- ✓ Planification des ressources en eau
- ✓ Evaluation des ressources en eau

A noter que ce modèle permet d'étudier un certain nombre de problématiques liées à la gestion des ressources hydriques entre autre :

- ✓ Evaluation des ressources en eau

CONCLUSION GENERALE

- ✓ Calcul de la demande en eau domestique, industrielle et irrigation jusqu'à l'année 2030
- ✓ L'impact de changement climatique sur la quantité d'eau
- ✓ Identification les wilayas les plus pauvres en eau
- ✓ Outil de décision

Les résultats de ce travail montrent que le modèle de simulation SISTRAP-Eau peut effectuer un nombre illimité de scénarios tout simplement parce que c'est l'objectif de cette recherche .

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

- ✓ Améliorer le modèle de simulation SISTRAP-Eau
- ✓ Collecte des données et les injecter dans le modèle
- ✓ Mise à jour de modèle

Tous cela pour satisfaire les demandes de la génération actuelle et penser de la génération future et ce travail et leur amélioration rentre dans l'aspect de développement durable et pour une Algérie Meilleure.

Par ailleurs, au vu de l'originalité de ce travail, des résultats obtenus très prometteurs, que c'est la première fois que ce travail est fait en Algérie, nous allons déposer un Brevet pour ce travail et la démarche a déjà commencé (voir annexe).

Ce logiciel /Brevet unique en son genre que nous avons trouvé permet au secteur de l'eau, aux décideurs de mieux cerner la problématique de l'eau et faire les scénarios réelles tenant compte des potentialités algérienne.

RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATIONS

Le domaine de l'eau nécessite une bonne recherche qui a une relation avec le développement durable. Au début des années 2000, les pénuries d'eau étaient si sévères en Algérie et l'eau a été considéré une "question de sécurité nationale"

D'après les résultats obtenus, on peut dire que le modèle de simulation stratégique des ressources en eau "SISTRAP-Eau" c'est un nouveau outil de simulation de domaine de stratégie et gestion de l'eau , c'est un bien nécessaire pour avoir une idée globale à partir des résultats de bilan hydrique , et fait les calculs des demandes en eau domestique , industrielles et les demandes en eau d'irrigation à l'horizon 2015 jusqu'à 2030.

Il est primordial de s'intéresser :

- ✓ Amélioration de modèle "SISTRAP-Eau" d'afficher les résultats sous forme graphique (courbes, histogrammes..etc)
- ✓ Collecte des données
- ✓ Mise à jour de la base des données de ce modèle
- ✓ Considère ce modèle comme une clé de développement, et un moyen de planification.

Comme perspective de cette recherche, il est préférable d'avoir des solutions optimales dans ces problèmes :

- Protection des barrages contre l'envasement, par l'entretien et le contrôle et des moyens plus économes.
- Protection des barrages de l'inondation , contre l'occurrence des grandes crues, toutefois il est possible d'en réduire les dégâts aux cultures et aux installations de la zone inondable avec des solutions simples et pratiques (par exemple par la maîtrise des débits de crue pour réduire les dégâts à un niveau acceptable, L'élément clé de tout dispositif de contrôle consiste à s'assurer que le niveau d'eau du fleuve ne dépasse pas des cotes de sécurité prédéterminées pour éviter les submersions.....).
- L'économie d'eau, par l'utilisation des modes d'irrigation les plus économes (par aspersion ou bien de goutte à goutte)
- Problème de sécheresse et leur impact sur la quantité et la qualité des ressources en eau, Quelle stratégie optimal qu'on peut l'utiliser ?

RECOMMANDATIONS

- Réchauffement climatique et leur conséquence sur les ressources en eau, et cette question mondiale tend vers une gestion adaptative de la durabilité des eaux souterraines dans le cadre des futurs changements climatiques et de la variabilité, ainsi le recyclage des eaux usées
- Gestion des ressources en eau

Par une coordination et concertation pour avoir une meilleure planification, et par la sensibilisation le service public.

Par ailleurs, ce logiciel SISTRAP-EAU sera aussi un document de réflexion et pourra servir pour les travaux dirigés pour les étudiants aussi bien en Hydraulique que d'autres domaines (droit, politique, management, gestion).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. S. DJAFFAR,(2015): *PFE Gestion et planification des ressources en eau*. Alger : Enp, 2015.

2. Ministère de ressources en eau,2010: *plan national de l'eau PNE*. alger .

3. Morgan Mozas.(2013) *Etat des lieux du secteur de l'eau en Algérie* . alger

4. Plan bleu, Mohamed Benblidia et Gaellethivet.(2010) *Gestion des ressources en eau : les limites d'une politique de l'offre* : CIHEAM

5.M.BLINDA.(2009) *STRATÉGIE MÉDITERRANÉENNE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE: Centre d'Activités Régionales Plan bleu*.

BANQUE MONDIALE. (1995), From scarcity to security : Averting a water crisis in the Middle East and North Africa, *The World Bank, Washington D.C*.

A.KETTAB,(2014):« La coopération pour la réduction de conflits et l'amélioration de la gestion des eaux transfrontalières en Afrique ».7^{ème} Forum Mondial de l'Eau_

A. KETTAB & all.(2008): « De l'eau pour un développement durable : enjeux et stratégies » *Revue des sciences de l'eau*

B. OUANOUKI et A. KETTAB . (2015):Etude prospective de la demande en eau et de son impact sur le développement des hauts plateaux algériens,*Colloque (Les tensions sur l'eau en Europe et dans le bassin méditerranéen : des crises de l'eau d'ici 2050 ?) Paris, 7-9 octobre 2015*

A. Kettab et L. Oualkasha.(2015): Crises de l'eau et changement climatique en Afrique du Nord : défis, opportunités, et voies d'amélioration , *Colloque (Les tensions sur l'eau en Europe et dans le bassin méditerranéen : des crises de l'eau d'ici 2050 ?) Paris, 7-9 octobre 2015*

Annexe

Nature de la demande de protection *

Brevet d'invention

Extension de la demande
internationale selon le PCT

Certificat d'addition

**[71] - DEPOSANT[S]** : Nom, Prénom, [dénomination], et Adresse complèteKETTAB Ahmed
BOUKROUNA Mourad
DJAFFAR Sabrina

Nationalité du ou des déposants

[72] - INVENTEUR[S] : Nom, Prénom, AdresseKETTAB Ahmed
BOUKROUNA Mourad
DJAFFAR Sabrina**[54] - TITRE DE L'INVENTION :**

Simulation STRAtégique, Politique des ressources en EAU en Algérie

Logiciel (SISTRAP-Eau)

[30] - REVENDICATION DE PRIORITE (S)[31] - N°[s] de dépôt

sdfsdf

[32] - date[s] :

dfsdf

[33] - pays d'origineNature de la demande

Numéro de dépôt

Date de dépôt

Heure

Visa

N° de la demande internationale et date internationale de dépôt

Demande de certificat d'addition rattaché au brevet principale n°

du

[74] - **MANDATAIRE** : *Nom, Prénom, Adresse*

Date du pouvoir

Le préposé à la réception

Fait à : le :

Signature et cachet

Qualité du signataire
pour les personnes morales

Autres informations

BORDEREAU DES PIÈCES DÉPOSÉES *

<input type="checkbox"/>	Copie de la demande internationale	<input type="checkbox"/>	Abrége descriptif
<input type="checkbox"/>	Mémoire descriptif en langue nationale	<input type="checkbox"/>	Pouvoir
<input checked="" type="checkbox"/>	Mémoire descriptif original en langue française	<input type="checkbox"/>	Document de priorité
<input type="checkbox"/>	Mémoire descriptif duplicata en langue française	<input type="checkbox"/>	Cession de priorité
<input checked="" type="checkbox"/>	Dessin(s) original (aux) Planche(s)	<input type="checkbox"/>	Titre ou justification du paiement de taxes
<input type="checkbox"/>	Dessin(s) duplicata (aux) Planche(s)		

Les demandes doivent être remises ou adressées par pli postal recommandé avec demande d'avis de réception, à l'Institut National Algérien de la Propriété Industrielle (INAPI) dont les coordonnées sont indiquées ci-dessous.

Le paiement des taxes exigibles peut être effectué soit directement auprès de la caisse de l'INAPI soit par virement bancaire au compte: BEA 12 Avenue AMIROUCHE, Alger · n° 00200012120326418071

Coordonnées de l'INAPI :

Adresse : 42, rue Larbi BEN M'HIDI, 3ème étage, B.P. 403 Alger Gare

Tél : (021) 73 57 74 Fax: (021) 73 96 44 et (021) 73 55 81

E-mail: brevet@inapi.dz, info@inapi.dz - Web : www.inapi.dz

Le présent formulaire doit être lithographié

A NE PAS PLIER

* Cocher les cases correspondantes.