

RESEARCH ARTICLE

**Eau, environnement et energies
renouvelables : vers une gestion
integree de l'eau en Algerie**

AUTHORS

Naima Boubou Bouziani

UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID -TLEMCE-

Faculté des sciences économiques, commerciales et des sciences de gestion



THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences de gestion

Intitulée :

**Eau, environnement et énergies
renouvelables : vers une gestion intégrée
de l'eau en Algérie**

Présentée par :

M^{me} BOUZIANI née BOUBOU Naima

Sous la direction du Professeur :

MALIKI Samir Baha-Eddine

Membres du jury :

Pr. KERZABI Abdelatif	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Pr. MALIKI Samir B.E	Professeur	Université de Tlemcen	Rapporteur
Pr. SALEM Abdelaziz	Professeur	Université d'Oran	Examineur
Pr. BENBAYER Habib	Professeur	Université d'Oran	Examineur
Dr. BOURI Chawki	MCA	Université d'Oran	Examineur
Dr. SMAHI Ahmed	MCA	Université de Tlemcen	Examineur

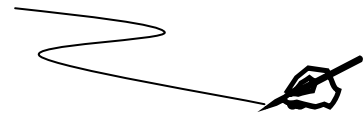
Année universitaire : 2014 - 2015.

À ceux que ma plume ne s'est oubliée de porter,

Et qui logent mon cœur à jamais :

Lina et Farouk mes enfants

et Nassim mon époux.



*« Nous n'héritons pas de la terre de nos ancêtres,
Nous l'empruntons à nos enfants »
Antoine de Saint-Exupéry*

❧ Remerciements ❧

Je tiens à manifester ma profonde gratitude, estime et reconnaissance au professeur MALIKI Samir Baha-Eddine, pour avoir dirigé ce travail et pour la confiance qu'il m'a témoigné. Il a été un model de rigueur scientifique et m'a apporté un soutien fraternel et moral considérable.

Je remercie le professeur KERZABI Abdelatif de m'avoir fait le privilège de présider le jury de ma soutenance.

J'exprime aussi ma profonde considération à Messieurs les membres du jury : le professeur SALEM Abdelaziz, le professeur BENBAYER Habib, le docteur BOURI Chawki et le docteur SMAHI Ahmed pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail et m'avoir fait l'honneur de l'examiner.

Je tenais aussi à rendre hommage à mesdames : BOUADEL Khadra (sous-directrice de la mobilisation des ressources en eau souterraines au MRE), LEHTIHET Lamia (sous-directrice des ressources en eau non conventionnelles au MRE), HACICI née BENABDERRAHMANE Linda et MEKKAOUI Faiza ainsi que tout ceux qui m'ont ouvert leurs portes au Ministère des Ressources en Eau.

Je ne pourrais omettre dans cet hommage de citer le docteur BOUTIFOUR Zohra, chef de département de Management à l'École Nationale Polytechnique d'Oran, collègue et sœur, pour son soutien et son encouragement.

Merci aussi à mon époux pour m'avoir si patiemment accompagné, portée, épaulée et encouragée dans la réalisation du présent travail.

Je remercie, enfin, mes deux enfants pour avoir été une source continuelle d'inspiration et de motivation.

...Merci à Maman...

الملخص :

تعتبر الحدود الطبيعية للموارد المائية، المناخ الجاف، النمو السكاني والهشاشة البيئية، من الأسباب التي تدفع الجزائر إلى وضع إستراتيجية وطنية متكاملة ومستدامة لإدارة المياه. يواجه قطاع المياه أيضا إشكالية قضية الطاقة، وخاصة منذ انتشار استخدام الدولة لتكنولوجيا المياه غير التقليدية لسد الاحتياجات المتزايدة من خلال الوقود الأحفوري في المقام الأول. تحاول هذه الأطروحة تحليل الإستراتيجية الجديدة من خلال إدخال الإدارة المستدامة للمياه في السياسة الاقتصادية والبيئية. هذه الإدارة المتكاملة للموارد المائية ينبغي أن يفهم من أدوات الرقابة التنظيمية، وتحسين استخدام الموارد عن طريق تنفيذ إدارة الطلب، وتطوير البحث العلمي في قطاع المياه وبرامج الطاقة المتجددة واسعة النطاق وتوعية المستخدمين للحفاظ على المياه من خلال تعليم الأجيال المقبلة أسس البيئة والتنمية المستدامة.

كلمات البحث: المياه، الطاقة المتجددة، البيئة، الإدارة المتكاملة، الجزائر.

Résumé :

En raison des limites naturelles des ressources hydriques, de l'aridité de son climat, de la croissance démographique et de la fragilité de l'environnement, l'Algérie doit élaborer une stratégie nationale de gestion intégrée et durable de l'eau. Le secteur de l'eau se retrouve aussi confronté à la problématique énergétique, surtout depuis le recours massif de l'état aux technologies relatives eaux non conventionnelles caractérisées par leurs besoins croissant en énergies majoritairement d'origine fossile. Cette thèse, tente à analyser cette nouvelle stratégie, qui consiste à intégrer la gestion durable de l'eau dans la politique économique et environnementale. Cette gestion intégrée des ressources en eau devrait être appréhendée en termes de maîtrise des instruments de régulation, d'optimisation de l'utilisation de la ressource par la mise en œuvre d'une gestion de la demande, de développement de la recherche scientifique dans le secteur de l'eau et de l'énergie renouvelable et d'entreprendre de vastes programmes d'informations et de sensibilisations des usagers à l'économie de l'eau par une éducation des générations futures à l'environnement et au développement durable.

Mots clefs : Eau, énergies renouvelables, environnement, gestion intégrée, Algérie.

Abstract :

Due to the natural limits of water resources, the arid climate, population growth and environmental fragility, Algeria aim develop a national integrated and sustainable water management strategy. Also, the water sector is confronted to the energy issue, especially since the widespread use of the state technology for non-conventional water characterized by their growing needs mainly fossil fuels. This thesis tries to analyze the new strategy by introducing sustainable water management in the economic and environmental policy. This integrated water resources management should be understood by regulatory control instruments, optimization of the resource use by the implementation of demand management, development of scientific research in the water sector and renewable energy and undertake extensive information programs and users sensibilization to more water conservation through education of future generations to the environment and sustainable development.

Keywords: water, renewable energy, environment, integrated management, Algeria.

Liste des figures :

Figure I.1 : Usage de l'eau en agriculture dans le monde.....	25
Figure I.2 : Usage de l'eau dans l'industrie dans le monde.....	26
Figure I.3: Usage domestique de l'eau dans le monde	27
Figure I.4 : Cycle de l'eau dans la nature.....	30
Figure I.5 : Répartition de l'eau dans le monde.....	36
Figure I.6 : Disponibilité mondiale en eau douce en 2000 (Moyenne des eaux de surface et des recharges d'eaux souterraines).....	37
Figure I.7 : Consommation d'eau douce dans le monde.....	41
Figure I.8 : Nombre de pays et d'habitants en pénurie d'eau au cours des prochaines décennies.....	42
Figure I.9 : Accès à l'eau potable et à l'assainissement dans le monde.....	44
Figure I.10 : Les prélèvements en eau pour l'agriculture en pourcentage de la totalité des ressources renouvelables en eau.....	48
Figure I.11 : Population n'ayant pas accès à une source d'eau potable améliorée ni à un système d'assainissement amélioré en Méditerranée.....	50
Figure I.12 : Eau douce renouvelable par an et par personne en m ³	50
Figure I.13 : Les Cinq bassins hydrographiques en Algérie.....	55
Figure I.14 : Ressources renouvelables des nappes souterraines dans le Nord du pays.....	57
Figure I.15 : Évolution et tendance de la pluviométrie dans les régions d'Oran, d'Alger et de Constantine de 1922 à 2005.....	60
Figure II.1 : Principe du captage des images.....	69
Figure II.2 : Procédés de dessalement industrialisés.....	74
Figure II.3: Dessalement par distillation suivant le procédé de Saint-Basile (Au milieu du IV ^e siècle après J-C).....	75
Figure II.4 : Production mondiale d'eau dessalée en 2009 et projection pour 2016.....	77
Figure II.5 : Les principaux pays producteurs d'eau dessalée (en millions de m ³ /j) en 2008	78
Figure II.6 : Les techniques de dessalement par distillation.....	79
Figure II.7 : Techniques de dessalement par Osmose.....	80
Figure II.8 : La réutilisation des eaux usées épurées.....	93
Figure II.9 : Production et consommation globale de charbon en 2003.....	102

Figure II.10 : Les émissions de gaz à effet de serre des différents types d'énergie.....	111
Figure II.11 : Fournisseurs d'énergie dans les pays du bassin méditerranéen.....	115
Figure II.12 : La situation actuelle, celle envisagée pour 2025, et l'alternative pour la même échéance.....	116
Figure II.13 : Taux de croissance moyen des pays méditerranéens de 1971 à 2025.....	117
Figure II.14 : Moyenne mondiale de la consommation par personne de chaque énergie de 1860 à 2012.....	119
Figure II.15 : Consommation mondiale d'énergie primaire de 1970 à 2030.....	119
Figure II.16 : Consommation d'énergie mondiale en 2010 (kg équivalent pétrole par habitant)	119
Figure II.17 : Investissements dans l'énergie durable, 2004-2009 (milliards de dollars).....	121
Figure III.1 : Consommation d'eau douce dans le monde entre 1900 et 2000.....	132
Figure III.2 : Projection de la demande mondiale en eau et, dans un scénario de maintien du statu quo, quantité qui sera probablement atteinte du fait de l'augmentation de l'offre et d'améliorations dans l'usage rationnel de l'eau technique (productivité).....	133
Figure III.3 : Évolution de la température de la planète, 1880-2010.....	135
Figure III.4 : Variation des températures à l'échelle du globe et des continents.....	136
Figure III.5 : Diagramme définissant le concept du développement durable.....	141
Figure III.6 : La prévision de la pénurie en eau dans le monde en l'an 2025.....	148
Figure III.7 : Schéma d'un système de micro-irrigation par goutteurs.....	155
Figure III.8 : Répartition des consommations d'eau à la maison.....	158
Figure III.9 : Schéma de la gouvernance de l'eau.....	173
Figure III.10 : Acteurs et dynamique d'une coopération dans le domaine de l'eau.....	176
Figure IV.1 : Géographique et reliefs de l'Algérie.....	183
Figure IV.2 : Évolution démographique en Algérie et projection à l'horizon 2025.....	189
Figure IV.3 : Les barrages en Algérie de 1830 à 1962.....	204
Figure IV.4 : Les barrages en Algérie.....	204
Figure IV.5 : Évolution des capacités de dessalement d'eau de mer.....	217
Figure IV.6 : Localisation des stations de dessalement.....	219
Figure IV.7 : Évolution de taux de raccordement au réseau d'assainissement et linéaire de réseau 1999-2019.....	223

Figure IV.8 : Évolution du volume eaux usées rejetées, de la capacité nationale de traitement et du nombre de STEP 2004-2014.....	225
Figure IV.9 : Projet de réutilisation des eaux usées de l'Algérie du nord.....	226
Figure IV.10 : Système de Beni Haroun.....	229
Figure IV.11 : Le complexe hydraulique Sétif-Hodna.....	230
Figure IV.12 : transfert de Tichi Haf-Béjaia.....	231
Figure IV.13 : Système Taksbt-Alger.....	231
Figure IV.14 : Système de Koudiat Acerdoune-Hauts plateaux.....	232
Figure IV.15 : Le système Mostaganem Arzew Oran.....	233
Figure V.1 : Évolution de la longueur du réseau transport électricité en km Période 2000-2011.....	241
Figure V.2 : Évolution de la longueur du réseau de distribution électricité en km.....	242
Figure V.3 : Synthèse des flux énergétiques en Million de tonnes équivalent pétrole.....	247
Figure V.4 : Consommation de pétrole en Algérie 1965-2009 (en milliers de baril par jour)..	252
Figure V.5 : Consommation finale par produit des différents secteurs.....	253
Figure V.6 : Répartition mondiale du rayonnement solaire annuel en KWh/m ²	257
Figure V.7 : Le potentiel solaire en Algérie.....	258
Figure V.8 : Irradiation globale journalière reçue sur différents plans.....	258
Figure V.9 : Carte préliminaire des vents en Algérie.....	261
Figure V.10 : Tracé des vitesses moyennes des vents à 10 mètres du sol.....	261
Figure V.11 : Zones à fort potentiel géothermique.....	266
Figure V.12 : Carte géothermique primaire du Nord de l'Algérie.....	266
Figure V.13 : Pénétration des énergies renouvelables dans la production nationale en TWh....	276
Figure V.14 : Structure du parc de la production nationale en MW.....	277
Figure V.15 : Répartition des Puissance installée en énergies renouvelables (en Watt) par wilaya.....	280
Figure V.16 : Répartition de la puissance installée par application.....	280
Figure V.17 : Localisation des projets de Ghardaïa et d'Adrar.....	281
Figure V.18 : Ferme éolienne d'Adrar.....	282

Figure V.19 : Schéma de la centrale photovoltaïque de Ghardaïa.....	283
Figure V.20 : LA centrale hybride Hassi R'Mel.....	284
Figure V.21 : La STEP de N'Goussa.....	289
Figure V.22 : L'unité de dessalement de HASSI-KHEBI.....	292
Figure VI.1 : L'évolution des investissements consacrés au développement des infrastructures d'alimentation en eau potable.....	302
Figure VI.2 : Évolution du taux de raccordement national.....	325
Figure VI.3 : Évolution des dotations en eau potable 1999-2014.....	326
Figure VI.4 : Évolution du linéaire de réseau AEP 1999-2014.....	326
Figure VI.5 : Évolution des superficies irriguées de 1962-2014.....	329
Figure VI.6 : Évolution des superficies irriguées (PMH + GPI) 1962-2014.....	330
Figure VI.7: Part des différentes ressources en eau dans l'irrigation en 2013.....	332
Figure VI.8 : Guide de l'éducateur.....	351
Figure VI.9 : Supports pédagogiques.....	351
Figure VI.10 : Mallette du club vert.....	352
Figure VI.11 : Support pédagogiques.....	352
Figure VI.12 : Fiches pédagogiques.....	352

Liste des tableaux :

Tableau I.1 : Ordre de grandeur des quantités d'eau utilisées dans certaines industries.....	26
Tableau I.2 : Évolution en % de l'utilisation de l'eau en Algérie.....	27
Tableau I.3 : Principales différences entre eaux superficielles et eaux profondes.....	33
Tableau I.4 : Volume d'eau contenu dans les différents réservoirs.....	36
Tableau I.5 : Classement des pays Selon leur disponibilité en ressources hydriques renouvelables.....	39
Tableau I.6 : Quantité d'eau renouvelable par personne et par an pour quelques pays, projections en m ³	51
Tableau I.7 : Estimation des disponibilités des différentes sources d'eau au Maghreb (En milliards de m ³ /an).....	51
Tableau I.8 : Les ressources en eau au Maghreb et leur évolution d'ici l'an 2025.....	52
Tableau I.9 : Ressources en eau dans les Bassins Hydrographiques en Algérie.....	54
Tableau I.10 : Évolution de la disponibilité en eau potable.....	54
Tableau I.11 : Potentialités des ressources en eau dans le bassin de l' Oranie Chott-Chergui	56
Tableau I.12 : Potentialités des ressources en eau dans le bassin du Cheliff – Zahrez.....	56
Tableau I.13 : Potentialités des ressources en eau dans le bassin de l' Algerois-Hodna-Soummam	56
Tableau I.14 : Potentialités des ressources en eau dans le bassin du Constantinois-Seybouse- Mellegue	56
Tableau I.15 : Potentialités des ressources en eau au Sahara.....	56
Tableau I.16 : Ressources en eaux souterraines concernant les nappes dont les potentialités sont supérieures à 10 millions de m ³	58
Tableau I.17 : Ressources souterraines du Nord Ouest Algérien : Potentialités et exploitations.....	59
Tableau I.18 : Évolution en % de l'utilisation de l'eau en Algérie.....	61
Tableau II.1 : Le dessalement dans les pays du bassin méditerranéen.....	76
Tableau II.2 : Équivalences entre les unités d'énergies les plus courantes.....	98
Tableau II.3 : consommation de pétrole dans le monde de 1973 à 2011 (en million de tonnes).....	101
Tableau II.4 : Comparaison entre les différentes énergies.....	112
Tableau III.1 : Consommation classique d'eau dans différentes industries et sa réduction.....	151

Tableau III.2 : rapport entre la quantité d'eau nécessaire à la culture et la quantité d'eau à fournir.....	154
Tableau III.3 : Barème actuel de tarification de l'eau potable pour les différentes catégories d'usagers et tranches de consommation trimestrielle en Algérie.....	162
Tableau III.4 : Les quatre régimes de propriété.....	173
Tableau IV.5 : Les étages bioclimatiques en Algérie.....	186
Tableau IV.6 : Évolution des Indicateurs démographiques.....	188
Tableau IV.7 : Population totale projetée pour 2020 et 2025.....	189
Tableau IV.8 : 1 ^{ère} génération de barrages réservoirs en Algérie.....	197
Tableau IV.9 : Caractéristiques des barrages de 1920.....	198
Tableau IV.10: Les ressources en eau Algérie en milliards de m ³	201
Tableau IV.11 : Barrages en exploitation dans l'Ouest de l'Algérie.....	206
Tableau IV.12 : Barrages en exploitation dans le Cheliff.....	207
Tableau IV.13: Barrages en exploitation dans le Centre.....	208
Tableau IV.14 : Barrages en exploitation dans l'Est du pays.....	209
Tableau IV.15 : Tableau récapitulatif relatif des barrages en exploitation dans les quatre régions du pays.....	210
Tableau IV.16 : Barrages achevés et non mis en exploitation, situation au mois de Septembre 2014.....	211
Tableau IV.17 : Les barrages en travaux.....	212
Tableau IV.18 : Grande Station de Dessalement d'Eau de Mer.....	218
Tableau IV.19: Les petites stations de dessalement dites Monobloc.....	220
Tableau IV.20 : Stations de déminéralisation des eaux saumâtres.....	221
Tableau IV.21 : Évolution du linéaire de réseau d'assainissement et taux de raccordement 1999-2019.....	222
Tableau IV.22 : Évolution des indicateurs d'épuration 2004-2014.....	224
Tableau V.1 : Taux de production d'électricité des différents équipements.....	242
Tableau V.2 : Bilan global d'énergie électrique en GWH spécifique et Ktep.....	245
Tableau V.3 : Bilan énergétique 2013.....	248
Tableau V.4 : Potentiel solaire en Algérie	259

Tableau V.5: Parc de production hydroélectrique.....	263
Tableau V.6 : bilan de réalisation des énergies renouvelables par wilaya.....	279
Tableau V.7 : Caractéristiques de la ferme éolienne d’Adrar.....	282
Tableau V.8 : Caractéristiques de la centrale photovoltaïque de Ghardaïa.....	283
Tableau V.9 : Coût du mètre cube dessalé en Algérie en dollars.....	291
Tableau VI.1: Alimentation en eau potables, Évolution des indicateurs 1962-2014.....	325
Tableau VI.2 : Superficie équipée des grands périmètres d’irrigation.....	329
Tableau VI.3 : Superficie irriguée (PMH + GPI) 1962-2014.....	329
Tableau VI.4 : Campagne d’irrigation de la PMH.....	331
Tableau VI.5 : Besoins en eau 2010 - 2020.....	335
Tableau VI.6 : Évolution des barrages et leur capacité de mobilisation 1999-2019.....	335
Tableau VI.7 : Évolution des indicateurs d’eau potable 1999-2019.....	336
Tableau VI.8 : Évolution des indicateurs d’assainissement et d’épuration 1999-2019.....	336
Tableau VI.9: Évolution des indicateurs de l’irrigation 1999-2019.....	336
Tableau VI.10 : Les Zone tarifaires territoriales.....	339
Tableau VI.11 : Le barème de tarifs applicables aux différentes catégories d’usagers et tranches de consommation trimestrielle.....	339
Tableau VI.12 : Les tarifs de l’assainissement relatifs à chaque zone tarifaire.....	340

Liste des abréviations :

- **ABH** : Agences de bassins hydrographiques.
- **ADE** : L'Algérienne Des Eaux.
- **ADEME** : Agence de l'environnement et de la Maîtrise d'Énergie.
- **AGIRE** : L'Agence nationale de Gestion Intégrée de l'eau.
- **AIE** : Agence Internationale de l'Énergie.
- **ANBT** : Agence Nationale des Barrages et Transferts.
- **ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.
- **CEEG** : Compagnie de l'Engineering de l'Électricité et du Gaz.
- **CNES** : Conseil National Économique et Social.
- **CPDP** : Comité Professionnel du Pétrole.
- **DEM** : Dessalement d'eau de Mer.
- **EEDD** : Éducation à l'Environnement et au Développement Durable.
- **FAO**: Food and Agriculture Organization. (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture).
- **FNME**: Fond National pour la Maitrise de l'Énergie.
- **GIEC** : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- **GIEC** : Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- **GIRE** : de la gestion intégrée des ressources en eau.
- **GJ** : giga joules.
- **GN/C** : Gaz Naturel Carburant.
- **GPI** : Grands Périmètres d'Irrigation.
- **GPL/C** : Gaz Pétrole Liquéfié Carburant.
- **GRTE** : Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Electricité.
- **GWh** : Giga wattheure.
- **IISD** : Institue International de Développement Durable.
- **INPE** : L'Institut National de Perfectionnement de l'Équipement.
- **IPMED** : Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen.
- **IRENA** : International Renewable Energy Agency (Agence internationale pour les énergies renouvelables).
- **IWMI** : International Water Management Institut.
- **IWRM**: Integrated Water Resources Management.
- **MDG** : Drinking water and sanitation target,
- **MEM** : Ministère de l'Énergie et des Mines
- **Mha** : millions d'hectares.
- **MIES** : Mission Interministérielle de l'Effet de Serre.
- **MRE** : Ministère des Ressources en Eau.
- **MSF** : Multi Stage Flash.
- **NEAL** : New Energy Algeria.
- **OCDE** : l'Organisation de Coopération et de Développement Économique.
- **OME** : L'Observatoire Méditerranéen de l'Énergie.
- **OMM**: l'Organisation Météorologique Mondiale.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **ONA** : Office Nationale de l'Assainissement.

- **ONID** : Office National de l'Irrigation et de Drainage.
- **ONM** : Office National Météorologique.
- **ONS**: Office National des Statistiques.
- **ONUDI** : Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel.
- **OPI** : Offices Régionaux ou de la wilaya.
- **PMH** : Petite et Moyenne Hydraulique.
- **PNAEDD** : Plan National d'Action pour l'Environnement et le développement durable.
- **PNE** : Plan National de l'Eau.
- **PNM** : Les Pays du Nord de la Méditerranée.
- **PNR** : Plan National de Recherche.
- **PSEM** : Les Pays du Sud Est de la Méditerranée.
- **RD** : Électrodialyse.
- **RO** : Reverse Osmose.
- **SAU** : Surface Agricole Utile.
- **SDEM** : Stations de Dessalement d'Eau de Mer.
- **SEOR** : Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran.
- **SKB** : Shariket Kahraba Berrouaghia.
- **SKH** : Shariket Kahraba Hadjret Ennouss.
- **SKS** : Shariket Kahraba Skikda.
- **SME** : Système de Management de l'Environnement.
- **SNAT** : Schéma Directeur de l'Aménagement du Territoire.
- **SNDRD** : Stratégie Nationale de Développement Rural Durable.
- **SPE** : Société Algérienne de Production de l'Électricité.
- **TEP** : la Tonne Équivalent Pétrole.
- **UDES** : Unité de Développement des Énergies Solaires
- **Unicef** : Fond des Nations Unies pour l'enfance.
- **VC** : Vapor Compression.
- **VTE** : Vertical Tube Evaporation.
- **WH** : Le Watt-heure.

Sommaire :

Introduction générale	1
Chapitre I : L'eau : entre réalité, enjeu et perspective	10
Introduction.....	11
1. L'eau : définitions, typologies et usages.....	13
2. Potentiel, répartition et besoins en eau douce.....	29
3. L'eau face à la pénurie.....	43
Conclusion.....	62
Chapitre II : Les technologies de l'eau : un défi énergétique	63
Introduction	64
1. Les technologies de l'eau : une réponse aux problèmes de pénuries	66
2. Le défi énergétique de l'eau	96
Conclusion	123
Chapitre III : Eau, enjeux environnementaux et développement durable	125
Introduction.....	126
1. Eau : enjeu environnemental et développement durable	128
2. Gestion de la demande: Produire, consommer et vivre autrement	145
3. De la gestion intégrée à la gestion durable de l'eau	165
Conclusion	177
Chapitre IV : L'hydraulique en Algérie, entre réalisations et acquis	179
Introduction.....	180
1. Présentation du contexte géo-démographique de l'étude.....	182
2. La genèse de l'hydraulique en Algérie.....	193
3. Réalisations et performances hydrauliques de l'Algérie actuelle, en matière de mobilisations de production et de traitement d'eau.....	201
Conclusion.....	234
Chapitre V : Le défi énergétique en Algérie : réalités et perspectives	236
Introduction.....	237
1. L'énergie en Algérie.....	239
2. Potentiel des énergies renouvelables en Algérie.....	256
3. Politique, programme et développement des énergies renouvelables en Algérie.....	268
4. Les énergies renouvelables et l'eau en Algérie.....	287
Conclusion.....	295
Chapitre VI : La gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie	298
Introduction.....	299
1. La politique de l'eau en Algérie.....	301
2. L'alimentation en eau potable et l'irrigation.....	324
3. La gestion intégrée de l'eau en Algérie.....	333
4. Le développement durable pour une gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie	343
Conclusion	356
Discussion	359
Conclusion générale	367
Bibliographie	369

Introduction générale

1- Introduction :

Élément de notre quotidien, l'eau est si familière que l'on oublierait souvent son importance et son originalité. Parce qu'elle précède et conditionne toute forme de vie, qu'elle lui est consubstantielle, l'eau est le patrimoine naturel le plus précieux de l'humanité. À travers les religions, les civilisations, les mythes, les imaginaires poétiques, l'eau est source de vie, moyen de purification ou de régénérescence, symbole universel de fécondité et de fertilité, symbole de pureté, de sagesse, de grâce et de vertu, symbole enfin de cycle perpétuel de la vie et de la mort.

L'eau est très inégalement répartie dans le monde. Pour des raisons climatiques, tout d'abord : les zones arctiques, tempérées et tropicales humides se partagent des eaux qui circulent sur l'ensemble des terres émergées, tandis que les zones arides et semi-arides ne disposent que des restants. Mais les écarts dans les modes et les niveaux de développement socio-économique jouent aussi un rôle déterminant dans les disparités des ressources en eau réellement disponibles. Les ressources naturelles en eau, potentiellement utilisables, varient suivant les régions de 200 litres à 2 millions de litres par jour et par habitant¹.

À chaque usage (domestique, industriel ou agricole), correspond des besoins en eau très variables en quantité et en qualité, suivant les secteurs et surtout les saisons. La demande en eau pour des usages domestiques devrait croître considérablement dans les prochaines années dans les pays en voie de développement. L'Organisation des Nations Unies rappelle que près de 1,1 milliards de personnes manquent d'eau potable, et que 2,9 milliards de personnes ne disposent pas de services d'assainissement², et estime que les problèmes d'approvisionnement en eau potable dans les pays en voie de développement se verront aggravés par le taux élevé de croissance de population et la concentration graduelle de la population dans les grandes villes.

Cette pénurie en eau met un grand nombre de pays dans une situation de stress hydrique (moins de 1000 m³/ hab /an), car à la crise de l'eau, les solutions naturelles ont montré leurs limites et son usage actuel dans le monde dépasse largement ses capacités de renouvellement. Depuis quelques temps, la réponse à ces problèmes est apportée par des solutions techniques et technologiques innovantes de productions, de mobilisation, de transferts, ou de dépollution des eaux ; mais ces solutions sont très énergivores.

¹DELÉAGE Jean-Paul, « EAU (Ressources et utilisations) notions de base », in 'L'eau en France', Dossier documentaire 1, Documents rassemblés par DAURIAC JM., 2014, P3.

²KHELFAOUI Fayçal & ZOUINI Derradji, « Gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin versant du Saf-Saf (wilaya de Skikda, nord-est algérien) », in Revue 'Nature et Technologie'. N ° 03, Juin 2010, P 50.

Le dessalement d'eau de mer, par exemple, est une activité en pleine expansion du fait d'une amélioration constante des techniques et d'une réduction de coûts (investissement, production du m³). C'est pourquoi, le dessalement représente, de nos jours, la principale source d'eau potable pour de nombreux pays (îles, pays à climat désertique ou subdésertique, etc.) et offre des solutions alternatives pour un grand nombre de villes. Mais, ce coût étant encore bien supérieur à celui des autres modes d'alimentation en eau, cette technique reste réservée aux États ayant des ressources financières et énergétiques consistantes (Moyen Orient, pays développés, Algérie). L'avenir du dessalement doit également prendre en compte ses effets sur l'environnement, car de plus en plus d'études montrent ces effets néfastes et coûteux.

La production, le stockage, le transfert, la dépollution ou le traitement de l'eau requière la consommation d'énergie souvent limitée, car fossile et polluante. Tandis que l'accès à l'eau est reconnu depuis plusieurs décennies comme une priorité d'aide au développement, l'énergie a dû attendre le sommet de Johannesburg en 2002 (Sommet mondial pour le développement durable qui a abouti à des décisions qui portent, entre autres, sur l'eau, l'énergie, la santé, l'agriculture et la diversité biologique)¹ pour avoir une réelle place dans les débats. Au-delà de satisfaire les besoins primaires, ces services essentiels sont désormais au cœur de la lutte contre la pauvreté et pour l'amélioration des conditions de vie. Intrinsèquement liées par des enjeux et problématiques communs, l'énergie et l'eau présentent également d'intéressantes synergies.

Nous affrontons un défi planétaire puisque les éléments tels que les ressources en eau, en énergie et en matières premières, les impacts sur le climat et sur l'environnement, les incidences sur le développement économique de tous les peuples de la planète ou les facteurs démographiques ne peuvent s'évaluer dans un cadre national, ni même continental. **L'avenir énergétique est ainsi l'un des trois défis majeurs de ce siècle avec la gestion de l'eau** et les ressources alimentaires. Le point commun de ces trois défis est leur sensibilité au développement économique et à la démographie. Plus les peuples seront riches et nombreux, plus les problèmes seront aigus. La population mondiale devrait tendre vers les 10 milliards d'habitants durant la période 2050-2100 avec un rapprochement des niveaux de développement économique. Le secteur de l'électricité est celui qui a connu la plus forte croissance avec le développement industriel et le développement de la consommation dans le secteur résidentiel (climatisation, électroménager, ...).

Les énergies naturelles telles que le soleil, le bois, l'eau, le vent et la chaleur de la terre, appelées aussi *énergies renouvelables*, ont assuré le développement de l'humanité pendant des millénaires avant de céder le pas à partir du XIX^e siècle aux énergies dites *fossiles*, qui ont permis

¹ Rapport du Sommet mondial pour le développement durable, Publication des Nations Unies, Johannesburg (Afrique du Sud), 26 Août – 4 Septembre 2002.

l'industrialisation que nous connaissons aujourd'hui, et à l'énergie nucléaire durant la deuxième moitié du XX^e siècle. Elles connaissent depuis une vingtaine d'années un regain d'intérêt et l'amorce d'un développement nouveau.

L'avenir énergétique est un élément du débat sur le changement climatique et l'effet de serre, mais aussi sur la gestion raisonnée de nos ressources naturelles. C'est donc une problématique de développement durable.

Ainsi, l'eau comme l'énergie, en tant que capital à mobiliser, à évaluer, à gérer et à préserver, apparaît bien comme l'enjeu majeur de ce XXI^{ème} siècle pour tous les pays du monde.

2- Problématique :

L'Afrique est un continent qui traverse des changements climatiques, démographiques, politiques et économiques hautement dynamiques et liés entre eux, affectant le secteur de l'eau et de l'énergie dans bien des pays. La croissance de la population et sa pression sur la terre arable, la dégradation environnementale, la surconsommation de l'eau conventionnelle, le recours aux énergies fossiles (notamment le Gaz pour la production d'électricité) et les transformations économiques conduisent à des mouvements de population sans précédent vers certains centres urbains n'arrangeant pas la situation très difficile dans ces régions qui ont déjà un stress hydrique comme l'Algérie. Les gouvernements nationaux ont de la peine à satisfaire les nécessités les plus urgentes de populations en croissance rapide notamment en eau potable et en assainissement d'où le recours aux eaux non conventionnelles. En conséquence, des proportions croissantes de la population sont exposées à un risque de pénurie en eau et font face à une menace de sûreté énergétique grandissante. Des **stratégies de gestion intégrée et durable** innovantes, adaptées et efficaces sont nécessaires afin d'améliorer les options de planification et les interventions pour tous les usagers du secteur de l'eau et de garantir la durabilité de la ressource.

Dans le nouveau contexte de crise climatique mondiale, l'Afrique s'avère être le continent le plus menacé et le plus vulnérable, car la dégradation actuelle de ses ressources naturelles risque de devenir irréversible en l'absence d'une mobilisation à la hauteur de la menace climatique, pollutions, croissance démographie et bien d'autres facteurs¹.

¹ MOSTEFA-KARA Kamel, « La menace climatique en Algérie et en Afrique : les inéluctables solutions », Édition DAHLAB, Algérie, 2008, P 309.

Dans la région du Maghreb, l'eau, comme l'énergie, se place parmi les quatre principaux défis auxquels les pays de la région doivent faire face¹, à savoir :

- Le **défi démographique** et l'urbanisation.
- Le **défi de la dégradation de l'environnement** résultant de la pollution, de l'érosion des sols et de la désertification.
- Les **besoins croissants de l'eau de boisson et de l'eau verte** (eau de culture) dues à la croissance démographique.
- Les **réserves d'énergies** en gaz et en pétrole surtout pour les pays comme l'Algérie et la Libye.

L'Algérie fait partie des pays les plus pauvres au niveau hydrique. Sa position géographique, en zone de transition, et son climat aride et semi-aride, en fait un espace très vulnérable. Le secteur de l'eau sera l'un des plus déstabilisés : diminution de l'écoulement des eaux, modification du régime hydrologique saisonnier avec des impacts sur certains aménagements hydrauliques et agricoles, augmentation de la salinité des eaux, baisse du niveau des nappes souterraines...Le pays est confronté alors à une rareté de l'eau mesurée en termes de stress hydrique et d'irrégularité de la ressource, deux facteurs susceptibles de s'accroître avec le changement climatique. Éloigner le spectre du stress hydrique dans un contexte géographique et climatique peu favorable, voire hostile, devient l'unique préoccupation des pouvoirs publics.

Pour soulager les pays de leur soif d'eau et dans un souci de préservation de l'environnement, l'Algérie s'est tournée vers les ressources non conventionnelles comme le dessalement d'eau de mer et l'épuration des eaux usées. Or ces dernières, fonctionnent à l'énergie d'origine fossile (électricité produite à partir du Gaz) et participent, de la sorte, à la pression exercée sur celle-ci dans le pays, l'accentuation des émissions de gaz à effet de serre, sans parler de l'approche du développement durable à laquelle se confronte la problématique de l'eau.

La demande croissante en énergie électrique en Algérie (induite par les besoins des différents secteurs dus au développement), et les défis environnementaux liés à l'usage de l'énergie (pollutions de l'air, pollution de l'eau, augmentation du gaz à effet de serre, accumulations des déchets,...) imposent que l'on oriente les politiques et les pratiques vers un usage toujours plus rationnel des services énergétiques: l'énergie non consommée restera toujours la moins polluante.

¹ BRAUCH H.G. « Energy and water in the Mediterranean with a special focus on North Africa: (1950-2050) ». UNISCI Papers, 11/12/1997.

Aussi, le développement des énergies renouvelables doit accompagner toute politique future du secteur de l'eau en Algérie pour limiter les rejets de CO₂, préserver l'environnement et assurer l'indépendance énergétique de ce secteur.

La consommation de toutes formes d'énergie pour des technologies de l'eau produit des effets plus ou moins néfastes sur l'environnement. Le principal gaz dégagé, le dioxyde de carbone, s'accumule dans l'atmosphère pour accroître l'effet de serre et perturber le cycle et la qualité de l'eau.

En Algérie, les contraintes de pénurie en eau, du caractère limité des énergies fossiles et la lutte contre le réchauffement climatique change les grilles d'analyse traditionnelles. Il ne s'agit plus d'utiliser les technologies de l'eau, coûte que coûte, pour soulager du stress hydrique usant ainsi de l'énergie fossile sans se préoccuper du devenir du climat et de la planète, mais d'imaginer de nouveaux outils et méthodes écologique, économique et durables capables de conduire à une utilisation plus rationnelle et à une optimisation des ressources naturelles (hydriques et énergétiques), en une phrase : **une gestion intégrée et durable des ressources.**

Gérer durablement les ressources en eau en intégrant les effets de : la croissance démographique, du réchauffement climatique, de la problématique environnementale et du nouveau contexte énergétique représente l'un des défis majeurs auxquels l'Algérie doit faire face en ce nouveau millénaire pour un développement durable.

La présente recherche se dresse autour de la problématique d'une gestion intégrée de l'eau en Algérie, alliant aspect du défi énergétique et composante environnementale pour un développement durable de cette ressource.

Partant de la principale hypothèse que la croissance démographique et les contraintes climatiques continueront d'exercer une pression sur la demande en eau atteignant déjà ses limites de renouvellement, et que le recours croissant aux eaux non conventionnelles -pour augmenter les dotations en eau et limiter les rejets d'eau usées dans la nature- sera tributaire d'une énergie produite par des ressources souvent fossiles donc limitées et polluantes, l'Algérie devra dorénavant intégrer dans sa politique de gestion de l'eau le volet énergétique et la problématique environnementale tout en associant énergies renouvelables et développement durable pour une gestion intégrée et durable de l'eau dans le pays.

Tenant compte de ses agrégats, cette thèse tentera de trouver des éléments de réponses aux questionnements suivants :

- 1- Quelles sont les efforts du pays en matière de mobilisation des ressources en eau, et pour quelles raisons l'Algérie oriente-t-elle ses choix vers les eaux non conventionnelles ?
- 2- Est-ce que celles-ci peuvent être sujettes à l'énergie, et quelles en sont les alternatives?
- 3- Comment se présente la gestion intégrée de l'eau en Algérie, et est-ce que sa politique actuelle intègre dans sa stratégie la dimension énergétique, et environnementale pour un développement durable de la ressource?

Pour se faire, cette recherche dressera comme hypothèses secondaires les éléments suivants :

- 1- En raison de sa situation géographique, de l'aridité de son climat, de la pression démographique et en dépit des efforts consentis pour la mobilisation de l'eau (construction de barrages, transferts, pompages d'eau sous-terraines,...), l'Algérie continuera à trouver un soulagement hydrique en ayant recours à la production d'eaux non conventionnelles.
- 2- Partant de l'hypothèse que l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement des technologies de production d'eau non conventionnelle, en Algérie, est produite principalement par des énergies fossiles et que de par leurs natures, celles-ci s'avèrent être polluantes mais surtout limitées ; le secteur de l'eau se trouvera, tôt ou tard, confronté à la problématique énergétique et devra, pour s'en défaire, orienter ses objectifs d'abord vers une approche en terme de maîtrise de la demande (pour limiter la consommation), ensuite d'associer toutes formes d'énergies renouvelables aux technologies de l'eau (en raison du potentiel en énergies renouvelables que renferme le pays).
- 3- La gestion intégrée de l'eau en Algérie s'articule autour d'un découpage par bassins hydrographique et trouve appui sur différents outils. Aussi, les volontés politiques du pays favorisent l'approche du développement durable par un système de management environnementale et des actions éducatives, et offrent un terrain fertile pour le développement des énergies renouvelables nécessaires pour les technologies de l'eau.

L'importance de notre recherche trouve ses fondements dans la transition énergétique que connaît actuellement le monde et l'indispensabilité de développement des énergies renouvelables, en vue de préserver les ressources fossiles, d'assurer une indépendance énergétique et garantir un développement durable du secteur de l'eau (déjà sujet à bien des aléas). Aussi, les nouvelles

orientations mondiales prônent un développement durable par une rationalisation de consommation de ressources naturelles et une réduction d'émissions de Gaz à effet de serre. Dorénavant, on ne pourra évoquer la problématique de l'eau en Algérie sans se soucier du défi énergétique et de la protection de l'environnement.

3- Méthodologie :

L'objet de ce travail porte sur la gestion intégrée des ressources en eau en Algérie associant : réchauffement climatique, pression démographique, énergies renouvelables, protection de l'environnement et développement durable. Aussi nous nous intéresserons aux techniques et technologiques (dessalement, techniques dépurations, transferts, pompages, ...) qui permettent d'augmenter la dotation en eau potable par la production d'eau non conventionnelle, pour ensuite comprendre leur dépendance au secteur énergétique.

La problématique de l'eau en Algérie a fait l'objet de recherches de plusieurs auteurs. Le point de départ de cette étude fut les résultats des travaux de recherches de l'auteur : BOUBOU N. (2009) dressant comme constat une dépendance du secteur de l'eau, en Algérie, aux nouvelles technologies de production d'eau non conventionnelles (dans lesquelles le pays a trouvé un soulagement hydrique), et de la nécessité d'une gestion intégrée et durable de cette ressource en raison des défis énergétiques climatiques et environnementaux qui se présentent à l'eau.

D'autres auteurs se sont penchés sur cette question dans leurs travaux de recherches et publications. C'est le cas par exemple, des auteurs : OULARBI & D. AOUCHER (2009) apportant une réflexion à la problématique de la dotation unitaire en eau potable appliquée en Algérie. REMINI B. (2005) et SALEM A. (2001 et 2002), ont traité la problématique de l'environnement et de la gestion intégrée de l'eau en Algérie. BENBLIDIA M. (2001) s'est intéressé à l'économie en eau chez le consommateur. DJEFLAT A. (2001) a évoqué dans ses études la technologie et l'eau au Maghreb et KETTAB A. (2000) a traité le sujet des ressources en eau en Algérie.

La menace climatique en Algérie a bien été mise en avant par plusieurs travaux d'auteurs, nous citerons principalement : NOUACEUR Z. (2010) et MOSTEFA-KARA K. en 2008 dans son ouvrage intitulé : « *La menace climatique en Algérie et en Afrique : les inéluctables solutions* ».

La problématique énergétique et les énergies renouvelables en Algérie furent l'objet d'études de différents auteurs algériens et étrangers comme : CHERFI S. (2010) portant sur l'avenir énergétique de l'Algérie, EL ANDALOUSSI E. (2010) concernant le développement énergétique durable en Méditerranée, MEKIDECHE M. (2008) soulignant les énergies renouvelables en Algérie

et ROUYER J. & BEN JANNET ALLAL H. (2007) abordant les besoins en énergie pour l'eau en Méditerranée.

Du point de vue méthodologique, et en raison de la pluridisciplinarité et de la diversité des aspects de la problématique étudiée, ce travail s'est basé essentiellement sur l'analyse des contenus et données rapportées de la littérature de différents domaines et disciplines en liaison avec la dite problématique, comme : les sciences de gestion, la chimie, le génie civil, les sciences naturelles, l'histoire, les technologies, la climatologie, la météorologie, le génie-environnemental, les énergies renouvelables,... Ainsi que l'étude des statistiques des institutions chargées de la gestion de l'eau en Algérie.

Aussi, ce travail a nécessité de faire certains déplacements en vue de collecter des données auprès des différents ministères concernés : le Ministère des Ressources en Eau, le Ministère de l'Énergie et des Mines, le Ministère de l'Agriculture, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement ; et autres institutions : l'Algérienne Des Eaux, l'Agence Nationale des Barrages et Transferts, l'Agence Nationale de Gestion Intégrée de l'Eau, la Compagnie de l'Engineering de l'Électricité et du Gaz, l'Office Nationale de l'Assainissement, l'Office National Météorologique, l'Office National des Statistiques, la Société Algérienne de Production de l'Électricité et le Centre National de Développement des Énergies Renouvelables. Cette démarche s'est opérée via des interviews, consultation des documents et archives nécessaires à l'élaboration du présent travail et des correspondances continues avec les différentes sous-directions du Ministère des Ressources en Eau ont été nécessaires pour la bonne poursuite du travail.

Cette recherche se structure en six grands chapitres et s'ouvrira, d'abord sur un état des lieux de l'eau dans le monde et en Algérie ; ayant vocation à jeter les bases nécessaires à la compréhension des enjeux liés à l'eau et aux risques majeurs qui pèsent, tant sur sa disponibilité que sur sa qualité au niveau mondial puis à une échelle locale et enfin nationale. Ce premier état des lieux permet de mettre en exergue la rareté relative de l'eau dans de nombreuses régions du monde notamment en Algérie, tout en dressant une typologie de l'eau et de ses usages. Ce premier chapitre est nécessaire pour comprendre les raisons du recours aux technologies de production d'eau non conventionnelles.

Le second chapitre a précisément pour objet la description des technologies de l'eau existantes ainsi que l'étude des énergies fossiles et renouvelables. Ces dernières permettent de préserver l'environnement par une protection des ressources fossiles et une réduction de la pollution.

Le troisième axe regroupera les enjeux environnementaux liés à l'eau et le défi du développement durable. Nous évoquerons aussi les possibilités d'économies en eau par une maîtrise de la demande dans divers domaines (industrie, agriculture et usage urbain et domestique), ainsi que les répercussions qu'elles peuvent avoir sur la protection de l'environnement et la réduction de la pollution.

Concernant le quatrième chapitre, il sera question, en premier lieu, d'une présentation du contexte algérien, suivie de la description de la genèse de l'hydraulique du pays, puis des réalisations en matière de mobilisations, de productions et de transferts de l'eau en Algérie.

Pour comprendre la vulnérabilité du secteur de l'eau vis-à-vis de celui de l'énergie, il nous a été indispensable d'étudier la situation de l'énergie électrique en Algérie, puis de dresser le potentiel en énergies renouvelables en vue de trouver des alternatives pour les technologies de l'eau. Ceci représente le contenu du cinquième chapitre.

Enfin, un sixième et dernier chapitre se dressera pour illustrer la stratégie de l'eau en Algérie et quantifier les besoins du secteur de l'alimentation en eau potable et celui de l'énergie. Ensuite, nous verrons comment s'articule la gestion intégrée de l'eau dans le pays. Pour finir, nous énumérerons les instruments algériens du développement durable.

Nous appuierons ce travail par des exemples d'expériences étrangères en matière d'énergie renouvelable et de développement durable. Nous aborderons aussi un certain nombre d'éléments comme : les dispositifs juridiques et mesures incitatives (code de l'eau, lois, droit de l'environnement, tarifications de l'eau,...), le programme de développement des énergies renouvelables, et nous traiterons leurs insuffisances.

Chapitre I :

L'eau : entre réalité, enjeu et perspectives

Introduction

- 1-L'eau : Définitions, typologies et usages**
- 2- Potentiel, répartition et besoin en eau douce**
- 3- L'eau face à la pénurie**

Conclusion

Introduction :

De toutes les planètes du système solaire, la Terre, nommée aussi « la planète bleu », est la seule à être pourvue d'une hydrosphère. Celle-ci recouvre plus des deux tiers de sa surface. Les propriétés de l'eau sont tout à fait exceptionnelles : condition de la vie, solvant quasi universel, vecteur de chaleur, puissant régulateur thermique, etc. La disponibilité en eau est l'une des clés de la distribution des êtres vivants à la surface de la Terre. Les sociétés humaines elles-mêmes en sont totalement tributaires : elles l'utilisent pour les besoins de leur vie quotidienne, pour leur agriculture et leur industrie, mais aussi comme moyen de transport, pour produire leur énergie ou évacuer leurs déchets. La multiplication des conflits géopolitiques liés à l'eau ainsi que la montée rapide des coûts de production de l'eau potable dans la plupart des pays industrialisés sont les indices d'une crise majeure de cette ressource.

À la fois familière et mystérieuse, l'eau nous accompagne à chaque instant de notre vie, depuis notre conception jusqu'à notre mort et s'il nous est si facile d'en disposer dans nos foyers par un simple tour de robinet, la mobilisation de cette ressource devenue vulnérable nécessite de nombreux efforts tant humains, matériels que financiers. Les habitudes d'hygiène, de confort et même de loisir que nous devons à cette ressource naturelle autre fois si abondante se retrouvent compromises.

Les économistes, comme les sociologues et les démographes, savent à quel point l'homme reste soumis, même à notre époque, au milieu géographique et climatique de son lieu d'établissement. La vie organisée en société a toujours été liée à l'eau et les premières civilisations sont nées dans les vallées des grands fleuves¹. Les grandes migrations du début des époques historiques peuvent trouver une explication dans l'assèchement progressif imputable au réchauffement climatique des vastes régions de l'Asie d'où elles ont pris leur départ. La menace climatique est donc sérieuse.

L'importance de l'eau à la vie et comme composante de l'écosystème n'est plus à démontrer. Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un élément clef du développement, en particulier pour gérer et entretenir la prospérité par le biais de l'agriculture, de la pêche, de la production d'énergie, de l'industrie, des transports, et du tourisme. En outre, l'eau est vitale pour tous les écosystèmes du monde. Cependant, dans les faits, nous faisons face à une crise mondiale de l'eau.

¹ COMELLA Cyril et GUERRÉE Henri, « La distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales », Éditions EYROLLES, Paris, 1974, P 17.

L'eau constitue alors un important élément dans l'économie des sociétés. Perçue par certains comme un bien non marchand l'eau est indispensable aussi bien à la vie qu'à l'industrie, elle représente aussi un enjeu social, économique et politique majeur.

A la croisée de moult domaines et spécialités, elle occupe désormais une place primordiale dans les différentes politiques nationales et travaux de recherches universitaires. On en parle dans toutes les assemblées et le devenir de la planète toute entière en dépend.

Il est donc indispensable de disposer d'évaluations intensives de la sensibilité des ressources en eau dans le monde, au Maghreb et particulièrement en Algérie. Les régions arides et semi-arides sont particulièrement sensibles au climat ce qui risque d'engendrer un potentiel élevé de crises et de conflits associé à une augmentation rapide de la demande en eau¹.

Alors si l'homme d'aujourd'hui a souvent recours aux technologies toujours plus modernes dans le domaine de l'eau pour augmenter la dotation en eau potable, et si celui-ci va pousser sa créativité et sa capacité d'innover à bout, il n'en reste pas moins que sa consommation d'énergie utilisée dans les différentes techniques de production d'eau non conventionnelles augmente constamment. C'est dans cette optique qu'il nous est nécessaire, dans ce chapitre, de faire le point sur les ressources hydriques de la planète pour comprendre l'augmentation des besoins en énergies indispensables aux technologies de production d'eau et l'impact que ce la puisse avoir sur notre environnement.

Le XXI^{ème} siècle s'annonce hélas sous le signe de « la pénurie d'eau », un stress hydrique touchant une grande partie de la planète, une réelle menace climatique. Alors, ***de combien d'eau dispose notre planète? Quelles sont les différents types et usages qu'on attribue à l'eau? Pourquoi parle-t-on de crise d'eau ? Et qu'en est-il de la situation au Maghreb et en Algérie?*** Autant de questions auxquelles nous tenterons d'apporter des éléments de réponses dans le présent chapitre.

¹ MOSTEFA-KARA Kamel, « La menace climatique en Algérie et en Afrique : les inéluctables solutions », Édition DAHLAB, Algérie, 2008, P 197.

1. L'eau : définitions, typologies et usages :

Élément de la vie quotidienne, L'eau n'est pas uniquement une matière première renouvelable mais finie et irrégulière, elle n'est pas non plus un don du ciel inépuisable et éternellement pure. La disponibilité de l'eau est une composante essentielle au développement économique et social, et sa mobilisation constitue un casse tête pour tout décideur, homme politique ou simple usager.

1.1 Définition :

Évaluer les ressources en eau de notre planète nécessite une réflexion préalable sur la nature de cette ressource. Alors le débat est parfois engagé sur la problématique : « ***eau ressource ou matière première ?*** ».

Étymologiquement, l'eau est bien l'élément **ressource** par excellence : « ressource » vient du mot « resourdre » et qui signifie rejaillir¹. C'est le regard utilitaire porté par les hommes sur les éléments de la nature qui en fait des ressources. Le concept de **ressources en eau** n'est apparu en Occident qu'au début du XX^e siècle suite à la prise de conscience de la rareté de l'eau, de son risque de pénurie et de la nécessité de l'évaluer précisément pour la gérer efficacement, ceci étant pour permettre la mise en place des infrastructures de prélèvement, de stockage et de transport².

Même si le terme « ressource » renvoi à une conception utilitaire, il est essentiel de comprendre que l'eau diffère des autres matières premières minérales parce qu'elle est : renouvelable, elle a plusieurs usages (monde animal, activité humaines, industrie,..) et on peut la produire par des techniques diverses (dessalement, épuration,...).

Mais pour arriver à donner une définition de l'eau, l'homme a du attendre plusieurs décennies d'histoire³:

- Selon *ARISTOTE*, l'eau représente un des quatre composants de la réalité universelle (L'eau, la terre, le feu et l'air).
- *Henry CAVENDISH* identifia l'hydrogène dans la molécule de l'eau vers 1766.
- *Joseph PRIESTLEY* quand à lui, y découvrit en 1774 l'oxygène.

¹ ANDREASSIAN. V & MARGAT. J, « Allons-nous manquer d'eau? », Édition Le Pommier, Paris, 2005, P7.

² Idem, P 8.

³ HASSANI Ali, « L'eau, la symbolique, le contexte universel », Édition Dar El Gharb, Algérie, 2006, P30.

- Antoine Laurent DE LAVOISIER & Pierre Simon DE LAPLACE réalisèrent, le 27 Juin 1783, la synthèse de l'eau à partir de deux volumes d'hydrogène et d'un volume d'oxygène.
- Anthony CARLISTE & William NICHOLSON effectuèrent en 1800 la première analyse de l'eau.
- ARRHENIUS mit en évidence la dissociation de l'eau vers 1887.

Selon le nouveau Larousse encyclopédique, l'eau est un «*liquide incolore transparent, inodore, insipide, corps composé dont les molécules sont formés de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène (H₂O)* »¹.

Appelée aussi oxyde de dihydrogène ou encore hydroxyde d'hydrogène², L'eau se définit aussi comme étant un : «*Liquide couramment utilisé dans l'étude des propriétés générales des substances liquides. L'étude de la dynamique des fluides, la presse hydraulique, les vases de communications sont autant d'applications de la physique de l'eau* »³.

En économie, l'eau constitue un important maillon dans la chaîne de fabrication de mout biens. Omniprésente, tant dans la composition que dans la fabrication de certains produits, l'eau est utilisée à des degrés plus ou moins important. L'industrie alimentaire est, par exemple, fortement consommatrice de ressources hydriques dites « potables ». C'est dans cette optique que certains géants de l'agroalimentaire s'implantent dans des vallées riche en eau, tel que *Danone* et *Soummam* situées à Tahracht-Akbou dans la wilaya de Bejaia (Algérie), ou encore *Ifri*, implanté à Ighzer Amkrane-Ouzellagen dans la même wilaya.

1.2 Typologie :

L'eau que nous utilisons pour nos différents besoins, vient pour l'essentiel de l'évaporation de la masse d'eau des mers et océans. Transformée en nuages, l'eau est transportée vers les continents pour en retomber en forme de pluies, neiges, grêles ou brouillard. La pluie et l'eau de fonte des neiges ruissellent sur les pentes, s'accumule en lacs et alimente les réservoirs souterrains.

¹ Larousse Encyclopédique, 2003.

² BOUZIANI Mustapha, « Lexique de l'eau en santé publique », Édition Dar El Gharb, Algérie, 2009, P 40.

³ BOUZIANI Mustapha, « L'eau de la pénurie aux maladies », Édition Dar El Gharb, Algérie, 2000, P47.

Dans le souci de mobiliser une ressource hydrique pour divers besoins et usages, et répondant à une forte croissance de la demande, l'homme développa à travers l'histoire des techniques nouvelles de production, de mobilisation et de transport de l'eau. Et en référence à ces techniques de production, on distingue deux catégories de ce bien:

1.2.1 Les eaux conventionnelles :

Il s'agit ici d'eau provenant de sources d'eau douce, de rivière, de puits, de retenues et barrages, de lacs et ruisseaux, de forages ..., de l'eau qu'on peut tout simplement utiliser à l'état naturel même si celle-ci a subie une légère déminéralisation.

Les Ressources conventionnelles se subdivisent en deux catégories : **Les ressources conventionnelles renouvelables** et **les ressources conventionnelles non renouvelables**.

1.2.1.1 Les ressources hydriques conventionnelles renouvelables:

Sont nommées ressources conventionnelles renouvelables, la totalité des écoulements d'un pays additionnés aux éventuels apports provenant des pays voisins. Ces principales ressources sont les eaux de surfaces et les eaux souterraines peu profondes.

Les eaux de surfaces comprennent les eaux des cours d'eau, lacs, étangs, etc. Ces eaux proviennent de pluie tombées sur le bassin versant du lieu récepteur. Fonction des régimes de pluies, les eaux de surfaces peuvent faire l'objet de création de barrages réservoirs pour corriger les variations de débit et pouvoir ainsi effectuer, durant toute l'année, des prélèvements d'un volume unitaire supérieur au débit d'étiage¹.

1.2.1.2 Les ressources hydriques conventionnelles non renouvelables :

Il est question ici de nappes phréatiques très profondes. Contenue dans les formations du crétacé inférieur du Sahara, la nappe profonde du continental intercalaire constitue l'un des plus grands aquifères captifs au monde.

Les eaux souterraines représentent 60% des eaux continentales, leur écoulement est estimé à 12 000 Milliards de M³/an et, soit 30% des débits des

¹ COMELLA Cyril et GUERRÉE Henri, Op. Cité, 1974, P 22.

fleuves. Leur renouvellement total est en moyenne de 5 000 ans et de 300 ans pour les nappes superficielles les plus vives¹.

1.2.2 Les eaux non conventionnelles :

Lorsque les ressources d'eaux naturelles conventionnelles viennent à manquer, la forte croissance de la demande et le besoin en eau douce ont poussé le progrès technique bien loin. Il n'y a pas si longtemps de cela, on était bien loin d'imaginer boire un jour de l'eau de mer ou encore l'eau de nos propres rejets. Grâce à la science et à la forte envie d'aller de l'avant et d'innover, on parvient aujourd'hui à produire une eau douce dite « eau non conventionnelle » à partir d'un procédé de désalinisation de l'eau de mer ou par un recyclage des eaux usées.

Les ressources hydriques non conventionnelles sont apparues avec le développement des divers procédés permettant l'obtention d'une eau douce à partir d'une eau non utilisable à l'état naturel. Devant l'impossibilité de satisfaire la demande croissante en eau avec les ressources naturelles déjà existantes, la science a développé des techniques et procédés permettant d'obtenir de l'eau douce à partir de celles non utilisables à l'état naturel, c'est-à-dire : l'eau de mer, les eaux saumâtres, les eaux usées, le brouillard ou même la technique de semence de nuages.

1.2.2.1 Le recyclage de l'eau: L'opération d'épuration.

Plus de 7 milliards d'habitants sur la planète rejettent toutes sortes d'eaux usées (Le drainage agricole, les rejets urbains et industriels). Une grande partie d'entre elles peuvent être récupérées par une opération de recyclage dite l'**Epuration**. Cette opération permet l'augmentation des potentiels en ressources hydriques mais surtout limite les impacts négatifs sur l'environnement (pollution, dégradation de la qualité des sols,...). Jouant un rôle de substitut d'eau douce et protectrice de l'environnement, l'eau épurée est utilisée dans l'industrie, l'irrigation, et l'aquaculture. L'eau traitée dans les stations d'épuration provient des: **eaux usées domestiques, urbaines et des eaux résiduelles industrielles.**

1- Les eaux usées domestiques : Elles comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines & matières fécales). Les eaux ménagères contiennent des matières en suspension (terre,

¹ ROUX Jean-Claude, « Les secrets de la terre, l'eau source de vie » Edition BRGM, Orléans, 1995, P16.

sable, déchets végétaux et animaux, matières grasses plus ou moins émulsionnée, fibres diverses) et des matières dissoutes (sel minéraux et substances organiques diverses). Les eaux vannes, quant à elles, contiennent des matières minérales, de la cellulose, des lipides, de l'urée, de l'acide urique, des aminoacides, des acides gras, des alcools, des glucides, etc. Dans l'ensemble, les eaux usées domestiques contiennent donc des matières minérales (MM) et des matières organiques¹ (MO) additionnées aux microorganismes (champignons, protozoaires, bactéries, virus). On admet généralement qu'une eau d'égout correspond à un rejet de l'ordre de 150 litres par habitants et par jour contient en moyenne 600 mg/l de matières en suspensions (200 mg/l de MM et 400 mg/l de MO) et 660 mg/l de matières dissoutes (300 mg/l de MM et 330 mg/l de MO).

2- Les eaux usées urbaines : elles comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosages des voies publiques, eaux de lavage de caniveaux, des marchées et des cours). Les eaux de ruissellement contiennent toutes des déchets minéraux et organiques (terres, limons, boues, silts, sables), des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents, débris microscopique de caoutchouc, plomb, retombées diverses de l'atmosphère)².

3- Les eaux résiduaires industrielles : Sont celles qui ont été utilisées dans les circuits de réfrigération, Qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, ou qui ont servi à retenir des poussières de fumées ; elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications³.

1.2.2.2 Les eaux à salinité élevée et les eaux saumâtres :

Dessalement ou dessalage peut être défini par l'action de : « *débarrasser quelque chose du sel, le rendre moins salé* »⁴

¹ VAILLANT J-R, « Perfectionnement et nouveauté pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles », Éditions EYROLLES, Paris, 1974, P 21.

² Idem, P 22-24.

³ Idem, P 236.

⁴ Le Larousse Encyclopédique, 2003.

Pourtant très fréquentes à la surface du globe, les eaux saumâtres ou à salinité élevée ne peuvent être utilisées pour l'irrigation ou la consommation, par exemple, à leur état initial. Aujourd'hui, il est possible de les traiter afin d'en faire une eau douce parfaitement buvable.

1- Le dessalement d'eau de mer :

Avec les multiples progrès techniques, le dessalement d'eau de mer vient pour augmenter la dotation en eau douce. D'abord utilisé en industrie, l'eau de dessalement représente aujourd'hui un supplément de ressource hydrique notamment pour les besoins en eau potable des villes côtières et même celles à l'intérieur des terres.

Ce développement résulte principalement de l'effort de recherche très important initié par les Etats-Unis à partir des années 1950 et suivi par de nombreux pays, principalement: la France, l'ex-URSS, la Grande-Bretagne, le Japon et Israël¹.

Au Etats-Unis, le dessalement d'eau de mer est devenu un enjeu politique de premiers plans. De 1952 à 1983, le programme de dessalement américain a bénéficié de crédits importants qui ont permis de financer des études fondamentales dans les universités et des opérations de démonstration dans des centres d'essais construits à cet effet (Free port au Texas, Roswell au Nouveau Mexique, Wrightsville Beach en Californie du Nord, Webster au Sud Dakota et San Diego en Californie²).

Dessaler l'eau de mer n'est pas une idée récente. Dès le IV^e siècle avant JC, Aristote observe le principe de la distillation. Au XII^{ème} siècle, Abélard de Bath décrit deux expériences dans les *Quoestiones naturales* : « *au soleil, après l'évaporation sur un rocher, l'eau de mer se transforme en sel ; lorsque le soleil fait défaut, on chauffe de l'eau de mer et sous l'effet de la cuisson on la voit également se transformer en sel. Cette métamorphose explique que la mer soit plus salée l'été que l'hiver, que les mers*

¹MAUREL Alain, « Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce », Édition Lavoisier, France, 2006, P III.

² Idem, P III.

méridionales le soient davantage que les mers septentrionale¹». Depuis les temps les plus anciens, les marins ont dessalé l'eau de mer à partir de simples bouilleurs sur leurs bateaux, mais l'utilisation à des fins industrielles est récente. C'est durant la seconde moitié du XX^{ème} siècle et plus particulièrement entre 1975 et 2000 que le dessalement de l'eau de mer et des eaux salines est devenu un moyen industriel fiable de production d'eau douce.

Dans les années 60, les procédés thermiques sont mis au point et utilisés pour dessaler l'eau de mer. Par ailleurs, des recherches sont développées sur le procédé de dessalement par osmose inverse.

La mise en service de la première unité de dessalement d'eau de mer par osmose inverse au monde s'est faite en 1978, à Djeddah en Arabie Saoudite. À partir de 1975, suite aux différents chocs pétroliers de 1973 et de 1979, les pays du Moyen-Orient (Arabie Saoudite, Émirats Arabes Unies, Qatar, Libye...) ont disposé de moyens financiers colossaux et contenue de leur besoin en eau douce, ont investi massivement dans des installations de dessalement et permis ainsi aux technologies de progresser à la fois du point de vue technique et économique².

Le dessalement d'eau de mer représente une solution pleine de promesses pour le long terme. La source d'eau utilisée dans le dessalement est virtuellement illimitée (eau de mer) mais l'énergie qui fait tourner la station et leurs impacts sur l'environnement font polémique.

2- Le dessalement d'eaux saumâtres :

Généralement, on appelle eau saumâtre une eau saline non potable, de salinité inférieure à celle de l'eau de mer. La plupart des eaux saumâtres ont une salinité comprise entre 1 et 10 g/l. Elles se présentent soit, sous forme d'eaux de surface, soit sous forme d'eaux souterraines³.

Les eaux saumâtres de surfaces constituent l'une des sources d'eau du dessalement. En général de taille moins importantes que les usines de

¹ « *Le dessalement de l'eau de mer* », Le magazine de la chronique scientifique, Recherche & développement, N°4 Juillet – Août 2005, P 1.

² MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P IV.

³ Idem, P 22.

dessalement de l'eau de mer, celles de dessalement des eaux saumâtres atteignent une capacité de 200 000 m³/jour contre 100 000 m³/jour pour les grandes unités. Le coût du mètre cube d'eau saumâtre dessalée est de 0,25US\$ contre 0,40US\$ pour l'eau de mer. Les eaux saumâtres ne représentent pas une ressource inépuisable. La technique généralement utilisée pour la traiter est l'Électrodialyse. Datant des années 1960, ce procédé consiste à éliminer des sels dissous dans l'eau saumâtre par migration à travers des membranes sélectives sous l'action d'un champ électrique¹.

Les eaux saumâtres de surfaces constituent l'une des sources de dessalement puisqu'elles contiennent des sels mais en concentrations sensiblement plus faibles que celles de l'eau de mer (entre 1 et 10 gr/l)². Les usines de dessalement d'eaux saumâtres sont, en général, de dimension plus petite et moins coûteuse que les usines de dessalement d'eau de mer. Aussi, et contrairement à ces dernières, ces usines se situent habituellement à l'intérieur des terres et exigent des unités d'évacuation de la saumure pour éviter toute pollution, soit des environs soit des nappes phréatiques.

1.2.2.3 La stimulation de la pluviométrie : technique de semence de nuages :

La stimulation des précipitations renvoie au développement et à l'utilisation de techniques en vue de la production de grandes quantités d'eau de pluie s'ajoutant aux précipitations naturelles. A savoir, la méthode de semence de nuages se définit par la dispersion d'iode d'argent disséminée par voie aérienne (avions) ou par des fours installés au sol³.

Évoquée sous terme de « *semence de nuages* »⁴, cette méthode consiste à planter des iodes d'argents disséminées par voie aérienne. Israël a employé cette méthode pendant plus de trente ans et les augmentations de précipitation sont estimées entre 10 à 15%. Comme toutes autres techniques, la stimulation de la pluviométrie devra être accompagnée par la recherche fondamentale et les études statistiques qui analyseront les résultats sur le terrain.

¹ MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P59.

² BOUZIANI Mustapha, 2009, Op. Cité, P 50.

³ Etude de la banque mondiale sur le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres au proche orient (Jordanie, Palestine, Israël), L'enjeu de l'eau, Algérie, 1997, P261.

⁴ Idem, P 261

Deux autres techniques sont aussi utilisées dans ce processus¹. La plus ancienne est celle de Schaeffer en 1946 basée sur l'action de la neige carbonique en tant qu'agent de congélation. Un peu plus récente, la deuxième technique développée par les Africains du Sud dans les années quatre vingt dix, consiste à utiliser des torches de sels hygroscopiques qui augmentent le processus de coalescence obtenus au stade initial de formation des nuages.

L'efficacité de la mise en œuvre de la semence de nuages est accrue lorsqu'elle est conduite sur une large zone et ne se limite pas au territoire d'un seul pays.

1.2.2.4 L'extraction de l'eau à partir de l'humidité de l'air :

L'atmosphère contient une quantité d'eau douce de l'ordre de 12 900 km³ dont 98% sous forme de vapeur et 2% sous forme de nuages. Le principe de ce procédé est le suivant² : Lorsque l'air humide est sursaturé (brouillard), il s'agira de capter les micros gouttelettes en suspension à l'aide de filets maillets très serrés.

- 1. Les filets à brouillards :** Les zones les plus propices à ce genre de récupération sont les régions côtières tropicales présentant un haut relief comme le Chili et le Perroux³. Pour extraire l'eau des brouillards, il suffit de ramasser les gouttelettes d'une façon mécanique. Au Chili, depuis la fin des années 1990, une expérience à grande échelle a été menée sur la récupération d'eau potable à l'aide de nombreux collecteurs composés d'un grillage plastic de 48 m², installés verticalement. Malgré les années sèches, ces installations ont donné en moyenne 11 000 litres d'eau par jour⁴.
- 2. Les condenseurs de rosées :** Contrairement au brouillard, la rosée peut être importante même en atmosphère relativement sèche comme dans les déserts continentaux. Il suffit que la température d'un substrat descende

¹ REMINI Boualem, 2005, Op. Cité, P155.

² Idem, P153

³ MOHAMMEDI. K, « Possibilité de production d'eau douce à partir de l'humidité atmosphérique », 2^{ème} Colloque national Climat environnement, Oran Algérie, 24-25 Décembre 1995.

⁴ MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P 252.

en dessous de la température de rosée (température où la vapeur d'eau est sursaturée et se transforme en eau liquide¹.

3. Israël a mis au point une technique remarquable dénommée : « *AirWater* » qui permet l'extraction de l'eau potable à partir de l'humidité de l'air. Cela permet de produire une eau pure grâce à l'air et à l'énergie solaire. En réalité le « *AirWater* » capte l'humidité de l'air pour fournir de l'eau. Il en nécessite un taux supérieur à 20% (quasiment tout le temps). Cette machine est complètement autonome et peut fournir jusqu'à 1000 litres par jour².

1.3 Fonctions ou Usages de l'eau :

Indispensable à la vie et au développement, l'eau a été à l'origine de civilisations traditionnelles agraires brillantes. Elle devient, avec l'augmentation de la population et l'essor des activités économiques, un bien économique pour les agriculteurs, les industriels et les collectivités urbaines. Gaspillées et surexploitées, l'eau est menacée par les usages intensifs et la pollution. Mais l'eau fait déjà l'objet d'une maîtrise ancienne.

1.3.1 La révolution hydrologique (le petit cycle de l'eau):

L'archéologie nous apprend que la maîtrise de l'eau date de la période Néolithique³. À partir de 10000 ans avant J-C, l'homme commence à abandonner ces grottes pour passer du statut de prédateur à celui de producteur en cultivant la terre. C'est en Mésopotamie, « entre les fleuves », que ces inventions sont les plus précoces. Les premiers puits datent d'au moins 8000 ans avant J-C et l'agriculture irriguée commence vers 5000 ans avant J-C⁴.

La culture du riz apparaît en Asie du Sud-est vers 5000 ans avant J-C, et celle du maïs en Amérique centrale au VI^e millénaire avant J-C⁵.

Dans l'antiquité, de grandes civilisations hydrauliques s'affirment sur tous les continents. On les trouve au Moyen-Orient le long des fleuves (Tigre et Euphrate, Nil et Indus), en Asie (Chine, Inde, Asie centrale), en Amérique (Andes et actuel Mexique) et

¹ MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P 253.

² http://forums.france2.fr/france2/Environnement/airwater-humidite-fournir-sujet_3270_1.htm. 25/11/2013.

³ VEYRET Yvette & JALTA Jacqueline, « Développement durable tous les enjeux en 12 leçons », Édition autrement, Paris, 2011, P 63.

⁴ Idem, P 63.

⁵ Idem, P 64.

sur le pourtour du bassin Méditerranéen (Grèce et Rome). Le plus ancien barrage connu fut celui construit par les Pharaon sur le Nil vers 2700 avant J-C¹.

Les Romains avaient découvert que pour améliorer les débits d'eau, il fallait creuser des galeries dans le massif rocheux pour recouper les écoulements et agrandir les fissures².

À partir du Moyen Âge, le foyer européen s'affirme et perfectionne les techniques connues en s'appuyant sur l'apport de la conquête musulmane en Espagne et en Sicile. Et c'est à partir du XVIII^e que l'industrialisation donne une nouvelle ampleur à l'hydraulique, la fait changer d'échelle et donne à l'Europe sa suprématie technologique. La concentration urbaine et industrielle crée des demandes nouvelles en eaux potables et nécessite le recours à l'épuration des eaux usées³.

1.3.2 **Les usages de l'eau de l'homme moderne:**

Entre irrigation, industrie et usage domestique, l'eau est le chaînon de toute une économie. Élément indissociable de la vie tant économique qu'industrielle ou sociale. Elle est à la croisée de diverses disciplines, ce bien attire bien des convoitises et représente parfois la cause de conflits entre certains pays. L'or bleu est aujourd'hui aussi bien disputé que l'or noir. Ses usages sont divers aussi bien dans le secteur primaire que secondaire ou tertiaire.

La consommation d'eau douce est liée à la population et au degré de développement industriel. Elle a tendance à se stabiliser en Europe et Amérique du Nord où l'industrialisation est ancienne et la croissance démographique faible. En revanche, elle est importante en Asie où l'on trouve la majeure partie des terres irriguées - l'agriculture, étant d'une manière générale, le premier consommateur d'eau douce – et c'est en Afrique et en Amérique du Sud qu'elle devrait augmenter le plus⁴.

1.3.2.1 **L'usage agricole:**

L'eau de l'irrigation provient des sources d'eau douce, de rivières, de barrages, de retenues collinaires ou encore de puits. Elle peut provenir aussi des eaux recyclées ou épurées. Les ressources hydriques représentent le cheval de bataille du secteur primaire. Indispensable aussi bien à l'arrosage de champs qu'à

¹ VEYRET Yvette & JALTA Jacqueline, 2011, P 64.

² ROUX Jean-Claude, « Les secrets de la terre, l'eau source de vie » Edition BRGM, Orléans, 1995. p49.

³ VEYRET Yvette & JALTA Jacqueline, 2011, P 65.

⁴ DIOP Salif & REKACEWICZ Philippe, « Atlas Mondial de l'eau », Édition Autrement, Collection Atlas/Monde/PN UE, Paris, 2003, P 14.

l'élevage d'animaux, la sécurité alimentaire reste fonction de cette variable oh combien capricieuse ;

La surface totale cultivée dans le monde est d'environ 1 500 millions d'hectares (Mha), dont 800 en pays en voie de développement et 700 en pays industrialisés¹. Sur cette surface totale cultivée, environ 280 Mha sont irrigables, soit trois fois plus qu'il y a quarante ans². Cette irrigation permet d'augmenter les rendements agricoles et de diminuer l'impacte des aléas ou déficiences climatiques.

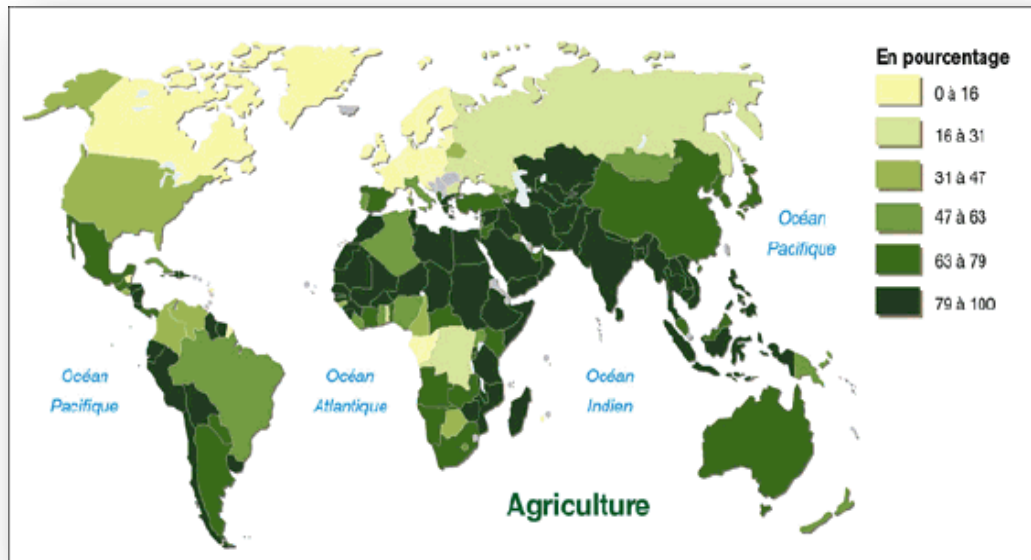
A titre d'exemple, les deux tiers des eaux du Nil sont détournés chaque année en faveur de l'agriculture. Les eaux des fleuves *Amou Daria* (anciennement Oxus, grand fleuve prenant sa source dans les montagnes du Pamir, en Asie centrale, et d'une longueur d'environ 1 415 km) et *Syr Daria* (fleuve de l'Asie centrale l'un des plus importants de la région, il est formé par la confluence des rivières Naryn et Kara Daria dans la vallée du Fergana en Ouzbékistan) ont été détournés à 96% pour alimenter l'arrosage des cultures de riz et de coton³. L'agence des Nations Unis (ONU), la Food and Agriculture Organisation (FAO) prévoit d'augmenter la surface des terres irriguées de 250 millions d'hectares à 330 millions d'hectares en 2025 en raison de leur insuffisance.

¹ Rapport FAO 1998.

² GEORGES Didier et LIRRICO Xavier, « Automatique pour la gestion des ressources en eau », Édition Lavoisier, Paris, 2002, P 17-18.

³ HASSANI Ali, 2006, Op. Cité, P46.

Figure I.1 : Usage de l'eau en agriculture dans le monde.



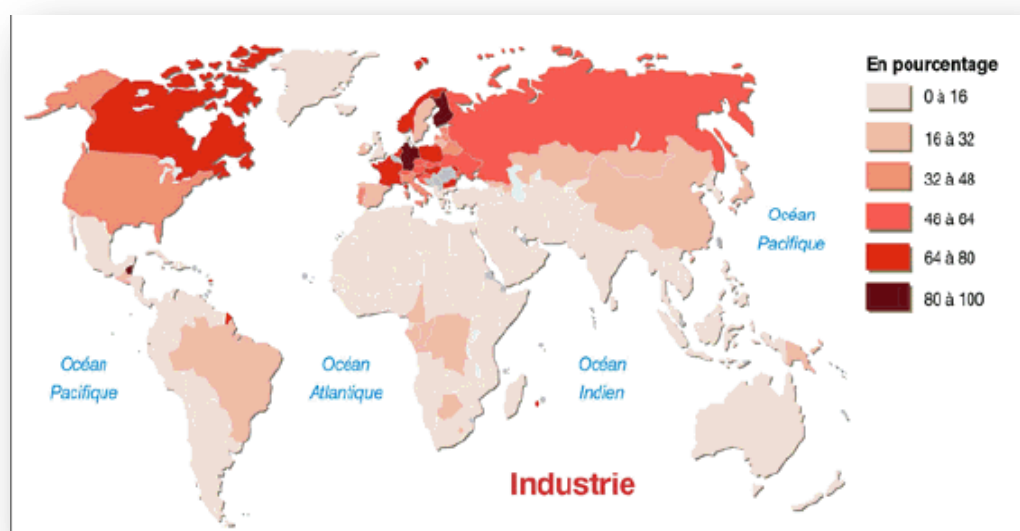
(Source: World Resources 2000-2001, *people and ecosystems: The Fraying Web of life*. World Resources Institute, Washington DC, 2000, Aquistat, 2008).

Au niveau de l'agriculture, les cultures fortement consommatrices d'eau peuvent exercer une grande pression sur les capacités en ressources hydriques. Des techniques d'irrigations comme l'aspersion ou le goutte à goutte sont des choix techniques plus appropriés au niveau de l'agriculture. Le choix de techniques fortement intensives en eau dans des pays à climat aride ou semi-aride tel que les pays du Maghreb, comme l'Algérie, n'est pas judicieux.

1.3.2.2 L'usage dans l'industrie :

Présente dans les différents stades de la chaîne de fabrication. L'eau représente une des matières premières qui rentrent dans la composition d'un produit comme les boissons et les produits laitiers, elle est présente aussi dans le processus de fabrication, aussi bien comme élément de refroidissement, que comme solvant dans l'entraînement des déchets. L'eau sert à imbiber, rincer, cuire, et tempérer textiles, peaux, pâtes à papiers et produits alimentaires. Dans les centrales nucléaires, l'eau sous pression est utilisée pour refroidir le cœur des réacteurs. Le volume d'eau demandé par un pays pour son industrie dépend fortement de son degré d'industrialisation. La consommation reste très variable d'un pays à un autre comme on peut le voir sur la carte qui suit :

Figure I.2 : Usage de l'eau dans l'industrie dans le monde.



(Source: World Resources 2000-2001, *people and ecosystems: The Fraying Web of life*. World Resources Institute, Washington DC, 2000, Aquistat, 2008).

Comprenant un potentiel énergétique non négligeable, l'eau en mouvement peut faire tourner une turbine. Ainsi, les barrages installés sur les cours d'eaux permettent de capter sa force motrice pour produire de l'énergie.

Nous le disions plus haut, l'eau dans l'industrie est employée comme réfrigérant, solvant, diluant ou vecteur de dispersion des polluants les plus divers. Les industries de transformation sont de grosses consommatrices d'eau, en voici quelques exemples dans le tableau suivant :

Tableau I.1 : Ordre de grandeur des quantités d'eau utilisées dans certaines industries¹.

Industrie (pour une tonne de produit)	Eau nécessaire (tonne)
Raffinage de pétrole.	10 t
Distillation d'alcool	100 t
Fabrication de pâte à papier	250 t
Fabrication d'acier	270 t
Fabrication de fibres synthétiques	5 000 t

(Source : J. Deléage, 1999).

¹ Cité par MAUREL Alain, Op. Cité, P 6.

Cependant, l'ancienne problématique des techniques à forte intensité capitaliste, ou à forte intensité en travail (main d'œuvre) devrait être de plus en plus remplacé aujourd'hui par celles des technologies à forte ou à faible intensité en eau ce qu'appellerait Abdelkader DJEFLAT : « *Water intencive technologies*¹ ».

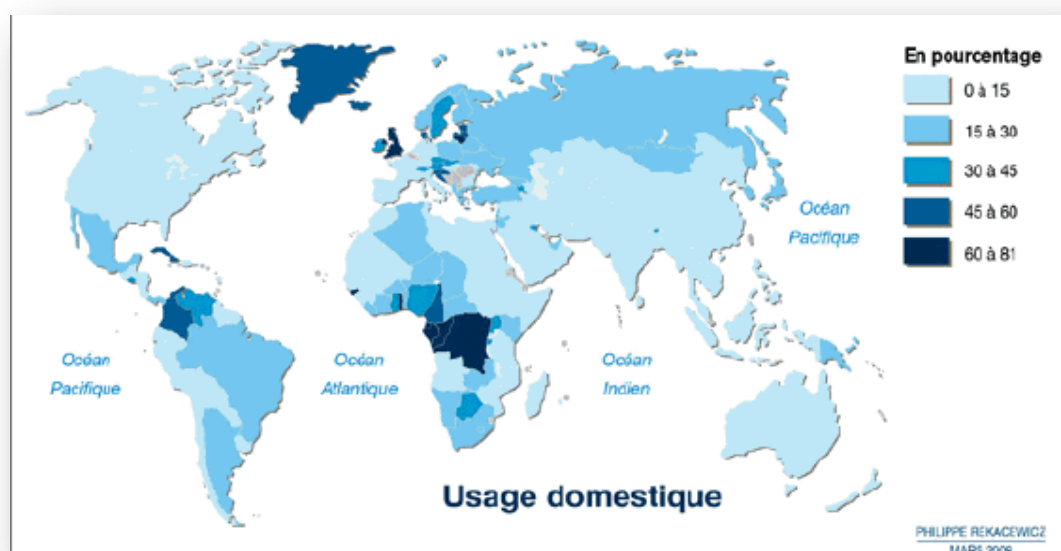
1.3.2.3 L'usage domestique :

L'eau est omniprésente dans nos foyers. Les ménages représentent les deuxièmes plus gros consommateurs d'eau douce après l'agriculture. Contrairement à cette dernière, l'usage de l'eau chez les ménages a plus que doublé en l'espace de 25 ans, tandis qu'en irrigation, on est passé de 80 millions de m³ en 1975 à 55 millions de m³ en 2002.

Tableau I.2 : Évolution en % de l'utilisation de l'eau en Algérie².

	1975	1980	1992	1998	2002
Domestique	16	21	25	34	39
Irrigation	80	75	70	62	55
Industrie	3	4	5	3,5	6

Figure I.3: Usage domestique de l'eau dans le monde.



(Source: World Resources 2000-2001, people and ecosystems: The Fraying Web of life. World Resources Institute, Washington DC, 2000, Aquistat, 2008).

¹ DJEFLAT Abdelkader, « *Eau et technologie : nouveaux défis pour le Maghreb* », Série MAGHTECH Eau et technologie au Maghreb, PUBLISUD, France, 2001, P36.

² Ministère des ressources en eau, Alger, 2003.

À travers le monde, la consommation journalière pour les besoins domestiques est très variable selon les pays. Elle est de 600 L aux Etats-Unis, 250 à 300 L en Europe, 30 L en Afrique, 5 L à Madagascar¹ et **de moins de 600 m³/an/habitant en Algérie²**. D'une manière générale, la consommation d'eau potable par habitant est en augmentation dans la plupart des pays, à l'exception notoire de l'Egypte et d'Israël où la rareté physique de l'eau est déjà un problème préoccupant.

En moyenne et d'après une étude sur le gaspillage faite pour l'agence de bassins Seine Normandie (France 1980), nous utilisons l'eau dans nos foyers de la manière suivante :

- Chasse d'eau WC : 8 à 10 Litres /usage.
- Chasse d'eau WC : 8 à 10 Litres /usage
- Douche : 100 Litres /usage.
- Machine à laver ;(Selon l'institut national de la consommation)
- La vaisselle, pour 10 couverts : 53 litres/cycle, pour 12 couverts : 83 litres/cycle. ;
- Le linge, pour 4 Kg ; 80 à 101 litres/cycle, pour 5 Kg : 122 à 222 litres/cycle.

La technologie concernant les consommables ménagers et l'énergie utilisée pour son fonctionnement ont bien évolués. Les lave-vaisselles et machines à laver sont beaucoup plus économiques en matière d'utilisation d'eau. Les chasses d'eau sont équipées d'un système permettant l'éjection de quantités d'eaux variables selon le besoin. Et l'énergie solaire est présente dans les foyers sous forme de panneaux ou chauffe-eau solaires. Le choix des technologies utilisées et de sources d'énergie reste très important.

Face à ces multiples besoins, l'eau devient l'élément indissociable de la vie économique et sociale. **Alors quelles sont les ressources hydriques dans le monde? Comment sont elles réparties ? Et pourquoi parle-t-on de crise de l'eau ?**

¹ MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P 5.

² Communication du Ministère Algérien des ressources en eau, Genève, Janvier 2011.

2. Potentiel, répartition et besoins en eau douce :

L'eau de notre planète circule en un gigantesque et complexe mouvement perpétuel entre les terres émergées, l'océan et l'atmosphère. Chaque année, ce système hydrologique recycle près de 577 000 Km³ d'eau¹. La présence de l'eau dans son état liquide, solide ou gazeux fait de la terre une planète unique dans le système solaire, en y rendant possible la vie telle que nous la connaissons. L'eau s'y déplace vite et massivement, des continents vers les océans sous l'effet de la gravité, et de la terre vers l'atmosphère grâce à l'énergie produite par le soleil, moteur principal du cycle hydrologique. Plusieurs processus agissent simultanément en entraînant d'énormes échanges d'énergie : évaporation et évapotranspiration, condensation, précipitation (neige, pluie ou grêle), ruissellement ou infiltration.

2.1 Le cycle de l'eau:

Le mouvement de l'eau dans l'air, sur la terre et dans le sous-sol représente une des étapes du grand circuit du cycle global de l'eau.

Le cycle de l'eau se traduit par une équation représentant le bilan hydrologique suivant² :

$$P = E + R + I$$

La ressource est liée aux précipitations **P**, on la retrouve sous la forme de ressources exploitables superficielles par le ruissellement **R**, de ressources souterraines par l'infiltration **I**. Une partie cependant nous échappe, reprise par l'évaporation **E**.

Le cycle global de l'eau commence par l'évaporation de l'eau qui, sous l'influence de l'énergie solaire, est transformé en vapeur d'eau. L'évaporation a lieu à partir des surfaces d'eau libre (océans, mers, lacs, fleuves) et de la végétation. Dans un deuxième temps, cette vapeur se condense sous forme de nuages qui donnent naissance aux précipitations (pluies, neiges). Celles-ci représentent la quasi totalité des apports d'eau au sous-sol.

¹ DIOP Salif & REKACEWICZ Philipe, 2003, Op. Cité, P12.

² VALIRON François, « Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement », Tome1: Eau dans la ville Alimentation en eau, TECHNIQUE & DOCUMENTATION, Paris, 1994, P76.

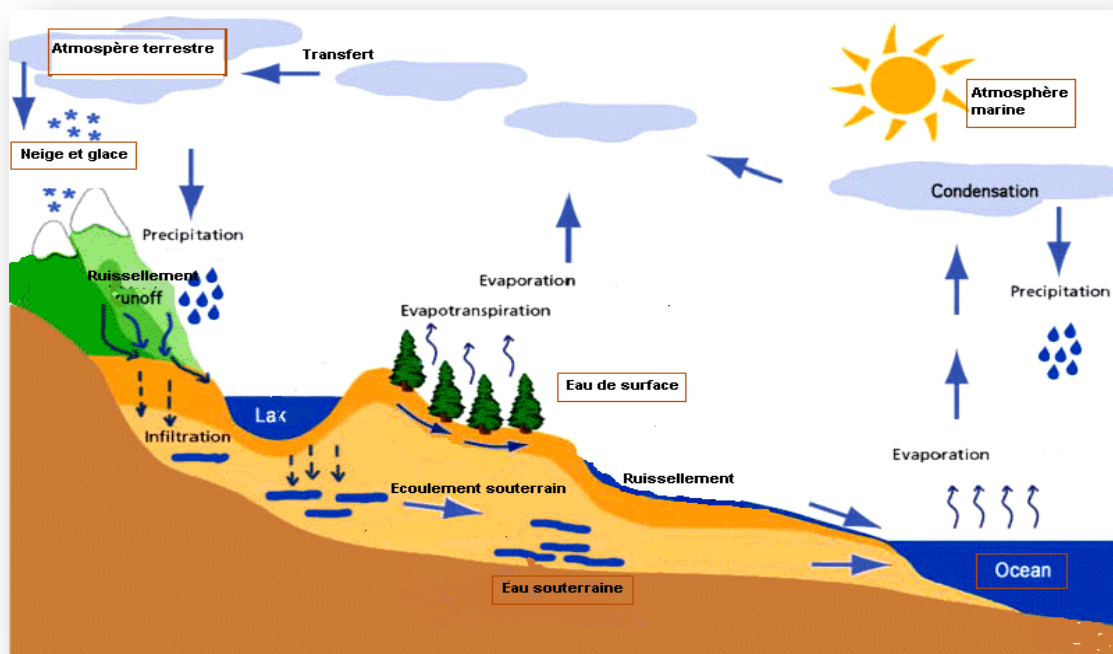
Trois processus interviennent alors :

- Une partie des précipitations s'écoule vers le réseau hydrographique et les surfaces d'eau libre : c'est **le ruissellement de surface**.
- Une autre partie s'infiltré dans le sous-sol et contribue à l'alimentation des eaux souterraines : c'est **l'infiltration**.
- Une dernière partie, enfin, **s'évapore et réintègre le cycle**.

À titre d'exemple, on considère qu'en France¹, il ya une moyenne de 55% d'évapotranspiration, 25% de ruissellement et 20% d'infiltration.

Il est difficile de fixer la durée du cycle de l'eau, mais on estime qu'entre le moment où l'eau s'écoule d'une rivière et où elle retombe à proximité des côtes, trois mois peuvent passer. Une partie de cette eau peut s'infiltrer dans les sols constituant ainsi les eaux souterraines dont le trop plein jaillira sous forme de sources.

Figure I.4 : Cycle de l'eau dans la nature².



60 % de l'eau précipitée sur les continents retourne rapidement à l'atmosphère par évapotranspiration et provoque un cycle secondaire avec des volumes de précipitations

¹ VALIRON François, 1994, Op. Cité, P78.

² <http://eduterre.ens-lyon.fr/eduterre-usages/hydro/cycleau/modeliser>. 25/11/2013.

continentales de 119 000 km³ d'eau par an¹. Cette eau est dite « verte ». Elle conditionne la préservation des écosystèmes, notamment des zones humides et des forêts. Les 40 % restants sont communément appelées les « eaux bleues » : il s'agit des précipitations qui rejoignent les cours d'eau et les aquifères. Ce sont les eaux bleues qui sont généralement étudiées lorsqu'il s'agit de déterminer la quantité d'eau disponible, ce qui correspond à une réalité quelque peu tronquée, car les précipitations sont aussi une ressource mobilisable. À l'inverse, l'eau qui n'est pas captée pour un usage humain n'est pas « perdue » dans le cycle de l'eau, quand bien même le cours d'eau se jette dans la mer. L'eau transporte aussi des substances nutritives, soutient des pêcheries, protège des zones humides, filtre des polluants, sert d'habitat à une riche biodiversité et maintient un équilibre au niveau des sels et des sédiments.

2.1.1 Les eaux de surfaces :

Calculées par des spécialistes, la quantité d'eau totale à la surface de la terre s'élèverait à 1,4 milliards de Km³. Tout les ans, 600 000 Km³ en moyenne s'évaporent puis retombent sous forme de pluies.

Lieux de transfert privilégié des eaux à la surface des continents, parfois sur des parcours de plusieurs milliers de kilomètres, les cours d'eau grandissent, traversent des paysages géologiques variés et ont des aspects très différents.

Les cours d'eau naissent des glaciers ou des sources. Les pluies les alimentent par ruissellement. La réunion des torrents, ruisseaux et rivières forme les fleuves qui vont à la mer. L'histoire géologique du bassin a un rôle primordial sur la forme du réseau hydrographique et sur son régime.

2.1.2 Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines résultent de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Saturant l'humidité des sous-sols, elles forment des réserves d'eau stockées dans des aquifères, qui peuvent atteindre des tailles gigantesques. L'eau de ces nappes phréatiques s'écoule en sous-sol par gravité avant de ressortir à l'air libre, alimentant une source ou un cours d'eau. Ces eaux souterraines représentent 98 % des stocks

¹ Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011

d'eau douce liquide de la planète, soit entre 8 et 10 millions de km³ et un volume annuellement renouvelable de l'ordre de 10 000 km³. Elles constituent plus de 70 % de l'eau utilisée dans l'Union européenne et sont souvent une des seules, voire l'unique, source d'approvisionnement dans les régions arides ou semi-arides (100 % en Arabie saoudite ou à Malte, 95% en Tunisie, 75 % au Maroc)¹.

Quatre grands pays prélèvent près de la moitié des eaux souterraines dans le monde : **l'Inde** (190 km³ par an), **le Pakistan** (60 km³) et **la Chine** (53 km³), du fait des forages paysans, et **les États-Unis** (110 km³), où il s'agit au contraire de quelques grands périmètres irrigués exploités par l'agro-industrie. On remarque également l'importance de l'eau souterraine dans les États d'Afrique du Nord et dans le Golfe persique. Il peut s'agir d'usages très anciens comme les *qanâts* en Iran, mais aussi de l'exploitation très récente comme en Arabie Saoudite ou en Libye, où des aquifères fossiles sont exploités. Si les systèmes aquifères existent sur tous les continents, tous ne sont ainsi pas renouvelables. Par exemple, ceux de l'Afrique du Nord et de la péninsule arabique, qui se sont constitués il y a plus de 10 000 ans alors que le climat était plus humide, ne sont pas rechargés².

L'utilisation d'eau de surface reste facile, puisqu'il suffit de la prélever directement au fil de l'eau ou dans les lacs, tout comme pour capter les sources. En revanche, le captage des eaux souterraines est plus compliqué. On peut atteindre facilement des nappes phréatiques proches du sol par des puits de quelques mètres, et celles plus profondes par des puits autrefois creusés à la main et atteignant jusqu'à 100 mètre de profondeur; c'est le cas du plus profond puits connu jusqu'à présent, il s'agit du *puits Joseph*, près du Caire, profond de 100 mètres et datant de plus de 3 000 ans³.

Cela dit, une question revient souvent à l'esprit lorsqu'il s'agit d'aborder le thème des eaux souterraines, c'est de savoir quel est la différence. Voici la réponse dans le tableau qui suit :

¹ Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011.

² Idem.

³ ROUX Jean-Claude, 1995, Op. Cité, p46

Tableau I.3 : Principales différences entre eaux superficielles et eaux profondes¹.

Caractéristiques examinées	Eaux superficielles	Eaux profondes
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, matières en suspension	Variable, parfois élevées	Faible ou nulles
Minéralisation	Variables en fonction des terrains, des précipitations, des rejets.	Sensiblement constante, en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fer et Manganèse divalents (à l'état dissous)	Généralement absents, sauf au fond des pièces d'eau en état d'eutrophisation	Généralement présents
Gaz carbonique agressif	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité
Oxygène dissous	Souvent au voisinage de la saturation,	Absence totale la plus part du temps
Ammoniac	Présent seulement dans les eaux polluées	Présence fréquente sans être un indice systématique de pollution
Sulfure d'hydrogène	Absent	Souvent présent
Silice	Teneur modérée	Teneur souvent élevée
Nitrate	Peu abondant en général	Teneur parfois élevée, risque de methemoglobinémie
Éléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton	Ferro-bactéries fréquentes
Polluants et micropolluants organiques et minéraux liés à l'activité humaine	Risques importants	Risque faible

¹ VALIRON .F, « gestion des eaux alimentation en eau,-assainissement, Presse de l'école nationale des ponts et chaussées», Tome 2, 2^{ème} édition revue et corrigée, 1989, Paris, P38,

Selon la FAO (Food and Agriculture Organisation), 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.

Cette quantité d'eau est stable car renouvelable. C'est le **cycle hydrologique**, communément appelé le « **grand cycle de l'eau** » par opposition au « **petit cycle de l'eau** » qui correspond à celui des usages agricoles, industriels et domestiques de l'eau. Chaque année, il s'évapore plus d'eau qu'il n'en tombe sur les océans, mais il tombe plus d'eau qu'il ne s'en évapore sur les continents. Chaque année 500 000 km³ s'évaporent au-dessus des océans et 8 %, près de 40 000 km³, sont transférés sur les continents sous forme de précipitations (les autres retombent sous forme de pluie sur les océans). La vapeur océanique se transforme donc en pluie sur les continents, ce qui permet d'approvisionner les cours d'eau et les réserves souterraines¹.

Pris isolément, les paramètres climatiques ont un impact relatif sur la ressource en eau mais cet impact peut devenir très élevé lorsqu'ils se conjuguent. Les régions qui connaissent une faible pluviométrie et des températures très élevées correspondent aux zones géographiques souffrant au mieux de stress hydrique, au pire de pénurie. En outre, le manque d'eau disponible de certains pays trouve également une explication dans les conditions climatiques extrêmes qu'ils connaissent. 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. Concernant l'évaporation, les zones géographiques connaissant des températures très chaudes et un ensoleillement important voient leurs réserves d'eau s'amenuiser plus rapidement que les régions au climat tempéré ou froid, pour qui le renouvellement de l'eau est naturellement plus facile, et la ressource disponible en plus grande quantité. Concernant la pluviométrie, l'eau évaporée est restituée sous forme de précipitations, dont la quantité varie sensiblement en fonction des régions. Certains pays connaissent ainsi une pluviométrie plus importante que d'autres, et peuvent ainsi plus facilement régénérer leurs réserves en eau douce, notamment souterraines, par les processus d'infiltration ou de percolation. Si l'on ajoute la disposition et le relief des continents, les différences sont encore plus marquées : les contreforts de l'Himalaya reçoivent parfois plus de 10 mètres d'eau par an.

¹Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011.

Afin d'appréhender les grands défis qui se posent et se poseront aux sociétés humaines pour parvenir à assurer un accès et un partage de l'eau optimal et pacifié, il convient d'avoir à l'esprit certaines données géographiques et climatiques et de connaître la répartition de l'eau dans le monde. C'est l'objet d'étude de la partie qui suit.

2.2 Répartition de l'eau sur la planète:

Lorsqu'on aborde le thème de ressources hydriques, on se pose souvent la question pour savoir : « **si l'on va manquer d'eau ?** ».

Il peut s'agir d'une éventuelle réduction de la pluviométrie ; en lien ou non avec le réchauffement climatique ; il peut aussi s'agir des conséquences de réchauffement pour les nappes et les rivières ; la question est parfois abordée sous l'angle de la croissance démographique, qui réduit la quantité d'eau disponible par individu surtout dans les grandes villes¹ mais l'eau ne se perdra pas car elle en éternel mouvement dans son cycle.

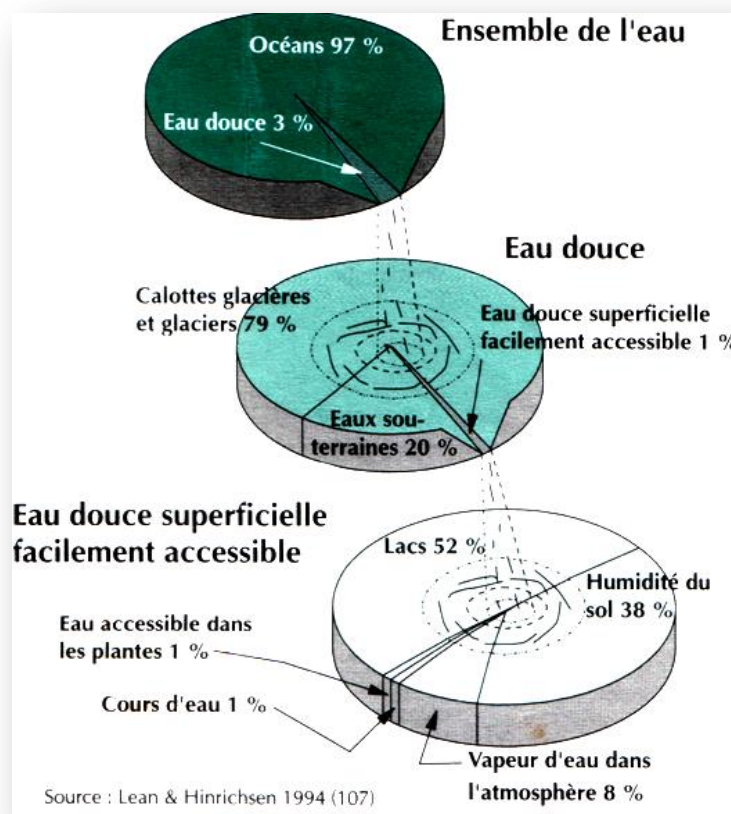
Notre planète est dite « *la planète de l'eau, la planète bleue* ». Près de 70 % de la surface de la Terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Mais l'eau est aussi présente sous d'autres formes liquides, gazeuse (vapeur d'eau) et solide. Alors que 97,5% du volume d'eau disponible est occupé par les mers et océans, 2,5% de ce stock constitue les réserves d'eau douce (L'eau douce est une eau qui contient moins de 3 grammes de sels par litre, à l'inverse de l'eau dure ou de l'eau de mer. Elle contient même généralement moins d'un gramme de matières solides dissoutes, comme les sels, métaux et éléments nutritifs, par litre²). Les deux tiers de cette eau dite « *douce* » sont présents dans les glaciers (1,98 %), le tiers gît dans des nappes souterraines. Moins de 1% compose l'humidité des sols et de l'air et seulement 0,3% constitue les cours d'eau, réservoirs et lacs, une quantité estimée à 108 000 Km³. Pour un pourcentage de seulement 0,007% du stock mondial, 125000 milliards de m³ sont disponibles, un chiffre que considèrent les experts momentanément suffisant pour les besoins globaux en eau de la planète³.

¹ ANDREASSIAN-V & MARGAT-J, 2005, Op. Cité, P 5.

² <http://beuvry.unblog.fr/2010/03/25/repartition-de-leau-sur-terre/>.25/11/2013.

³ REMINI Boualem, « La problématique de l'eau en Algérie », Collection hydraulique et transport, Algérie, 2005, P28.

Figure I.5 : Répartition de l'eau dans le monde¹.



(Source : Lean & Hinrichsen 1994).

Tableau I.4 : Volume d'eau contenu dans les différents réservoirs².

Stocks totaux d'eau	1,39 milliards de Km ³	%
Océans, mers	1,35 milliard de Km ³	97,4
Glaces	27,5 millions de Km ³	1,98
Eaux sous terraines	8,2 millions de Km ³	0,59
Lacs, étangs	100 000 de Km ³	0,0072
Mers intérieures	105 000 de Km ³	0,0075
Humidité du sol	70 000de Km ³	0,0050
Humidité de l'air	13 000 de Km ³	0,0094
Rivières	1 700 de Km ³	0,00012
Eau des cellules vivantes	1 100 de Km ³	0,00008

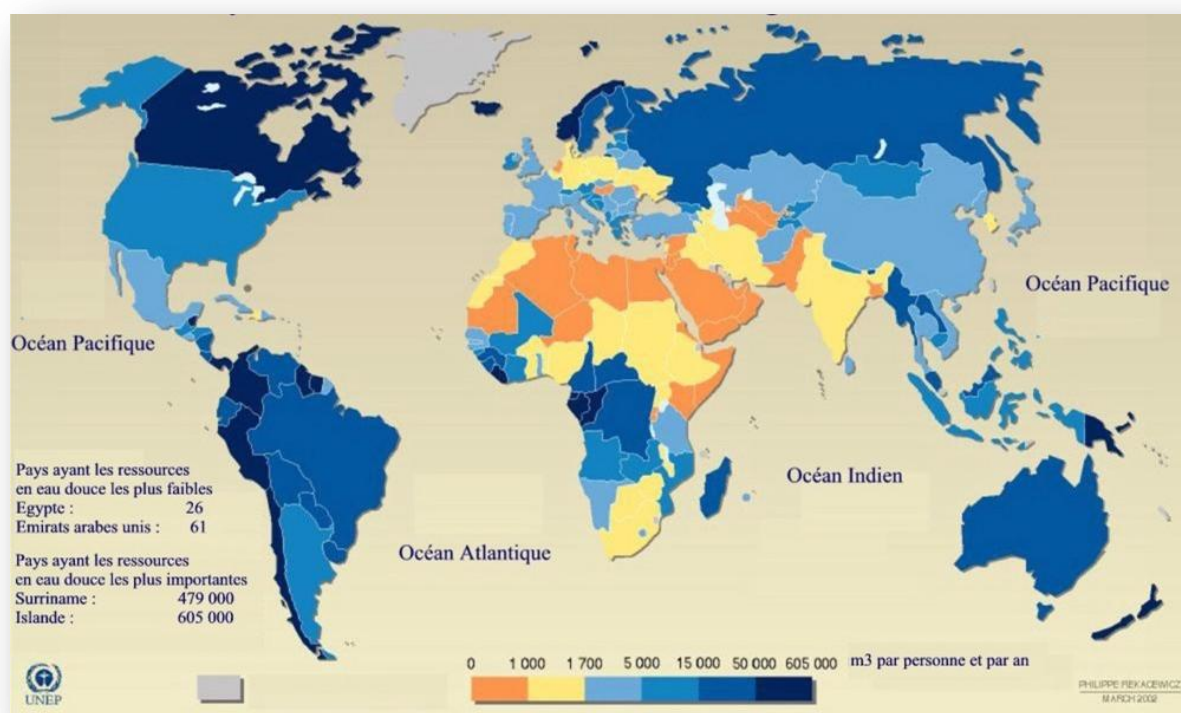
(Source : CNRS)

¹ Citer par BOUZIANI Mustapha, « L'eau dans tous ses états », Edition Dar El Gharb, Algérie, 2006, P26

² <http://beuvry.unblog.fr/2010/03/25/repartition-de-leau-sur-terre/>.25/11/2013.

Cependant, la répartition non équitable de cette ressource sur les différentes régions de notre globe, le réchauffement climatique, la croissance démographique et bien d'autres raisons ont fait que certains pays se trouvent en situation de stress hydrique : Plus de 1,5 milliards de personnes dans le monde ne bénéficient pas d'un accès permanent à une eau potable pendant que d'autres pays tel que l'Australie jouissent d'une grande abondance. Les situations dans les continents sont ainsi très différentes. Ceci est visible sur la carte suivante :

Figure I.6 : Disponibilité mondiale en eau douce en 2000
(Moyenne des eaux des eaux de surface et des recharges d'eaux souterraines)¹.



(Source: World resources 2000-2001, people and ecosystems: the faying web of life, World Resources Institute (WRI), Washington DC).

En Asie, hormis les zones désertiques et semi désertiques, les pluies sont abondantes et les besoins en eau des populations sont assurés dans presque toutes les régions du sud-est². En Afrique, bien que la population soit plus faible, les ressources en eau sont bien inférieures ; les grands fleuves Sénégal, Niger, Volta (Ghana), Logone Chari (Tchad) et le Nil, malgré les grands barrages construits, ne suffisent pas aux besoins principalement agricoles et domestiques des populations. Enfin, l'Amérique du Sud bénéficie d'un niveau de

¹ http://eduterre.ens-lyon.fr/eduterre-usages/ressources_gge/appli_5eme. 25/11/2013.

² DOMENACH Hervé et PICOUE Michel, « Populations et environnement », Presse Universitaire de France, Avril 2000, p 52.

pluviométrie élevé et d'un réseau de fleuves et rivières très important : 26% des ressources mondiales y sont concentrées.

2.3 Besoins en eau douce :

De nos jours, plus d'un tiers de l'humanité, soit plus de 2 milliards d'habitants, survivent avec moins de 5 litres d'eau par jour, moins de 1700 litres par an (1.7m^3), c'est ce qu'on appelle le "**stress hydrique**".

À l'échelle mondiale, neuf pays concentrent 60 % des réserves d'eau douce: le Brésil, le Canada, la Chine, la Colombie, les États-Unis, l'Inde, l'Indonésie, le Pérou et la Russie. Le Canada dispose ainsi de $86\,177\text{ m}^3$ d'eau par habitant et par an. Les inégalités face à l'eau tiennent à la répartition géographique de la quantité d'eau disponible, mais aussi à la population présente sur un territoire donné. Tandis que l'Asie concentre près de 60 % de la population mondiale, elle ne dispose que de 30 % des ressources mondiales disponibles en eau douce. À l'opposé, l'Amazonie, qui ne compte que 0,3 % de la population du globe, possède 15 % de ces ressources¹.

Des seuils ont été fixés par convention pour qualifier les degrés d'adéquation ou d'inadéquation de la quantité d'eau et du nombre d'habitants. En deçà d'un seuil de 2500m^3 d'eau par habitant et par an, un pays est considéré **en situation de vulnérabilité**. Le seuil de pénurie en eau ou « **stress** » est fixé à 1700 m^3 d'eau par habitant et par an. La pénurie est considérée comme **chronique** en dessous du seuil de $1\,000\text{ m}^3$ d'eau par habitant et par an et la situation est qualifiée de **critique** en dessous de 500m^3 .

¹Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011.

Tableau I.5 : Classement des pays Selon leur disponibilité en ressources hydriques renouvelables¹.

Pays	Ressources en eau renouvelables totales par habitant en 2009 (m3/habitant/an)
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

¹ Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011.

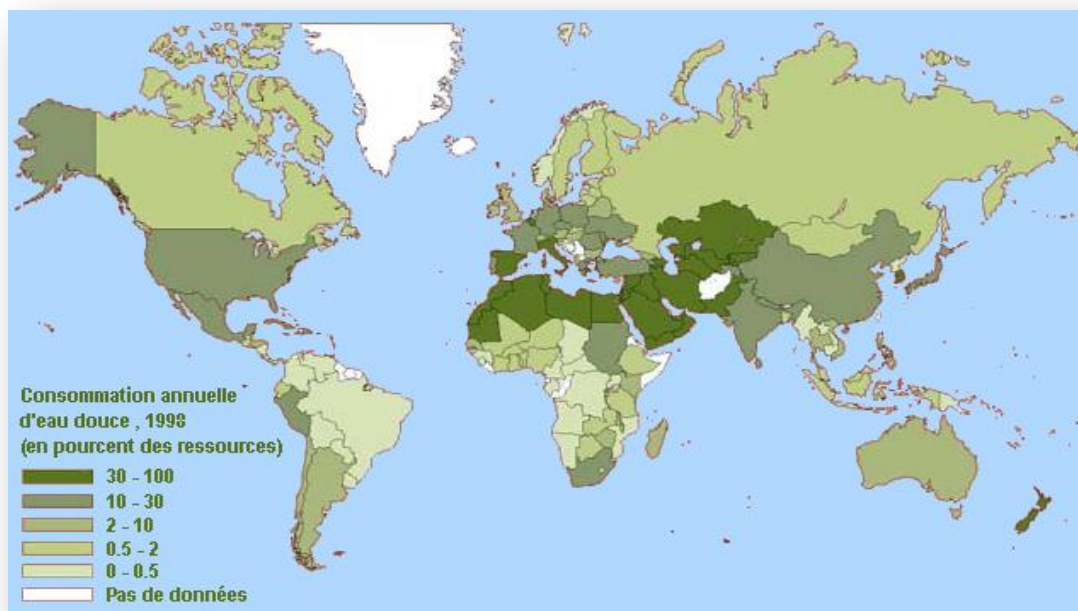
Yémen	90,02
Arabie Saoudite	89,52
Bande de Gaza	59
Koweït	7,559

(Source : Données Aquastat – FAO)

Environ un tiers de la population mondiale, c'est à dire 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). 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).

Dans la zone qui s'étend de la Tunisie au Soudan et au Pakistan, c'est-à-dire dans plus de 20 pays d'Afrique du Nord et du Proche-Orient, chaque habitant doit se contenter en moyenne de moins de 3 litres d'eau par jour, soit moins de 1000 litres d'eau douce par an, une situation dite de "pénurie chronique". En Occident c'est tout le contraire. Chaque personne y consomme au moins 15 à 20 fois plus d'eau que les habitants des pays sous-développés et beaucoup plus encore dans l'industrie et l'agriculture. La demande en eau douce croît chaque année ne raison de l'augmentation de la population mondiale.

Figure I.7 : Consommation d'eau douce dans le monde¹.



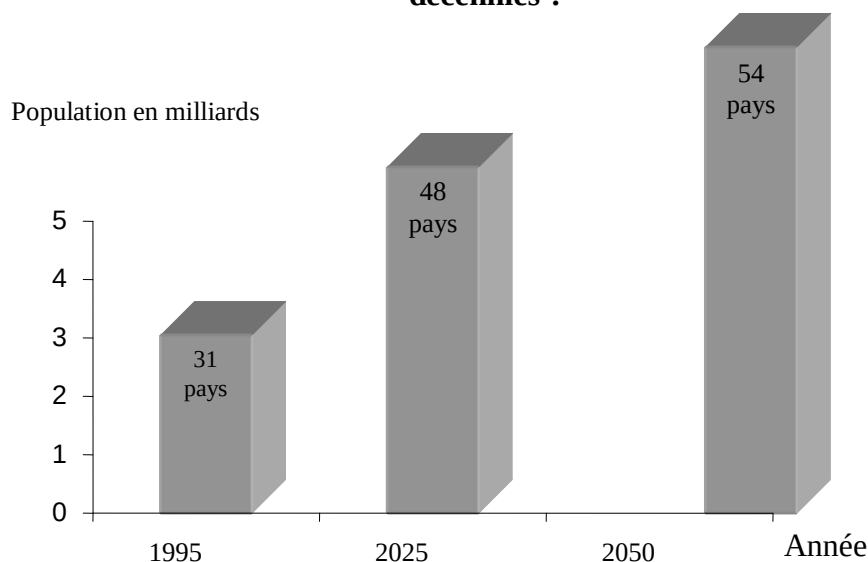
(Source: Documents World Water Council et World Development Indicators, Banque Mondiale, 2000).

Depuis les années 50 du siècle dernier, les réserves d'eaux douces dans le monde ne cessent de baisser. Par ailleurs, la demande mondiale croît en permanence en raison du fort développement démographique et des besoins grandissant de l'industrie et de l'agriculture. Ajoutée à cela, la grande vague de pollution qui touche bon nombre de sources d'eau douce particulièrement due aux rejets des effluents industriels. La quantité d'eau disponible est passée de 17000 m³/hab. en 1950 à 9700 m³/hab. en 1995 et on prévoit une quantité de 5100 m³/hab. en 2025². Les experts prévoient un accroissement du nombre de pays venant à manquer d'eau pour le milieu de ce siècle.

¹ <http://www.astrosurf.com/luxorion/eau-monde.htm>. 25/11/2013.

² REMINI Boualem, « La problématique de l'eau en Algérie », Collection hydraulique et transport, Algérie, 2005, P7.

Figure 1.8 : Nombre de pays et d'habitants en pénurie d'eau au cours des prochaines décennies¹.



Aujourd'hui, plus de 30 pays vivent en dessous du seuil de pénurie d'eau, un indice calculé par l'hydrogéologue Suédois **Malin Falkenmark** et fixé à **1000 M³ par habitant et par an²**. A l'avenir et même aujourd'hui d'ailleurs, les ressources en eau deviennent une source de conflit et de guerre entre certains pays : ce sont 300 zones potentiellement touchées par ces conflits qu'a recensé l'ONU.

Compte tenu de la population actuelle de la planète, la quantité moyenne d'eau renouvelable disponible est de l'ordre de 7 000 litres/an/habitant soit 20 m³/jour/habitant³, ce qui est très largement supérieur aux besoins. Annuellement, 1200 M³ par habitant sont consommée dans les pays développés contre seulement 520 M³ par habitant dans les pays en voie de développement⁴.

Dans les pays à climat aride et semi aride, l'eau reste un enjeu permanent. Le continent Africain, reste très défavorisé en matière de ressources hydriques malgré la présence de certains des plus grands fleuves du monde tel que le Congo, le Nil, le Sénégal ou le Niger. Ainsi que des plus grands lacs d'eau douce comme le lac Victoria (lac d'eau douce du centre de l'Afrique orientale, partagé entre l'Ouganda, le Kenya et la Tanzanie) ou le Tanganyika (lac d'Afrique centrale, situé dans la Rift Valley, partagé entre le Burundi au nord, la Tanzanie à l'est, la Zambie au sud et la République démocratique du Congo à l'ouest).

¹ BOUZIANI Mustapha, 2006, Op. Cité, P58.

² FALKENMARK M & WIDSTRADND, « Population and water resources A delicate balance », Population bulletin Washington D-C population reference bureau, 1992.

³ MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P 2.

⁴ BAER Anne, 1997, Op. Cité, P13.

3. L'eau face à la pénurie :

« Donner accès à une eau salubre, éliminer les eaux usées et fournir des systèmes d'assainissement constituent trois des bases les plus fondamentales du progrès humain »¹, indique le Rapport mondial sur le Développement Humain (RDH) 2006. L'accès à une source d'eau et à des installations d'assainissement améliorées figure parmi les objectifs du millénaire pour le développement².

3.1 La crise de l'eau est mondiale :

La disponibilité en eau est une composante essentielle au développement tant économique que social. Aujourd'hui encore, 1.3 milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à l'eau potable et 2 milliards de personnes ne disposent pas d'infrastructures d'assainissement. Ce chiffre devrait doubler d'ici l'an 2025 à cause du développement démographique et économique des régions du monde (IPCC, 1997). Une pénurie relative d'eau s'instaure lorsque la structure de consommation induit des tensions dans le partage de la ressource³.

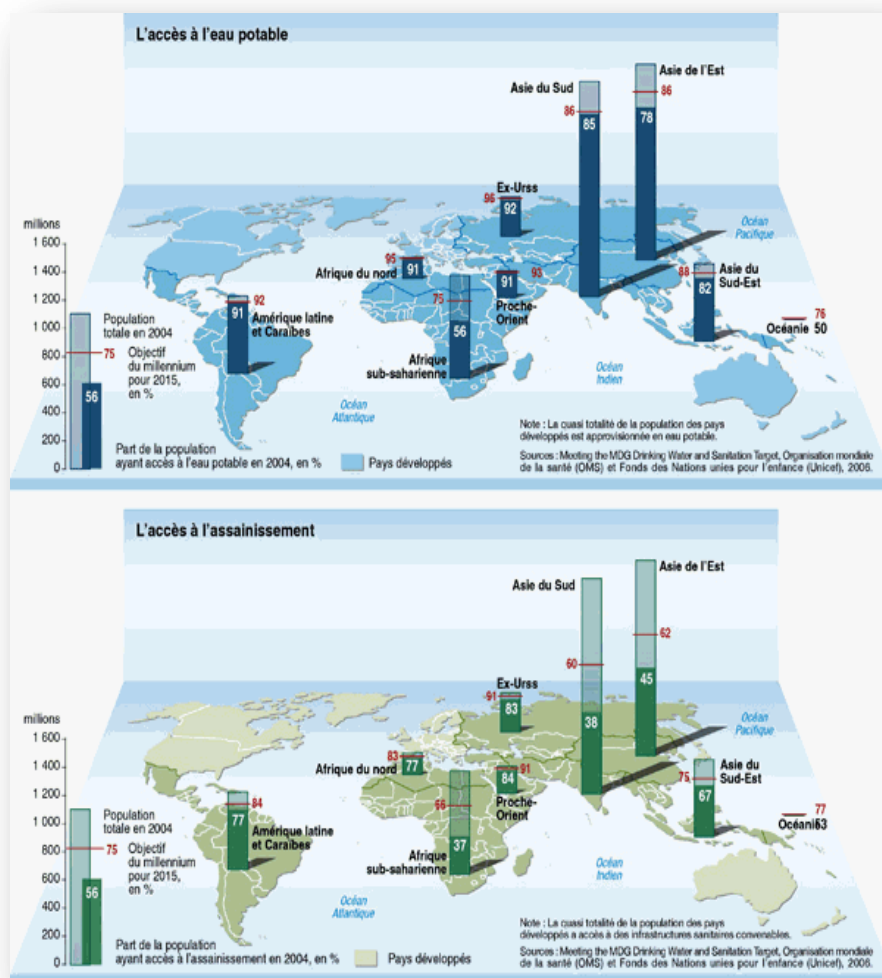
¹ Rapport mondial sur le développement humain (RDH) : Au-delà de la pénurie : pouvoir, pauvreté et crise mondiale de l'eau, 2006.

² Objectifs du millénaire pour le développement (source Revue Finance et développement, Juin 2008) :

- Réduire l'extrême pauvreté et la faim.
- Assurer l'éducation primaire pour tous.
- Promouvoir l'égalité et l'autonomisation des femmes.
- Réduire la mortalité infantile.
- Améliorer la santé maternelle.
- Combattre le VIH/sida, le paludisme et d'autres maladies.
- Assurer un environnement durable (Accès à une source d'eau améliorée, accès à des installations d'assainissement améliorées,...).
- Mettre en place un partenariat mondial pour le développement.

³ Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011.

Figure I.9 : Accès à l'eau potable et à l'assainissement dans le monde.



(Source : MDG (Drinking water and sanitation target), OMS (Organisation Mondiale de la Santé), et Unicef (Fond des Nations Unies pour l'enfance), 2006).

Si l'eau, élément indispensable tant à la vie économique que sociale, agricole ou encore dans l'écosystème vient à manquer ; elle peut aussi avoir une incidence sur la productivité, ceci d'au moins trois façons¹ :

- par l'irrégularité de l'approvisionnement, qui rend aléatoire toute planification de chaîne de production,
- par l'insalubrité de l'eau, si l'on tient compte des longues heures d'arrêt de travail causées par les multiples maladies à transmission hydriques,

¹ BAER Anne, « Pas assez d'eau pour tous ? », in Revue Mensuelle N°5 intitulée « L'enjeu de l'eau », 1997, Editions MARINOOR, Alger, P118.

- et par la difficulté d'accès à l'eau faisant perdre ainsi aux femmes et aux petites filles, acteurs économiques souvent chargées de la corvée de l'eau, des heures de recherche.

Depuis une vingtaine d'années, le discours sur la rareté hydrique s'est développé. Il véhicule souvent une vision que l'on peut qualifier de sécuritaire de la ressource, dans laquelle les eaux douces, s'entendant essentiellement des systèmes hydrologiques que sont les bassins versants et les aquifères, constituent des ressources stratégiques permettant de satisfaire la demande en eau des populations et des activités, notamment industrielles et agricoles. Cette vision s'appuie sur des données objectives et inquiétantes relatives aux ressources en eau et à leur inadaptation croissante à des besoins en augmentation et mal distribués¹.

Or, le manque d'eau est appelé à croître sous l'effet d'un certain nombre de facteurs, qui pèsent sur la compatibilité à échéance prochaine de la quantité d'eau de qualité disponible avec des besoins en expansion. Il va de soi qu'aujourd'hui déjà, les ressources en eau dans de nombreux pays se situent à un niveau critique parce que la demande dépasse l'offre mobilisée et que la dégradation de la qualité de la ressource est croissante et parfois irrémédiable. Alors que le bilan est déjà pessimiste, les projections sont alarmantes.

3.1.1 Caractériser la crise de l'eau :

La pénurie de l'eau aggravée par la pression démographique et les usages intensifs de l'agriculture, posent de très sérieux problèmes économiques, alimentaires et sanitaires.

Certains indicateurs permettent de caractériser une crise de l'eau : il s'agit d'indicateurs auxquels le retour est indispensable mais insuffisant pour saisir une situation de terrain.

Ainsi, **connaître les quantités d'eau douce effectivement accessibles et le volume annuel des prélèvements humains** ne permettent que des interprétations limitées. La rareté de l'eau n'est un problème de disponibilité globale mais en premier lieu de répartition géographique².

¹ Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011

² DONET-GRIVET Suzane, « Géopolitique de l'eau », Édition Ellipses, Paris, 2011, P 16.

Trois indicateurs peuvent permettre de cerner les zones où l'eau peut être source de tensions à savoir¹ : **l'évaluation, par l'état, des ressources en eau par an et par habitant, le taux d'utilisation (ou de mobilisation) des ressources renouvelables et le taux d'utilisation du potentiel de prélèvement².**

L'augmentation de la population mondiale aggrave considérablement la rareté relative à l'eau pour deux raisons principales³. D'une part, l'explosion démographique se réalisera majoritairement dans les pays en développement : au cours du siècle dernier la population a triplé ; dans le même temps, les prélèvements par habitant doublient, ce qui signifie que **la pression sur la ressource a globalement été multipliée par six en un siècle**. D'autre part, l'urbanisation massive accroît également la pression sur la ressource, induisant une concentration des besoins (90% de l'accroissement démographique futur devrait être absorbé par les villes).

3.1.2 La surconsommation mondiale de l'eau :

Il est inexact de dire que notre planète manque d'eau pour assurer les droits humains, car le problème de la rareté de l'eau se pose dans son **usage à titres économique** : irrigation, grandes usines, fabrication de papier⁴,...

Cependant, l'homme prélève beaucoup plus d'eau qu'il n'en consomme. Il doit prendre en conscience la durabilité de la terre en fixant des limites à ces ambitions et en organisant de façon raisonnable la gestion des ressources naturelles et des écosystèmes.

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. L'eau sert donc d'abord à nourrir les hommes. Ceci s'explique en premier lieu par le fait **qu'il faut de 2000 à 5000 litres d'eau pour produire la nourriture quotidienne d'une personne, contre 2 à 5 litres pour boire et 25 à 100 litres pour les usages**

¹ « Enjeux et politique de l'environnement », Les Cahiers Français n°306, Édition la documentation Française, Janvier-Février 2002, P 17.

² Anne BAER, « Pas assez d'eau pour tous? », *Revue internationale des sciences sociales*, UNESCO, Erès, Juin 1996, n°148, P 318.

³ « Enjeux et politique de l'environnement », Janvier-Février 2002, P 17.

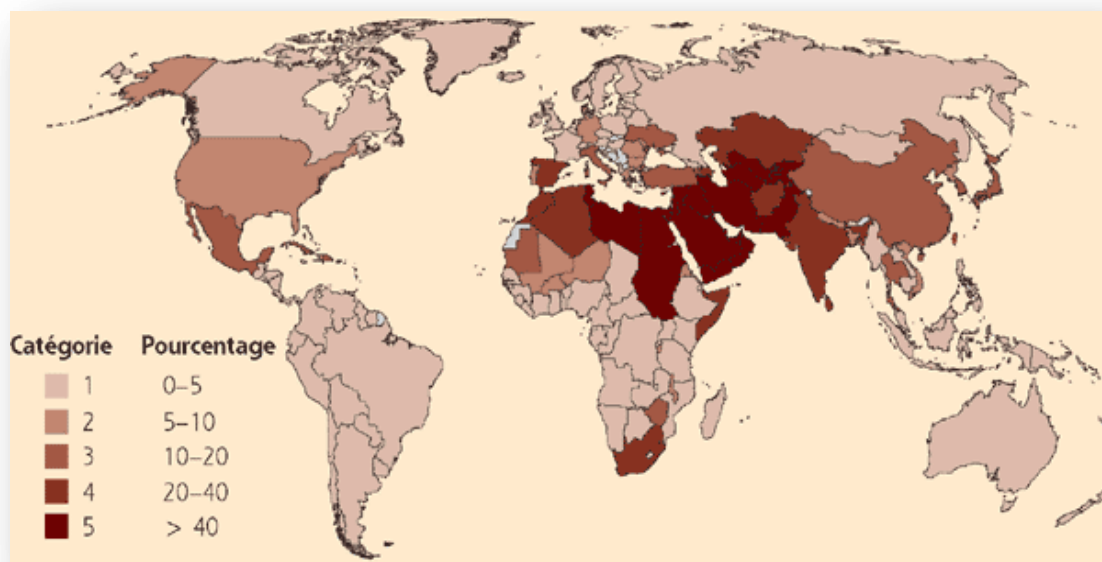
⁴ AIT-AMARA Hamid & ARROJO Pedro & BARON Catherine & BOUGHERRA Larbi & CHÉFIF Abdallah & GRAS Alain & QUILLERMA Andrés & LACOSTE-DUJARDIN Camille & LAHLOU Mehdi & TAROT Camille, « Imaginaire de l'eau, imaginaire du monde, dix regards sur l'eau et sa symbiose dans les sociétés humaines », Édition la dispute, Paris, 2007, P 222-223.

domestiques¹. Si l'on s'attache à la consommation d'eau et non aux prélèvements, l'agriculture consomme même 93 % de l'eau douce, contre 4 % pour les industries et 3 % pour les collectivités. L'agriculture est donc de très loin le secteur qui prélève et qui consomme le plus d'eau dans le monde avec 2 844 km³ par an. Les aquifères, qui représentent un volume 100 fois supérieur à l'eau douce de surface, assurent eux aussi une bonne part de nos besoins et l'augmentation de la demande en eau s'est traduite depuis la deuxième moitié du XX^{ème} siècle par un recours croissant à ces bassins souterrains. 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).

Les États qui prélèvent le plus d'eau sont ceux où l'agriculture irriguée est très importante. On compte actuellement 280 millions d'hectares irrigués dans le monde, contre 190 en 1980. L'agriculture irriguée est responsable de 95 % des prélèvements d'eau douce dans certains pays en développement. Si l'on observe la part des ressources renouvelables prélevée pour l'agriculture, on constate des différences très nettes. Dans certaines régions, la ressource est peu mobilisée, y compris lorsque l'usage agricole est très largement dominant, soit du fait d'une densité de population faible, soit d'une mauvaise gestion de la ressource. Dans d'autres, le pourcentage de ressources renouvelables utilisées à des fins agricoles excède 40 %. 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.

¹ Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011.

Figure I.10 : Les prélèvements en eau pour l'agriculture en pourcentage de la totalité des ressources renouvelables en eau.



(Source : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO))

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. Les volumes prélevés peuvent être considérables et ainsi déséquilibrer les ressources souterraines ou superficielles. Mais de réels efforts ont été faits par les différentes industries pour réduire leur utilisation d'eau. Actuellement le contexte économique difficile accentue cette tendance, de sorte que, globalement, 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. En 1999, le secteur industriel a prélevé en France métropolitaine environ 4 000 millions de m³ d'eau hors réseau public soit environ 12 % des prélèvements français¹. Il convient d'ajouter au tableau la production hydro-électrique qui ne nécessite pas de prélèvements d'eau mais dont les ouvrages de retenue d'eau consomment de l'eau par

¹ Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011.

l'évaporation de volumes importants en surface. 200 km³ d'eau s'évaporerait ainsi chaque année sur les grands barrages du monde.

À cela s'ajoute l'urbanisation galopante à l'œuvre dans le monde entier et qui constitue un défi majeur dans l'approvisionnement en eau potable. En 1955, 68% de la population de la planète vivaient en zones rurales contre 32% en zone urbaine. En 1995, ces chiffres étaient passés respectivement à 55% et 45%. Et il devrait être en 2025 de 41% et 59%. D'ici à 2030, la planète devrait compter une quarantaine de mégapoles de plus de 10 millions d'habitants et de 500 à 600 villes de 1 million de résidents¹. Or au Nord comme au Sud, les mégapoles doivent se procurer toujours plus d'eau. La rechercher toujours plus loin, plus profond. Déjà des pompes excessives ont provoqué des affaissements de terrains un peu partout dans le monde à l'exemple de Bangkok, Djakarta ou Mexico qui se sont enfoncées de plus de 10 mètres en l'espace de 70 ans². Les nouveaux besoins domestiques et industriels des mégapoles de demain vont faire croître la demande d'approvisionnement en eau dans des proportions considérables et le volume d'eau qui leur est alloué aujourd'hui sera totalement insuffisant.

Aujourd'hui, 20% de la population mondiale ne dispose d'aucun accès à l'eau potable³. D'ici les vingt prochaines années, les besoins en eau vont continuer d'augmenter. Les ressources, bien qu'abondantes, ne sont pas inépuisables et les régions les plus peuplées pourraient avoir à faire face à des pénuries majeures. Et si aucune action d'envergure est mise en place d'ici là, près de trois milliards de personnes seront victimes de la pénurie de l'eau⁴.

3.2 La crise de l'eau au Maghreb et en Algérie:

Aujourd'hui en Méditerranée, 180 millions de personnes disposent de moins de 1000 m³ d'eau. Selon les prévisions du Plan Bleu (2007), les pressions sur les ressources en eau s'accroîtront encore de façon sensible au Sud et à l'Est et 63 millions de Méditerranéens disposeront de moins de 500 m³ d'eau par habitant par an à l'horizon 2025⁵. Le changement climatique, va renforcer la diminution de la ressource. La croissance démographique au Sud et

¹ LAIMÉ Marc, « Le dossier de l'eau: pénurie, pollution, corruption », Édition du seuil, 2003, P 26.

² Idem, P 26.

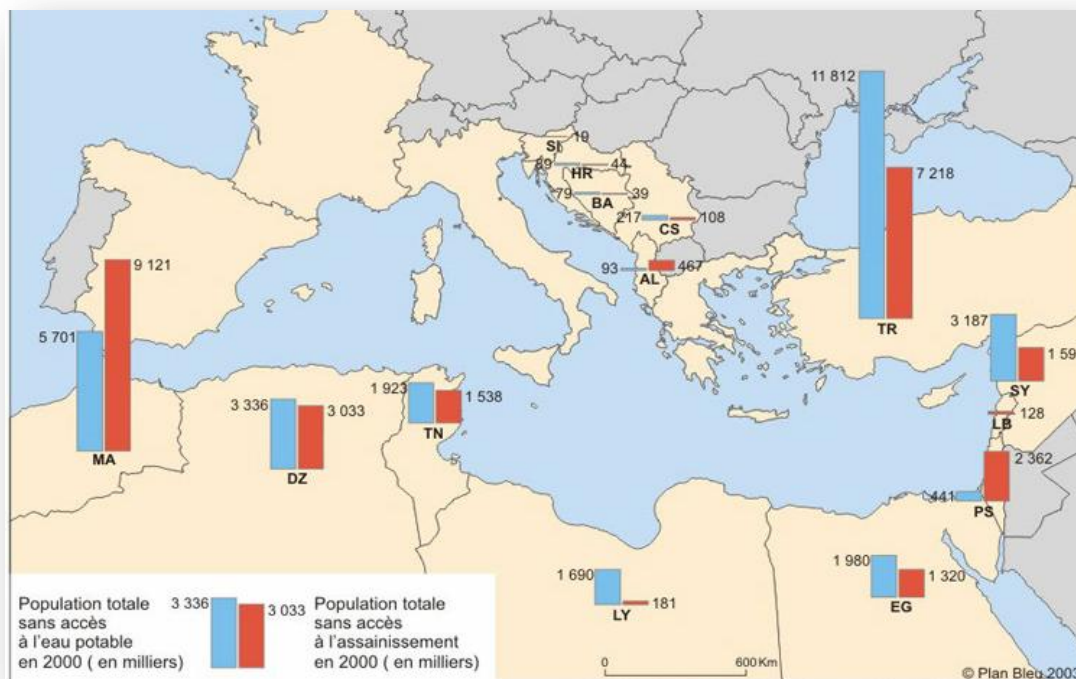
³ DIOP Salif & REKACEWICZ Philippe, 2003, P 28.

⁴ Idem, P 30.

⁵ « Améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau pour faire face aux crises et pénuries d'eau en Méditerranée », Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales, Décembre 2007.

à l'Est de la Méditerranée va mettre 290 millions de personnes en situation de pénurie d'eau en 2050.

Figure I.11 : Population n'ayant pas accès à une source d'eau potable améliorée ni à un système d'assainissement amélioré en Méditerranée.

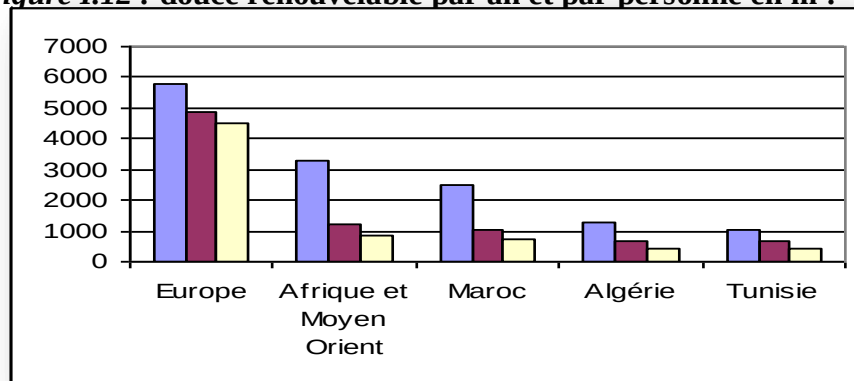


(Source: UN-SD Millenium indicator WHO-UNICEF, OMS, UNICEF).

3.2.1 La crise de l'eau au Maghreb :

Dans le monde, les ressources en eau sont en nette diminution, à des degrés variables selon les régions. Au Maghreb on passe en moyenne de 2430 m³ par an en 1960, à 670 m³ par an en 2025 (figure I.12). Le Maghreb constitue aujourd'hui l'une des régions les plus touchées par le stress hydrique.

Figure I.12 : douce renouvelable par an et par personne en m³.



¹ Cité par BOUZIANI Mustapha, 2006, Op. Cité, p59.

Dans la région du Maghreb, l'eau se place parmi les quatre principaux défis auxquels les pays de cette région doivent y faire face¹, à savoir :

- Le défi démographique et l'urbanisation.
- Le défi de la dégradation de l'environnement résultant de la pollution, de l'érosion des sols et de la désertification.
- Les besoins croissants de l'eau de boisson et de l'eau verte (eau de culture) dues à la croissance démographique.

Le Maghreb offre une grande diversité régionale. Le littoral bénéficie de précipitations assez abondantes, par contre les régions du centre et surtout celles du sud souffrent de l'aridité du climat et de la faiblesse des précipitations baissant la consommation moyenne par habitant et par an à seulement 250 m³ (on est bien loin des 1000 m³). Voici la quantité d'eau renouvelable par an et par habitant (*Tableau I.6*) et l'estimation des disponibilités des différentes sources d'eau (*Tableau I.7*) pour certain des pays de Maghreb:

Tableau I.6 : Quantité d'eau renouvelable par personne et par an pour quelques pays, projections en m³.

Pays	1990	2025	2050
Algérie	690	378	309
Maroc	1151	689	585
Tunisie	540	328	279
Belgique	1698	1624	1679

(Source : Population Action International, 2000)².

Tableau I.7 : Estimation des disponibilités des différentes sources d'eau au Maghreb (En milliards de m³/an).

	Moyenne d'eau de surface disponible	Quantité moyenne d'eau disponible	Quantité disponible totale	Quantité disponible pour l'irrigation
Algérie	8	10	35	5
Maroc	20	25	126	15
Libye	00(*)	1,8	8	0,5
Tunisie	1,0	3,3	12	0,8

(*) Avant la réalisation du fleuve artificiel.

¹ BRAUCH, H.G. « *Energy and water in the Mediterranean with a special focus on North Africa: (1950-2050)* ». UNISCI Papers 11-12-1997.

² Cité par BOUZIANI Mustapha, 2006, Op. Cité, P 62.

Le monde arabe se situe dans l'une des régions les plus sèches du globe. C'est aussi la partie où la population est appelée à connaître un fort taux de croissance démographique et par conséquent une croissance en besoins en eau¹. Dans cette région, plusieurs questions sont soulevées : l'accès à l'eau potable pour les populations, le recyclage des eaux usées, le prix de l'eau pour un usage optimal, l'importance de la maîtrise des techniques et de la Recherche & Développement, l'importance du développement des institutions pour une industrie efficiente de l'eau, la question des ressources humaines ainsi que la mise en place de systèmes d'informations de l'eau. L'un des grands défis dans la région reste le développement des capacités nécessaires pour l'exploitation et la gestion des ressources en eau compte tenu de l'évolution des ressources en eau au Maghreb d'ici 2025 (comme on peut le constater dans le tableau qui suit). Cela implique des compétences à gérer plusieurs aspects à la fois : la pollution, l'entretien des réseaux, l'eau pour l'agriculture, les risques climatiques, la désalinisation, l'épuration et le transfert technologique.

Tableau I.8 : Les ressources en eau au Maghreb et leur évolution d'ici l'an 2025².

	Population (million)		Précipitation _n (m ³)	Différentes sources d'eau			Disponibilité de l'eau (1000 m ³ /habitant)		Importance de la dégradation ³
	1990	2025		Eau de surface	Eau souterraine	Total	1990	2025	
Algérie	24,96	51,95	63	12,4	6,7	19,10	0,76	0,36	47%
Maroc	25,04	45,65	150	22,5	7,5	30,0	1,19	0,65	55%
Tunisie	8,18	13,63	33	2,7	1,8	4,50	0,55	0,36	65%
Libye	4,55	12,84	-	0,20(*)	3,63	3,83	0,84	0,30	36%

(*) Situation d'avant l'avènement du fleuve artificiel.

¹ ZAHLAN A.B, « *Water, technologie, institutions, innovation and risk* », in Série MAGHTECH Eau et technologie au Maghreb, PUBLISUD, France, 2001, P 17.

² JELLALI M. et JEBALI A., « *Water resource development in the Maghreb Countries*», in Rogers, P.& Lydon P (eds) *Water in the Arab world perspectives and prognoses*, Harvard University Press, P 147-170.

³ DJEFLAT Abdelkader, 2001, Op. Cité, P 39.

3.2.2 En Algérie :

Moins bien dotée que le Maroc, mais mieux que la Tunisie, l'Algérie est parmi les pays les plus pauvres en matière hydrique. C'est même dire que le pays est en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la banque mondiale à 1000m³/hab/an.

Si en 1962 la disponibilité en eau théorique par habitant et par an était de 1500 m³, elle n'était plus que de 720 m³ en 1990, 680 m³ en 1995, 630 m³ en 1998, 500 m³ en 2000 et ne représenterait que 430 m³ en 2020¹. « *La dégradation actuelle des ressources naturelles du continent, due au réchauffement climatique, risque de devenir irréversible en l'absence d'une mobilisation à la hauteur de la menace climatique à venir*² ».

Située à l'abri des vents pluvieux du Nord-Ouest derrière le haut Atlas marocain et la Sierra Nevada espagnole, la région du Nord Ouest de l'Algérie appartient en majeure partie à une région du domaine semi-aride. Seules les hauteurs des monts de Tlemcen et de Saida font partie du domaine sub-humide. A l'inverse, on assiste à une descente climatique au niveau des plaines sub-littorales de la M'leta, Habra-Sig, la Mina et du Bas Chellif qui appartiennent au domaine aride, de la même façon que le domaine steppique.

Le territoire algérien couvre une superficie de près de 2,4 millions de Km². Le potentiel des ressources en eau du pays est estimé à un peu moins de 20 Milliards de m³. 75% seulement sont renouvelables : 60% pour les eaux de surfaces, ce qui représente 12,4 milliards de m³ et 15% pour les eaux souterraines, c'est-à-dire 2,8 milliards de m³ dont 800 millions m³ dans le sud du pays.

Dans le Tableau qui suit, nous retrouvons les données relatives à la superficie, la population, la pluviométrie et les ressources en eau des bassins hydrographiques Algérien repris selon les données de M. Bouziani et que nous avons essayé de compléter par des données proposées par B. Remini³.

¹ « L'eau en Algérie : le grand défi de demain », Projet de rapport du conseil national économique et social, 15^{ème} session plénière, Mai 2000.

²MOSTEFA-KARA Kamel, « La menace climatique en Algérie et en Afrique : les inéluctables solutions », Édition DAHLAB, Algérie, 2008, P 309.

³REMINI Boualem, 2005, Op. Cité, P15.

Tableau I.9: Ressources en eau dans les Bassins Hydrographiques en Algérie.

Bassins Hydrographiques	Oranie- Chott Chergui	Chélif- Zahrez	Algérois- Hodna- Soummam	Constanti nois- Seybouse Mellègue	Sud
Superficie Km	76 000	56 200	47 431	43 000	225 200
Population Millions d'hab	3,8	3,8	9,5	5,5	5,5
Pluviométrie (milliards m³/an)	23,5	20,5	21	25	95
Ressources en eaux (Hm³) de surface	958	2 000	4 304	5 600	-
Ressources en eaux souterraines (Hm³)	309	245	130	337	-
Total	1 267	2 245	5 049	5 937	600
Disponibilité m³/hab	220	300	320	500	1 120
Apport annuel moyen en millions de m³/an	958	1 974	4 300	5 595	12 827

Pour assurer une sécurité d'alimentation satisfaisante, il faudrait disposer de 15 à 20 milliards de m³ par an et ce, en réservant 70 % à l'agriculture, alors que l'Algérie ne mobilise que 5 milliards de m³ par an.

En 1987, la population en Algérie était estimée à 23 millions d'individus, 28 millions en 1995, 32 millions en 2000 et une prévision de plus de 39 millions en 2010¹. La consommation d'eau distribuée est de l'ordre de 161 l/hab/j. Si l'on tenait compte des fuites (50%), de l'industrie et du tourisme, cette quantité deviendrait 60 l/hab/j². L'évolution de la disponibilité en eau potable est, quant à elle, résumée dans le tableau suivant :

Tableau I.10 : Évolution de la disponibilité en eau potable.

Année	1962	1990	1995	1998	2000	2020
M³/hab	1 500	720	680	630	500	430

(Source : Ahmed KETTAB, 2000).

¹ BOUBOU Naima & MALIKI Samir, «Innovation technologique et gestion de l'eau en Algérie : La maîtrise de la demande », IN MECAS, Édition Ibn Khaldoun, Tlemcen, N°5 Décembre 2009, P 27-28.

² KETTAB Ahmed, « Les ressources en eau en Algérie », in the Conference on Desalination Strategies in South Mediterranean Countries, cooperation between Mediterranean Countries of Europe and the Southern Rim of the Mediterranean, Tunis, Septembre 2000, P27.

Dans le nord du pays, les ressources mobilisées totales sont destinées, à raison de 55,3% à l'irrigation (2,1 milliard de m³), 34,2% à l'AEP (1,3 milliards de m³) et 10,5% à l'industrie (0,4milliards de m³)¹. La demande en eau douce croit, chaque année, de 4 à 5%, tandis que les ressources naturelles restent invariables.

Dix-sept milliards de dollars d'investissement sont requis pour résoudre le problème de la pénurie d'eau en Algérie pour les 20 années à venir. Ceci sans parler de la réhabilitation et du renouvellement des différentes infrastructures (300 milliards de dollars), soit un total de 1,2 milliards de \$ par an².

Aujourd'hui, le territoire Algérien se trouve divisé en cinq régions hydrographiques. Outre la région hydrographique sud, les quatre bassins délimités dans le nord sont d'Ouest en Est, les bassins de l'Oranie-chott-chergui, du chéelif-zahrez, de l'Algérois-Hodna-Soummam et du Constantinois-seybousse-Melleque.

Figure I.13 : Les Cinq bassins hydrographiques en Algérie.



(Ministère des ressources en eau, Alger, 2008).

3.2.2.1 Les ressources superficielles :

Vaste par sa superficie, l'Algérie possède un potentiel conséquent en matière hydrique. Les potentialités de ses quatre bassins (l'Oranie-chott-chergui, le chellif-zahrez, l'Algérois-Hodna-Soummam et le Constantinois-seybousse-Melleque) et de sa région du Sahara sont résumées dans les tableaux ici-bas :

¹ « Guide de l'environnement de l'Algérie » Edition Symbiose, 2001.

² KETTAB Ahmed, 2000, Op. Cité, P27

Tableau I.11 : Potentialités des ressources en eau dans le bassin de l'Oranie Chott-Chergui.

N° Code	Bassins versants	Superficie Km ²	Apport (Hm ³ /an) Période globale	Apport (Hm ³ /an) Période sèche	Taux de réduction en %
04	Côtièrs Oranais	5 831	50	33	34
11	Macta	14 389	-	966	-
16	Tafna	7 245	335	232	30
08	H.P.Oranais	49 370	-	140	-

(Source : Ministère des ressources en eau, Alger, 2008).

Tableau I.12 : Potentialités des ressources en eau dans le bassin du Cheliff - Zahrez

N° Code	Bassins versants	Superficie Km ²	Apport (Hm ³ /an) Période globale	Apport (Hm ³ /an) Période sèche	Taux de réduction en %
01	Chélif	43 750	1 540	1 078	30
07	Zahrez	9 102	110	77	30

(Source : Ministère des ressources en eau, Alger, 2008).

Tableau I.13 : Potentialités des ressources en eau dans le bassin de l'Algerois-Hodna-Soummam :

N° Code	Bassins versants	Superficie Km ²	Apport (Hm ³ /an) Période globale	Apport (Hm ³ /an) Période sèche	Taux de réduction en %
02	Côtièrs Algérois	11 972	2 850	1 536	46
09	Isser	4 149	520	312	40
15	Soummam	9 125	700	630	10
05	Chott Hodna	25 843	220	156	29

(Source : Ministère des ressources en eau, Alger, 2008).

Tableau I.14 : Potentialités des ressources en eau dans le bassin du Constantinois-Seybouse-Mellegue.

N° Code	Bassins versants	Superficie Km ²	Apport (Hm ³ /an) Période globale	Apport (Hm ³ /an) Période sèche	Taux de réduction en %
03	Côtièrs Constantinois	11 566	3 250	2 753	15
10	Kébir Rhumel	8 815	910	700	23
12	Medjerdah	7 785	240	220	8
14	Seybouse	6 475	450	359	20
07	H.P.Constantinois	9 578	135	105	22

(Source : Ministère des ressources en eau, Alger, 2008).

Tableau I.15 : Potentialités des ressources en eau au Sahara.

N° Code	Bassins versants	Superficie Km ²	Apport (Hm ³ /an) Période globale	Apport (Hm ³ /an) Période sèche	Taux de réduction en %
13	Sahara	100 000	320	200	37
08	Chott Melrhir	68 750	300	240	20

(Source : Ministère des ressources en eau, Alger, 2008).

3.2.2.2 Les ressources souterraines :

Les ressources en eaux souterraines contenues dans les nappes du Nord du pays sont estimées à près de 2 milliards de m³/an. Ces nappes sont alimentées essentiellement par les précipitations dont la répartition demeure irrégulière à la fois dans le temps et dans l'espace.

En 1989, on indiquait déjà que 80% des potentialités en eau souterraines dans le Nord du pays estimées alors à 1,8 milliards de m³, étaient en surexploitation. Le rapport de l'ex-MEAT indiquait qu'il a été mobilisé par forages un volume de 1 milliards de m³ entre 1990 et 1999. Cela sans tenir compte des forages et de puits privés réalisés pendant cette période correspondant à la libéralisation du secteur agricole¹. C'est donc un total de 2,5 milliards de m³ au moins qui seraient prélevés. Pourtant, selon le même département ministériel, le volume exploité aujourd'hui serait de 1,6 milliards de m³.

Figure I.14 : Ressources renouvelables des nappes souterraines dans le Nord du pays.



(Source : Ministère des ressources en eau, Alger, 2008).

¹ « L'eau en Algérie : le grand défi de demain », Projet de rapport du conseil national économique et social, 15^{ème} session plénière, Mai 2000, P 46.

Tableau I.1619 : Ressources en eaux souterraines concernant les nappes dont les potentialités sont supérieures à 10 millions de m³.

N°	Nappes	Potentialités (Hm3)	Prélèvements (Hm3)
1	Plaine de Maghnia	15	15
2	Monts de Tlemcen	40	40
3	Plaine de Sidi Bel Abbés	30	30
4	Dj. Murdjadjo – Brédéah	12	12
5	Chott Chergui	54	32
6	Plateau Sersou	12	12
7	Plaine de la Mina	17	14
8	Plaine de Ain Oussera	27	9
9	Zahrez	50	16
10	Plateau Ksar Chellala	14	10
11	Plaine de Bouira	15	15
12	Plaine côtière Bejaia	35	17
13	Vallée de la Soummam	100	80
14	Plaine Alluv Oued Djer	20	20
15	Mitidja	328	335
16	Sahel	28	28
17	Boudouaou	12	12
18	Calcaire de Toudja	15	15
19	Calcaire de Bejaia	17	17
20	Sebaou	53	33
21	Chott El Hodna	133	81
22	Synclinal de Dekhla	14	14
23	Plaine de Tébessa Morsot	18	18
24	Plateau de Chrea	18	18
25	Plaine de Biskra Tolga	60	60
26	Oued Nil	20	16
27	Oued Djendjen	10	15
28	Plaine de Ain M'Lila	22	8
29	Vallée de l'Oued Safsaf	12	12
30	Plaine de O. Kebir Ouest	15	10
31	Plaine de Guelma	17	17
32	Plaine d'Annaba	45	45
33	Plaine alluviale Isser	35	12
34	Chélif	80	72
35	Oued M'zi	223	210
36	Chott Gharbi	40	3
37	Plateau de Saida	50	50
38	Plaine de Ghriss	70	70
	Total	1 776	1 467

(Source : Ministère des ressources en eau, Alger, 2008).

Le Sud du pays se caractérise par l'existence de ressources en eaux souterraines considérables provenant des nappes du Continental Intercalaire **(CI)** et du Complexe Terminal **(CT)**. Les réserves exploitables sans risque de déséquilibre hydrodynamique sont estimées à **5 milliards de m³/an**. L'exploitation atteint actuellement **1.6 milliards de m³ par**

forage et **85 millions de m³ par foggaras¹**. La particularité de cette ressource est que c'est une ressource non renouvelable d'où la nécessité de réfléchir à deux fois avant de l'utiliser.

En ce qui concerne la région du nord ouest du pays, les potentialités ainsi que les exploitations des ressources souterraines sont résumées dans le tableau qui suit :

Tableau I.17 : Ressources souterraines du Nord Ouest Algérien : Potentialités et exploitations.

Wilaya	Nappe	Potentialités (Hm ³)	Rabatement (m)	Volumes exploités par forage (Hm ³)	Forages	
					Déclarés	En service
Tlemcen	Monts de Tlemcen	32,9	11 à 24			
	Plaine de Maghnia	15				
	Monts des Traras	6,5				
	Nemours	4				
	Total	58,4		29	181	126
Ain Timouchent	Plaines de Ain Timouchent	4				
	Total	4		10	35	24
Sidi Bel Abbés	Plaines de Sidi Bel Abbés	44	7 à 13			
	Djebel Remailia	8,8				
	Plaine de Melghir	6,4				
	Djebel El Mahroum	3,9				
	Plaine de Télagh	2,3				
	Total	65,4		28	66	59
Mascara	Plaine de Ghriss	70	11 à 19			
	Plaine de Habra	15				
	Monts de Beni Chougrane	5				
	Boumier	2,8				
	Guetemia	2,1				
	Djebel Sokiet	2				
	Vallée oued el Hammam	2				
	Total	98,9		54		99
Relizane	Plaine du bas Cheliff	11				
	Oued Mina	8				
	Oued Rhiou	3				
	Oued Djidioua	1,4				
	Calcaire et grès de Zemmoura	1,1				
	Calcaire de Kalâa	1				
	Total	25,5		28	115	99
Mostaganem	Plateau de Mostaganem	27	1,5 à 14			
	Oued Cheliff	13				
	Total	40		27		92
Oran	Djebel Murdjadjo	9	1 à 2,5			
	Plaine de M'leta	6				
	Plateau des Hassis	6,1				
	Arbal	5				
	Plaine d'Ain El Turk	4				
	Plaine de Brédéah	3				
	Total	33,1		20	41	17
Total général		325,7		196		516

(Source : Direction de la mobilisation des ressources en eau, 2004).

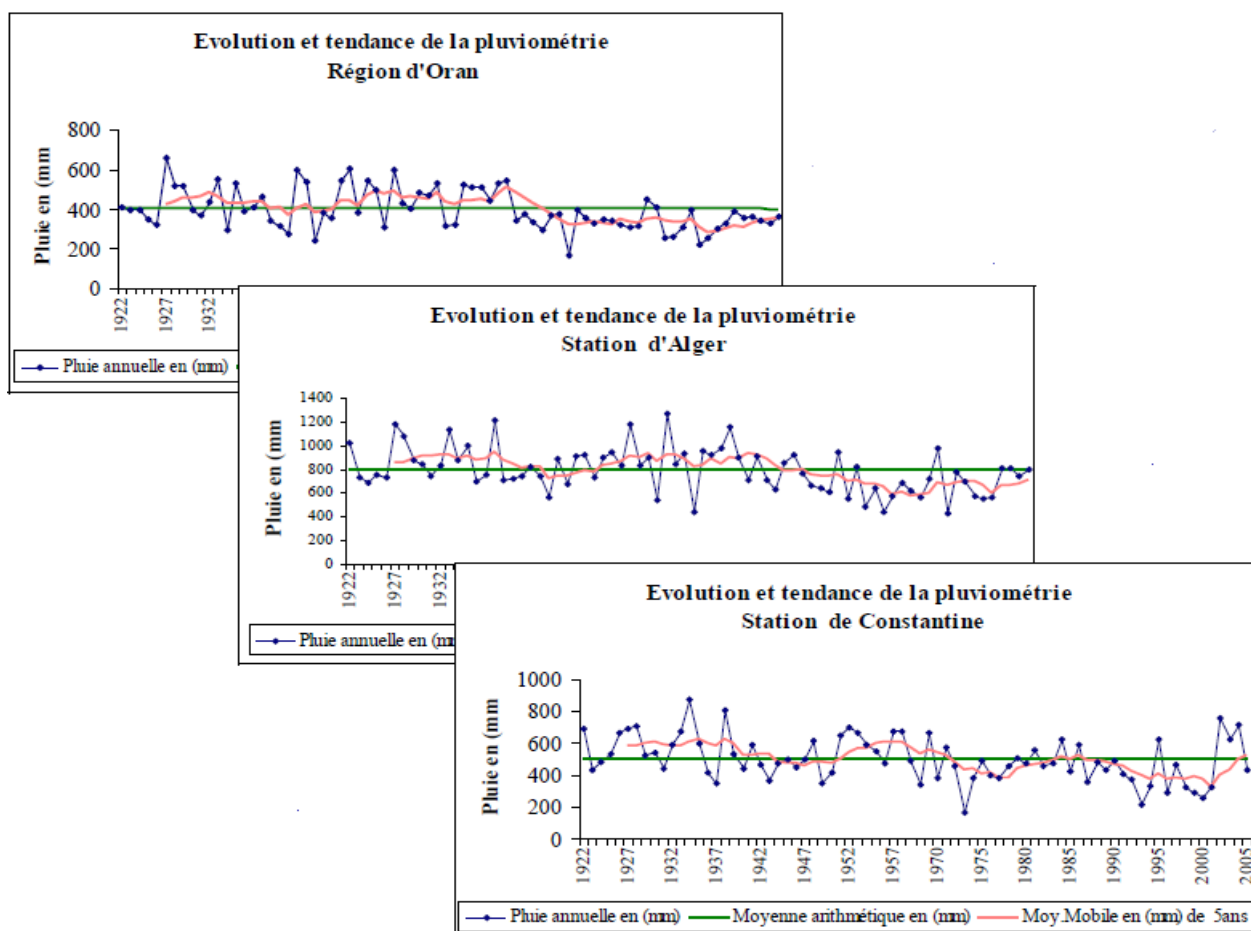
¹ Ministère des ressources en eau, Alger, 2008

3.2.2.3 La pluviométrie en Algérie :

Les premières stations du réseau hydrométriques Algérien ont été installées en 1924. Aujourd'hui elles atteignent les 220 stations, plus 800 postes pluviométriques et 60 stations complètes¹. Sur la base des informations recueillies par ces stations, les écoulements superficiels sont évalués dans le nord du pays à 12,4 millions de m³ par an².

Au niveau national, la baisse de la pluviométrie et les cycles de sécheresse sont, désormais une constante prise en compte lors de la définition de la politique nationale de l'eau³.

Figure I.15 : Évolution et tendance de la pluviométrie dans les régions d'Oran, d'Alger et de Constantine de 1922 à 2005.



(Source : Ministère des ressources en eau, Alger, 2011).

¹ REMINI Boualem, 2005, Op. Cité, P 15.

² Agence Nationale des Ressources Hydriques d'Oran (ANRH), 2008.

³ Ministère des ressources en eau, Alger, 2011.

À noter que l'essentiel des précipitations s'écoulent vers la mer du fait de la topographie du sol. Avec ses meilleures terres, la région de l'ouest ne reçoit que 25% des écoulements.

En Algérie, sur 130 milliards de m³ d'eau par an, 47 milliards s'évaporent, 3 milliards m³ s'infiltrant, et 15 milliards m³ s'écoulent dans la mer.

Le besoin en eau douce, en Algérie, ne cesse de croître. En 2002, selon les estimations du Ministère des ressources en eau, le volume d'eau distribué à travers le pays atteignait 3,3 milliards de m³. 1300 millions de m³ ont été affecté à l'usage domestique, 1800 millions de m³ pour l'irrigation, et enfin 200 millions de m³ pour l'industrie¹.

Tableau I.18 : Évolution en % de l'utilisation de l'eau en Algérie.

	1975	1980	1992	1998	2002
Domestique	16	21	25	34	39
Irrigation	80	75	70	62	55
Industrie	3	4	5	3,5	6

(Source : Ministère des ressources en eau, Alger, 2003)

Face à cette situation critique, L'état s'est engagé dans un vaste programme de mobilisation des ressources en eau pour satisfaire la demande et mettre fin à la problématique du stress hydrique.

Dans le cadre du programme de soutien à la croissance économique 2005-2009, Le secteur des ressources en eau a bénéficié d'une enveloppe budgétaire de 451 milliards de dinars en termes d'autorisation de programme et d'une dotation de crédit de paiement de 520 milliards de Dinars. En date du 31 Décembre 2005, 1022 projets sur 2205 ont été clôturés concernant les eaux conventionnelles et non conventionnelles².

Outre les ressources existantes, barrages et forages, **l'état a développé des efforts considérables dans l'exploitation des ressources non conventionnelles**. Celles-ci ont un apport très précieux en matière d'alimentation en eau potable. Ainsi ont été développées les options relatives au dessalement d'eau de mer et la production d'eau d'irrigation grâce à l'épuration des eaux usées.

¹BOUZIANI Mustapha, 2006, Op. Cité, P92.

² « L'eau, une priorité majeure dans la politique nationale de développement », Symbiose, N°28, Avril-Mai-Juin 2007.

Conclusion :

Le XXI^{ème} siècle s'annonce hélas sous le signe de « la pénurie d'eau », un stress hydrique touchant une grande partie de la planète. Aux problèmes quantitatifs s'ajoutent des problèmes qualitatifs des ressources d'eau disponible. La dégradation de la qualité de l'eau peut résulter soit de phénomènes de pollutions (agriculture intensive et nitrates, pesticides, métaux lourds, eaux usées non traitées), soit parfois de phénomènes naturels (nitrates au Maroc, Fluor en Algérie, arsenic au Bangladesh...). Et la menace climatique n'arrange pas la situation hydrique, déjà très critique, dans certains pays.

Le défi de développer, de rationaliser l'usage et de protéger les ressources hydriques est de taille. Les insuffisances en matière de retenues, de maintenance, et de gestion sont très lourdes dans un grand nombre de pays. Des progrès importants ont été obtenus ces dernières années. Ils proviennent principalement des industries concernées qui continuent à améliorer les performances des technologies existantes et permettent ainsi une diminution des coûts, coûts qui sont acceptables pour les besoins humains et l'industrie mais qui restent encore trop élevés pour l'agriculture (en ce qui concerne les techniques de dessalement). Et malgré cela, le déficit en eau douce se fait toujours ressentir.

À la crise de l'eau, les solutions naturelles ont montré leurs limites. L'usage actuel de l'eau dans le monde dépasse largement les capacités de renouvellement des ressources hydriques. La réponse à cette problématique réside, depuis quelques temps, dans les solutions techniques et technologiques.

Au plan des théories et des outils méthodologiques, la question de l'eau pose des enjeux fondamentaux particulièrement dans les aspects scientifiques et technologiques. Les technologies de l'eau, surtout les plus récentes d'entre elles, contribuent largement à un soulagement hydrique, tantôt sur le court terme, par des solutions d'urgences (comme l'emploi des tankers pétroliers hors services), tantôt sur le long ou moyen terme (comme le dessalement de l'eau de mer) mais à quel prix?

L'usage intensif de ces technologies requière la consommation d'énergies, souvent faucilles, pour la production d'eau non conventionnelle et la surexploitation des ressources hydriques provoquent des dommages irréversible sur l'environnement de l'homme, les écosystèmes, et le développement économique d'un pays. C'est dans cette optique que le second chapitre portera sur les technologies de l'eau.

Chapitre II :

Les technologies de l'eau ; un défi énergétique

Introduction

- 1- Les technologies de l'eau : une réponse aux problèmes de pénuries**
- 2- Le défi énergétique de l'eau**

Conclusion

Introduction :

L'eau est sans nul doute la ressource qui définit les limites du développement économique, social, et durable d'un pays. Le cycle de l'eau, dans son ensemble, devrait permettre de subvenir aux besoins des sept milliards d'habitants de la planète puisque la quantité moyenne d'eau renouvelable disponible est de l'ordre de 7 000 m³/an/habitant soit 20 m³/jour/habitant. En effet, l'eau ne se perd ni ne se crée et, globalement, l'eau ne manquera pas alors que certaines ressources minières et ressources en énergies fossiles (pétrole, gaz, carbone) pourraient manquer à l'échelle de quelques décennies ou de quelques siècles. Mais, faute d'une mal répartition d'un côté, et du changement climatique de l'autre, un tiers de la population mondiale vit dans les pays faisant face à un *stress hydrique* c'est-à-dire disposant de moins de 1 000 m³ de ressources en eau par habitant, par an et pour tous les usages (domestiques, industriels, agricoles) ; vers 2025, cette proportion pourrait atteindre les deux tiers de la population mondiale.

Aux problèmes quantitatifs s'ajoutent des problèmes qualitatifs des ressources d'eau disponible. La dégradation de la qualité de l'eau peut résulter soit de phénomènes de pollutions (agriculture intensive et nitrates, pesticides, métaux lourds, eaux usées non traitées), soit parfois de phénomènes naturels (nitrates au Maroc, Fluor en Algérie, arsenic au Bangladesh...)

À la crise de l'eau, les solutions naturelles ont montré leurs limites. L'usage actuel de l'eau dans le monde dépasse largement les capacités de renouvellement des ressources hydriques. Depuis quelques temps, la réponse à cette problématique réside dans des solutions techniques et technologiques innovantes de productions, de mobilisation, d'acheminement, ou de purification des eaux, mais à quels prix ?

La pénurie en eau semble devenir une perspective inquiétante pour l'humanité. Aujourd'hui les pays en situation de stress hydrique sont de plus en plus nombreux tandis que les besoins ne cessent de grandir. Face à ce constat, nombre de solutions techniques ont été apportées dont celle du dessalement de l'eau de mer. Cette activité est en pleine expansion du fait d'une amélioration constante des techniques et d'un coût de plus en plus réduit. Déjà le dessalement représente la principale source d'eau potable pour un grand nombre de pays (îles, pays à climat désertique ou subdésertique, etc.). Mais, ce coût restant encore bien supérieur à celui des autres modes d'alimentation, cette technique reste réservée à des États ayant des ressources financières et énergétiques consistantes (Moyen Orient, pays développés), ce qui limite les possibilités. L'avenir du dessalement doit également prendre en compte ses effets sur l'environnement car de plus en plus d'études en montrent les effets pervers et ...coûteux.

La production, le stockage, le transfert ou le traitement de l'eau requière la consommation d'énergie souvent fossile, donc non renouvelable et polluante.

Tandis que l'accès à l'eau est largement reconnu depuis plusieurs décennies comme une priorité de l'aide au développement, l'énergie a dû attendre le sommet de Johannesburg en 2002 pour avoir une réelle place dans les débats. Au-delà de satisfaire les besoins primaires, ces services essentiels sont désormais au cœur de la lutte contre la pauvreté et pour l'amélioration des conditions de vie. Intrinsèquement liées par des enjeux et problématiques communs, l'énergie et l'eau présentent également d'intéressantes synergies.

L'énergie est essentielle à l'homme. Elle représente un enjeu majeur dans les domaines politiques, économiques, scientifiques et environnementaux. De tout temps, l'homme a eu besoin de l'énergie pour se nourrir, se mouvoir. Aujourd'hui, elle lui sert à produire, purifier, transférer ou pomper l'eau qui lui est nécessaire à la vie. Cette énergie existe sous de formes multiples. La technologie actuelle permet d'en produire en grandes quantités, en utilisant toutes les ressources possibles (fossiles, eau, vent, soleil...). À l'aube du XXI^e siècle, l'énergie reste un enjeu majeur, tant au niveau politique, économique, scientifique qu'environnemental... Parmi les diverses propriétés des objets matériels, l'énergie est l'une des plus importantes, mais aussi l'une des plus abstraites car elle n'est pas directement tangible.

Inégalement répartie et inégalement consommée, avec des réserves naturelles qui ne sont pas inépuisables, on peut s'interroger sur l'avenir de la demande énergétique au niveau mondial et en particulier pour le secteur de l'eau. La consommation d'énergie constitue un facteur important de dégradation de l'environnement : production de déchets nucléaire, amission lors de la combustion de combustibles fossiles de particules, de gaz polluant et de gaz à effet de serre (risque de changement climatique).

Réduire les émissions de CO₂ impose une inflexion sur l'évolution de consommation des énergies fossiles et une réflexion sur le développement et l'utilisation des énergies renouvelables pour le secteur de l'eau.

Dans le présent chapitre, nous tenterons d'apporter des éléments de réponse quant aux questionnements suivants : ***quelles sont les Technologies de l'eau ? Quels sont les besoins d'énergie pour l'eau et quels sont les types d'énergies qui existent ? Comment à la crise de l'eau s'ajoute le défi énergétique ? Et où se situe le défi énergétique de l'eau ?***

1. Les technologies de l'eau : une réponse aux problèmes de pénuries :

L'histoire de l'eau et celle des hommes sont organiquement liées, car de tout temps, l'eau a accompagné la vie des êtres humains. Depuis l'aube de l'humanité, elle assemble les tribus et villages auprès des points d'eau, de puits ou de ruisseaux, et c'est au bord des lacs et fleuves que se développent les cités.

Dans l'antiquité, les rôles de l'eau se limitaient à la boisson et au transport. Avec la sédentarisation des communautés agricoles humaines, son importance a crû pour abreuver le bétail et arroser les cultures. Des technologies ont été progressivement élaborées pour la dériver et la canaliser à des fins agricoles avec l'irrigation, domestiques par la construction d'aqueducs afin d'acheminer l'eau vers les grandes villes et habitations. Les techniques hydrauliques se perfectionnent changeant l'utilisation de l'eau.

À l'échelle planétaire et dans un temps court en regard de l'âge de l'humanité, l'eau a fait l'objet d'une exploitation outrancière doublée d'une absence de gestion intégrée des ressources. L'eau devient rare car sa potabilisation coûte cher et l'eau domestique représente la résultante de nombreuses et coûteuses interventions humaines pour en réguler le cycle, la nettoyer avant et après usage et la protéger de toutes formes de pollutions.

Pour faire face à la pénurie ou palier le manque d'eau, la création et le développement de nouvelles techniques et moyens technologiques innovants permettant d'échapper à la sujétion des conditions locales et aux aléas de la nature dans le domaine de l'eau, représente une des conditions préalables au développement tant économique que social d'un pays ou d'une région, et une solution aux problèmes de pénuries et de pollution hydrique.

À ce titre, il existe deux types de technologies: les technologies dites « **Hard** », c'est-à-dire **les biens d'équipement et les technologies qui y sont incorporées**, et les technologies dites « **Soft** » relatives aux **techniques de management, d'organisation, de collecte et de stockage de l'information, à la gestion des ressources humaines...** Dans ce qui suit, nous nous intéresserons particulièrement au premier volet de cette dimension technologique à savoir : les technologies dites Hard.

Mais avant d'aller plus loin dans cette étude, il est nécessaire de rappeler que la technologie et la technique sont différents l'un de l'autre. Selon le Larousse encyclopédique :

La technologie signifie : « *étude des outils, machines, techniques utilisées dans l'industrie. Ensemble de savoirs et de pratiques fondés sur des principes scientifiques, dans un domaine technique* »¹. Tandis que la technique est : « *relative au fonctionnement d'une machine. Qui concerne les applications de la connaissance scientifique* »².

La dimension technologique de la question de l'eau représente le nouveau cheval de Troie et un enjeu majeur dans les politiques de l'eau dans un pays tel que l'Algérie. Dans son petit cycle, l'eau depuis son exploration jusqu'à son épuration prend toute sa dimension technologique. Parmi les aspects les plus marquants de la rareté chronique de l'eau, la Banque Mondiale souligne dans un rapport la contrainte technique et technologique qui rend l'application de solutions réalistes quasiment impossible.

À la crise de l'eau, les solutions naturelles ont montré leurs limites car l'usage actuel de l'eau dans le monde dépasse largement les capacités naturelles de renouvellement, et la réponse à cette problématique réside depuis quelques décennies dans l'apport des solutions techniques et technologiques. La question de l'accès à l'eau est perçue ainsi sur deux axes complémentaires. En *amont* de la consommation, elle concerne : l'exploration (comme la technique de télédétection), l'exploitation (dessalement, barrage,...) et la disponibilité des ressources hydriques. A son *aval*, la question centrale liée à l'eau reste celle relative à la consommation (appareils économeurs, réduction de la consommation,...), à la tarification et au traitement des eaux usées. D'amont en aval la question commune reste celle de la maîtrise des techniques et des savoirs faire.

Le progrès technique observé depuis 150 ans est devenu le moteur fondamental de l'économie. Il a permis un essor considérable du niveau de vie et a profondément bouleversé notre vie, et plus particulièrement les technologies liées à l'eau. D'un point de vue général, ce sont toutes les techniques, procédés de fabrications et savoir faire qui ont connu un essor considérable durant la moitié du siècle dernier. Le secteur de l'eau compte aujourd'hui une large gamme d'innovations permettant une plus grande disponibilité hydrique (recours aux eaux non conventionnelles), une optimisation des coûts (le dessalement est devenu plus accessible) et un moindre gaspillage de cette ressource (mitigeurs, limiteurs de débit,...).

1.1 La prospection :

Pour mobiliser la ressource hydrique, il est indispensable de la trouver. Les techniques utilisées dans la prospection de l'eau divergent selon son type. Lorsqu'on procède à la recherche des

¹ Le Larousse Encyclopédique, 2003.

² Idem.

eaux souterraines on ne s'y prend pas de la même manière que lorsqu'il s'agit des eaux de surfaces. Aussi les progrès techniques font que la tâche devient plus facile, que le coût d'investigation moins élevé pour une efficacité plus importante dans l'obtention des résultats souhaités. Cela dit, les techniques de prospection divergent des eaux de surfaces vde celles des eaux souterraines.

1.1.1 Pour les eaux de surface :

Lieux de transfert privilégié des eaux à la surface des continents, parfois sur des parcours de plusieurs milliers de kilomètres, les cours d'eau grandissent, traversent des paysages géologiques variés et ont des aspects très différents. Les cours d'eau naissent des glaciers ou des sources. Les pluies les alimentent par ruissellement. La réunion des torrents, ruisseaux et rivières forme les fleuves qui vont à la mer. L'histoire géologique du bassin a un rôle primordial sur la forme du réseau hydrographique et sur son régime.

Les Romains avaient découvert que pour améliorer les débits d'eau, il fallait creuser des galeries dans le massif rocheux pour recouper les écoulements et agrandir les fissures¹.

Pour pouvoir puiser de cette eau, il faudrait commencer par la trouver. Il n'est plus question de suivre les cours d'eau ou d'observer les oiseaux migrateurs pour repérer les masses d'eau rassemblées. Le progrès technique permet aujourd'hui de sillonner la surface de la terre grâce à, non plus des dirigeables, montgolfières ou encore des avions mais des satellites : il s'agit de la « *Téledétection* ».

- **La notion de télédétection et le processus de captage de l'image :**

La télédétection sert à l'observation de la Terre. Il s'agit d'une technique nouvelle qui permet d'acquérir de l'information sur une cible au sol, par l'intermédiaire de l'analyse et de l'interprétation des images recueillies à partir de plates-formes, par exemple un satellite, éloignées de la cible étudiée².

Le mot télédétection (en anglais « remote sensing ») désigne l'ensemble des techniques qui permettent d'étudier à distance des objets ou des phénomènes. Le néologisme « remote sensing » fait son apparition aux Etats-Unis dans les années soixante, lorsque des capteurs nouveaux viennent compléter la traditionnelle photographie aérienne. Le terme de télédétection a été introduit officiellement dans la langue française en 1973 et sa définition officielle est la suivante : « *Ensemble des*

¹ROUX Jean-Claude, « Les secrets de la terre, l'eau source de vie » Edition BRGM, Orléans, 1995. P49

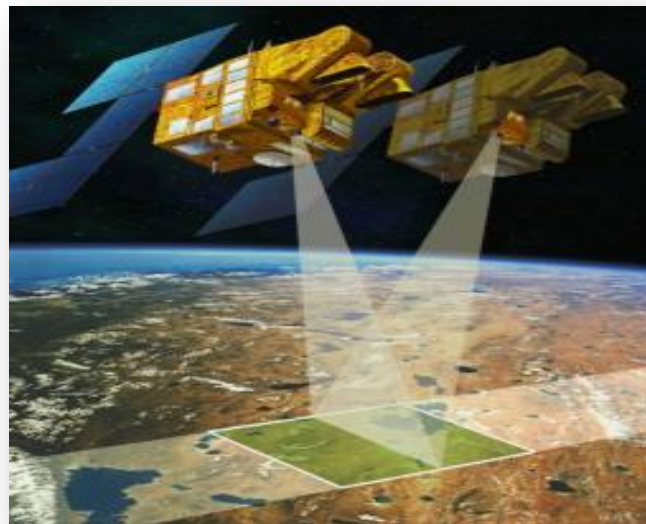
² <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/territoire/geomatique/geomatique-teledetection-bandes.jsp>, 31/03/2014.

connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci.¹». Selon le Larousse Encyclopédique, la notion de télédétection renvoie à la : *«technique d'étude de la surface terrestre par analyse d'images provenant d'avions ou de satellites »²*.

Le développement des techniques de la télédétection résulte de la conjonction entre l'invention des vecteurs, ballons, avions ou satellites, permettant de s'éloigner de la surface du sol ou de la Terre dans son ensemble, et le constant perfectionnement des capteurs, c'est à dire des appareils permettant d'enregistrer le rayonnement électromagnétique pour reconstituer les caractéristiques de la surface (terre ou océan), ou de l'atmosphère³. Pour obtenir l'imagerie de l'eau à la surface de la terre, le processus de captage d'une image par un satellite est le suivant⁴ :

- En premier et par ses rayonnements, le soleil illumine une cible au sol;
- Ensuite, le capteur, installé à bord du satellite, enregistre le rayonnement électromagnétique réfléchi par cette cible, en occurrence : l'eau;
- Enfin, l'information enregistrée sous forme d'image est retransmise au sol à des stations de réception.

Figure II.1 : Principe du captage des images⁵.



¹ Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale, 1988.

² Le Larousse encyclopédique, 2003.

³ <http://www.geographie.ens.fr/IMG/file/kegomard/Teledetection/CTeledetection.pdf>. Consulté le : 17/05/2014.

⁴ <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/territoire/geomatique/geomatique-teledetection-captage.jsp>. Consulté le : 31/03/2014.

⁵ <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/7774-les-grands-principes-de-la-teledetection.php>. Consultée le : 17/05/2014.

Les applications de la télédétection se sont multipliées, dans de nombreux domaines de la météorologie et de la climatologie, de l'océanographie, de la cartographie ou de la géographie. Quel que soit le domaine d'application considérée, une bonne interprétation des documents de télédétection ou une bonne utilisation des données numériques nécessite la compréhension des principes physiques sur lesquels est fondée la technique de télédétection employée.

1.1.2 Pour les eaux souterraines :

Lorsque l'eau de pluie atteint le sol, elle peut ou non y pénétrer. Suivant la nature du sol, l'eau s'infiltre ou ne s'infiltre pas dans la nappe souterraine. En fonction de la géologie des terrains, on va trouver des zones constituées de particules laissant un espace libre entre elles permettant ainsi un certain stockage d'eau. On définit ainsi un coefficient d'emménagement qui permet de juger de la qualité d'eau pouvant être stockée dans le sol. Grâce à des puits ou à des forages, seule une partie de cette eau pourra être utilisable en raison des forces de tensions capillaires, y laissant ainsi dans le sous sol une eau dite « de rétention ».

Les eaux souterraines restent encore méconnues, mal comprises et sujettes à beaucoup d'idées fausses dans la culture générale. On sait aujourd'hui que les eaux souterraines forment la quasi-totalité des stocks d'eau liquide présents globalement sur les terres émergées¹ (98 à 99 %).

Dans la pratique, sont exploitables hydrologiquement les calcaires, la craie, les alluvions et les sables, tous terrain secondaire, tertiaire ou quaternaire. Les terrains primaires, grès et granite peuvent être fissuré, mais n'ont pas de capacité de stockage².

L'utilisation d'eau de surface reste facile, puisqu'il suffit de la prélever directement au fil de l'eau ou dans les lacs, tout comme pour capter les sources. En revanche, le captage des eaux souterraines est plus compliqué. On peut atteindre facilement des nappes phréatiques proches du sol par des puits de quelques mètres, et celles plus profondes par des puits autrefois creusés à la main et atteignant jusqu'à 100 mètre de profondeur; c'est le cas

¹ VALIRON François, 1994, Op. Cité, P 79.

² VALIRON F, 1989, Op. Cité, P39.

du plus profond puits connu jusqu'à présent, il s'agit du *puits Joseph*, près du Caire, profond de 100 mètres et datant de plus de 3000 ans¹.

Ainsi le temps des sourciers, appelés aussi « baccilogires »², est bien révolu. Il n'y a plus de place à la superstition, la science des eaux souterraines a bien évolué. Jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, les captages de sources pour les adductions d'eau de villes étaient mis en œuvres par des ingénieurs en hydraulique³. Grâce à la science de « l'hydrogéologie », les premières cartes hydrogéologiques et monographies par aquifères sont établies. L'eau jaillit ainsi des premiers forages dans les nappes captives profondes du Sahara.

Les hydrogéologues disposent d'un arsenal assez complet de méthodes leurs permettant de réduire les risques d'échecs souscrits à un forage; une opération, soulignons le, bien onéreuse qui consiste à prélever des « carottes » d'échantillons permettant de se rendre compte directement de la nature des terrains rencontrés.

Malheureusement, le sondage est une opération qui coûte cher et qui demande un matériel relativement important. On a donc utilisé, depuis quelques années, les techniques de « géophysique » (C'est la science qui étudie l'eau présente en surface, sous la terre et dans l'atmosphère⁴) permettant de mesurer la résistivité du sol et le cheminement électrique entre deux électrodes alimentées en courant continu. Des caractéristiques approximatives du sous-sol peuvent être déduites. La géophysique permet aussi de :

- Repérer des changements de densités : localiser un ancien bras de rivière comblé par des alluvions et qui pourrait être utilisé pour implanter un forage.
- Situer le substratum imperméable qui peut se trouver à quelques mètres ou à quelque dizaines de mètres de profondeur. On en déduit la capacité des forages à donner de l'eau en quantité plus ou moins élevées.

L'exploitation des réserves d'eau souterraines, qui a débuté dans quelques pays au XIX^{ème} siècle, n'a été d'abord qu'un fait involontaire, conséquence de l'intensification des prélèvements sous la pression des besoins permise par le progrès technique (forages et pompages profonds), avant d'être consciente et délibérée.

Indépendamment de sa qualité, on a recours de plus en plus massivement aux eaux souterraines pour répondre à la demande croissante en eau douce.

¹ROUX Jean-Claude, 1995, Op. Cité, P46

² Idem, P36.

³ Idem, P44.

⁴ Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.

Utilisées depuis des siècles, les aquifères souterrains assurent aujourd'hui 60% de la consommation d'eau potable, 15% des usages domestiques et 20% des eaux d'irrigation. La surexploitation sévit cependant dans de nombreux pays : en Inde, en Thaïlande, dans certaines régions de la Chine, dans l'Ouest des États-Unis, au Mexique, en Libye ou encore au Moyen-Orient. Les captages excessifs provoquent l'abaissement des nappes phréatiques et l'augmentation de leur salinité. L'Arabie Saoudite, qui assure déjà les trois quarts de sa consommation en eau fossile prévoit de porter de 5,2 milliards de M³ à 7,8 Milliards ses prélèvements. Une situation qui, selon le World Watch Institut, devrait entraîner l'épuisement de ses réserves avant cinquante ans¹.

Par ailleurs, l'exploitation directe de l'eau souterraine est déjà par elle-même une manière d'utiliser la capacité régulatrice des aquifères, et en s'intensifiant, d'accentuer le rôle régulateur en ne prélevant pas plus d'eau que le flux n'en fournit naturellement. La plus grande partie d'exploitation d'eaux souterraines dans le monde est dans ce cas².

1.2 La production :

Lorsque les ressources d'eaux naturelles conventionnelles viennent à manquer, la forte croissance de la demande et le besoin en eau douce ont poussé le progrès technique bien loin. Il n'y a pas si longtemps de cela, on était bien loin d'imaginer boire un jour de l'eau de mer ou encore l'eau de nos propres rejets. Grâce à la science et à la forte envie d'aller de l'avant et d'innover, on parvient aujourd'hui à produire une eau douce dite « eau non conventionnelle » à partir d'un procédé de désalinisation de l'eau de mer ou par un recyclage des eaux usées.

En Méditerranée, la production artificielle d'eau douce par dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre souterraine a débuté d'abord dans des situations d'isolement insulaire (Malte, Baléares, Dalmatie, Chypre, Cyclades...), littorales (Libye) et désertiques (Algérie), et essaime aujourd'hui très rapidement tout autour de la Méditerranée³. L'Algérie et l'Espagne ont clairement opté pour cette option pour résoudre leur problème de pénurie. L'Espagne est au 4ème rang mondial. Dans la plupart des pays méditerranéens, on anticipe que la quantité d'eau dessalée croîtra fortement. En effet, les ressources en eau renouvelable sont limitées, mais il y a abondance d'eau salée, et d'énergie à court terme dans les pays pétroliers riches.

¹ SADOUX Remi, « La ruée vers l'eau », Ouvrage collectif « *L'enjeu de l'eau* », in Revue Mensuelle N°5, Editions MARINOOR, Alger, 1997, P151

² « Les gisements d'eau souterraine », MARGAT Jean, « *L'enjeu de l'eau* », N°5, Op. Cité, p 97.

³ « Eau, énergie, dessalement et changement climatique en Méditerranée », BOYÉ Henri, Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, France, Plan Bleu, Août 2008, P5.

A ce jour, **la Méditerranée représente environ un quart du dessalement mondial**¹. Vers 2030, la région pourrait approcher le chiffre du dessalement mondial actuel (soit environ de 30 à 40 millions de m³/j).

1.2.1 Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres:

Le dessalement de l'eau de mer (DEM) est une solution pleine de promesse sur le long terme. La source d'eau destinée au dessalement est virtuellement illimitée (eau de mer) et son épuisement paraît unimaginable. C'est une technique encore très marginale pour la production d'eau potable et d'irrigation. Le coût des différents procédés industriels de dessalement limite en effet la diffusion de cette technologie à quelques pays dont les ressources en eau sont très faibles mais qui disposent de revenus suffisants. Ce procédé, dont l'enjeu est considérable, fait l'objet de nombreuses recherches.

Le **dessalement de l'eau de mer**, aussi appelé "dessalage", est un procédé permettant de traiter l'eau salée ou saumâtre pour la rendre potable ou utilisable pour l'irrigation.

Cette technique est généralement moins rentable que le traitement des sources d'eau douce, qu'il s'agisse des eaux de surface ou des nappes souterraines. Cependant, elle est utilisée dans certaines régions du monde où les sources d'eau douces sont inexistantes ou insuffisantes pour répondre aux besoins de la population ou de la production agricole.

Le dessalement de l'eau de mer est surtout utilisé dans les pays du Moyen-Orient. Des usines de traitement sont ainsi implantées dans les Émirats arabes unis (usine de Fujairah), en Israël (usine d'Ashkelon), en Syrie (usine d'Amman), ainsi qu'en Tunisie (usine de Djerba)². On en trouve aussi en **Algérie**, en Amérique latine et en Espagne. Les Canaries dépendent ainsi à 100% de ces technologies pour leur consommation d'eau potable. Par ailleurs, les États-Unis se classent au deuxième rang mondial derrière le Moyen-Orient pour le filtrage des eaux saumâtres.

Les eaux saumâtres de surfaces constituent l'une des sources d'eau du dessalement. En général de taille moins importantes que les usines de dessalement de l'eau de mer, celles de dessalement des eaux saumâtres atteignent une capacité de 200 000 m³/jour contre

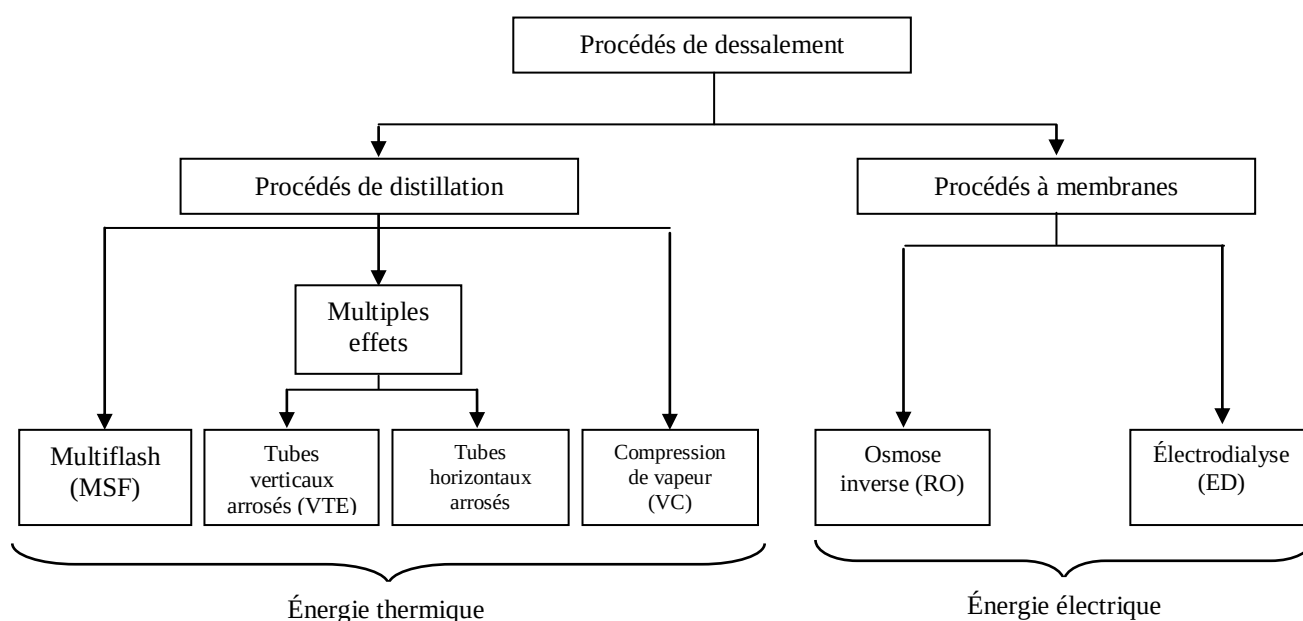
¹«Eau, énergie, dessalement et changement climatique en Méditerranée », BOYÉ Henri, Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, France, Plan Bleu, Août 2008, P6.

² <http://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiel-agricole/article-le-dessalement-de-l-eau-de-mer---techniques-et-enjeux-1261.htm#presentation>, consulté le : 17/05/2014.

100 000 m³/jour pour les grandes unités. Le coût du mètre cube d'eau saumâtre dessalée est de 0,25US\$ contre 0,40US\$ pour l'eau de mer. Les eaux saumâtres ne représentent pas une ressource inépuisable. La technique généralement utilisée pour la traiter est l'Électrodialyse. Datant des années 1960, ce procédé consiste à éliminer des sels dissous dans l'eau saumâtre par migration à travers des membranes sélectives sous l'action d'un champ électrique¹.

Il existe aujourd'hui de nombreux systèmes de dessalement de l'eau de mer, dont beaucoup ont atteint le stade industriel. La totalité des installations actuellement en service fait appel à deux grandes familles de procédés : les procédés par **évaporation** et les procédés de **séparation** par membranes qui sont plus récents².

Figure II.2 : Procédés de dessalement industrialisé³.



Les deux procédés les plus courants sont la **distillation** et l'**osmose inverse**.

La distillation consiste simplement à évaporer l'eau de mer en utilisant la chaleur du soleil ou en chauffant l'eau dans une chaudière. Seules les molécules d'eau s'évaporent, laissant en dépôt le sel et les autres substances contenues dans l'eau de mer. Il suffit de condenser la vapeur d'eau ainsi obtenue pour récupérer de l'eau douce.

¹MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P59.

² Idem, P24.

³ Idem, P25.

L'osmose inverse nécessite un traitement préalable de l'eau de mer consistant à la filtrer et à la désinfecter. Ce procédé consiste ensuite à appliquer à l'eau salée une pression suffisante pour la faire passer à travers une membrane semi-perméable : seules les molécules d'eau traversent la membrane, fournissant ainsi de l'eau douce.

1.2.1.1 Les premiers procédés de dessalement :

Dessaler l'eau de mer n'est pas une idée récente. Dès le IV^e siècle avant JC, Aristote observe le principe de la distillation. Au XII^{ème} siècle, Abélard de Bath décrit deux expériences dans les *Quoestiones naturales* : « au soleil, après l'évaporation sur un rocher, l'eau de mer se transforme en sel ; lorsque le soleil fait défaut, on chauffe de l'eau de mer et sous l'effet de la cuisson on la voit également se transformer en sel. Cette métamorphose explique que la mer soit plus salée l'été que l'hiver, que les mers méridionales le soient davantage que les mers septentrionale¹ ».

Depuis les temps les plus anciens, les marins ont dessalé l'eau de mer à partir de simples bouilleurs sur leurs bateaux, mais l'utilisation à des fins industrielles est récente. C'est durant la seconde moitié du XX^{ème} siècle et plus particulièrement entre 1975 et 2000 que le dessalement de l'eau de mer et des eaux salines est devenu un moyen industriel fiable de production d'eau douce.

Figure II.3 : Dessalement par distillation suivant le procédé de Saint-Basile
(Au milieu du IV^e siècle après J-C).



(Source : Cité dans Alain MAUREL, 2006, OP Cité, P 25.)

¹ « Le dessalement de l'eau de mer », Le magazine de la chronique scientifique, Recherche & développement, N°4 Juillet – Août 2005, P 1.

Dans les années 60, les procédés thermiques sont mis au point et utilisés pour dessaler l'eau de mer. Par ailleurs, des recherches sont développées sur le procédé de dessalement par Osmose inverse.

La mise en service de la première unité de dessalement d'eau de mer par Osmose inverse au monde s'est faite en 1978, à Djeddah en Arabie Saoudite.

A partir des années 1975, suite aux différents chocs pétroliers de 1973 et de 1979, les pays du Moyen-Orient (Arabie Saoudite, Émirats Arabes Unies, Qatar, Libye...) ont disposé de moyens financiers colossaux et contenue de leur besoin en eau douce, ont investi massivement dans des installations de dessalement et permis ainsi aux technologies de progresser à la fois du point de vue technique et économique¹.

Au stade actuel, le DEM ne peut être envisagé comme solution économiquement viable pour la consommation agricole, mais elle peut constituer une alternative en cas de pénurie d'eau touchant les secteurs urbains et industriels.

Dans le tableau qui suit, nous retrouvons des chiffres relatifs au dessalement de certains pays du bassin méditerranéen, les stations déjà existantes et à celles en instance de projets :

Tableau II.1 : Le dessalement dans les pays du bassin méditerranéen².

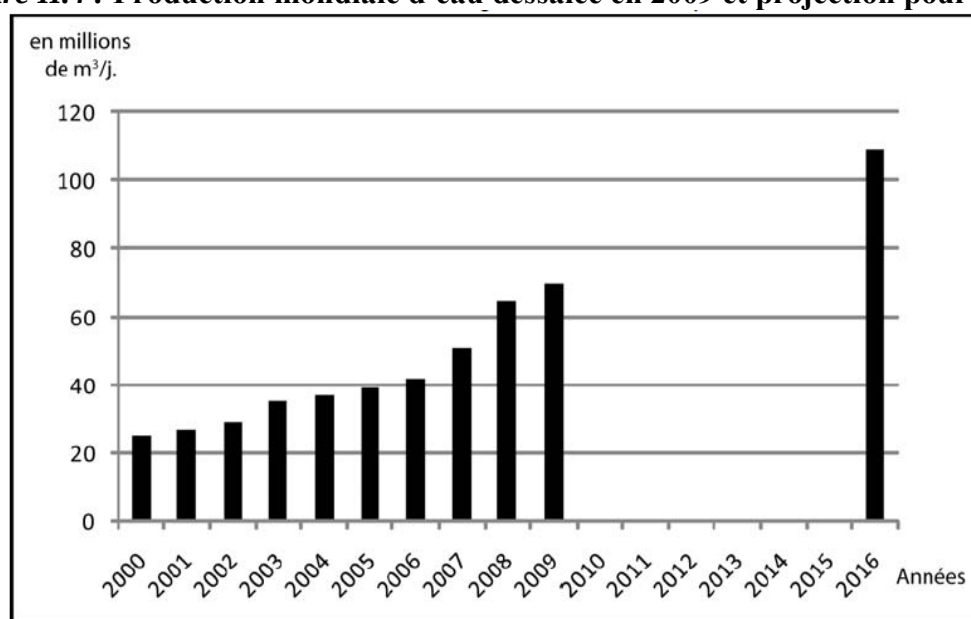
Pays	Indications
Tunisie	◆ 95.000 m³/j unités installés à Kerkennah, Gabès, Zarzis... ◆ Projet de 5 unités de dessalement d'eau de mer pour une capacité totale de 250.000 m³/j (Djerba~50.000 m³/jour-Zaarat–Sfax).
Algérie	◆ 600.000 m³/j unités installés ◆ 1.100.000 programmés (2005 –2009) dont Hamma (200.000 m³/j)
Maroc	◆ 20.000 m³/jour unités installées à Laayoune, Boujdour, Tarfaya, TanTan)- ◆ projets lancés à Laayoune 13.000 m³/j-TanTan90.000 m³/j-Agadir44.000 m³/j.

¹MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P IV.

²MAUREL Alain, « Dessalement de l'eau de mer, énergie nucléaire, énergies renouvelables », ATELIER PLAN BLEU/MEDITER : EAU, ÉNERGIE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE EN MÉDITERRANÉE, Carthage TUNISIE, lundi 17 décembre 2007.

Espagne	◆ 2.500.000 m³/j unités installés ◆ nombreux projets en cours destinés à l'agriculture sous serre
Libye	◆ 900.000 m³/j unités installés ◆ projet de dessalement nucléaire
Israël	◆ 800.000 m³/j unités installés + une unité d'osmose inverse de 320.000 m³/j installée à Ashkelon
Malte	◆ 150.000 m³/j unités installés : le dessalement représente 60% de la consommation

Figure II.4 : Production mondiale d'eau dessalée en 2009 et projection pour 2016.



(Source : GWI Desal Data, Suezenvironnement, Degremont et Veolia eau).

Aujourd'hui, les usines de traitement concernent à 90% l'eau de mer et à 10% les eaux saumâtres (nappes souterraines salines). Près de 60 millions de m³ d'eau douce sont produits chaque jour par 17 000 installations réparties dans 120 pays, à partir des mers. Cela correspond à moins de 1% de l'eau consommée sur la planète (Figure II.4 et II.5) mais au rythme actuel (doublement tous les 10 ans) elle pourrait atteindre plus de 120 millions de m³/j en 2025, soit 44 km³/an (contre 18 km³/an en 2008). Cela correspond aux 2/3 des besoins domestiques en eau des 450 millions de foyers qui seront sous le seuil minimum d'accès à l'eau en 2025.

Figure II.5 : Les principaux pays producteurs d'eau dessalée (en millions de m³/j), en 2008.



(Source : Salomon.J. 2012.)

On notera que les lieux d'implantation des usines de traitements correspondent à la fois aux zones plus ou moins arides et à des pays disposant de bonnes ressources énergétiques ou financières¹ (l'Algérie occupant un rang très important dans ces pays).

1.2.1.2 La technique du dessalement :

Concrètement, comment peut-on débarrasser l'eau de mer des 3,5% des sels qu'elle contient ? En effet, chaque kilomètre cube d'eau de mer contient environ 40 millions de tonnes de sel ; chaque mètre cube en recèle, en gros, 40Kg. Vint sept solutions ont été trouvées mais quatre seulement se sont avérées techniquement et économiquement viables. Actuellement, sont présentes sur le marché les technologies de dessalement suivantes :

- 1- **La distillation à simple effet** : Les premières unités industrielles de distillation d'eau de mer sont apparues à bord des navires en même temps que la traction à vapeur. C'était dans la plupart des cas des bouilleurs simple effet à faisceaux noyé : l'eau de mer était chauffée dans un récipient étanche par la vapeur

¹ « Le dessalement de l'eau de mer est-il une voie d'avenir? », Salomon.J, *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, n.º 1 (Junho). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território. 2012. P 241.

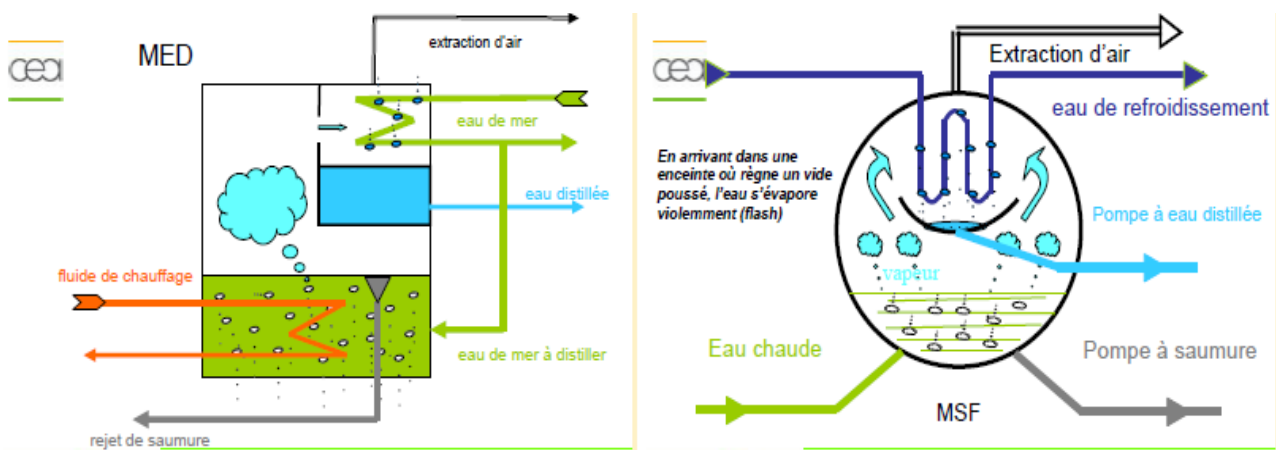
circulant dans un faisceau tubulaire plongé dans l'eau de mer ; La vapeur formée était condensée sur un autre faisceau tubulaire placé dans la partie haute de l'enceinte et parcouru par de l'eau de mer froide¹.

2- **La distillation à multiples effets** : Sachant que la température d'ébullition de l'eau varie avec la pression, on peut donc utiliser la chaleur de condensation de la vapeur produite dans une première chambre d'évaporation pour faire fonctionner le faisceau de chauffe d'une seconde chambre à pression et température plus faible, et ainsi de suite².

3- **La distillation flash MSF (Multi Stage Flash)** : Ce procédé s'est tout particulièrement développé à partir de 1960 par suite des difficultés dues à l'entartrage des surfaces d'échanges de la distillation à multiples effets³.

4- **L'osmose inverse RO (Reverse Osmose)** : Mise au point par les scientifiques de la N.A.S.A, cette technique révolutionnaire était destinée pour le recyclage et la purification de l'eau consommée et éliminée par les cosmonautes dans l'espace. L'osmose inverse est une technique membranaire employée depuis plusieurs dizaines d'année en dessalement d'eau de mer ou dans l'industrie laitière. Elle concurrence aujourd'hui les installations de déminéralisation industrielle pour la production d'eau de chaudières, de circuits ou de procédé⁴.

Figure II.6: Les techniques de dessalement par distillation.



(Source : RPMP réunion DENCAD 15 Mai 2006, PNUE 2008).

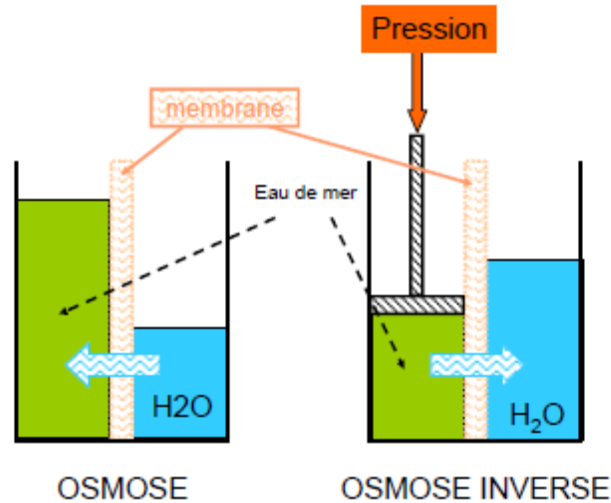
¹MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P 27.

²Idem, P 29.

³Idem, P 36.

⁴Manuel osmose inverse, European Technical Center, Octobre 2005 (document interne à l'Hôpital Militaire Régional Universitaire d'Oran (HMRUO)).

Figure II.7 : Techniques de dessalement par Osmose.



(Source : RPMP réunion DENCAD 15 Mai 2006, PNUE 2008).

1.2.1.3 Paramètres de choix :

Les paramètres influent sur le choix du type d'usine de dessalement, le processus de dessalement, l'envergure de l'usine et lieu d'implantation sont les suivants¹ :

- La distance séparant le site de l'usine de la source d'eau.
- La capacité d'intégrer l'eau dans le système régional d'approvisionnement d'eau à destination du consommateur final.
- Choix des sources d'énergies pour l'exploitation.
- La qualité du produit final.
- En ce qui concerne le dessalement des eaux saumâtres, les retombées des opérations de dessalement sur les nappes phréatiques existantes.
- La capacité à évacuer l'eau salée de manière à ne pas polluer l'environnement.

Les usines modernes de dessalement ont des structures modulaires construites par agencements successifs, de manière à répondre à une demande fluctuante. Les usines reçoivent de l'énergie des sources extérieures ou peuvent être alimentées indépendamment des réseaux électriques publics.

¹ Etude de la Banque Mondiale sur le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres au proche orient (Jordanie, Palestine, Israël) 1997, P 262

Les progrès actuels ont permis l'édification d'installations autonomes offrant les avantages suivants :

- Capacité de concevoir un système intégré adapté aux besoins de l'usine de dessalement.
- Flexibilité relative dans le choix du site de l'usine de dessalement.
- Économies synergiques relatives à la main d'œuvre et aux coûts d'exploitation.
- Économies dans la production d'eau et d'énergie.

1.2.1.4 Les enjeux de cette technologie :

Le dessalement de l'eau de mer est **une activité industrielle en très forte croissance annuelle** : la capacité de traitement de ces usines augmente en moyenne de plus de 10% par an. Cette technologie est aussi un enjeu important pour l'avenir des régions arides et pourrait apporter une réponse à la pénurie d'eau dans de nombreux pays. A titre d'exemple, l'usine d'Ashkelon en Israël produit 320.000 m³ d'eau par jour et peut subvenir aux besoins d'eau potable de plus d'un million de personnes.

Le dessalement d'eau de mer est présenté comme une alternative quand les ressources conventionnelles (cours d'eau, nappes phréatiques) viennent à être insuffisantes. Plusieurs techniques de dessalement existent, dont la distillation – premier système développé, très gourmand en énergie - qui reste majoritaire en Arabie Saoudite ; même si la technique de l'Osmose inverse est actuellement plus performante et permet des coûts moindres¹ (respectivement entre 0,46€ à 1,83€ le m³ en sortie d'usine pour la distillation contre 0,30 et 0,91€ pour l'Osmose inverse). Même si plus de 60% de l'eau dessalée mondiale est produite au Moyen-Orient, d'autres zones arides, semi-arides ou à fortes concentrations de population, d'industrie et de commerce, comme en Afrique du Nord, se tournent vers le dessalement. Des pays développés connaissant des pénuries localisées (Californie aux Etats-Unis, la ville de Perth en Australie, la Catalogne en Espagne) mais aussi la Chine et l'Inde amorcent le même virage. Le dessalement de l'eau de mer présente, en effet, à des degrés divers et pour des raisons différentes selon les pays, de nombreux avantages techniques et stratégiques. Sachant que 70% de la population mondiale vit

¹ « Dessalement de l'eau de mer et crise de l'eau », SAINT-JUST Aurélia, Centre d'Étude Supérieures de la Marine MRIAE 2, Décembre 2011, P2.

à moins de 80km des côtes et que 42 des 70 villes de plus d'un million d'habitants n'ayant pas d'accès à des ressources en eau supplémentaires sont sur le littoral, les usines de dessalement - par définition à proximité de la mer - sont idéalement situées car proches des foyers potentiels de consommation. De plus, le dessalement renforce l'indépendance nationale puisque, en principe, aucun acteur étatique extérieur n'est nécessaire.

1.2.1.5 Inconvénients et critiques de cette méthode :

Le principal **inconvénient** de ces systèmes est leur **coût** et donc leur **rentabilité**. Les différentes techniques de dessalement de l'eau de mer nécessitent en effet des **quantités d'énergie très élevées**¹ (pour le chauffage ou la compression de l'eau) par rapport aux volumes d'eau produits.

La distillation multi-effets, qui permet d'obtenir une eau très pure, demande beaucoup d'énergie : environ **15 kWh/m³**. L'Osmose inverse entraîne une consommation énergétique moindre, d'environ **4 à 5 kWh/m³**. C'est pourquoi cette technique fiable est en plein essor actuellement. Elle représente aujourd'hui 50% de ce marché.

Malgré ses avantages, le dessalement comme beaucoup d'industries, a des impacts néfastes sur l'environnement. Pour un litre d'eau douce obtenue, ce sont en moyennes deux litres d'eau fortement concentrée en sel qui sont rejetées² soit rejetées dans la mer soit injectées dans les sols, avec, pour dernier, le risque d'augmenter la salinité des nappes et d'affecter la faune et la flore. Une méthode fortement contestée par les écologistes, compte tenue de la sonnerie d'alerte retentie à l'encontre des programmes bouleversant l'écosystème, le dessalement reste une solution qui apporte beaucoup de soulagement en matière hydrique, mais qui fait payer le prix fort à la nature et à l'équilibre de l'écosystème.

En Méditerranée, ces rejets détruisent les herbiers à Posidonies lesquels sont le point de départ de la chaîne alimentaire de l'écosystème marin. Or la salinité de cette mer fermée ne cesse d'augmenter du fait des prélèvements excessifs des eaux douces des fleuves ou des barrages (les cas du Nil ou de l'Ebre sont particulièrement spectaculaires), des apports polluants (nitrates, phosphates, sulfates, etc., sont des

¹ <http://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiel-agricole/article-le-dessalement-de-l-eau-de-mer---techniques-et-enjeux-1261.htm#presentation>, Consulté le 18/05/2014.

² REMINI Boualem, 2005, Op. Cité, P 152.

sels!) et surtout du réchauffement climatique global qui force l'évaporation. Cette mer, bien malade, est en passe de devenir une mer vide de vie à l'image de la Baltique actuelle. Le même problème se retrouve pour les littoraux des pays du Golfe où, de plus, la salinité est particulièrement élevée (42 g/l) : pour y extraire le sel il faut théoriquement environ 563 Wh/m³. En Californie de nombreuses voix s'élèvent contre un dessalement non maîtrisé.

Dans un rapport consacré aux usines de dessalement d'eau de mer dans le monde, le Fonds mondial pour la nature (WWF) ne cache pas son inquiétude en laissant croire que cette méthode ne fera qu'aggraver les changements climatiques¹. De l'avis de cette organisation, ce nouveau procédé coûte cher, consomme beaucoup d'énergie et rejette dans l'atmosphère des tonnes de gaz à effet de serre.

Cela dit, certains travaux de recherche se sont concentrés sur la question et des spécialistes en biologies marines expérimentent un nouveau type d'écosystème marin (algues et planctons) permettant de réduire la salinité des eaux fortement salées qui sont rejetées tout en préservant l'équilibre du milieu, un progrès et une grande innovation dans le domaine. Aussi des stations de dessalement fonctionnant totalement à l'énergie solaire sont, aujourd'hui, opérationnelles grâce à l'avancée technologique.

Il est donc nécessaire que le dessalement d'eau de mer, comme toute nouvelle technologie, fasse l'objet d'une étude d'impact poussée sur les aspects environnementaux, énergétiques, économiques et sociaux, avant d'être développée à grande échelle.

1.2.2 Le recyclage des eaux usées :

Nous verrons plus en détail cette partie un peu plus loin dans ce même chapitre lorsqu'on abordera la phase de recyclage ou de traitement des eaux usées.

¹ BEL R, « L'usine de dessalement de l'eau de mer d'El Hamma (Alger) : Un projet qui divise les spécialistes », Article du journal EL WATAN, Samedi 23 Février 2008, P2.

1.2.3 La stimulation de la pluviométrie :

La stimulation des précipitations renvoie au progrès et à l'utilisation des nouvelles techniques en vue d'une majoration des précipitations naturelles, pour être profitable à l'agriculture et au réapprovisionnement des nappes phréatiques.

Évoquée sous le terme de « *semence de nuages* »¹, cette méthode consiste à planter des iodes d'argents disséminées par voie aérienne. Israël a employé cette méthode pendant plus de trente ans et les augmentations de précipitation sont estimées entre 10 à 15%. Comme toutes autres techniques, la stimulation de la pluviométrie devra être accompagnée par la recherche fondamentale et les études statistiques qui analyseront les résultats sur le terrain.

Deux autres techniques sont aussi utilisées dans ce processus². La plus ancienne est celle de Schaeffer en 1946 basée sur l'action de la neige carbonique en tant qu'agent de congélation. Un peu plus récente, la deuxième technique développée par les Africains du sud dans les années quatre vingt dix, consiste à utiliser des torches de sels hygroscopiques qui augmentent le processus de coalescence obtenus au stade initial de formation des nuages.

L'inconvénient avec la méthode de semence de nuage est que, pour obtenir une plus grande efficacité, il faudrait travailler des coopérations technologiques et organisationnelles entre les pays d'une même région avec le soutien et l'assistance des pays développés; chose difficile à faire compte tenu des multiples conflits qui existent entre les pays voisins dans le monde³.

1.2.4 La production de l'eau douce à partir de l'humidité atmosphérique :

La question qui se pose est : Peut-on produire de l'eau douce à partir de l'air ? La réponse est OUI! L'atmosphère contient une quantité d'eau douce de l'ordre de 12 900 km³ dont 98% sous forme de vapeur et 2% sous forme de nuages. Le principe de ce procédé est le suivant⁴ : Lorsque l'air humide est sursaturé (brouillard), il s'agira de capter les microgouttelettes en suspension à l'aide de filets maillets très serrés.

¹ Étude de la Banque Mondiale sur le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres au proche orient (Jordanie, Palestine, Israël), 1997, Op. Cité, P 261.

² REMINI Boualem, 2005, Op. Cité, P155.

³ Étude de la banque mondiale sur le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres au proche orient (Jordanie, Palestine, Israël), 1997, Op. Cité, P262

⁴ REMINI Boualem, 2005, Op. Cité, P153

Les moyens permettant d'obtenir de l'eau à partir de l'humidité de l'air sont ceux capables de capter le brouillard et la rosée¹.

1- Les filets à brouillards : il existe plusieurs endroits sur terre où les conditions de condensation sont extrêmement favorables pour y installer ce genre de filets. Les zones les plus propices à ce genre de récupération sont les régions côtières tropicales présentant un haut relief comme le Chili et le Perroux². Pour extraire l'eau des brouillards, il suffit de ramasser les gouttelettes d'une façon mécanique. Au Chili, depuis la fin des années 1990, une expérience à grande échelle a été menée sur la récupération d'eau potable à l'aide de nombreux collecteurs composés d'un grillage plastique de 48 m², installés verticalement. Malgré les années sèches, ces installations ont donné en moyenne 11 000 litres d'eau par jour³.

2- Les condenseurs de rosées : Contrairement au brouillard, la rosée peut être importante même en atmosphère relativement sèche comme dans les déserts continentaux. Il suffit que la température d'un substrat descende en dessous de la température de rosée (température où la vapeur d'eau est sursaturée et se transforme en eau liquide⁴).

1.3 Le stockage :

Préoccupé par la maîtrise de l'eau, l'homme a été amené à réaliser des aménagements hydrauliques de grandes envergures. Les progrès récents réalisés sur le plan de la conception, de la réalisation, de la solidité, de l'efficacité, et du coût ont été considérables, inscrivant parfois de véritables exploits à l'ingéniosité et à la créativité de l'homme⁵.

Un barrage n'est autre qu'un ouvrage artificiel disposé en travers d'un cours d'eau pour arrêter son écoulement, créer une retenue ou élever le niveau de l'eau en amont⁶.

La définition des barrages proposée par le Larousse encyclopédique est : *«C'est un ouvrage artificiel coupant le lit d'un cours d'eau et servant soit à en assurer la régulation soit à pourvoir à l'alimentation des villes ou à l'irrigation des cultures, ou bien à produire de l'énergie »*⁷.

¹ MAUREL Alain, 2006, Op. Cité, P251.

² MOHAMMEDI K, « Possibilité de production d'eau douce à partir de l'humidité atmosphérique », 2^{ème} Colloque national Climat environnement, Oran Algérie, 24-25 Décembre 1995.

³ Idem, P 252.

⁴ Idem, P 253.

⁵ PERELLA Ricardo, 1998, Op. Cité, P94.

⁶ Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.

⁷ Le Larousse Encyclopédique, 2003

Les premiers ouvrages connus en la matière remontent à 5 000 ans¹. Il ne s'agissait, à l'époque, que de simples digues réalisées particulièrement dans les pays à climat arides à des fins d'irrigation ou d'alimentation en eau de l'homme et de son bétail.

Datant du XIII^{ème} Siècle, le barrage le plus ancien au monde se situe à Kbar en Irak². De par le monde, 40 000 grands barrages sont recensés environ, dont 35 000 construits après 1950³ totalisant ainsi 8 000 Km³ d'eau. Leur plus grand nombre se trouve en Chine, suivi par les États-Unis l'ex-Union soviétique, le Japon et, enfin, l'Inde⁴. Leurs finalités sont multiples et variées : de l'irrigation à l'alimentation en eau potable, en passant par la lutte contre les crues, la production hydroélectrique, ou encore l'alimentation des canaux ou soutien des débits d'entretien des rivières. C'est le cas du barrage d'Assouan en Égypte⁵. Il mesure 111m de haut, 3,6 Km de long, son volume est de 160 km³ et sa superficie est de 6 216 Km². Produisant 10 milliards de kWh/an, il sert aussi à l'irrigation, à la protection de la vallée du Nil contre les crues, à l'amélioration de la navigation sur le fleuve mais aussi à la création d'une zone de pêche fertile dans le lac Nasser. A titre d'exemple, voici quelque uns des barrages les plus anciens au monde⁶ :

- D'une longueur de 115m, le plus ancien barrage connu fut édifié dans la vallée de Garawi en Égypte vers 3 000 ans avant JC.
- Dès 560 de notre ère, l'historien byzantin *Procope de Césarée* faisait mention d'un barrage-voûte en amont en maçonnerie (Barrage de Daras).
- Le premier barrage-voûte moderne fut construit par François Zola, père d'Émile Zola, entre 1843 et 1859 près d'Aix en Provence.
- Au XVI^{ème} siècle, les Espagnols réalisèrent de grands barrages en maçonnerie. Le plus remarquable fut celui de Tibi, à 18 Km au nord d'Alicante en 1594. Haut de 45m, il est encore utilisé.
- Le barrage de Saddam en Irak a une capacité de 13 milliards de m³.
- En Égypte, le barrage d'Assouan a une capacité de 167 milliards de m³.

¹ ROUX Jean-Claude, 1995, Op. Cité, P50.

² Idem, P50.

³ PERELLA Ricardo, 1998, Op. Cité P94.

⁴ Rapport de la Banque Mondiale « Large Dams, People and environment rights », Rome, 14 Mars 1998.

⁵ ROUX Jean-Claude, 1995, Op. Cité, p51.

⁶ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Barrage>.

1.3.1 Les différents types de barrages :

On peut distinguer deux grandes classes de barrages : *les barrages en maçonnerie ou en béton* et *les barrages en matériaux meubles* (terre et enrochement) *ou semi-rigides* (béton compacté au rouleau)¹ :

1.3.1.1 Les barrages en maçonnerie ou en béton :

Ces ouvrages qui, dans le passé, étaient construits en maçonnerie sont le plus souvent, à l'heure actuelle, construits en béton. Les outillages mécaniques qui se sont peu à peu développés depuis le début du siècle permettent de mettre en œuvre, dans des délais réduits, des volumes importants de béton. Les barrages en béton peuvent appartenir à plusieurs catégories :

- **Les barrages poids :**

Un *barrage-poids* est un barrage dont la propre masse suffit à résister à la pression exercée par l'eau. Ce sont des barrages relativement épais, dont la forme s'apparente dans la plupart des cas à un triangle rectangle.

- **Les barrages-voûtes :**

Le barrage-voûte emploie les mêmes principes de structure que le pont en arche. La voûte s'incurve vers le courant d'eau et la charge d'eau principale est répartie le long du barrage, mais surtout vers les parois latérales de la vallée étroite ou du canyon dans lesquels de tels barrages sont construits. À la courbure en plan s'ajoute parfois une courbure verticale, le barrage étant alors appelé barrage coupole. La courbure des barrages-voûtes était initialement circulaire, mais les outils informatiques (modélisation mathématique) ont permis de concevoir de nouvelles formes, comme les spirales logarithmiques, proposées par les ingénieurs de l'EDF² (Électricité De France).

- **Les barrages à contrefort :**

Les barrages à contreforts sont constitués par une série de grands murs triangulaires parallèles au lit du cours d'eau et liés entre eux à l'amont par une paroi assurant la bouchure. Du fait de leur constitution répétitive, ces ouvrages sont applicables, comme le barrage-poids, à toute vallée quelle qu'en soit la

¹ © Encyclopédie Universalis 2004.

² Encyclopédie Encarta, Collection 2006.

largeur¹. Lorsque les appuis sont trop distants, ou lorsque le matériau local est tellement compact qu'une extraction s'avère presque impossible, la technique du barrage à contreforts permet de réaliser un barrage à grande économie de matériaux.

- **Les barrages mobiles :**

Également appelé barrage à niveau constant, le barrage mobile a une hauteur limitée ; il est généralement édifié dans la partie aval du cours des rivières, de préférence à l'endroit où la pente est la plus faible. Il est muni en des endroits d'une bouchure - partie mobile permettant de réguler le niveau en amont - comportant des vannes métalliques ; la partie fixe correspond à un radier (revêtement) étanche. En réglant l'ouverture des vannes, on peut maintenir un niveau d'eau constant à l'amont. On peut utiliser ce type de barrage dans l'aménagement des estuaires et des deltas².

1.3.1.2 Les barrages en matériaux meubles ou semi-arides :

Les barrages en matériaux meubles sont des barrage-poids qui n'utilisent pas le béton pour assurer les liaisons et l'étanchéité. Ce sont les barrages les plus résistants aux tremblements de terre. En fait, la plupart de ces ouvrages font appel à plusieurs matériaux ; ce sont alors des barrages mixtes. Ces ouvrages peuvent, eux aussi, appartenir à plusieurs catégories :

- **Les barrages en enrochement :**

Ce type de barrage représente un remblai de matériaux rocheux de toutes dimensions allant jusqu'à des blocs de plusieurs tonnes. L'étanchéité de ce genre d'ouvrage est obtenue soit par une paroi en béton de ciment ou en béton bitumineux sur la face amont, soit par un noyau d'argile étanche³.

¹ © Encyclopédie Universalis 2004.

² Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.

³ © Encyclopédie Universalis 2004.

- **Les barrages en terres compactées :**

Ils sont constitués soit par une terre de composition homogène dans tout le corps de l'ouvrage, soit par des terres de plusieurs provenances que l'on dispose en zones dans le corps du massif selon leur degré de perméabilité après compactage. Le barrage en enrochements peut être constitué uniquement d'un matériau imperméable, tel que l'argile. Il peut également avoir un noyau central imperméable, vertical ou incliné, compris entre des massifs d'appui (à l'aval) ou de protection (à l'amont)¹.

1.3.2 Les grands barrages, une innovation technique; entre avantages et risques :

« A notre époque, les grands barrages représentent l'une des formes les plus symboliques de la maîtrise de l'homme sur la nature grâce à sa technologie »².

Les grands barrages se sont rapidement multipliés entre 1960 et 1970. Ils s'inscrivent dans ce qu'on appelait alors « l'innovation technique »³. A titre d'information, un grand barrage- selon les critères du Registre Mondial de la CIGB- est un édifice dont la hauteur est supérieure à 15m. Il peut aussi être un barrage de 10 à 15m de hauteur dont la longueur en crête est supérieure à 500 m, ou qui stocke plus de 1 hm³ d'eau, dont l'évacuateur débite plus de 2 000 m³/s⁴.

Les plus grands barrages connus actuellement dans le monde sont⁵ :

- les barrages d'Assouan sur le Nil, en Égypte.
- le barrage d'Inga sur le Congo, en République démocratique du Congo.
- le barrage d'Itaipu à la frontière entre le Brésil et le Paraguay .
- la centrale Robert Bourassa au Québec, Canada.
- le barrage des Trois Gorges en Chine.
- le barrage de la Grande Dixence, en Suisse, plus précisément en Valais, dans le val d'Hérens.
- le barrage Atatürk sur l'Euphrate en Turquie.

¹Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation

² PERELLA Ricardo, 1998, Op. Cité, P95.

³ DURAND-DASTES François, « Les grands barrages : grandes catastrophes », Festival International de géographie de Saint-Dié des Vosges, Géographie de l'innovation : de l'économie au technologique, du social au culturel, 6 Octobre 2001.

⁴ Charte de la Commission Internationale des grands Barrages (CIGB) sur les barrages et l'environnement.

⁵ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Barrage>, Consulté le : 19/05/2014.

- le barrage Daniel Johnson sur la Manicouagan au Québec, Canada.
- Le barrage de Nourek (300 m) au Tadjikistan est le plus haut du monde.

L'avantage des grands barrages est qu'ils se prêtent à des aménagements intégrés : l'eau fournie de l'énergie hydroélectrique qui représente une énergie propre, non polluante et gratuite. Pour beaucoup de pays en voie de développement, l'énergie hydraulique est la seule ressource naturelle d'énergie dont ils disposent. Aujourd'hui les usines hydroélectriques produisent 2,1 millions de GWh chaque année, ce qui correspond à 20% de la production mondiale d'électricité et environ 7 % de la production mondiale de l'énergie¹.

Malheureusement, plus les barrages sont grands plus ils sont cause et objet de ce que l'on a appelé à partir des années 70 du siècle dernier «*Les risques technologiques majeurs*»². Il est sous-entendu ici qu'en cas de dysfonctionnement accidentel, les conséquences dévastatrices sur l'homme (en terme de vies humaines), sur la nature (pollution, contamination à de vastes échelles territoriales et temporelles), sur la société (coût économique, désorganisation de la vie sociale, dégâts moraux, tissus sociaux détruit,...) atteignent des proportions jamais atteintes au par avant³. Les incidences ou inconvénient des grands barrages peuvent être aussi les suivants :

- effets physiques et biologiques, comme les corps flottants, le transport solide, le transport d'éléments nutritifs, le transport d'eau salée, l'effet de la submersion sur la faune, l'influence sur le climat, les effets sur les eaux de la retenue, les modifications du niveau des nappes phréatiques, les séismes induits.
- conséquences d'ordre social négatives telles que les déplacements de population, les submersions de terres cultivables et de sites archéologiques ou bénéfiques sur le paysage, le tourisme et les loisirs, l'infrastructure routière, le développement de la pêche et la prévention des incendies.
- Un coût très élevé d'aménagement faisant profiter les grandes firmes.
- Leur effet n'est pas éternel pour cause, l'accumulation des alluvions derrière les barrages provoquant une perte de leurs efficacité.
- Le développement de certaines maladies de cultures qui sont dans l'eau.
- Dans certains cas des monuments doivent être déplacés pour la construction de lacs réservoirs.

¹ Charte de la Commission Internationale des grands Barrages (CIGB) sur les barrages et l'environnement.

²LAGADEC Patrick, « Le risque technologique majeur », Edition Seuil, 1982.

³ PERELLA Ricardo, 1998, Op. Cité, P95.

1.4 Le transfert ou le transport :

Le moyen le plus simple et le moins cher est d'aller puiser l'eau à la source, à la fontaine ou à la rivière. Très tôt, l'homme a cherché à conduire cette eau et à l'acheminer là où il en avait besoin, et s'il semble normale, qu'aujourd'hui, l'eau coule dans le robinet, de nombreuses étapes ont été franchies avant d'y parvenir.

Jadis, pour des raisons de sécurité, on installait les villes sur des points hauts. Recueillis dans des citernes, les pluies constituaient les réserves d'eau de boisson. Avec le temps, les hommes se rapprochèrent des sources et des cours d'eau. Une des premières prouesses techniques, qui enthousiasma *Hérodote*, fut la réalisation de l'aqueduc de l'*Ille de Samos*, traversant la montagne par un tunnel maçonné de 1 100 m de long.

1.4.1 Le transfert terrestre :

De tout temps, l'homme s'est installé près des cours d'eau. Hors, le développement technique lui a permis de s'en éloigner et de s'implanter ailleurs mais de faire parvenir l'eau jusqu'à son point de consommation. Différentes méthodes ont été imaginées dès lors, en voici quelques unes.

1.4.1.1 Les aqueducs :

Les aqueducs sont des conduits artificiels construits pour transporter l'eau. Un aqueduc peut être un canal ouvert ou fermé, un tunnel ou un pipeline. Un pont d'aqueduc est une structure qui porte un canal au-dessus d'une vallée ou d'une rivière.

Les aqueducs furent construits par les civilisations anciennes, dans des contrées comme l'Inde ou la Mésopotamie. Le réseau d'aqueducs, construit par les anciens Romains, était probablement le plus important du monde antique. Le premier aqueduc construit par ces derniers, l'*Aqua Appia*, était souterrain et avait une longueur de 16 km. Il fut construit sous la direction d'*Appius Claudius Caecus*, qui donna son nom à la voie Appienne, vers 310 av. J.-C¹. À Rome, l'*Aqua Marcia* fut construit par le préteur *Marcus*, en 144 av. J.-C. Ce fut le premier aqueduc utilisé pour transporter l'eau dans le sol. Cet aqueduc comporte environ 16 km de pont. La Rome antique était alimentée par plus de dix aqueducs, fournissant à la cité quelques 143 845 m³ d'eau par jour².

¹ROUX Jean-Claude, 1995, Op. . Cité, P48.

² Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.

L'eau au robinet, quant à elle, ne date que du XIX^{ème} siècle. «*Le siècle de l'eau* ». Jusqu'alors, l'eau à domicile était le privilège des princes, des couvents et des hôpitaux. Cependant, le principe de l'adduction n'a guère changé. La ville de Paris est, à nos jours, alimentée en partie par des aqueducs maçonnés de plus de 100 m réalisés vers 1870¹, c'est ce qu'on appelle techniquement « *les transferts d'eau* ».

L'avantage majeur d'un aqueduc est que les eaux qui le traversent sont moins exposées aux contaminations. Outre celui-ci, les aqueducs représentent par rapport aux canaux les avantages suivants² :

- Une température de l'eau sensiblement constante ;
- La non évaporation de l'eau ;
- Une plus grande facilité d'adaptation au terrain.

1.4.1.2 L'utilisation de containers « Médusa » tractés par des remorqueurs :

Cette méthode a été étudiée pendant la deuxième guerre mondiale pour le transport de petites quantités de carburants outre-mer. Les sacs Médusa- fabriqués par la compagnie Médusa- sont de grands containers aérodynamiques d'eau douce et mesurant 650 mètres de long, 150 mètres de larges et 22 mètres de tirant d'eau en charge avec une capacité de 1,75 millions de m³.

Les sacs seraient tractés par bateaux remorqueurs de 4 000 à 5 000 CV. A la vitesse de 2,2 nœuds, plus économiques en énergies. Une fois vidés, ces sacs sont retournés pour être à nouveau remplis.

1.4.1.3 Emploi de tankers pétroliers hors service :

Quoique moins coûteuse que la précédente, cette méthode rencontre certains problèmes sanitaires quant aux précédentes cargaisons. Les containers devraient êtres bien nettoyés et désinfectés. L'investissement requis pour ce projet avoisine, en estimation, les 500 millions de dollars.

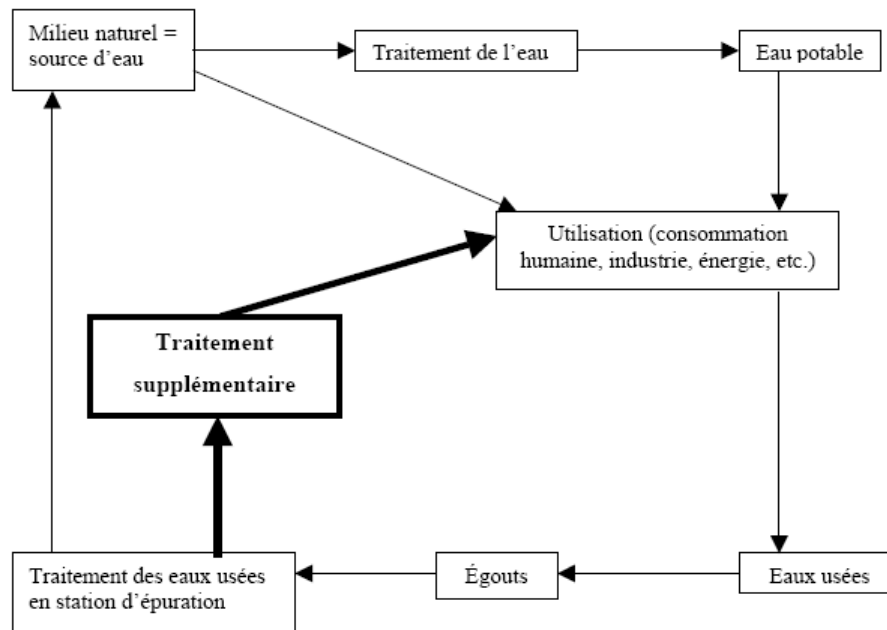
¹ROUX Jean-Claude, 1995, Op. Cité, P49.

²COMELLA Cyril & GUERRÉE Henri, « La distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales », Éditions EYROLLES, Paris, 1974, P 72.

1.5 Le recyclage des eaux usées :

Le traitement des eaux usées a pour but de les dépolluer suffisamment pour qu'elles n'altèrent pas la qualité du milieu naturel dans lequel elles seront finalement rejetées évitant, ainsi, à la nature de subir les conséquences néfastes de l'activité humaine. Certaines de ces eaux peuvent être rendues potables selon le degré de technologie employé dans le processus de dépollution.

Figure II.8 : La réutilisation des eaux usées épurées¹.



On peut distinguer cinq catégories de réutilisation² :

- 1- réutilisation pour l'irrigation : cultures fourragères ou maraîchères, céréales, prairies, Etc.
- 2- réutilisation industrielle : circuit de refroidissement, construction, papeteries, industries, textiles, etc.
- 3- réutilisation en zone urbaine : lutte contre l'incendie, lavage de voirie, recyclage des eaux usées d'un immeuble, arrosage de parcs, golfs, cimetières, etc.
- 4- la production d'eau potable ;
- 5- la recharge de nappe phréatique.

¹BAUMONT Samuel, CAMARD Jean-Philippe, LEFRANC Agnès, FRANCONI Antoine, Etude intitulée « Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France », ORS Ile-de-France, 2002, P 6.

² Idem, P 59.

Les avantages de la réutilisation des eaux usées sont à la fois d'ordre agricole, environnemental et économique¹ :

- La REU permet des gains de productivité en agriculture, en limitant les besoins en engrais azotés et en se substituant à l'eau d'irrigation traditionnelle ;
- Elle participe à la réduction de la pollution de l'eau, en évitant le rejet direct dans les eaux superficielles.

L'épuration des eaux résiduaires comporte les opérations suivantes :

- **Le prétraitement** : C'est une opération qui consiste à enlever le plus gros, dans un but d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements². Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage), et des graisses et huiles (dégraissage et déshuilage). Cette opération comporte trois parties principales³.
- **Le dégrillage** : C'est le passage de l'eau dans des barreaux plus ou moins espacés (souvent de l'ordre de deux centimètres), qui a pour effet de retenir les objets les plus volumineux. Afin de faciliter l'évacuation des matières retenues, ces grilles sont souvent équipées d'un râteau servant à les reprendre et à les entraîner dans une benne pour être éliminées, ensuite, avec les ordures ménagères. Dans le cas où ces déchets seront incinérés, ils passent d'abord dans un égouttoir installé précédemment dans la benne.
- **Le dessablage** : Son principe consiste à faire passer l'eau dans une chambre de tranquillisation qui entraîne la décantation des grains les plus grossiers. Le dessablage débarrasse les eaux usées des sables et des graisses par sédimentation. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé " dessaleur " entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage.
- **Le déshuilage ou le dégraissage** : Il vise à éliminer les graisses présentes dans les eaux usées et qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui

¹ LHOTTE Pierre-André, Octobre 2005, Op. Cité, P 19.

² VALIRON F, 1989, Op. Cité, P193-194

³ Idem, P193

interviennent ensuite. Le dégraissage s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont racless à la surface, puis stockées avant d'être éliminées (mise en décharge ou incinération). Elles peuvent aussi faire l'objet d'un traitement biologique spécifique au sein de la station d'épuration. Cette phase est indispensable si les eaux à traiter comprennent des effluents de laiterie, d'abattoir ou d'industrie pouvant rejeter des hydrocarbures.

- **Le traitement primaire¹** : Il consiste en une décantation dans un ouvrage bétonné -généralement de forme circulaire- qui permet un temps de séjour de l'ordre de deux heures, la vitesse est de l'ordre de 1 à 2 m/h. Munis parfois de pompes suceuses, des racleurs de fonds reprennent les boues décantées. Ces bassins comprennent toujours un racleur de surface pour l'évacuation des matières flottantes.

- **Le traitement secondaire ou biologique²** : Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution. Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. Ces techniques sont soit anaérobies, c'est à dire se déroulant en absence d'oxygène, soit aérobies, c'est à dire nécessitant un apport d'oxygène. En France, c'est aujourd'hui le procédé des boues actives qui est le plus répandu dans les stations d'épuration assurant un traitement secondaire.

- **Le traitement complémentaire ou tertiaire³** : C'est le traitement de l'eau déjà épurée par voie biologique. Il peut être envisagé pour deux raisons :

- soit pour l'insuffisance des procédés biologiques (cas de quelques effluents industriels insuffisamment biodégradables).
- Soit pour les effluents domestiques à cause de la nécessité d'une protection accrue du milieu récepteur : Zone balnéaire ou touristique, de conchyliculture (élevage des mollusques marins comestibles), voisinage de prise d'eau potable etc.

¹ VALIRON F, 1989, Op. Cité, P194.

² Idem, P195

³ Idem, P203.

2. Le défi énergétique de l'eau :

La pénurie en eau semble devenir une perspective inquiétante pour l'humanité. Aujourd'hui les pays en situation de stress hydrique sont de plus en plus nombreux tandis que les besoins ne cessent de grandir. Face à ce constat, nombre de solutions techniques ont été apportées dont celle du dessalement d'eau de mer. La production, le stockage, le transfert ou le traitement de l'eau requière la consommation d'énergie souvent fossile, donc non renouvelable et polluante.

L'énergie est un élément fondamental de l'histoire de l'humanité depuis la découverte du feu. Bien plus tard, l'utilisation du charbon, de l'électricité, du pétrole a contribué au développement économique et à l'amélioration des conditions de vie des hommes. Cependant, les énergies fossiles ne sont pas sans effets sur l'environnement ; elles sont responsables de pollution et de l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère¹. En outre, les principales sources d'énergies non renouvelables (pétrole, charbon, uranium) posent la question de la poursuite du développement des sociétés fondées sur leur usage. Il s'agit d'envisager d'autres sources d'énergie pour les usages de l'eau et de nouveaux modes de consommation plus économes pour aller vers un développement durable.

Depuis deux siècles, la consommation de combustibles fossiles n'a cessé d'augmenter ce qui pose de façon évidente le problème de l'épuisement des ressources mais aussi de réchauffement climatique qui menace l'équilibre écologique de la planète. En effet, l'utilisation de ces combustibles produit une pollution très importante et est à l'origine de l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (notamment de gaz carbonique) entraînant une augmentation de la température moyenne de la terre. Il est donc indispensable de valoriser les sources d'énergies renouvelables non polluantes, et d'économiser les sources d'énergies fossiles.

La quasi-totalité de l'électricité commercialisée dans le monde est produite par des centrales thermiques « classiques » (fonctionnant au charbon, au fioul, au gaz naturel ou aux gaz de hauts fourneaux) ou des centrales nucléaires (faisant appel à la fission d'uranium) ainsi qu'aux centrales hydroélectriques (barrages). Les autres énergies renouvelables n'interviennent que pour une faible part dans le bilan mondial, et restent peu compétitives² (unités de production plus coûteuses à produire et faible productivité).

¹VEURET Yvette & JALTA Jacqueline, « Développement durable tous les enjeux en 12 leçons », Édition autrement, Paris, 2011, P196.

² BOUBOU-BOUZIANI Naima, « *Problématique de gestion de l'eau et déficit énergétique* », In Revue LJEE, N°24&25, Blida, Juin-Décembre 2014, P 59.

Energie et eau sont liées, les besoins en énergie pour l'eau augmentent fortement, pour le pompage, les transferts, les traitements et le dessalement. Ils sont sur une pente de doublement en 10 ans et dépasseront en 2025, 10% de la demande globale d'électricité pour les pays riverains de la Méditerranée¹. Cette tendance spécifique amplifie la tendance générale à la croissance de la demande d'énergie dans ces pays alors même que les tensions du côté de l'offre sont croissantes. La détérioration climatique est déjà sensible. Au Maroc par exemple, on constate dans les 20 dernières années une baisse de 20% des précipitations et des apports d'eau dans les barrages hydroélectriques. Cela engendre un déficit supplémentaire allant jusqu'à 45% de la production d'électricité. Ce déficit doit être compensé par de l'électricité d'origine thermique, ce qui aura pour conséquence négative l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre amplifiant ainsi le « cercle vicieux » climatique.

Ainsi, l'eau comme l'énergie, en tant que capital à mobiliser, à évaluer, à gérer et à préserver, apparaît bien comme l'enjeu majeur de ce 21^{ème} siècle pour tous les pays du monde.

2.1 Énergies et énergies renouvelables: définition et typologie

Tout au long de son histoire, l'homme a employé les ressources végétales et animales de son environnement à divers usages. À partir du milieu du XIX^e siècle, beaucoup de ces utilisations ont été concurrencées par les combustibles fossiles et leurs dérivés². La croissance démographique de l'humanité s'étant accompagné d'une augmentation encore supérieure de sa consommation énergétique, les nuisances environnementales croissent dramatiquement. Quels efforts entreprendre pour économiser l'énergie ? Comment prendre en compte tout les impacts environnementaux, économiques et sociétaux des différentes énergies dans un contexte de développement durable ? Garantir l'approvisionnement d'un pays en énergie est donc une responsabilité fondamentale d'un état.

2.1.1 Définition et mesure d'énergies :

L'énergie n'est pas palpable : on ne peut ni la voir, ni la toucher, mais seulement observer ses effets, et nous ne la valorisons qu'à travers des services qu'elle nous rend. Les scientifiques définissent l'énergie comme « *la capacité de produire un travail, c'est-à-dire d'arracher un objet à sa force d'inertie* »³. Au cours de la première moitié du XIX^e siècle,

¹«Eau, énergie, dessalement et changement climatique en Méditerranée », BOYÉ Henri, Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, France, Plan Bleu, Août 2008, P5.

²BARRÉ Bertrand, « Atlas des énergies, quels choix pour quels développement? », Édition autrement, Paris, 2007, P44.

³WALISIEWICZ Marek, « Les énergies renouvelables », PEARSON Éducation France, 2^e Édition, Paris, 2007, P7.

les découvertes se sont succédé dans un ordre opposé à celui que nous estimons actuellement logique ou pédagogique. C'est ainsi qu'avec les études de Joseph FOURIER (1768-1830) sur la *propagation de la chaleur*¹, la notion de flux d'énergie, qui sous-tend la dynamique des processus irréversibles, est apparue une cinquantaine d'années avant celle d'énergie. Le concept d'énergie ne fut introduit en toute généralité qu'en 1847 Par le médecin prussien Hermann VON HELMHOLTZ² (1821-1892).

D'après le dictionnaire de l'Académie française, énergie vient du grec **energeia**, « force en action ». Pour les scientifiques et les ingénieurs, ce terme désigne la capacité qu'a un corps, un système, de produire un travail susceptible d'entraîner un mouvement, une production de chaleur ou d'ondes électromagnétiques (dont la lumière). En thermodynamique, on distingue deux principales formes d'énergie : le travail (énergie fournie par une force lorsque son point d'application se déplace, souvent énergie cinétique macroscopique ou énergie électrique) et la chaleur (énergie cinétique microscopique).

En économie, on désigne par énergie tant la matière première ou le phénomène naturel pouvant fournir un travail, que le travail ainsi produit et le secteur d'activité chargé de sa conversion (production de combustibles et de carburants comme l'extraction de houille, de lignite, de tourbe, d'hydrocarbure ou de minerais d'uranium, cokéfaction et industrie nucléaire, raffinage de pétrole).

Pour les physiciens, l'énergie se mesure simplement en **joules** ou en ses multiples : méga, giga, Téra (soit 1000 gigas). Pour un électricien, on utilisera plutôt le **Watt-heure** ou ses multiples (un Watt-heure WH vaut 3600 joules). Concernant les économistes, ces derniers utilisent comme unité de mesure **la tonne équivalent-pétrole** (TEP), qui est l'énergie dégagée par la combustion d'une tonne de pétrole. Une TEP vaut environ 42 giga joules (GJ). On obtient alors le tableau de correspondance suivant :

Tableau II.2 : Équivalences entre les unités d'énergies les plus courantes.

Unité de mesure	Giga joules	Giga wattheure GWh	Tonne équivalent pétrole
1 GJ vaut	1	$2,78 \times 10^{-3}$	0,0238
1 GWh vaut	3600	1	85,7
1 TEP vaut	42	0,0117	1

¹BOBIN J.L & HUFFER E. & NIFENECKER H., « L'énergie de demain Techniques Environnement Économie », EDP Sciences, France, 2005, P 37.

²Idem, P 38.

(Source : WALISIEWICZ Marek, Op. Cité, 2007, P8).

L'énergie permet de satisfaire des besoins de chaleur, de force motrice, d'éclairage...Aujourd'hui, cette énergie sert aussi pour le pompage, les transferts, les traitements et le dessalement de l'eau. La demande d'énergie correspondante si fortement conditionnée, à court terme, par les équipements consommateurs, elle est également caractérisée par le fait que, pour certains usages (thermiques), différentes sources d'énergies sont substituables, tandis que pour d'autres les choix du consommateur sont très limités (transport automobile), voir impossible (applications spécifiques de l'électricité). Ainsi l'offre d'énergie mondiale provient essentiellement de sources non renouvelables.

Nécessaire au développement économique, l'énergie ne peut être consommée sans impact sur l'environnement, non seulement le notre, mais aussi celui des générations futures, ce qui pose un certain nombre de questions préoccupantes dont celle du réchauffement.

2.1.2 Les types d'énergies :

Dans le langage courant, « énergie » désigne la force, la vigueur, le dynamisme,...En physique, nous savons depuis le XIX^e siècle que travail et chaleur constituent deux formes équivalentes de transfert d'énergie, et nous avons appris d'*Einstein* qu'énergie et masse sont, mystérieusement, deux aspects d'une même réalité.

L'énergie est indispensable dans notre vie. Sans l'énergie chimique que nous apportent les aliments que nous mangeons et l'air que nous respirons, l'humanité n'existerait pas. Sans énergie, pas d'agriculture, pas d'irrigation, ni d'économie ou de loisirs. Au cours de l'histoire, c'est la maîtrise de l'énergie qui a piloté le développement des technologies. Nos sociétés industrielles dépendent entièrement d'une alimentation croissante en énergie.

Aujourd'hui l'énergie utilisable par l'homme se présente sous de formes multiples : Les énergies fossiles, nucléaires et renouvelables.

2.1.2.1 Les énergies fossiles :

L'énergie fossile désigne l'énergie produite à partir de composés issus de la décomposition sédimentaire des matières organiques, c'est à dire principalement composés de carbone. Elle englobe le pétrole, le gaz naturel et le charbon. Le charbon, le pétrole et le gaz naturel proviennent de la décomposition de végétaux et d'organismes vivants qui ont été enfouis sous la terre. Ces ressources diminuent quand on les utilise car il leur faut des millions d'années pour se former et sont donc *des sources d'énergies non renouvelable.*

- **Le pétrole :**

Le pétrole brut, est une huile minérale foncée et visqueuse qui viens du sous-sol, et qui provient des restes d'animaux et de végétaux morts. Sa formation est le fruit de la transformation lente de matière organique, souvent végétale, qui se dépose sur le fond des océans et qui, sous l'effet de la pression des autres couches qui s'accumulent et d'une augmentation de température (résultant elle aussi de l'augmentation de pression) se transforme peu à peu en kérogène, puis en pétrole. Son raffinage permet d'isoler ses divers constituants et d'obtenir, après épuration, des *carburants*. La combustion de ces *carburants* crée de l'**énergie**.

Alors que la consommation pétrolière n'avait cessé de croître fortement entre 1860 et 1973, il n'en a pas été de même ces 30 dernières années. La période contemporaine de l'histoire du pétrole est mouvementée et cette agitation se reflète nettement sur sa consommation mondiale. En effet, les chocs pétroliers de 1973 et 1979 (un quadruplement du prix du pétrole en 1973 (2,5 \$/b à 10 \$/b) et en 1979 (10 à 40 \$/b), le contre-choc de 1986 (prix en dessous des 10 \$/b), les phases de ralentissement/reprise économiques et les conflits sont autant d'évènements qui se sont succédé et ont influencé les marchés pétroliers et les prix. La période plus récente est marquée par l'envolée des prix qui a débuté en 2004 (38 \$/b) et qui se poursuit depuis (le Brent à 110 \$/b en mars 2013). L'idée d'une valorisation du pétrole durablement élevée constitue désormais une hypothèse crédible¹.

Au niveau mondial, la production de pétrole a connu un recul lors des deux chocs pétroliers en 1973 et 1979 : elle a atteint son point bas en 1985 à la veille du contre-choc pétrolier. Depuis 1986, la tendance est à la hausse et la production mondiale a atteint 3 913 Mt (88 Mb/j) en 2011.

Face à une augmentation prévue de la consommation pétrolière d'ici 2030, un des défis majeurs de l'industrie pétrolière est le renouvellement et l'accroissement des réserves pétrolières pour répondre à cette demande. Selon l'Agence Internationale de l'Énergie cette croissance (99,7 Mb/j en 2035) serait

¹ FP – AFHYPAC, Th.A. Mars 2013.

en grande partie absorbée par un secteur où le pétrole est aujourd'hui difficilement substituable, celui du transport routier.

Même si certains pays du monde font un effort pour diminuer leur consommation de pétrole comme l'Italie, la France ou le Royaume-Uni (comme il est démontré dans le tableau qui suit), il n'en reste pas moins que sa consommation mondiale croît chaque année et cela selon les données disponibles de la CPDP de 1973 à 2011 et sont résumées dans le tableau qui suit :

Tableau II.3 : consommation de pétrole dans le monde de 1973 à 2011 (en million de tonnes).

	1973	1985	2008	2009	2010	2011	2011(en%)
Etats-Unis	818	720	889	833	850	834	20,5
Chine	54	90	380	388	438	462	11,4
Japon	269	206	222	199	200	201	5
Inde	Nd	43	144	151	156	162	4
Russie	326	417	132	135	129	136	3,4
Allemagne	150	126	119	114	115	112	2,7
Canada	84	69	102	97	103	103	2,5
France	127	84	91	88	84	83	2
Italie	104	84	80	75	73	71	1,8
Royaume-Uni	113	77	78	74	74	72	1,8
Reste du monde	754	885	1755	1755	1810	1824	44,9
Total monde	2798	2803	3960	3909	4059	4059	100

(nd : données non disponibles).

(Source : Comité Professionnel Du Pétrole CPDP).

Dans un contexte d'essor technologique, la demande annuelle de pétrole dans le monde ne cesse d'augmenter. Pour donner un ordre de grandeur de la vitesse d'utilisation des combustibles fossiles, on considère que, au rythme actuel, l'humanité aura épuisé en moins de 200 ans les réserves accumulées pendant plusieurs centaines de millions d'années. On constate ainsi que l'humanité épuise les réserves de combustibles fossiles environ un million de fois plus vite que ce que la nature a mis pour les constituer. Il s'avère donc indispensable de :

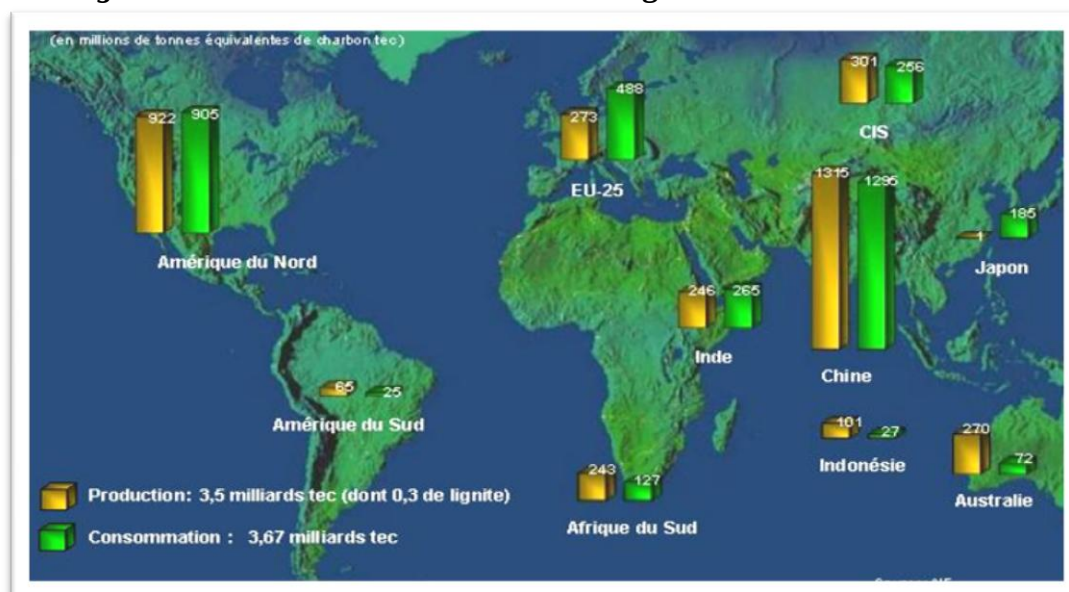
- Augmenter la part des énergies propres et renouvelables dans notre consommation et mode de production d'eau et développer de nouvelles solutions technologiques pour valoriser et diversifier les sources utilisables.
- Optimiser l'exploitation des énergies fossiles et les réserver pour les usages où elles ne sont pas remplaçables.
- Diminuer notre consommation en adoptant une attitude responsable.

- **Charbon :**

Le charbon est un terme générique qui désigne un ensemble de combustibles solides de compositions et de pouvoir calorifiques très variés. Il résulte de l'accumulation de matières végétales transformées par des micro-organismes. La teneur en carbone des charbons croît avec l'ancienneté du gisement: 60 % pour les tourbes, 65 % pour les lignites, 75 à 90 % pour les houilles, jusqu'à 94 % pour les anthracites¹. Le charbon est un combustible encore très employé, soit directement, soit pour produire du gaz. À noter que **1 kg de charbon fournit en brûlant 8 kWh²**.

La production de charbon mondiale est de 3,5 milliards de tonnes auxquelles s'ajoutent 900 millions de tonne de lignite. 50% du charbon produit sert à la production d'électricité, 16 % à la sidérurgie, 5 % aux cimenteries, le solde (29 %) au chauffage et aux autres industries, dont la carbochimie³.

Figure II.9 : Production et consommation globale de charbon en 2003.



(Source : AIE).

Dans les pays qui ont ratifié le protocole de Kyoto, notamment l'Union européenne, l'usage du charbon pour la production d'électricité recule, sa

¹ http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/charbon_combustible.php4. Consulté le: 07/06/2014.

² « L'énergie », le livret énergie : Des sources naturelles aux enjeux de la production, Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), France, 2002, ISSN 1637-5408, P14.

³ http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/charbon_combustible.php4. Consulté le: 07/06/2014.

combustion émettant d'importantes quantités de CO₂. En revanche, la demande augmente fortement en Chine et en Inde, deux pays qui privilégient cette ressource peu coûteuse et disponible sur leur sol pour répondre à leurs besoins croissants en électricité. En 2010, la consommation mondiale était 25,6% plus élevée que 10 ans auparavant. Sur une année, entre 2009 et 2010, elle est en hausse de 7,6%, la Chine comptant pour les deux tiers de cette augmentation (IEA, 2007).

Les réserves sont estimées à environ 1.000 milliards de tonnes, soit entre 200 et 250 ans de consommation au rythme actuel, mais leur exploitation future pourrait être concurrencée par d'autres sources d'énergie moins onéreuses et surtout moins polluantes.

- **Gaz Naturel :**

Le gaz naturel extrait des gisements naturels est principalement composé de méthane. Sa combustion produit essentiellement de la vapeur d'eau et du gaz carbonique. Il a la meilleure efficacité énergétique de toutes les énergies fossiles du marché.

Le gaz représente plus de 20 % (contre 40 % pour le pétrole) de la consommation énergétique globale. Depuis 1970, la demande gazière a progressé régulièrement à un rythme de 2,8 % par an¹, pour se situer autour de 3400 Gm³ en 2012.

Selon l'Union Internationale de l'Industrie du Gaz, les réserves conventionnelles de gaz naturel correspondent à 65 années de production au rythme actuel. Environ 40 % des réserves sont concentrées dans les quelque 25 gisements géants de la planète, dont deux se trouvent en Europe (Groningue aux Pays-Bas et Troll en mer du Nord norvégienne). L'amélioration des techniques d'exploration devrait permettre d'augmenter les réserves accessibles. Les réserves connues de gaz naturel se trouvent principalement au Moyen-Orient (40,1%) et en Russie (32,4%).

Au 1^{er} janvier 2011, les réserves de gaz naturel avaient atteint 195 308 Gm³ (ou 175 Gtep), volume du même ordre de grandeur que celles de pétrole

¹ Cedigaz, Conférence de presse du 18/12/2012.

(208 Gtep). Au niveau mondial, le ratio réserves/production s'établissait, au 1^{er} janvier 2011, à 58 ans pour le gaz naturel contre 53 ans pour le pétrole brut¹. Pour le gaz naturel, le problème des ressources ne se pose pas à l'horizon des 20 à 30 prochaines années. Les réserves prouvées sont aujourd'hui voisines de celles de pétrole en Gtep, pour un niveau de consommation inférieur.

Dans les années à venir, le gaz naturel devrait connaître un développement important et notamment dans la production d'électricité en raison de son bilan environnemental favorable. Mais les principaux défis de l'industrie gazière pour les prochaines années sont la recherche de nouvelles ressources dans des conditions économiques acceptables et le développement des infrastructures pour relier les zones de production et celles de consommation.

Aujourd'hui, plus que jamais, les besoins en énergie de l'humanité sont colossaux et en constante augmentation. Ainsi, la consommation d'énergie primaire (l'énergie qu'il faut transformer avant de la consommer), a fait un bond de 49 % en vingt-cinq ans (1980-2005). Cette progression, un temps ralentie par les difficultés économiques des années 1990, reprend de plus belle depuis le début du siècle (+ 21 % entre 1980 et 1989, + 7 % entre 1989 et 1997, + 14 % entre 1997 et 2005). L'énergie primaire consommée chaque jour dans le monde provient en grande partie de matières premières que l'on extrait du sous-sol (pétrole, gaz, charbon, uranium)².

2.1.2.2 Les énergies renouvelables :

Les énergies renouvelables sont de formes d'énergies dont la consommation ne diminue pas à la ressource à l'échelle humaine. L'énergie étant une grandeur physique, on parlera en théorie de *sources d'énergies renouvelables* ou d'*énergie d'origine renouvelable*. Elles présentent l'avantage d'être disponibles en quantité illimitée. Leur exploitation est un moyen de réponse aux besoins en énergie tout en préservant l'environnement³. Les principales formes d'énergie renouvelables sont : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie issue de la biomasse, l'énergie géothermique,...

¹ Association Française pour l'hydrogène et les piles à combustible, « Mémento de l'hydrogène », Fiche 2.4, Avril 2013, P6.

² http://lapsuske.brubel.net/IMG/pdf/demande_mondiale_energie_reserves.pdf. Consulté le: 11/06/2014.

³ BOUBOU-BOUZIANI Naima, Juin-Décembre 2014, Op Cité, P 50.

Les énergies renouvelables sont celles qui nous parviennent directement ou indirectement du Soleil. Il est la principale source des différentes formes d'énergies renouvelables : son rayonnement est le vecteur de transport de l'énergie utilisable (directement ou indirectement) lors de la photosynthèse, ou lors du cycle de l'eau (qui permet l'hydroélectricité), le vent (énergie éolienne), l'énergie des vagues (énergie houlomotrice) et des courants sous-marins (énergie hydrolienne), la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des océans (énergie thermique des mers) ou encore la diffusion ionique provoquée par l'arrivée d'eau douce dans l'eau salée de la mer (énergie osmotique). La chaleur interne de la terre (géothermie) est assimilée à une forme d'énergie renouvelable, et le système terre-lune engendre des mouvements d'eau à la surface des mers et océans qui permettent la génération d'énergie marémotrice.

En 2005, les énergies renouvelables ont totalisé une puissance de 190 GW, soit 4 % de la puissance énergétique dans le monde¹. Elles représentent environ 18 % de l'investissement mondial dans la production énergétique, avec en tête l'énergie éolienne qui attire les plus gros investissements, puis le solaire et les biocarburants². Les pays de l'OCDE figurent en tête (les États-Unis et l'UE ayant représenté à eux deux plus de 70 % de cette activité en 2006), mais la part des pays en développement est en hausse notable : 21 % du total mondial en 2006, contre 15 % en 2004. La Chine a investi à hauteur de 9 % du total (éolien et biomasse), suivie par l'Inde, l'Amérique latine (5%, principalement dans des usines de bioéthanol brésiliennes). **L'Afrique sub-saharienne est restée en retrait des autres régions.**

- **L'énergie solaire :**

Le Soleil produit de l'énergie grâce aux réactions de fusion nucléaires qui se produisent en son noyau, à cause de la chaleur et de la pression très élevées. Il reflète vers la Terre 6 700 fois plus d'énergie que l'humanité n'en utilise³. Il nous éclaire, nous réchauffe et est indispensable au développement de tous les êtres vivants. Grâce à lui les plantes libèrent l'oxygène qui nous permet de respirer. Au milieu de l'été, la quantité d'énergie atteignant le sol des zones tempérées représente près de 1KW/M².

¹Rapport: « Renewables 2005 - Global status report », financé par le *Renewable Energy and Policy Network for the 21st Century*, 2013.

² Rapport du Programme pour l'environnement des Nations Unies, 2007.

³ SACCONIER Franco, « Que d'énergie! », TUNZA, Vol 4 N° 2, P8, 16/05/2012.

En 1843 James Joule a été le premier à découvrir que **la chaleur est une forme d'énergie** : il a prouvé que quand on met un objet en mouvement (énergie mécanique) on produit de la chaleur (énergie thermique). Aujourd'hui on sait utiliser la chaleur du soleil pour créer de l'électricité et 1kg d'hydrogène produit 180 millions de kWh¹.

Son point fort est qu'elle ne pollue pas mais n'oublions pas son le principal problème: elle est disponible uniquement le jour. L'exploitation de l'énergie solaire ne dégage presque aucune pollution, son impact environnemental en utilisation est donc très faible. Contrairement à d'autres moyens de produire de l'électricité, le solaire n'a pas besoin d'eau pour fonctionner, ce qui représente un avantage énorme dans les endroits où cette ressource manque comme les déserts secs qui ont aussi l'avantage d'avoir de grandes surfaces utilisables et un ensoleillement très fort. De plus, l'utilisation de l'énergie solaire ne dégage aucun gaz à effet de serre et ne produit pas de déchets radioactifs. De nombreux scientifiques affirment qu'à long terme l'énergie solaire devrait devenir la plus importante des énergies renouvelables.

La première mini-centrale solaire photovoltaïque pilote en Algérie a été inaugurée à Oued N'chou (10 km au nord de la commune de Ghardaïa) le Jeudi 10 Juillet 2014 (Selon le ministère de l'énergie, 2014). Elle est réalisée sur une superficie de 10 hectares, pour un coût global de près de 900 millions de DA, cette mini-centrale, d'une puissance de 1,1 mégawatts (MW), est dotée de 6.000 panneaux photovoltaïques². Premier du genre dans la région, ce projet s'inscrit dans le cadre d'un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables en Algérie, qui vise l'installation d'une puissance d'origine renouvelable devant couvrir 40% de la consommation énergétique du pays à l'horizon 2030. Il s'appuiera sur la réalisation, à l'horizon 2020, de plus d'une soixantaine de centrales solaires photovoltaïques et solaires thermiques, de fermes éoliennes et de centrales hybrides. L'installation permettra le renforcement de la sécurité d'approvisionnement en énergie électrique de la clientèle domestique et industrielle de la wilaya et, par conséquent, contribuera à l'amélioration de la qualité des prestations.

¹ « *L'énergie* », le livret énergie : Des sources naturelles aux enjeux de la production, Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), France, 2002, ISSN 1637-5408, P15.

² <http://portail.cder.dz/spip.php?article4109>. Consulté le : 13/07/2014.

Fortement respectueux de l'environnement, ce projet permettra aussi de lancer une dynamique de promotion de la recherche spécialisée en matière de développement des énergies renouvelables en Algérie et constituera un centre d'expérimentation des nouvelles technologies en matière d'énergie solaire.

- **L'énergie éolienne :**

Le vent est la source d'énergie qui se développe le plus rapidement actuellement : sa capacité double tous les deux ans et demi. Il est désormais plus rentable de produire de l'électricité à partir d'éoliennes terrestres qu'à partir de combustibles fossiles ou de centrales nucléaires. En plus, cette énergie est beaucoup moins polluante¹. L'éolien utilise la force du vent pour produire l'électricité. L'aérogénérateur (ou éolienne) exploite l'énergie cinétique du vent, dont la force actionne les pales d'un rotor. L'énergie mécanique produite par la rotation des pales est transformée en énergie électrique. Une éolienne d'une puissance de 1 MW produit annuellement l'équivalent de la consommation électrique de 1000 à 1500 foyers. Les parcs éoliens terrestres, comprenant plusieurs turbines d'une puissance unitaire comprise entre 500 kW et 3 MW constituent la principale application. Un petit nombre de parcs off-shore existent déjà en Europe. L'éolien est, après l'hydraulique, l'énergie renouvelable qui permet d'obtenir les coûts de production d'électricité les plus bas.

L'énergie éolienne a quelques inconvénients : le vent ne soufflant pas tout le temps, par exemple, la fourniture d'énergie est intermittente. Les études montrent cependant que ce n'est pas un gros problème dans la mesure où les conditions climatiques d'un pays ou d'une région sont relativement constantes et d'ailleurs, il n'est pas envisagé de faire de l'éolienne la seule et unique source d'énergie. Une enquête réalisée par le PNUE a montré que l'énergie éolienne serait possible sur 13 % de la superficie terrestre des pays en développement étudiés.

La première ferme éolienne en Algérie a été mise en service le 3 Juillet 2014 à Adrar et dispose d'une capacité de 10 mégawatts (MW). Cette

¹ SACCONIER Franco, « Que d'énergie! », TUNZA, Vol 4 N° 2, P8. 16/05/2012.

nouvelle centrale de production d'électricité est une ferme pilote et est implantée sur une superficie de 30 hectares dans la zone de Kabertène à 72 km au nord du chef-lieu de la wilaya d'Adrar (Selon le ministère de l'énergie-2014). D'un cout global de 2,8 milliards de dinars, la ferme éolienne de Kabertène a été réalisée par le consortium algéro-français CEGELEC en partenariat avec un groupement composé de sociétés filiales de Sonelgaz. Elle est constituée de 12 éoliennes d'une puissance unitaire de 0.85MW chacune et dont l'énergie produite sera évacuée vers le poste 220/30KV situé dans la même localité¹.

- **L'énergie hydraulique ou l'hydroélectricité :**

L'énergie hydraulique est à la fois la plus ancienne et la plus utilisée de toutes les énergies renouvelables. Il ya 3000 ans déjà, les roues à eau offraient à l'homme une première alternative à la force musculaire, actionnant les moulins à blé et alimentant des systèmes d'irrigation². Avec des coûts de production très bas, l'hydraulique est l'énergie renouvelable la plus compétitive.

Pour résumer, l'énergie hydroélectrique nécessite un cours d'eau ou une retenue d'eau. La centrale exploite l'énergie potentielle créée par le dénivelé de la chute d'eau. La centrale se compose d'un réservoir, d'une chute d'eau caractérisée par sa hauteur. L'énergie hydraulique est convertie en électricité par le passage de l'eau dans une turbine reliée à un alternateur. La puissance de la centrale dépend également du débit d'eau. Les centrales hydroélectriques peuvent générer de quelques centaines de Watts à plusieurs milliers de gigawatts à plusieurs milliers de mégawatts d'électricité³. Leur fonctionnement est très simple : l'eau en mouvement entraine des turbines couplées à des générateurs électriques. Aujourd'hui par exemple, 10% de l'électricité française est produite à partir de l'énergie hydraulique, ce qui représentait 95% des énergies renouvelables en 2008. Cela contribue à son indépendance énergétique et permet de lui réaliser une économie de 13 millions de tonnes de pétrole par an⁴. Avec 640 barrages, dont 150 de plus de

¹ http://portail.cder.dz/spip.php?article4098&id_article=4098#clevermail. Consulté le : 13/07/2014.

² WALISIEWICZ Marek, 2007, Op. Cité, P34.

³ Idem, P34-35.

⁴ « La production d'électricité d'origine hydraulique », EDF, Note d'information Octobre 2011, P2.

20 mètres, et 439 centrales, la France a produit en 2010 : 45,4TWh d'électricité¹.

La production d'électricité à partir de l'énergie hydraulique n'offre pas que des avantages. Elle dépend fortement des précipitations de l'année, et la gestion de l'eau retenue dans les barrages doit tenir compte de l'environnement de construction de l'œuvre de retenue. Ainsi, l'énergie hydroélectrique a un bon rendement mais, un fort impact écologique et humain.

En Algérie, le gouvernement a décidé de fermer à terme les centrales hydroélectriques (elles sont au nombre de deux : le barrage d'Ighil Emda à Kherrata à Béjaïa et le Barrage Erraguen à Jijel) du pays et de consacrer les barrages produisant de l'électricité à l'irrigation et à l'alimentation de la population en eau potable au raison des besoins trop importants en eau de la population, d'après le ministère de l'Energie (Juillet 2014). Le gouvernement compte mobiliser toutes les ressources en eau superficielles du pays pour assurer une meilleure alimentation en eau potable de la population. A cet effet, il compte porter le nombre de barrages de 70 à 100. À noter que la production de la filière hydraulique en Algérie ne représente que 389,4 GWh des 28.950 GWh (soit 1% de production nationale) produits par SPE, la filiale de production d'électricité de Sonelgaz, et l'essentiel de la production électrique, soit 18.723 GWh est assurée par le gaz, selon Sonelgaz².

- **La biomasse :**

La biomasse représente l'ensemble de la matière organique, qu'elle soit d'origine végétale ou animale. Elle peut être issue de forêts, milieux marins et aquatiques, haies, parcs et jardins, industries générant des coproduits, des déchets organiques ou des effluents d'élevage. Cette matière organique est la matière qui compose les êtres vivants et leurs résidus ayant pour particularité d'être toujours composée de carbone (du bois aux feuilles en passant par la paille, les déchets alimentaires, le fumier...).

¹ Idem, P4.

² <http://portail.cder.dz/spip.php?article4105>. Consulté le : 13/07/2014.

La biomasse représente la 4^{ème} source d'énergie sur le plan mondial, et constitue la 1^{ère} source d'énergie dans les pays en développement en répondant à 80% des besoins énergétiques¹. Le bois constitue une part importante de la biomasse. En France par exemple, la récolte annuelle de bois est inférieure à la production biologique de la forêt (on ne récolte au plus que 60 % environ de ce qui pousse chaque année). L'utilisation de 4 tonnes de bois comme énergie permet d'économiser 1 tonne équivalent pétrole et d'éviter l'émission de 1,5 à 2,5 tonnes de dioxyde de carbone dans l'atmosphère².

Selon la FAO, de 2000 à 2010, la superficie forestière sur la planète a diminué de 5,2 millions d'hectares par an. Cependant, en fonction des zones géographiques, la situation de la forêt n'est pas la même. Alors qu'en Europe et en Amérique du Nord, la superficie des forêts ne cesse d'augmenter, dans les régions tropicales comme l'Amérique latine, ou en Afrique, la superficie forestière diminue³.

En raison d'une gestion non durable de la forêt, le bois-biomasse ne pourrait être considérée comme une énergie renouvelable. Outre l'impact environnemental (déforestation, émissions de gaz à effet de serre), la combustion de biomasse cause de graves problèmes sanitaires. Les fumées issues des fours à bois traditionnels sont nocives pour les yeux et les poumons; selon l'OMS, cette pollution tue 1,6 millions de femmes et d'enfants chaque année.

2.2.2.3 L'énergie nucléaire :

Le physicien néozélandais *ERNEST RUTHERFODR* est à l'origine de la théorie atomique moderne⁴. Ce sont ses recherches approfondies sur la nature de phénomène de radioactivité au début du XXe siècle qui ont ouvert la voie à la fission.

L'énergie nucléaire est localisée dans les noyaux des atomes. Ces noyaux, 100000 fois plus petits que les atomes eux-mêmes, sont constitués de particules plus

¹HASSOUN Claire & GENTNER Pauline, « Accès à l'énergie et à l'eau dans les pays en développement », Facts & Figures ENEA Consulting, Février 2010, P4.

²<http://www.mtaterre.fr/dossier-mois/archives/chap/843/La-biomasse%2C-c-est-quoi>. Consulté le 11/06/2014.

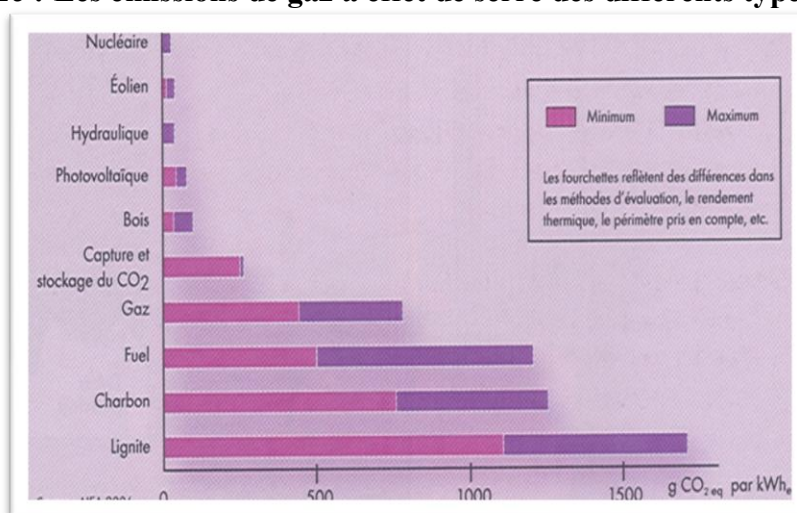
³FAO, « Situation des forêts du monde », 2011.

⁴WALISIEWICZ Marek, Op. Cité, 2007, P22.

élémentaires (les protons et les neutrons) très fortement liés entre eux. De même que la liaison des atomes en molécules est la source de l'énergie chimique, la liaison des protons et neutrons en noyaux par des forces nucléaires est la source de l'énergie nucléaire. Une réaction nucléaire, en transformant les édifices des noyaux atomiques, s'accompagne ainsi d'un dégagement de chaleur. C'est ce mécanisme qui produit au cœur du Soleil, par fusion des noyaux d'hydrogène en noyaux d'hélium, la chaleur qui sera ensuite rayonnée. Une partie de la chaleur produite (33%) est convertie en électricité¹.

L'énergie nucléaire est de loin une forme d'énergie beaucoup plus concentrée, puisque 1 kg d'uranium naturel fournit une quantité de chaleur de 100000 kWh dans une centrale électrique courante². Elle est aussi celle qui produit le moins de gaz à effet de serre comme le montre le graphe suivant :

Figure II.10 : Les émissions de gaz à effet de serre des différents types d'énergie.



L'énergie nucléaire, même si elle a un fort rendement, produit des déchets très polluants et peu dégradables. De plus elle fait peur en raison des graves accidents qui peuvent se produire (catastrophe de Tchernobyl), et en raison du risque de prolifération nucléaire.

Le tableau récapitulatif suivant nous regroupons les principaux avantages et inconvénients des différents types d'énergies étudiées.

¹« L'énergie », le livret énergie : Des sources naturelles aux enjeux de la production, Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), France, 2002, ISSN 1637-5408, P11.

² Idem, P14.

Tableau II.4 : Comparaison entre les différentes énergies¹.

		Incidences sur la pollution et inconvénients.	Intérêts
Énergie renouvelables	Énergie solaire	Peu d'incidences	Ne contribuent pas au renforcement de l'effet de serre (pas de rejets de CO ₂ ou de méthane), aux pluies acides (pas de rejets de soufre ou d'azote), et à la production de déchets toxiques ou radioactifs.
	Énergie hydraulique	La construction d'un barrage hydroélectrique, en inondant une vallée entière, modifie l'écosystème local.	
	Énergie éolienne	Peu d'incidences Cependant, les éoliennes présentent des risques d'accidents : un fort vent est susceptible de rompre les structures des éoliennes Elles présentent un danger pour certaines espèces ornithologiques.	
	Énergie de la biomasse	La culture intensive de végétaux entraîne une utilisation massive d'engrais et de pesticides et représente une menace pour la biodiversité.	Lors de la combustion, il ya libération de CO ₂ comme pour les combustibles fossiles à la différence près que ce CO ₂ a été préalablement fixé dans l'atmosphère et non enfuit dans un gisement fossile. L'énergie issue de la combustion de la biomasse est propre, à condition que la consommation ne soit excessive et permette à la flore de réabsorber tout le CO ₂ dégagé.
Énergie fossile		La combustion des sources fossiles produit notamment du CO ₂ (responsable de l'augmentation de l'effet de serre) et du dioxyde de soufre (responsable de pluies acides).	Facile d'utilisation.
Énergie nucléaire		La fission de l'uranium produit de déchets nucléaires, qu'on ne sait pas encore éliminer.	Lors de la réaction de fission, il ya libération d'une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur, sans dégager de CO ₂ .

¹ Garnier Cécile, « Énergies et réchauffement climatique : quelles incidences? », La DOC par l'image, N°174, Édition Nathan, Novembre 2008. P2.

2.2 L'eau et l'énergie :

Tandis que l'accès à l'eau est largement reconnu depuis plusieurs décennies comme une priorité de l'aide au développement, l'énergie a dû attendre le sommet de Johannesburg en 2002 pour avoir une réelle place dans les débats. Au-delà de satisfaire les besoins primaires, ces services essentiels sont désormais au cœur de la lutte contre la pauvreté et pour l'amélioration des conditions de vie. Intrinsèquement liées par des enjeux et problématiques communs, l'énergie et l'eau présentent également d'intéressantes synergies.

Pour un pays ou une région donnée, eau et énergie sont indispensables simultanément pour un développement durable. En effet, il existe une relation étroite entre l'eau et l'énergie. L'eau est nécessaire en tant que fluide de refroidissement des centrales électriques. Aux États Unis, par exemple, environ 40% de l'eau consommée par le secteur industriel est utilisée par les centrales électriques. On prévoit que d'ici 2030, 31% de l'eau à usage industriel sera consacrée aux centrales électriques. De surcroît, l'eau est encore nécessaire à la prestation de services des eaux et de services sanitaires.

2.2.1 Les besoins en énergie pour l'eau :

De grandes quantités d'énergie sont nécessaires au puisage et au pompage de l'eau sur de longues distances, du fait de sa pesanteur. Le coût d'approvisionnement en eau en vue d'irrigation est relativement élevé par rapport aux retours sur investissement générés par les produits agricoles. Il est essentiel, par conséquent, que les systèmes de traitement et de distribution de l'eau fournie en vue d'activités agricoles, le soient à des tarifs raisonnables, en particulier dans les pays en voie de développement.

La dépendance en énergie pour la mobilisation de l'eau est particulièrement forte dans les pays à climat arides. Le niveau des prélèvements d'eau y est très important, d'abord pour les besoins d'irrigation. Pompage et transfert génèrent une dépendance extrêmement forte à l'énergie électrique, qui croît à mesure que les besoins s'amplifient et se reportent de plus en plus sur des ressources plus coûteuses en énergie (ressources souterraines, transfert de ressources lointaines, traitement, dessalement).

La consommation d'électricité pour la mobilisation et le traitement de l'eau varie selon les pays et les régions. Elle se situe à environ 5% de la consommation d'électricité dans les pays du Nord de la Méditerranée et entre 8,5 et 13% (soit environ 10%) dans les

pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (elle avoisine 15% en Israël)¹. Ces ratios croîtront dans les pays en développement qui auront, pour faire face à la croissance de leur population, à recourir à des forages plus profonds, barrages et transferts plus complexes et à un appel grandissant au dessalement de l'eau de mer.

Pour le dessalement seul, si l'on raisonne en termes de puissance électrique, **un volume d'eau dessalée de 30 millions de m³/j en Méditerranée à l'horizon 2030, avec un ratio de 3,3 kWh/m³, équivaut à une puissance électrique dédiée au dessalement de 5000 MWe, soit 8 à 10 centrales à cycle combiné gaz, ou 4 à 5 tranches nucléaires²**. Les pompages et transferts d'eau consomment beaucoup d'énergie comme le prouvent quelques grandes réalisations comme le projet « Great Man-Made River » en Libye ; en Tunisie, la Sonede a comptabilisé environ 200 GWh en 2004 pour la gestion de l'eau, en Espagne, l'élévation initiale du "Trasvase Tago-Segura" (66 m³/s, prélevés au barrage d'Altomira) consomme une puissance de 202 MWe. Le coût énergétique de transport de l'eau en Israël a été chiffré à 1,3 GWh annuels. En France, la consommation d'électricité pour la mobilisation et le traitement l'eau était de 15 TWh en 2003, soit 3,4% de la consommation nationale d'électricité. L'Observatoire Méditerranéen de l'Énergie³ (OME) avançait en 2007 que **l'Algérie produisait 1million de m³ /j par le dessalement d'eau de mer et que pour se faire elle consommait 4KWh Par m³**.

En 2000, pour les PSEM, on pouvait estimer la consommation d'électricité pour l'eau entre 32 TWh et 48 TWh (160 km³/an x 0.2 ou 0.3 kWh/m³), soit entre 9 et 14 % de la demande d'électricité. Pour les pays du nord de la méditerranée (PNM), la consommation d'électricité pour l'eau était alors estimée à (290 –160) km³/an x 0.4 = 52 TWh, soit 52/1150 = **4.5 % de la demande d'électricité⁴**.

Dans la même année et pour l'ensemble des pays méditerranéens, la consommation d'électricité pour l'eau était estimée entre **5,6% et 6,7% de la demande d'électricité**. En 2030, pour les pays du sud est de la méditerranée (PSEM), il y aurait 48 km³ d'eau supplémentaire à gérer, soit au total 200 km³. La consommation électrique pourrait atteindre (en prenant un ratio de 1 kWh/m³) 250 TWh pour la gestion de l'eau, soit environ 20% de la consommation d'électricité. Pour l'ensemble des pays méditerranéens, la consommation

¹ «Eau, énergie, dessalement et changement climatique en Méditerranée », BOYÉ Henri, Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, France, Plan Bleu, Août 2008, P6.

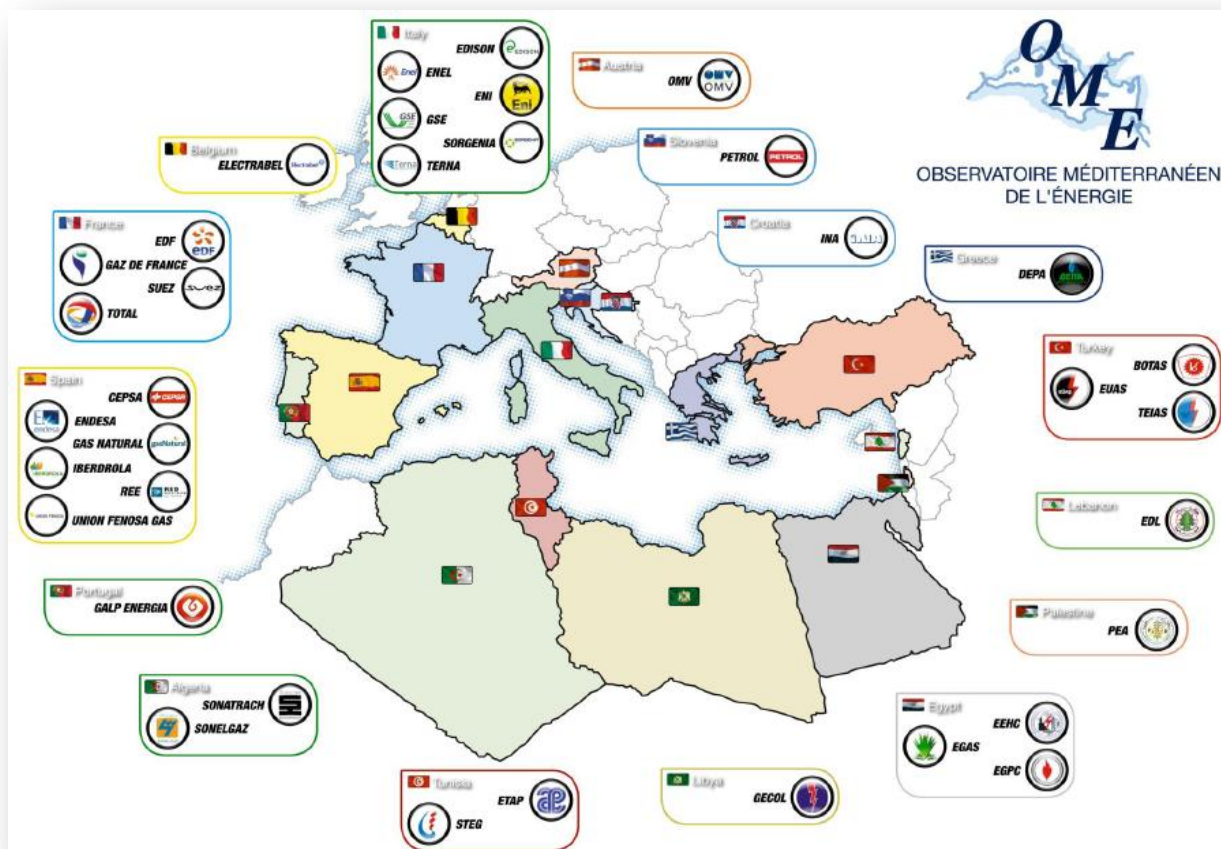
² Idem, Août 2008, P6.

³ « Les besoins en énergie pour l'eau en Méditerranée », ROUYER Jean-Loup & BEN JANNET ALLAL Houa, Atelier Plan Bleu / MEDITEP Eau, énergie et changement climatique en Méditerranée, Carthage, 17 décembre 2007.

⁴ Idem.

d'électricité pour l'eau pourrait donc se situer à 294 TWh, ce qui représenterait environ **10% de la consommation électrique totale voir plus**. Les fournisseurs d'énergie dans les pays du bassin méditerranéen sont représentés sur la figure suivante :

Figure II.11 : Fournisseurs d'énergie dans les pays du bassin méditerranéen.



(Source : OME 2007).

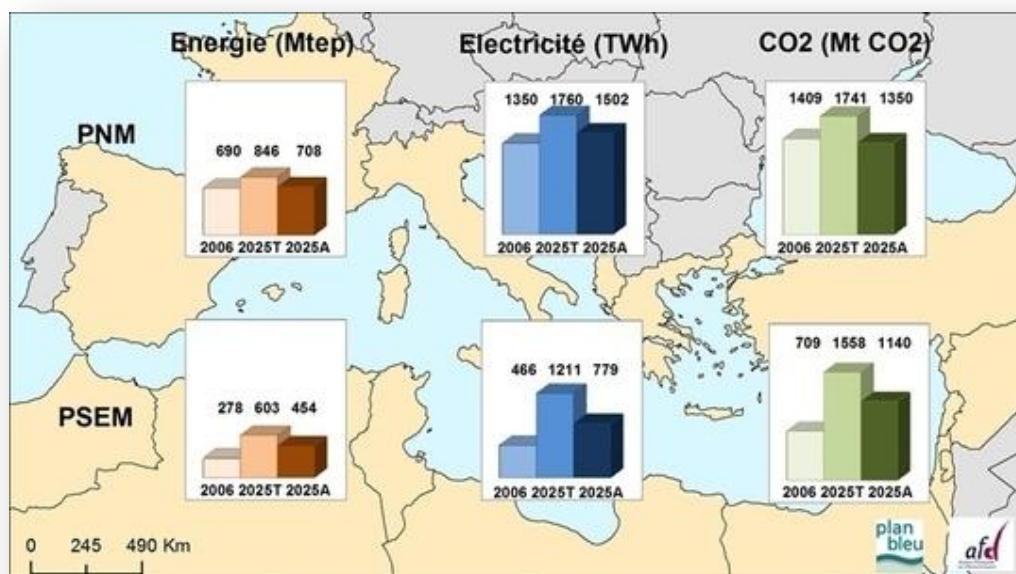
Les principaux fournisseurs d'énergie en Algérie sont : **SONATRACH** et **SONELGAZ**.

Les pays de la zone méditerranéenne, du nord au sud, gagneront 80 millions d'habitants d'ici 2025, dans un contexte d'urbanisation rapide. Les besoins en eau augmenteront considérablement et inexorablement ceux en énergie augmenteront de ce fait de façon très importante et généreront des investissements colossaux¹. L'étude prospective du Plan Bleu, « Infrastructures et développement énergétique durable en Méditerranée : perspectives 2025 » montre que l'essentiel de l'énergie fournie alors sera d'origine fossile.

¹ « Infrastructures et développement énergétique durable en Méditerranée : perspectives 2025 », EL ANDALOUSSI El Habib, Plan Bleu, 2010, P 57.

Le bouclage euro-méditerranéen assuré par neuf gazoducs importants induit aussi une nouvelle importance de cette source d'énergie gazière.

Figure II.12 : La situation actuelle, celle envisagée pour 2025, et l'alternative pour la même échéance.



(Source : Plan Bleu 2010).

La décision d'utiliser un système de récupération d'énergie élaboré améliorant les performances et la consommation spécifique d'énergie par m³ d'eau douce produit dépend des conditions économiques et particulièrement du coût de l'énergie. Ces systèmes performants mais couteux en investissements, sont à recommander particulièrement quand l'énergie se renchérit et si l'on veut encourager la réduction des émissions de gaz à effet de serre pour préserver l'environnement.

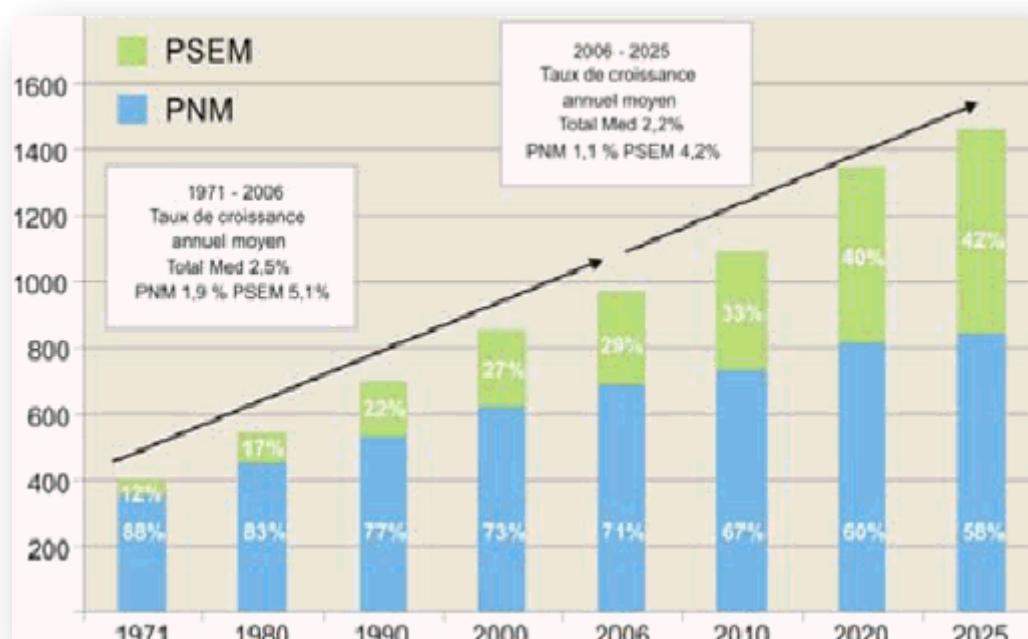
2.2.2 Développement économique, eau et énergie :

L'eau est un facteur indispensable au développement et à la croissance d'une économie. Sans eau, il n'y a pas de production industrielle. Quand bien même l'usage industriel de l'eau est nettement moindre que l'usage agricole, la pénurie d'eau affecte la capacité d'un état à s'industrialiser et peut l'obliger à procéder à des arbitrages difficiles entre ces deux secteurs d'activités, avec des conséquences majeures sur sa population, son aménagement du territoire, et partant le tissu social. **À titre d'exemple, une voiture demande 400 000 litres d'eau pour sa fabrication.** L'industrialisation est à la fois la

condition du développement économique et la conséquence d'une demande en augmentation de la part des classes moyennes et aisées qui émergent par suite de ce développement.

Il faut également de l'eau pour produire de l'énergie, quand bien même elle est ensuite pour l'essentiel restituée au milieu. Il faut ainsi 22,3 m³ par mégawatt issu du pétrole et 80,2 m³ par mégawatt hydroélectrique¹. L'exploitation des sables bitumineux (ou schistes) exigent de grandes quantités d'eau pour l'extraction du pétrole ou de gaz qu'ils contiennent. Ainsi, des projections de demande d'eau pour l'énergie peuvent être dressées. En Méditerranée, la hausse tendancielle serait la suivante, en distinguant les pays du sud de la Méditerranée (PSEM) et les pays du nord de la Méditerranée (PNM) :

Figure II.13 : Taux de croissance moyen des pays méditerranéens de 1971 à 2025.



(Source : Observatoire Méditerranéen de l'Énergie).

À cela s'ajoute la consommation d'énergie nécessaire pour mobiliser et produire de l'eau. L'énergie peut représenter jusqu'à 75 % des coûts de fonctionnement et de maintenance des services d'eau et d'assainissement. Les pompes permettant l'irrigation ou l'exploitation des nappes sont fortement consommatrices d'énergie. Les prélèvements, les transferts et l'irrigation elle-même

¹Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011.

nécessitent en moyenne 1 kWh/m³, mais cette consommation augmente lorsqu'il s'agit de mobiliser des eaux souterraines ou si l'irrigation utilise des canaux pressurisés¹.

2.3 Le défi énergétique :

Notre société se caractérise par une soif d'énergie intarissable, la demande mondiale ayant triplée depuis les années cinquante pour franchir la barre des 10 Milliards de TEP dès 2003. Selon l'agence internationale de l'énergie, la consommation d'énergie devrait augmenter d'environ 52% d'ici 2030. La majorité de cette énergie est d'origine fossile (charbon, gaz et surtout pétrole, actuellement la ressource la plus importante de la planète).

Il n'y a pas d'activité humaine sans un minimum d'énergie et, aujourd'hui, l'accès à l'énergie diffère selon les pays. Si les pays développés peuvent limiter leur consommation d'énergie sans remettre en cause la qualité de vie de leurs citoyens, les besoins de développement donc d'énergie de la majorité de l'humanité sont immenses. Or, qu'il s'agisse du charbon, du gaz, du pétrole, du nucléaire, de l'hydraulique ou des énergies renouvelables..., il n'y a pas d'énergie sans nuisances, et la façon dont nous la produisons et l'utilisons pèse de plus en plus sur notre environnement, d'autant que la population ne cesse d'augmenter. C'est pourquoi les questions d'énergie font souvent la une de l'actualité.

Des inégalités persistantes et une interdépendance croissante dans un contexte de raréfaction et de renchérissement des énergies fossiles et d'évolution de la notion de sécurité énergétique sous la contrainte climat : ainsi se pose le défi de la géopolitique de l'énergie.

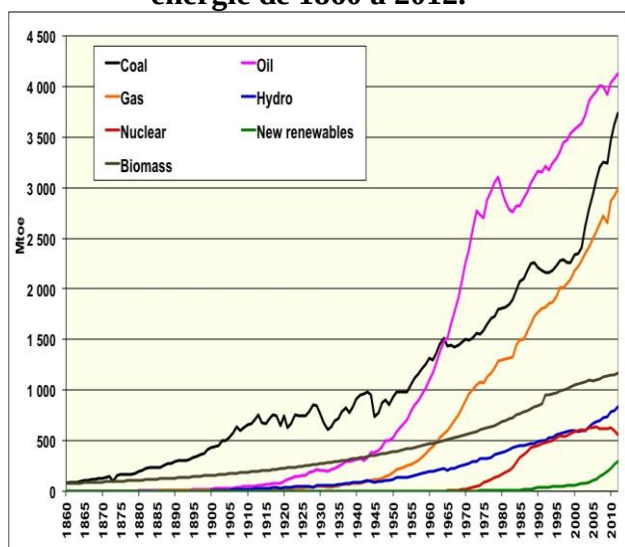
Pétrole, gaz naturel et charbon minéral entrent pour plus de 80% dans le bilan énergétique mondial dont ils satisfont la totalité des usages carburants, la plus grande partie des usages chaleur directe et plus de 60% des usages d'électricité².

La consommation mondiale de chaque énergie significative de 1860 à 2012, en millions de tonnes équivalent pétrole (une tonne équivalent pétrole = 42 giga joules = 11600 kWh) est représentée dans le schéma qui suit. Les énergies renouvelables (éolien, solaire, etc) sont regroupées sous l'appellation « New Renewable » et sont marginales dans ce total :

¹TAITHE Alexandre, « Eau, agriculture, énergie: une imbrication croissante, Vers une sécurité hydrique étendue », Fondation pour la recherche stratégique, note n°11/09, octobre 2009.

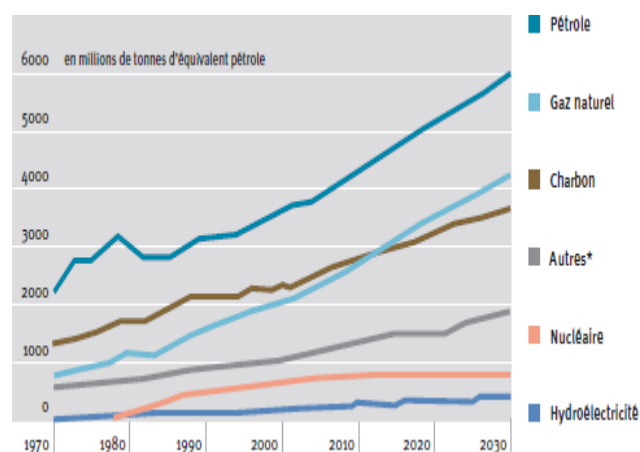
² « L'énergie de demain : techniques, environnement, économie », Ouvrage collectif, EDP science, France, 2005, P569.

Figure II.14 : Moyenne mondiale de la consommation par personne de chaque énergie de 1860 à 2012.



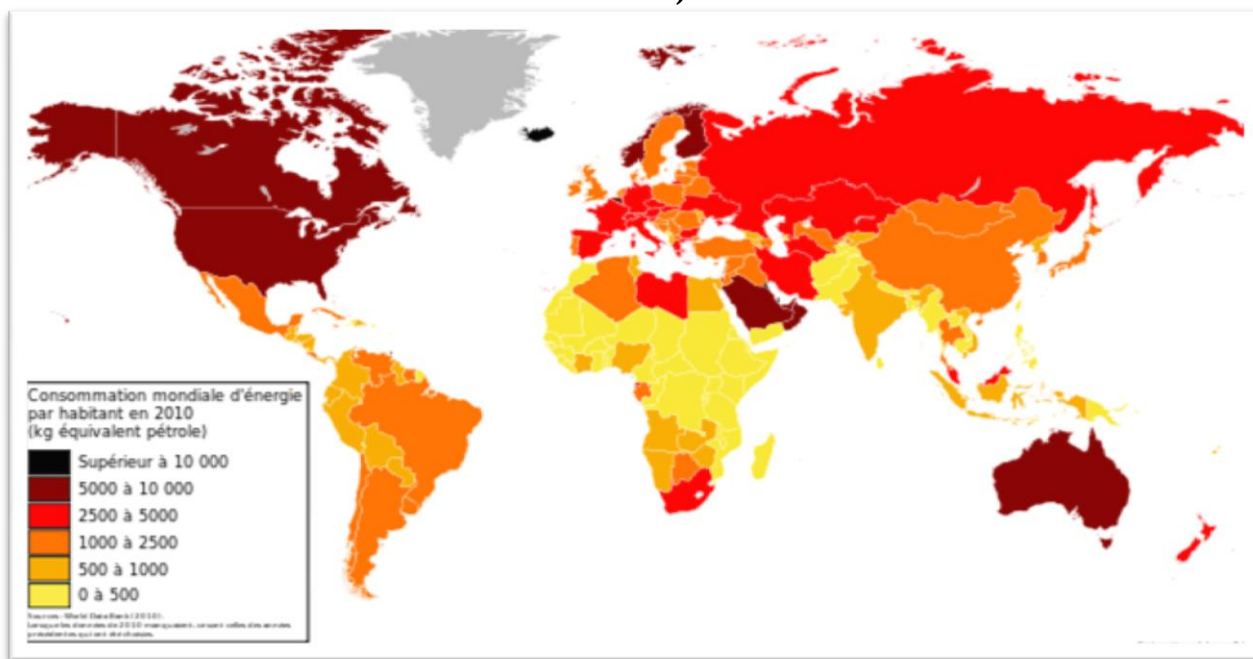
(Source : Shilling et al., 1977, et BP Statistical Review, 2013).

Figure II.16 : Consommation mondiale d'énergie primaire de 1970 à 2030.



(Source: IEA World Energy Outlook, IEA Resources to Reserves)

Figure II.16: Consommation d'énergie mondiale en 2010 (kg équivalent pétrole par habitant)¹.



La demande en énergie va continuer à augmenter fortement en dépit du sursis suscité par la crise économique : +40% d'ici à 2030 selon le scénario « business as usual » de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) qui prévoit également que les trois principales sources d'énergie fossile (pétrole, gaz naturel et charbon) resteront dominantes. La consommation de pétrole brut augmenterait de 1% par an, passant de 85 à 105 millions de barils/jour. Celle de charbon et de gaz

¹http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Consommation_d%27%C3%A9nergie_mondiale_en_2010_%28kg_%C3%A9quivalent_p%C3%A9trole_par_habitant%29.svg. Consulté le : 31/05/2014.

croîtrait plus vite encore. Au bilan, les énergies fossiles couvriraient les besoins d'énergie à 75% en 2030 (World Energy Outlook, 2009).

La sécurité énergétique s'impose désormais à l'ordre du jour international à la faveur d'une double prise de conscience : celle du caractère limite des sources fossiles alors que la demande mondiale d'énergie augmente inexorablement. Et celle de la nécessité de mener des politiques énergétiques. La notion de sécurité énergétique ne se définit plus seulement comme la sécurité d'approvisionnement en hydrocarbure, mais s'entend comme l'équilibre mondial entre l'offre et la demande d'énergie. Un équilibre qui doit prendre en compte le changement climatique et la question du développement. C'est dans ce contexte que les besoins en énergie d'un pays pour la production d'eau, son transfert ou son épuration évoluent et se retrouvent confrontés, en plus du problème de pénurie, à celui de la sécurité énergétique et au développement durable de la région.

L'accroissement de la part des sources renouvelables dans l'offre énergétique diminue le risque de hausse et d'instabilité des prix des combustibles fossiles et présente des avantages en termes d'atténuation du changement climatique. Le système énergétique actuel basé sur les combustibles fossiles est à l'origine du changement climatique. Le secteur de l'énergie est responsable des deux tiers des émissions de gaz à effet de serre et le coût de l'adaptation au changement climatique est estimé à 50 à 170 milliards de dollars d'ici 2030, dont les pays en développement pourraient supporter la moitié¹. Un grand nombre d'entre eux sont également confrontés à la hausse et à l'instabilité des prix des combustibles fossiles en tant qu'importateurs de pétrole nets. Par exemple, le pétrole représente 10 à 15 % du total des importations des pays africains importateurs de pétrole et absorbe en moyenne plus de 30 % du revenu de leurs exportations². Certains d'entre eux, tels que le Kenya et le Sénégal, consacrent plus de la moitié du revenu de leurs exportations aux importations d'énergie et l'Inde, 45 %. Investir dans des sources d'énergie renouvelable disponibles localement, et très souvent en abondance, pourrait accroître de manière significative la sécurité énergétique et, par extension, la sécurité économique et financière³.

Les énergies renouvelables ouvrent des opportunités économiques majeures. Le verdissement du secteur de l'énergie requiert de substituer aux investissements dans des sources d'énergie grosses émettrices de carbone des investissements dans les énergies propres et des gains d'efficacité. De nombreuses opportunités d'amélioration de l'efficacité énergétique s'autofinancent, tandis que les investissements dans les technologies basées sur les énergies renouvelables

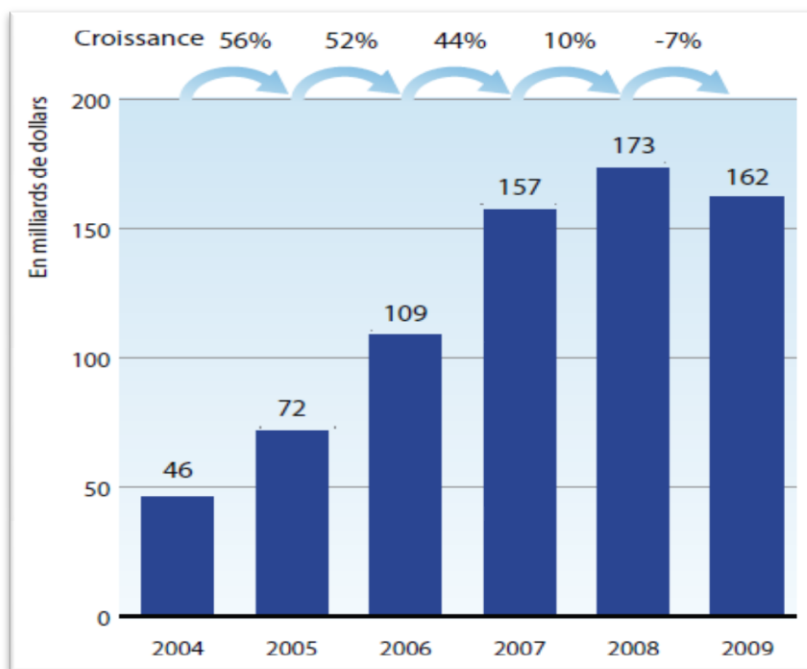
¹ «Recommendations on Future Financing Options for Enhancing the Development, Deployment, Diffusion and Transfer of Technologies under the Convention», CCNUCC, 2009, P 33.

² «Meeting Trade and Development Challenges in an Era of High and Volatile Energy Prices: Oil and Gas in LDCs and African Countries», CNUCED, 2006, P 4.

³ «Policy Brief: Achieving Energy Security in Developing Countries», GNESD, 2010, P 4.

augmentent déjà aujourd'hui, à mesure qu'elles gagnent en compétitivité. De 2002 à mi-2009, le total des investissements dans les énergies renouvelables a atteint un taux de croissance annuel composé de 33 %¹. En dépit de la récession mondiale, ce secteur est très florissant. En 2010, les nouveaux investissements dans l'énergie propre devaient atteindre une hausse record de 180-200 milliards de dollars contre 162 milliards en 2009 et 173 en 2008 (voir la figure suivante)².

Figure II.17 : Investissements dans l'énergie durable, 2004-2009 (milliards de dollars).



(Source : PNUE et Bloomberg New Energy Finance, 2010).

Les locomotives de cette croissance sont de plus en plus des pays non membres de l'OCDE (en particulier le Brésil, la Chine et l'Inde), dont la part de l'investissement mondial dans les énergies renouvelables est passée de 29 % en 2007 à 40 % en 2008³. Les technologies renouvelables sont encore plus concurrentielles lorsque l'on tient compte du coût sociétal de celles faisant appel aux combustibles fossiles, partiellement repoussé dans l'avenir. À cet égard, la signature d'un accord international sur les émissions de carbone et donc l'assurance de la création à venir d'un marché et de prix du carbone incitent fortement les entreprises à poursuivre leurs investissements dans les énergies renouvelables.

¹ «Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency», PNUE/SEFI, Paris, 2010, P 13.

² Idem, P 5.

³ Idem, P 45.

Les politiques gouvernementales jouent un rôle essentiel dans le renforcement des incitations à investir dans les énergies renouvelables. Des mesures incitatives limitées dans le temps, notamment les tarifs de rachat d'électricité, les subventions directes et les crédits d'impôts, peuvent rendre plus attractif le profil de risque/revenu des investissements dans les énergies renouvelables. Elles peuvent être renforcées par des programmes d'échange de quotas d'émissions ou des taxes capturant l'intégralité des coûts sociaux de l'utilisation des combustibles fossiles. Diverses études de l'AIE démontrent qu'un plan concerté d'investissements liés à des politiques dans la fourchette générale de 1 à 2 % du PIB mondial peut faire basculer l'économie mondiale vers une croissance bas carbone¹. À titre de comparaison, cet investissement supplémentaire est du même ordre que les subventions aux combustibles fossiles, qui équivalaient *grosso modo* à 1 % du PIB en 2008. Les conclusions de ces études sont confortées par la modélisation effectuée pour le rapport sur l'économie verte, qui indique que la substitution d'investissements dans des sources d'énergies à fort taux d'émission de carbone par des investissements dans l'énergie propre triplerait quasiment le taux de pénétration des énergies renouvelables dans la production d'électricité (de 16 à 45 % d'ici 2050)².

Moins denses et moins pratiques à utiliser que les énergies fossiles, les énergies renouvelables ne seront aptes à s'y substituer que dans le cadre d'une planification énergétique territoriale systématique qui coordonne dans la concertation l'efficacité globale des filières énergétiques³. Préparer l'avenir pour protéger les ressources naturelles c'est sortir au plus vite de l'ère éphémère du pétrole, et d'une manière générale, des énergies fossiles et développer les énergies dites propres ou renouvelables.

Les contraintes de : la sécurité énergétique et de sa raréfaction et de la lutte contre le réchauffement climatique change les grilles d'analyse traditionnelles de la géopolitique de l'énergie devenue progressivement **une géopolitique de l'énergie durable sous contrainte climatique**⁴. Il ne s'agit plus seulement d'examiner les conditions de circulation des flux de pétrole ou de gaz, mais d'imaginer les nouveaux outils et de trouver les nouvelles formes de coopérations internationales capables de conduire à une gestion et à une utilisation plus rationnelle et plus durable des ressources énergétiques. En un mot, d'organiser **la transition énergétique globale**.

¹ «World Energy Outlook 2009: Executive Summary», Agence internationale de l'énergie, 2009, p 5.

² « Vers une économie verte Pour un développement durable et une éradication de la pauvreté », Synthèse à l'intention des décideurs, Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), 2011, P 24.

³ « Énergie : les territoires sur la voie de la transition », La revue durable, N°38, Juin-Juillet-Aout 2010, P 17.

⁴PENNEQUIN Gilles & MOCILNIKAR Antoine-Tristan, « L'atlas du développement durable », Groupe Eyrolles, Édition d'Organisation, 2011, P 26.

Conclusion :

L'eau est un facteur indispensable au développement et à la croissance d'une économie. Sans eau, il n'y a pas de production industrielle. Quand bien même l'usage industriel de l'eau est nettement moindre que l'usage agricole, la pénurie d'eau affecte la capacité d'un Etat à s'industrialiser et peut l'obliger à procéder à des arbitrages difficiles entre ces deux secteurs d'activités, avec des conséquences majeures sur sa population, son aménagement du territoire, et partant le tissu social. L'industrialisation est à la fois la condition du développement économique et la conséquence d'une demande en augmentation de la part des classes moyennes et aisées qui émergent par suite de ce développement.

La pénurie en eau semble devenir une perspective inquiétante pour l'humanité. Aujourd'hui les pays en situation de stress hydrique sont de plus en plus nombreux tandis que les besoins ne cessent de grandir. Face à ce constat, nombre de solutions techniques ont été apportées dont celle du dessalement d'eau de mer. La production, le stockage, le transfert ou le traitement de l'eau requière la consommation d'énergie souvent fossile, donc non renouvelable et polluante.

Pour un pays ou une région donnée, eau et énergie sont indispensables simultanément pour un développement durable. En effet, il existe une relation étroite entre l'eau et l'énergie.

Depuis toujours, les hommes ont besoin d'énergie. Source de progrès et de développement économique, elle leur permet d'accroître et de diversifier leurs activités. Cependant, dans un contexte de réchauffement climatique à maîtriser, producteurs d'énergie, utilisateurs et consommateurs ont bien pris conscience de la nécessité de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Des économies d'énergie doivent donc être réalisées. Aujourd'hui, l'utilisation par l'humanité de quantités considérables de combustibles fossiles est à l'origine d'un déséquilibre important du cycle du carbone, ce qui provoque une augmentation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre et, par voie de conséquence, entraîne des changements climatiques.

Seulement, les réserves de combustibles fossiles de la planète sont fixes et, au rythme de consommation actuel, leur épuisement doit être envisagé. Malgré les violentes polémiques, ce fait est aujourd'hui reconnu, tant par les scientifiques que par les industriels, à quelques nuances chronologiques près. La différence d'échéance se compte en décennie. Dans le cas particulier du pétrole, on parle de pic pétrolier ou de pic de Hubbert.

La quasi-totalité de l'électricité commercialisée et nécessaire au secteur de l'eau dans le monde est produite par des centrales thermiques « classiques » (fonctionnant au charbon, au fioul,

au gaz naturel ou aux gaz de hauts fourneaux) ou des centrales nucléaires (faisant appel à la fission d'uranium) ainsi qu'aux centrales hydroélectriques (barrages). Les autres énergies renouvelables n'interviennent que pour une faible part dans le bilan mondial, et restent peu compétitives (unités de production plus coûteuses à produire et faible productivité). Résultant de la transformation d'énergies primaires, les impacts de l'électricité en termes d'émissions de CO₂ se situent en amont de la chaîne, lors de sa production. Ses caractéristiques environnementales, et notamment son contenu en CO₂, dépendent donc totalement de la manière dont l'électricité est produite.

La manipulation de toutes les formes d'énergie pour l'eau produit sur notre environnement des effets plus ou moins néfastes, qu'il importe de savoir apprécier cas par cas. Le principal gaz dégagé, le dioxyde de carbone, s'accumule dans l'atmosphère, ce qui risque d'influer sur notre climat, en accroissant l'effet de serre et donc agir sur le cycle et la qualité de l'eau.

La triple contrainte de la pénurie en eau, de la sécurité énergétique et de sa raréfaction et de la lutte contre le réchauffement climatique change les grilles d'analyse traditionnelles. Il ne s'agit plus seulement d'utiliser les technologies de l'eau, coûte que coûte, pour soulager du stress hydrique utilisant ainsi de l'énergie fossile sans se préoccuper du devenir du climat et de la planète, mais d'imaginer de nouveaux outils et méthodes écologique, économique et durables capables de conduire à une utilisation plus rationnelle et à une optimisation des ressources naturelles (hydriques et énergétiques), en un mot, **une gestion intégrée et durable des ressources**.

Chapitre III

Eau, enjeux environnementaux et développement durable

Introduction

- 1. Eau : enjeu environnemental et développement durable**
- 2. Gestion de la demande : produire, consommer et vivre autrement**
- 3. De la gestion intégrée à la gestion durable de l'eau**

Conclusion

Introduction :

Il apparaît plus clairement aujourd'hui que nos choix en matières de consommation, de production et d'énergie ont des impacts sur l'écosystème et sur le fonctionnement général de la planète. Du niveau global au niveau local, l'action de l'homme est aujourd'hui visible par sa modification du cours de la nature.

Il n'est plus à démontrer que l'eau est source de vie et d'activités. Pourtant, la pollution, la destruction des écosystèmes, la surconsommation et la mauvaise gestion risquent d'en faire un élément encore plus rare et cher. La crise de l'eau au niveau mondial devient multidimensionnelle et menace la sécurité, la stabilité et la durabilité de la planète, par conséquent, celles de l'être humain et de ces activités économiques.

La croissance démographique est, indéniablement, l'une des principales menaces d'appauvrissement relatif des ressources de manières générales, et en particulier des ressources en eau et de leurs besoins croissants en énergies. L'accroissement de la population et de la consommation en eau, s'accompagne dans l'ensemble des pays d'un accroissement de la pollution, qui vient réduire la ressource en eau utilisable. La production d'eaux non conventionnelles pour répondre à la forte demande en eau douce menace l'environnement et les réserves énergétiques.

D'un autre côté, les ressources en eau naturelles sont très dépendantes du climat, aussi seront elles nécessairement sensibles à son changement. Mais du réchauffement aux modifications des pluies, l'enchaînement des causes et effets n'est pas simple. Malgré les nombreuses études en cours, il est très difficile de prévoir comment le réchauffement agira sur les ressources car les pronostics portent sur les tendances globales probables mais sont encore flous sur la géographie et les échéances des changements. On s'accorde cependant à dire que le risque de manquer d'eau n'est pas mondial : il est réel mais circonscrit aux pays et régions où à la fois, l'eau est rare, la demande humaine est forte et croissante, et les utilisations déjà du même ordre de grandeur que les ressources renouvelables (et où, parfois, elles les dépassent). Dans ces régions, les déséquilibres entre demande et ressource en eau vont s'amplifier à cause de la croissance des besoins liés à l'augmentation des populations et au développement économique, d'un côté, et de diminution possible des ressources du fait des pollutions, des dégradations des équipements de maîtrise des eaux et, à plus long terme, des changements du climat, d'un autre. Les risques de manque d'eau affectent une assez grande partie du monde pour constituer un problème mondiale, attesté par les récents et prochains forums mondiaux de l'eau (Kyoto 2002, Mexico 2006...).

La production d'eau non conventionnelle pour répondre au manque nécessite la consommation d'énergies souvent fossiles. Hors aujourd'hui, et plus que jamais, les besoins en énergie, comme en eau, de l'humanité sont colossaux et en constante augmentation. Ainsi, la consommation d'énergie primaire (l'énergie qu'il faut transformer avant de la consommer), a fait un bond de 49 % en vingt-cinq ans (1980-2005). L'énergie est un enjeu vital au niveau mondial car inégalement répartie et inégalement consommée, avec des réserves naturelles qui ne sont pas inépuisables, on peut s'interroger sur l'avenir de la demande énergétique au niveau mondial.

La question de l'énergie domine tous les problèmes se rapportant à l'environnement et au développement. Une des caractéristiques principales du monde moderne est sa forte dépendance par rapport à l'énergie dont la consommation débridée est en augmentation constante. Une consommation assurée à près de 80% par les hydrocarbures, dans une bien moindre mesure par le nucléaire et l'hydraulique, et à moins de 1% par le solaire et l'éolien. La consommation énergétique mondiale continue de croître à un rythme soutenu, et c'est le secteur de l'eau qui vient aujourd'hui, avec ses activités de dessalement, de transfert, de pompage ou d'épuration, ajouter une pression à la demande en énergie.

Cela dit, la triple contrainte de la pénurie en eau, de la sécurité énergétique et des enjeux environnementaux (pour lutter contre le réchauffement climatique) donnent à réfléchir quant aux méthodes écologiques, économiques et durables capables de conduire à une utilisation plus rationnelle et à une optimisation des ressources naturelles (hydriques et énergétiques) pour aboutir à une gestion intégrée et durable des ressources. C'est dans cette optique que le présent chapitre tentera de répondre aux questionnements suivants: « ***Quels sont les enjeux environnementaux de l'eau, Pourquoi parle-t-on de gestion intégrée de l'eau ? Et Comment gérer l'eau durablement pour faire face à la pénurie*** » ?

1. Eau : enjeu environnemental et développement durable :

Depuis la révolution industrielle occidentale et sa croissance économique exponentielle, nos sociétés n'ont cessé de mettre en œuvre des politiques et des pratiques qui ne sont pas soutenables à long terme, car elles portent gravement atteinte à l'environnement tout en mettant sous tension nos modèles sociaux. Nos sociétés ont en effet parcouru une double évolution¹ : les fortes avancées technologiques et scientifiques ont permis, avec un usage immodéré des ressources naturelles, un enrichissement d'une rapidité sans précédent, en même temps que les notions d'épuisement des ressources naturelles d'impacts irréversibles sur l'environnement se révélaient de plus en plus fondées.

L'eau dans tout cela est une ressource rare, fragile et inégalement répartie dans l'espace et dans le temps, et le changement climatique devrait accentuer l'irrégularité des pluies et diminuer leur volume. En raison de ces précipitations aléatoires et de l'aridité du climat, l'alimentation en eau constitue une contrainte majeure pour tous les usagers. La rareté de l'eau est une grande contrainte qui va structurer notre développement. À l'horizon 2025, la pénurie d'eau guette cinquante pays dans lesquelles vivent 40% de la population mondiale et la région la plus touchée par cette rareté est celle du bassin méditerranéen² et l'Algérie n'en est pas épargnée. Le nombre de personnes disposant de moins de 1000 m³ par habitant et par an, s'élève à 108 millions dans les pays du pourtour Méditerranéen³ et pourrait atteindre 165 millions en 2025.

De la rareté relative, nous passons dans une ère de rareté absolue. D'une dynamique ouverte et exponentielle, nous passons à un schéma d'optimisation sous contrainte. Avec un degré de certitude de 90%, les plus grands scientifiques mondiaux estiment que le climat de la terre est en train de changer à un rythme qui s'accélère et que ces changements ont une origine humaine⁴.

Les températures planétaires pourraient connaître une augmentation moyenne de 4,8°C d'ici 2100 selon l'estimation classique du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Cette crise climatique entraînera de graves conséquences sur la ressource en eau. Selon sir David KING, conseiller scientifique en chef du gouvernement Britannique, l'augmentation prévue des températures planétaire entraînera une augmentation du nombre de sécheresses. Concrètement, elle causerait ainsi une chute de la production mondiale de céréales

¹ Gilles PENNEQUIN & Antoine-Tristan MOCILNIKAR, « L'atlas du développement durable », Groupe Eyrolles, Édition d'Organisation, 2011, P XXVIII.

² Idem, P XXX.

³ Extrait de la Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable relatif à la gestion intégrée des ressources et demandes en eau, Plan Bleu PNUE, Décembre 2007.

⁴ Gilles PENNEQUIN & Antoine-Tristan MOCILNIKAR, 2011, P XXVIII.

entre 20 et 400 millions de tonnes exposant de la sorte 400 millions de personnes à une mort certaine¹.

Les écosystèmes terrestres et d'eau douce (y compris la biodiversité) font partie intégrante du cycle de l'eau, et les protéger nécessite une gestion prudente de l'écosystème dans son ensemble. Cela signifie une planification et une gestion intégrées de toutes les activités consommatrices d'eau à l'échelle des bassins versants, des forêts en altitude jusqu'aux deltas côtiers. Le rapport de la Vision Mondiale de l'Eau affirme que les écosystèmes devraient être protégés par une gestion intégrée des ressources terrestres et aquatiques, avec une approche par bassin versant, et propose la facturation du coût total des services des eaux, et des réformes de la gestion de l'approvisionnement en eau et de l'élimination des eaux usées. La "Déclaration Ministérielle de la Conférence de la Haye sur la Sécurité de l'Eau au XXI^{ème} Siècle" (Conseil des Ministres 2000) a aussi reconnu le besoin d'entreprendre des actions basées sur une approche intégrée de la gestion des ressources en eau, "pour assurer l'intégrité des écosystèmes".

1.1 Les enjeux environnementaux de l'eau :

« L'environnement est système interactif complexe dont personne n'a le monopole et que, seule une approche interdisciplinaire peut appréhender² ». C'est l'écosystème planétaire que l'activité humaine peut soit dégrader (par leurs industries, services, distribution, rejets des ménages), soit améliorer.

Les scientifiques s'intéressent à l'environnement au travers des préoccupations propres à leur discipline d'origine. Du point de vue des gestionnaires et des responsables politiques, *« l'environnement est un problème épineux. Il les pousse à revoir leurs pratiques, à prendre en compte de nouvelles exigences dans les décisions, à jouer la transparence et à la concertation avec les citoyens, à veiller à des engagements internationaux³ »*. La dynamique de l'environnement s'inscrit dans le long terme alors que l'économie et la politique raisonnent à courte échéance.

Les ressources naturelles sont des richesses de la terre que l'homme exploite à des fins différentes. L'eau, le bois, les produits de l'agriculture sont des ressources naturelles dites renouvelables, à condition de ne pas les consommer plus vite qu'ils ne peuvent se

¹ SMITH Corinne, « L'eau menacée par la crise climatique », in Revue l'écologiste : Dossier la crise de l'eau, n°19, Vol 7 - n°2, Édition de The Ecologist, Juin-Juillet-Aout 2006, P 30.

² DE BACKER Paul, « Le management vert », 2^e Édition, DUNOD, Paris, 1998, P 29-31.

³ LEVEQUE Christian & SCIAMA Yves, « Développement durable avenir incertain », Édition DUNOD, Paris, 2005, P 76.

régénérer. Par contre, les combustibles fossiles et les minerais sont des biens limités : un jour, il n'y en aura plus dans le sol.

Au cours des deux dernières décennies, des volumes importants de capitaux ont été investis dans l'immobilier, les combustibles fossiles et les actifs financiers incorporant des produits dérivés, mais relativement peu dans les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, les transports publics, l'agriculture durable, la protection des écosystèmes et de la biodiversité et la préservation des sols et de l'eau¹. Bien au contraire, la plupart des stratégies de développement et de croissance économiques ont favorisé l'accumulation rapide de capital physique, financier et humain, au prix d'un épuisement et d'une dégradation excessifs du capital naturel, qui comprend notre dotation en ressources naturelles, notamment en eau et en énergie fossiles, et en écosystèmes. Ce schéma de développement et de croissance qui épuise le stock de richesse naturelle mondiale, souvent de manière irréversible, nuit au bien-être des générations actuelles et placera les générations futures devant des risques et des défis considérables.

L'eau se trouve aujourd'hui confronté à trois enjeux environnementaux majeurs : **la croissance démographique, la pollution et le réchauffement climatique.**

1.1.1 La croissance démographique :

La croissance démographique est l'une des causes qui pèsent sur l'environnement. Cela suppose une intensification de l'usage des ressources physiques, notamment **l'eau et l'énergie**. L'urbanisation croissante de nos sociétés augmentent les tensions sur l'eau potable et l'environnement.

Si-l-on prenait par exemple les seuls pays du Maghreb, la forte croissance démographique qu'a connue cette région, surtout entre les années 1960 et 1990, a aggravé les conditions semi-arides déjà très difficiles. Les trois pays du Maghreb central (l'Algérie, la Tunisie et le Maroc), dont la population s'élevait à 70 millions d'habitant en 2001, devrait en compter 95 millions en 2025 et cela malgré le ralentissement de la natalité². La population du Maghreb est désormais urbanisée à 60%. Pourtant, il ya encore quarante ans, le taux d'urbanisation n'était situé qu'entre 20 et 30%. La moitié de la population urbanisée des trois pays est concentrée sur le

¹ « Vers une économie verte Pour un développement durable et une éradication de la pauvreté », Synthèse à l'intention des décideurs, Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), 2011, P 8-9.

² AIT-AMARA Hamid & ARROJO Pedro & BARON Catherine & BOUGHERRA Larbi & CHÉFIF Abdallah & GRAS Alain & QUILLERMA & LACOSTE-DUJARDIN Camille & LAHLOU Mehdi & TAROT Camille, 2007, Op. Cité, P 186-187.

littoral (c'est pour face à cette demande que l'Algérie développe depuis quelques années des unités de dessalement, un peut partout, dans le pays). Une forte démographie associée à un climat semi-désertique pose des problèmes de dégradation du milieu, de pollution et de protection de la ressource (eau et énergies).

L'explosion démographique s'est accompagnée d'expansion technologique toutes aussi importante, c'est par le biais de la science que l'homme a su gérer des relations avec la nature¹. Les besoins grandissant en eau pour l'humanité, se faisant de plus en plus important, ont fait appelle à ces technologies afin de, mobiliser, traiter, transporter ou encore produire de l'eau non conventionnelle. L'alimentation de ces technologies a dévoré des montagnes de charbon et des océans de pétrole (énergies faucilles) tirés des entrailles de la terre.

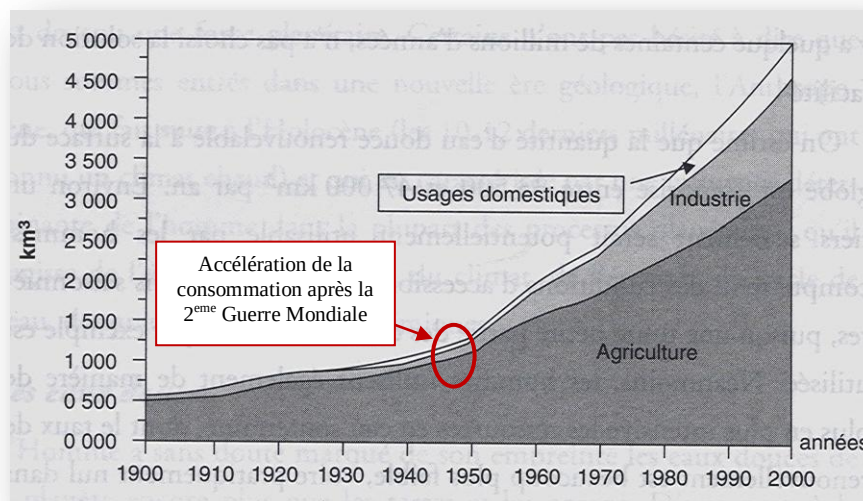
Les bouleversements planétaires se sont accumulés progressivement au fil des générations, mais en réalité la progression a été beaucoup plus rapide depuis environ 150 avec encore une accélération depuis la fin de la Seconde Guerre Mondiale, et le recyclage des usines de guerre, qui marquent véritablement notre entrée dans l'industrialisation massive.

Avant le XX^e siècle, la question de la disponibilité en eau douce ne se posait que dans les régions désertiques. Partout ailleurs elle était considérée comme une ressource inépuisable. On estime que la consommation a augmenté en moyenne de 2% par an entre 1960 et 2000, du fait de la croissance démographique et du développement économique² avec une accélération depuis la fin de la deuxième Guerre Mondiale. Soulignons que la population humaine a quadruplé au cours du siècle dernier, alors que la consommation d'eau a été multipliée par neuf comme peut le démontrer le graphe suivant :

¹ LEVEQUE Christian & SCIAMA Yves, « Développement durable avenir incertain », Édition DUNOD, Paris, 2005, P 15.

² Idem, P 17.

Figure III.1 : Consommation d'eau douce dans le monde entre 1900 et 2000.

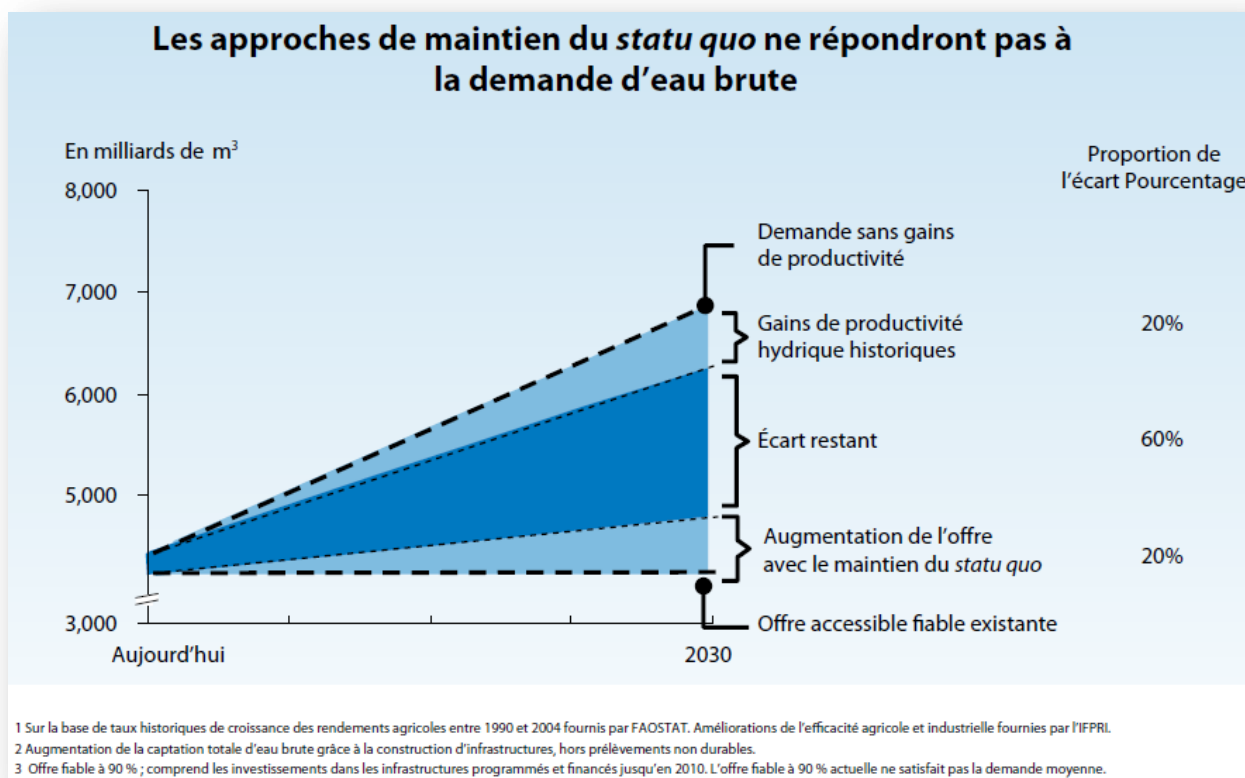


(Source : ABRAMOVITZ, 1996).

Afin d'assurer un approvisionnement permanent des usages domestiques, agricoles et industriels, l'homme a profondément modifié les milieux aquatiques continentaux. Ainsi, les rivières ont été endiguées ou détournées, des barrages ont été construits, des forages ont asséchés des nappes entières, des milieux naturels ont été profondément dégradés par le recours aux énergies faucilles...

La pénurie d'eau croissante peut être atténuée par des politiques d'augmentation des investissements consacrés à l'approvisionnement et à l'usage plus rationnel de l'eau. La fourniture d'eau douce d'une qualité acceptable et en quantité suffisante constitue un service environnemental de base. Il est donc essentiel de gérer l'environnement et d'investir dans les écosystèmes pour assurer la sécurité hydrique des populations et de la nature en termes de quantité (pénurie, surabondance et risques de crues) et de qualité. Les projections indiquent que le maintien du *statu quo* conduit à un écart important et non durable entre l'approvisionnement et les prélèvements d'eau à l'échelle mondiale (voir la figure), que ne peuvent combler que des investissements dans les infrastructures et une réforme des politiques de l'eau, autrement dit le verdissement du secteur de l'eau. Cette dernière pourra se centrer sur l'amélioration des dispositions institutionnelles ainsi que des systèmes de droits de propriété et d'affectation, sur la généralisation du paiement pour services environnementaux, sur la baisse des subventions aux intrants et sur l'amélioration de la facturation de l'eau et des dispositifs financiers.

Figure III.2 : Projection de la demande mondiale en eau et, dans un scénario de maintien du statu quo, quantité qui sera probablement atteinte du fait de l'augmentation de l'offre et d'améliorations dans l'usage rationnel de l'eau technique (productivité).



(Source: 2030 Water Resources Group, 2009).

Dans les scénarios d'investissements verts de 100 à 300 milliards de dollars par an entre 2010 et 2050, l'efficacité accrue des secteurs agricole, industriel et municipal réduirait la demande en eau d'environ un cinquième par rapport aux estimations d'ici 2050, ce qui relâcherait la pression sur les nappes phréatiques et les eaux de surface à court et long terme¹.

Des solutions techniques peuvent être envisagées : dans certaines régions, notamment les pays du pourtour méditerranéen, la consommation en eau est supérieure à la quantité d'eau renouvelée naturellement par son cycle. Certains pays font le choix des techniques de désalinisation de l'eau de mer. De telles techniques s'améliorent et deviennent plus accessibles mais n'en restent pas moins consommatrice d'énergie...qu'il faudrait produire, à l'avenir, d'une manière plus écologique et renouvelables.

¹ « Vers une économie verte Pour un développement durable et une éradication de la pauvreté », Synthèse à l'intention des décideurs, Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), 2011, P 16.

1.1.2 La pollution atmosphérique et le réchauffement climatique : Le climat, une nouvelle variables économique

Une nouvelle variable est désormais à prendre en compte dans les calculs économiques : **le climat**. En attendant que les mesures prises concernant le phénomène amont des émissions de gaz à effet de serre portent leurs fruits, il s'agit, pour le secteur de l'eau, de se protéger des risques climatiques tout en saisissant les opportunités éventuelles de développements d'alternatives innovantes.

Depuis des milliards d'années, le climat varie continuellement à cause des facteurs naturels externes. La singularité du climat récent est celle d'un réchauffement que le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) qualifie de « sans équivoque »¹. Car cet accroissement des températures est maintenant mis en évidence dans les observations des températures moyennes mondiales de l'atmosphère et de l'océan, la fonte généralisée de la neige et de la glace, et l'élévation du niveau moyen mondial de la mer.

Les générations actuelles et futures sont par la force des choses confrontées à la fois à la nécessité de limiter leurs émissions de gaz à effet de serre pour diminuer l'amplitude des évolutions climatiques et de leurs conséquences futures, mais aussi à celle de s'adapter à la part de ces évolutions qui est inévitable.

Avec 0,31 degré de plus que la moyenne des années 1961-1990, 2008 a été la dixième année la plus chaude jamais enregistrée depuis 1861². Ce réchauffement climatique induit une augmentation du nombre des catastrophes climatiques et de leur ampleur dont l'impact économique est encore mal connu.

Les effets du réchauffement climatique sont multiples, souvent sous-estimé mais surtout croissants. Cinq principaux types de catastrophes climatiques peuvent être actuellement distingués :

- les inondations ;
- les tempêtes ;
- les tremblements de terre et les tsunamis ;

¹ PENNEQUIN Gilles & MOCILNIKAR Antoine-Tristan, Op. Cité, 2011, P 4.

² D'après le Centre Hadley du service météorologique du Royaume-Uni, in OMM (Organisation mondiale météorologique), « Déclaration de l'OMM sur l'état du climat mondial en 2008 », 2009.

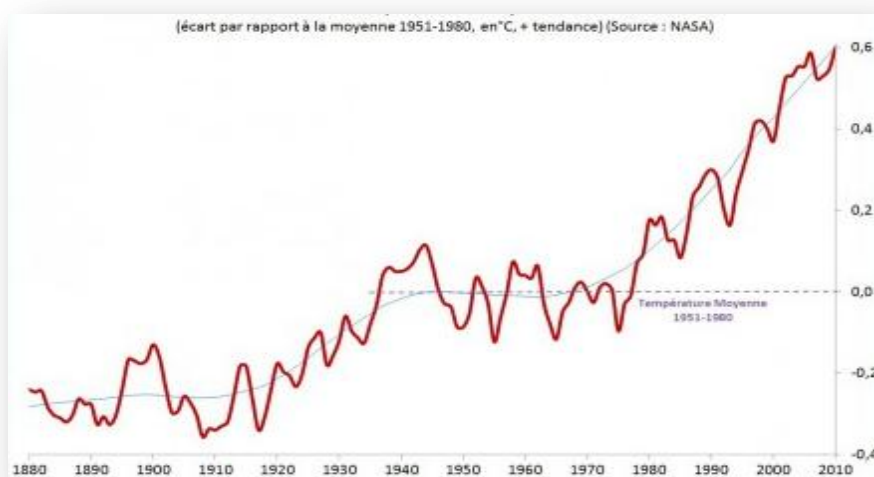
- les vagues de chaleur et les phénomènes liés de sécheresse et de feux de forêts ;
- à l'inverse, les vagues de froid intense.

Ces catastrophes ont, à leur tour, un impact sur la biodiversité animale et végétale, le niveau des ressources en eau, la santé humaine, etc.

D'après l'Initiative des institutions financières du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE)¹, les pertes économiques induites par ces catastrophes doubleraient tous les dix ans et pourraient représenter 150 milliards d'USD par an, si le risque climatique n'était pas mieux évalué et géré. 20 % à 30 % des activités économiques supportent un risque climatique². Plus généralement, les variations de températures sont à la source d'importantes fluctuations de la demande énergétique, celles des précipitations à l'origine de fortes fluctuations de la production d'hydroélectricité.

Il apparaît plus clairement aujourd'hui que nos choix en matières de consommation, de production et d'énergie ont des impacts sur l'écosystème et sur le fonctionnement général de la planète. Du niveau global au niveau local, l'action de l'homme est aujourd'hui visible par sa modification du cours de la nature, car au cours des cent dernières années, les températures mondiales ont augmenté de 0,6 degrés Celsius³ comme il est aisé de voir sur le graphe qui suit :

Figure III.317 : Évolution de la température de la planète, 1880-2010.



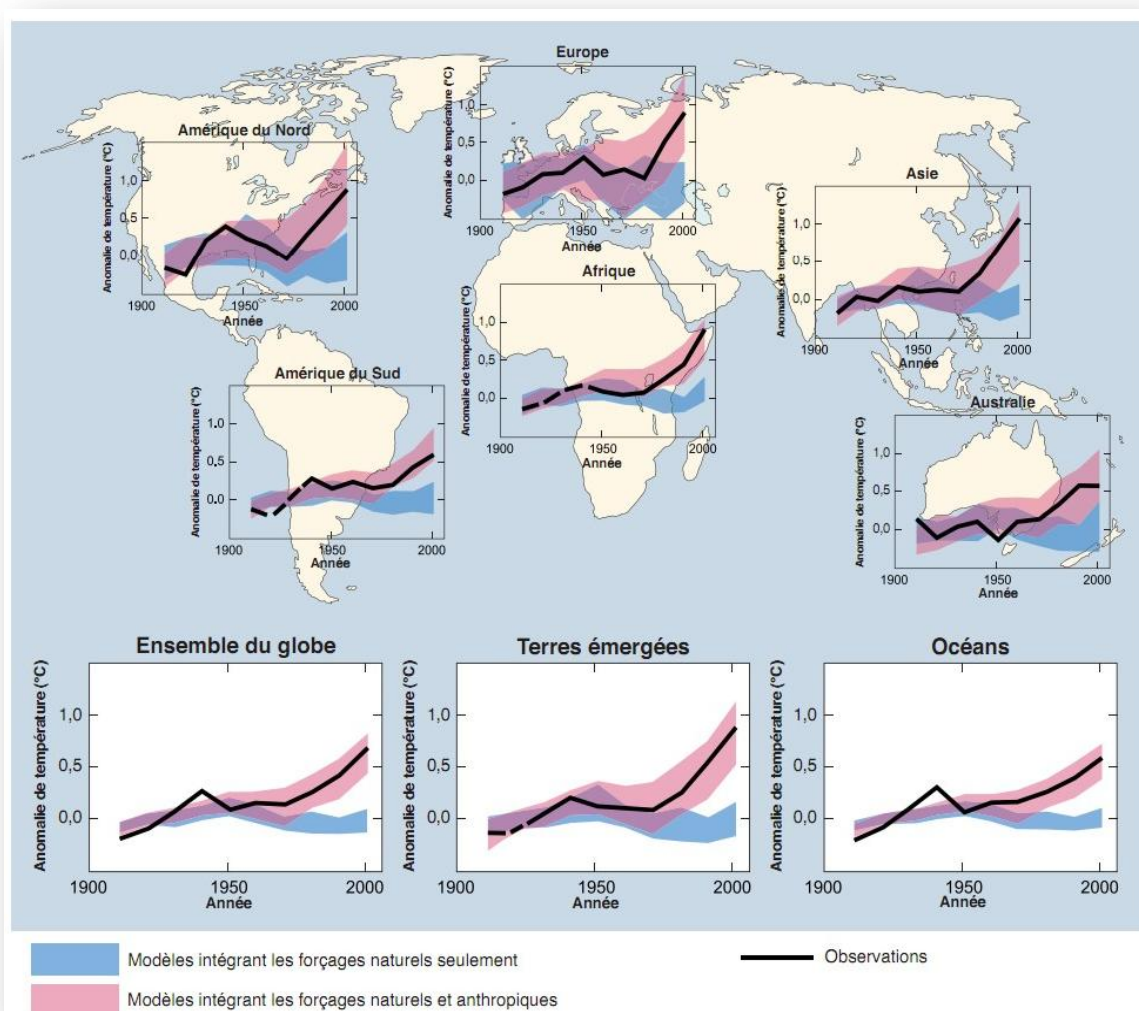
¹ UNEP Finance Initiative, «Climate Change and the Financial Services Industry», www.unep.org, 2002.

² « La Lettre Vernimmen », n° 46, mars 2006.

³ CAREY John & Sarah R. S., « Comment agir face au réchauffement climatique? », In Problèmes économiques : l'économie de l'environnement, N° 2863, Édition la documentation Française, Mercredi 24 Novembre 2004, P 24.

Les mesures de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère montrent une augmentation rapide de cette concentration en raison des activités humaines depuis le début de la période industrielle, mais elle s'accélère depuis le milieu du XIXe siècle. À la suite d'un processus d'analyse qui a duré plus de quinze ans, le GIEC a conclu au rôle prépondérant de l'homme sur le réchauffement des cinquante dernières années, avec une probabilité estimée à près de 90%.

Figure III.418 : Variation des températures à l'échelle du globe et des continents¹.



La quarte ci-dessus illustre une comparaison entre les températures moyennes globales et de différentes régions de la planète calculées à partir de différentes simulations climatiques (plages en couleurs) et les températures moyennes déduites des observations météorologiques et maritimes (courbe noire). Ces figures montrent que le réchauffement moyen des cinquante dernières années ne

¹ <http://www.les-crises.fr/climat-8-analyse-rechauffement/#!prettyPhoto>. Consulté le : 01/09/2014.

peut pas être simulé sans prendre en compte les causes atmosphériques et changements climatiques¹

Bien que globalement peu émettrice de gaz à effet de serre, la région Méditerranéenne connaîtra une modification profonde de ses caractéristiques climatiques d'ici à la fin du siècle. Celles-ci impacteront de nombreuses activités économiques vitales pour la région. La communauté internationale a mis en place des outils, notamment financiers, pour encourager les actions d'atténuation et d'adaptation. Mais rares sont les pays méditerranéens qui, actuellement, en bénéficient².

La question de l'énergie domine tous les problèmes se rapportant à l'environnement et au développement. Une des caractéristiques principales du monde moderne est sa forte dépendance par rapport à l'énergie dont la consommation débridée est en augmentation constante. Une consommation assurée à près de 80% par les hydrocarbures, dans une bien moindre mesure par le nucléaire et l'hydraulique, et à moins de 1% par le solaire et l'éolien³. La consommation énergétique mondiale continue de croître à un rythme soutenu, et c'est le secteur de l'eau qui vient aujourd'hui, avec ses activités de dessalement, de transfert, de pompage ou dépuración, ajouter une pression à la demande en énergie.

Le problème de l'énergie est indissociablement celui du climat, car les carburants fossiles (pétrole, charbon et gaz) sont maintenant accusés d'être les principaux responsables du réchauffement climatique. Les scientifiques s'accordent à penser que pour éviter la zone de plus grand danger, il faudrait absolument contenir celui-ci en dessous de 2°C, et si possible à 1,5°C. Pour se faire, il faudrait stabiliser la quantité de CO₂ présente dans l'atmosphère, ce qui implique une réduction significative de nos émissions. Mais pour réduire nos émissions de moitié il faudrait aussi réduire notre consommation d'énergie fossile par deux⁴.

Un des défis les plus importants pour l'humanité sera la transition énergétique vers une société sans hydrocarbures.

¹PENNEQUIN Gilles & MOCILNIKAR Antoine-Tristan, Op. Cité, 2011, P 6.

² Idem, P 10.

³ LEVEQUE Christian & SCIAMA Yves, « Développement durable avenir incertain », Édition DUNOD, Paris, 2005, P 95.

⁴ Idem.

Après deux siècles de croissance exceptionnelle et d'amélioration spectaculaire des conditions de vie, le bilan environnemental est accablant : la concentration de l'atmosphère en dioxyde de carbone (CO₂) a progressé de 30% à 60%, des écosystèmes sont dégradés ou utilisés de manière non durable, la moitié des fleuves mondiaux sont pollués... Ce constat pose deux types de préoccupations : celle de la fixation des objectifs environnementaux à atteindre collectivement et celle des moyens à mobiliser pour y parvenir¹.

1.2 L'eau face au défi du développement durable :

Au milieu du XX^e siècle, le « développement durable » ne faisait pas partie du vocabulaire. Aujourd'hui, on estime que 20% de la population mondiale utilise 80% des ressources naturelles². Depuis une trentaine d'années, notre société a pris conscience de la nécessité de privilégier le développement durable : mieux prendre en compte l'avenir des générations futures, partager les fruits de la Terre, remettre l'Homme, tous les hommes, au centre des décisions. L'Homme dans sa relation au travail, à la nature, à l'environnement, à l'économie.

Les principes du développement durable s'appliquent dans des domaines aussi différents que ceux du : social, de l'économique et de l'environnemental, qui à leur tour, recouvrent de nombreux secteurs (les entreprises, les transports, la qualité de l'air, les forêts, l'agriculture, la mobilité, l'éducation, le commerce, l'eau et l'énergie...). Le développement durable est un concept global qui nécessite, dans son optique, de faire sauter les anciennes cloisons entre ses disciplines : c'est le **principe d'intégration horizontale** ou de « transversalité ». Si des changements doivent être amorcés, il est nécessaire que chacun y mette du sien.

1.2.1 Le Développement Durable: Définitions et objectifs

Se développer, c'est grandir, augmenter ses connaissances et ses capacités, s'épanouir. Pour un pays, se développer, c'est créer de l'emploi et de la richesse. Mais un développement risque d'épuiser les ressources de la planète, de polluer notre environnement de façon irréversible, de creuser les inégalités entre le Nord et le Sud. Un tel développement n'est pas durable.

¹ MAILHES Laetitia, « *Penser l'économie verte : les problèmes d'environnement quels places pour l'économiste?* », In l'économie verte, Les cahiers Français N° 355, Édition la documentation Française, Mars-Avril 2010, P 3.

² COSTERMANS Dominique « Le développement durable expliqué aux enfants », Édition Luc Pire, France, 2003, P 2.

Le développement durable est un développement qui serait supportable pour notre planète et ses habitants, auquel tout le monde participerait de façon équitable, et qui profiterait à tous. « ***La Terre ne nous appartient pas, nous l'empruntons à nos enfants.*** » Au-delà de cette maxime qui exprime de manière forte et parlante le principe du développement durable, ce concept n'est pourtant pas facile à expliquer, et semble compliqué à mettre en place. C'est qu'il allie une réflexion qui engage à la **fois l'économie, l'environnement et l'humain**, des actions à l'échelle locale mais qui ont une incidence globale, et des gestes posés aujourd'hui qui porteront leurs fruits demain¹.

L'expression « *sustainable development* », traduite de l'anglais par « **développement durable** », apparaît pour la première fois en 1980 dans la *Stratégie mondiale de la conservation*, une publication de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Quelques années plus tard, elle se répandra dans la foulée de la publication, en 1987, du rapport de la *Commission mondiale sur l'environnement et le développement, Notre avenir à tous* (aussi appelé **rapport Brundtland**, du nom de la présidente de la commission, M^{me} Gro Harlem Brundtland)². C'est de ce rapport qu'est extraite la définition reconnue aujourd'hui : « **Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs** ». Il comprend deux concepts :

- *le concept de **besoins**, en particulier les besoins essentiels des personnes démunies qui devraient avoir priorité absolue;*
- *l'idée de **limites**, imposées par l'état de la technologie et l'organisation sociale, à la capacité de l'environnement de répondre aux besoins présents et à venir. »*

Toutes les définitions du développement durable ont un point commun : le monde doit être considéré comme un système; un système **spatial et temporel**³. Lorsque vous pensez au monde comme à **un système spatial**, il devient plus facile de comprendre que la pollution atmosphérique de l'Amérique du Nord a des incidences sur la qualité de l'air respiré en Asie, et que les pesticides répandus en Argentine pourraient nuire aux populations de poissons au large des côtes de l'Australie.

¹ COSTERMANS Dominique « Le développement durable expliqué aux enfants », Édition Luc Pire, France, 2003, P 3.

² <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/developpement/definition.htm>. Consulté le: 29/08/2014.

³ http://www.iisd.org/sd/default_fr.aspx. Consulté le: 29/08/2014.

Lorsque vous pensez au monde comme à **un système temporel**, vous commencez à réaliser que les décisions prises par nos grands-parents quant à la façon d'exploiter les sols continuent à avoir des répercussions sur les pratiques agricoles contemporaines, et que les politiques économiques que nous faisons nôtres aujourd'hui auront des incidences sur la pauvreté urbaine quand nos enfants seront devenus adultes.

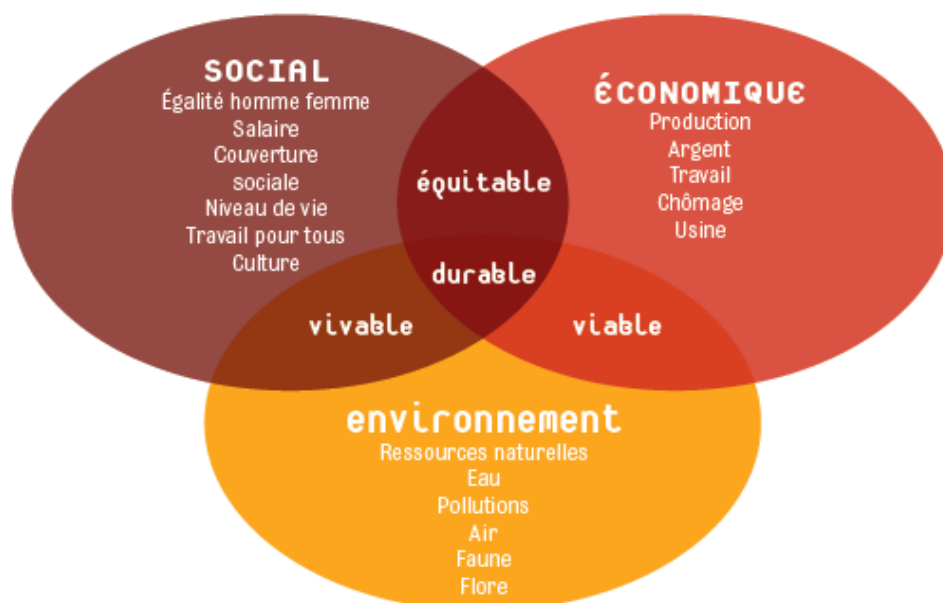
Le concept de développement durable est ancré dans ce genre de visualisation sous forme de système. Cela nous aide à nous comprendre mais aussi à comprendre le monde. Nous sommes confrontés à des problèmes complexes et graves et nous ne pouvons pas les aborder de la façon dont nous les avons créés. Cependant, nous pouvons les aborder.

Repenser les rapports qu'entretiennent les êtres humains entre eux et avec la nature est une aspiration que partage un nombre grandissant de femmes et d'hommes. Ils posent un regard critique sur un mode de développement qui, trop souvent, porte atteinte à l'environnement et relègue la majorité de l'humanité dans la pauvreté. Le développement durable est issu de cette idée que tout ne peut pas continuer comme avant, qu'il faut remédier aux insuffisances d'un modèle de développement axé sur la seule croissance économique en reconsidérant nos façons de faire compte tenu de nouvelles priorités. Il faut donc :

- **Maintenir l'intégrité de l'environnement** pour assurer la santé et la sécurité des communautés humaines et préserver les écosystèmes qui entretiennent la vie;
- **Assurer l'équité sociale** pour permettre le plein épanouissement de toutes les femmes et de tous les hommes, l'essor des communautés et le respect de la diversité;
- **Viser l'efficience économique** pour créer une économie innovante et prospère, écologiquement et socialement responsable.

Pour résumer, ses trois concepts peuvent être schématisés comme suite :

Figure III.5 : Diagramme définissant le concept du développement durable.



(Source : COSTERMANS Dominique 2003).

La question des dégâts environnementaux liés à l'activité humaine mobilise depuis plusieurs décennies déjà différentes catégories d'acteurs, issus du monde politique, de la communauté scientifique, ou plus généralement de la société civile. Personnalités politiques, militants écologistes, climatologues et biologistes ont réussi à alerter suffisamment d'opinion publique sur les dangers potentiels du réchauffement climatique et de la perte de la biodiversité, pour que le « développement durables » soit perçu comme l'un des plus grands enjeux du XXI^e siècle¹.

Les sciences économiques offrent des outils analytiques pertinents pour comprendre les problèmes d'environnement actuels et y remédier ; leur portée est toutefois réduite par les incertitudes qui entourent les conséquences des dégradations environnementales et par les considérations éthiques qui sous-tendent leur mise en œuvre.

1.2.2 Quelques indicateurs du développement durable :

Face aux interrogations sur les voies du développement durable (économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable), le besoin d'une stratégie et d'un arsenal statistique appropriés se fait sentir. De nombreux pays et organisations internationales ont privilégié une approche

¹ MAILHES Laetitia, « Penser l'économie verte : les problèmes d'environnement quels places pour l'économiste? », In l'économie verte, Les cahiers Français N° 355, Édition la documentation Française, Mars-Avril 2010, P 3.

pragmatique fondée sur un corpus d'indicateurs statistiques, censés refléter les diverses dimensions du développement durable. Les indicateurs composites, obtenus par agrégation d'indicateurs élémentaires hétérogènes, s'efforcent d'en donner une vision synthétique au moyen d'un indicateur unique, mais posent le problème de l'importance relative des différentes dimensions. S'inscrivant au contraire dans un cadre de valorisation unifiée, des indicateurs globaux de développement durable ont vu le jour.

L'indice de performance environnementale (Environmental Performance Index - EPI) et l'indice de durabilité environnementale (« Environmental Sustainability Index » - ESI), développés par les universités de Yale et de Columbia, fait partie des indicateurs composites. L'EPI cherche à évaluer l'efficacité des politiques environnementales d'un pays à un moment donné en regard d'objectifs nationaux, internationaux ou établis par des experts. Il est basé sur une liste de 16 indicateurs (*Mortalité infantile, pollution de l'air-habitat, eau potable, système sanitaire, particules urbaines, ozone régional, charge azote, consommation d'eau, protection de la nature, protection d'une zone écologique, taux de coupe de bois, subventions agricoles, surpêche, efficacité énergétique, énergies renouvelables, rapport CO2/PNB*), reliés à chacune des six politiques publiques relatives aux thèmes suivants : qualité de l'air, **ressources en eau**, ressources naturelles, **énergies renouvelables**, biodiversité, santé et **environnement**¹. Pour rendre les 16 indicateurs comparables, chacun est converti en une valeur relative à la cible, avec une échelle comprise entre 0 et 100. L'EPI permet donc d'avoir une idée générale quant aux pertinences des politiques environnementales conduites. Agrégés avec un système de pondérations, le résultat final étant une note sur 100.

L'indice de durabilité environnementale (ESI) correspond plutôt à un baromètre de la trajectoire à long terme d'un pays en matière d'environnement. Construit autour du concept de « durabilité », il traduit le passé, présent et futur environnementaux d'un pays². Il intègre des valeurs relatives aux ressources naturelles, au contrôle des pollutions et au degré de dégradation de l'écosystème. Il rend également compte des politiques environnementales en cours et des capacités d'une société à enrayer les tendances négatives. L'ESI est calculé à partir d'une liste

¹ BOVAR Odile, DEMOTES-MAINARD Magali, DORMOY Cécile, GASNIER Laurent, MARCUS Vincent, PANIER Isabelle, TREGOUËT Bruno, « *Les indicateurs de développement durable* », Dossier in l'économie française, édition 2008, P 64.

² Idem, P 65.

de 76 variables de base intégrées à 21 indicateurs intermédiaires. Les 21 indicateurs pris en compte sont notamment la qualité de l'air et de l'**eau**, la biodiversité, l'artificialisation du territoire, les contraintes sur les écosystèmes, les déchets, la gestion des ressources naturelles, **la politique de l'environnement**, etc.

La stratégie de l'Union européenne, révisée en 2006 met en exergue une sélection de **11 indicateurs « clés » de développement durable**¹, présentés ci-dessous :

1. Taux de croissance du PIB par habitant.
2. Émissions totales de gaz à effet de serre.
3. Part des énergies renouvelables dans la consommation intérieure brute d'énergie.
4. Consommation d'énergie des transports et PIB.
5. Productivité des ressources.
6. Indice d'abondance des populations d'oiseaux communs.
7. Prises de poissons en dehors des limites biologiques de sécurité.
8. Espérance de vie en bonne santé.
9. Taux de risque de pauvreté après transferts sociaux.
10. Taux d'emploi des travailleurs âgés (55-64 ans).
11. Aide publique au développement.

La consommation et les modèles de production non durables dégradent les écosystèmes, et réduisent leur capacité à fournir des biens et services essentiels aux êtres humains. Pour retourner cette tendance et atteindre l'objectif de gestion durable, il faudrait avoir recours à une **approche intégrée de la gestion de l'eau**, des terres et des écosystèmes, qui tienne compte des besoins socioéconomiques et environnementaux. Il sera essentiel d'encourager une gestion environnementale participative, pour assurer des débits réservés minimums dans les écosystèmes pour leur conservation et leur protection, et une utilisation durable des ressources en eau.

¹ BOVAR Odile, DEMOTES-MAINARD Magali, DORMOY Cécile, GASNIER Laurent, MARCUS Vincent, PANIER Isabelle, TREGOUËT Bruno, 2008, Op. Cité, P 54.

Beaucoup d'actions sont entreprises pour protéger et conserver les ressources en eau, et beaucoup de pays développent une gestion environnementale participative et des activités de réduction de la pollution. Mais il faut faire davantage : établir les débits réservés nécessaires pour l'environnement, juguler la pollution de l'eau, mettre en œuvre une approche systémique de la gestion de l'eau, et une gestion intégrée des terres, de l'eau et des écosystèmes (y compris la biodiversité). De profondes réformes sont nécessaires pour équilibrer la répartition de l'eau entre les besoins humains et les besoins des écosystèmes.

2. Gestion de la demande: Produire, consommer et vivre autrement :

Protéger et préserver l'environnement passe par l'économie et la rationalité d'utilisation des ressources. Économiser l'eau et limiter son gaspillage passe par des pratiques et approches différentes de celles en termes de l'offre (c'est-à-dire produire de l'eau coûte que coûte afin de satisfaire la demande). Cette bonne pratique permet de différer sa mobilisation, sa production ou encore son traitement, mais encore cela permettra de limiter la consommation d'énergie nécessaire à la gestion du secteur de l'eau, celui-ci comprenant : le « **grand** » *cycle de l'eau* (gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle des bassins versants) et le « **petit** » *cycle de l'eau* (accès à l'eau potable et à l'assainissement).

Alors que les grands ouvrages hydraulique ont été fortement décriés depuis des années, notamment pour des motifs environnementaux, ce type de solutions reste prônée dans le discours des représentants du secteur privé, mais aussi plus généralement des membres de la communauté internationale de l'eau. Sans doute l'urgence dans laquelle se trouve aujourd'hui une partie du monde justifie-t-elle d'examiner des solutions susceptibles d'augmenter dans des proportions colossales l'offre d'eau dans des zones où le besoin se fait croissant. Elles n'en suscitent pas moins des interrogations légitimes. Comme le souligne à juste titre Loïc Fauchon, Président du Conseil mondial de l'eau, la nouvelle politique de l'offre est « *politiquement populaire, mais écologiquement discutable* »¹. De même, l'emballlement général pour la production d'eaux non conventionnelles doit être modéré. En tout état de cause, ces solutions, réservées aux pays les plus riches, ne sauraient remplacer à long terme une réflexion sur les usages de l'eau.

La gestion durable de l'eau remet en cause nos modes de consommations, quelle que soit le secteur concerné, et met l'accent sur une approche en terme de l'offre axées sur une gestion intégrée des ressources et à l'association des énergies renouvelables nécessaires au secteur de l'eau (pour sa production, son pompage, son traitement, son transfert,...).

Pour les pays pauvres, comme pour les riches, il est probable que l'économie de la ressource en eau est encore le meilleur gisement car les pertes dans les canalisations dépassent plus de 50% dans certains réseaux (5 à 10 % en France, 25% en Grande-Bretagne). L'état de délabrement de certaines conduites est largement mis en cause pour expliquer ces pertes. La mise en place de capteurs pour déceler les fuites est certainement souhaitable et beaucoup moins coûteuse. De plus, il s'agit d'une solution de rechange moins agressive pour l'environnement, tout comme l'augmentation

¹ GALLAND Franck, « L'eau. Géopolitique, enjeux, stratégies », CNRS Éditions, 2008, P 3.

de l'efficacité de l'utilisation de l'eau ou encore le recyclage des eaux usées par filtration et désinfection.

Cependant, économiser l'eau commence à rentrer dans les mœurs : lorsque Barcelone a instauré un tarif progressif pénalisant les gros consommateurs d'eau, la consommation a baissé de 6%, s'établissant à 120 l/j/habitant, contre une moyenne de 171 dans l'ensemble de l'Espagne. Le retraitement des eaux usées offre aussi de bonnes perspectives, comme en Egypte ou en Israël où 90% des effluents sont rejetés non traités. L'irrigation raisonnée au « goutte à goutte » avec une distribution de l'eau à proximité immédiate des racines, déjà pratiquée en Israël, aux Etats-Unis, en Afrique du Sud, etc., permet d'économiser jusqu'à 50% de la ressource.

Enfin, préserver la ressource souterraine est une autre alternative soit en ne l'utilisant pas pour l'agriculture en plein désert (Libye, Jordanie), soit en la préservant des pollutions consécutives au lessivage des phytosanitaires ou engrais chimiques épandus sur les cultures, ou autres produits toxiques (arsenic, ammonium, etc.).

Partant du constat que la croissance de l'offre, ayant constitué la réponse traditionnelle à l'augmentation de la demande, avait atteint (ou allait atteindre) ses limites et se heurtait à des obstacles à la fois sociaux, économiques ou écologiques croissants dans presque tous les pays riverains de la Méditerranée, une approche en terme de demande semblait s'imposer. La Commission Méditerranéenne de Développement Durable avait en effet conclu, dès 1997, que la GDE constituait « la voie permettant les progrès les plus significatifs des politiques de l'eau en Méditerranée », ce compte tenu des gains d'efficience possibles¹.

En Algérie, nous le verrons plus loin dans ce travail, les stratégies nationales ont longtemps privilégié des politiques de l'offre en multipliant les ouvrages de retenue et les forages. De nombreux barrages en Algérie vont cependant perdre l'essentiel de leur capacité du fait de l'envasement et seuls quelques pays du bassin Méditerranéen ont encore un potentiel à exploiter sur le long terme. Les nappes aquifères, dont beaucoup sont constituées d'eaux fossiles non renouvelables, sont surexploitées ou irréversiblement dégradées par des intrusions salines. Les réseaux hydrologiques se détériorent du fait de la surexploitation des bassins versants et de la disparition des zones humides. La gestion des ressources des eaux transfrontalières est une source potentielle de conflits.

¹ « La Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable relatif à la gestion intégrée des ressources et demandes en eau », Plan Bleu PNUE, Décembre 2007.

L'Algérie est aussi caractérisée par un profond déséquilibre entre les besoins en eau potable et les disponibilités, elle se trouve ainsi face à une situation critique accentuée par différents facteurs dont : l'aridité du climat, la forte croissance démographique, les changements climatiques, la pollution, les besoins croissants et l'augmentation des coûts de l'énergie. L'analyse des données démographiques, rapportées dans la littérature, révèle que l'Algérie occupe la troisième place sur le continent Africain, la septième position par rapport aux pays arabes et les trente quatrième rangs dans le monde. Ce qui traduit l'importance des besoins en eau de consommation¹.

Néanmoins, l'Algérie ne reste pas un cas isolé par rapport à sa problématique de l'eau. Nombreux sont les pays qui se trouvent défavorisés vis-à-vis de cette ressource. Le mal est commun, d'ailleurs plusieurs questions sont soulevées simultanément par ces pays notamment : la question de l'accès à l'eau potable pour les populations, le recyclage des eaux usées, le prix de l'eau pour un usage optimal, l'importance de la maîtrise des techniques et technologies, et de la recherche et développement, l'importance du développement des institutions pour une industrie efficiente de l'eau, la question des ressources humaines ainsi que la mise en place de systèmes d'informations efficaces de l'eau. Cela dit, chaque pays réagit différemment au problème. Selon leurs politiques, leurs expériences, leurs technologies ou les niveaux de sophistications, les pays d'une même région peuvent répondre chacun à sa manière à une même question centrale ; la question de l'eau.

Le contrôle de la ressource est devenu un enjeu stratégique majeur pour tous, et cela passe d'abord par une maîtrise de la demande en eau. La « **Demande** » représente la quantité d'eau à mobiliser au niveau de la ressource pour faire face aux « **Besoins quantitatifs** »². Mais entre « Demande » et « Besoins » s'intercalent les pertes de transfert et le gaspillage éventuel pour couvrir le besoin.

Il est à souligner que la demande en eau n'est pas une variable exogène, **elle dépend de la situation socioéconomique** car il existe une relation étroite entre la demande et le mode de vie (comme l'on démontré plusieurs études comparatives)³. Par contre, **l'élasticité de la demande au prix de l'eau** ne se traduit dans les faits que si le prix est connu de l'utilisateur et qu'il pèse suffisamment sur son budget⁴.

Établi par l'IWMI (International Water Management Institut), le modèle prévisionnel pour l'évaluation de l'offre et de la demande en eau, connu à l'échelle internationale sous l'appellation de

¹ SECKLER D. , « Revealing the face or water scarcity», International water management institute, Sri Lanka, 2003.

² VALIRON François, 1994, Op. Cité, P 47.

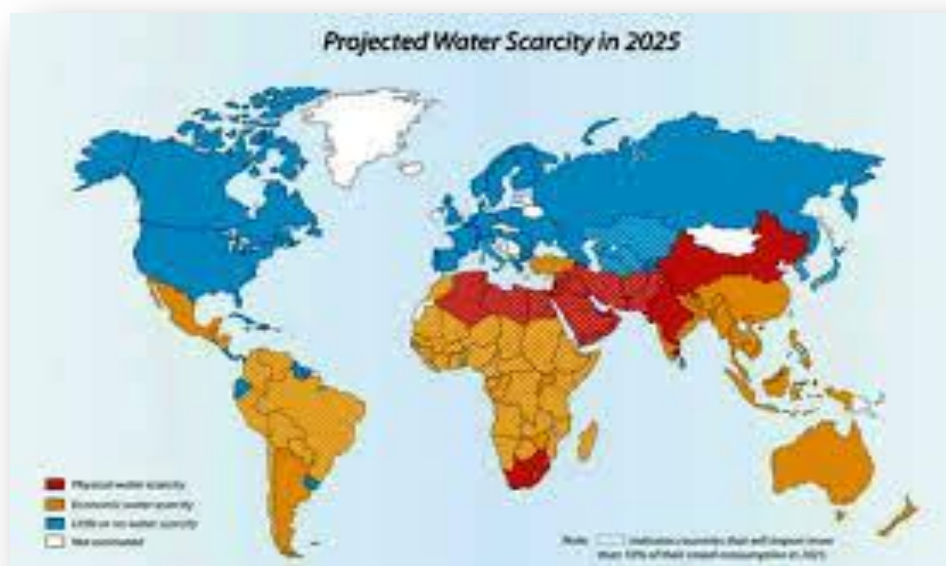
³ Idem, P 50.

⁴ Idem.

« IWMI Water Scarcity Studio », prévoit, d'après une étude sur la pénurie d'eau dans le monde, le devenir de l'offre et de la demande de l'eau dans 118 pays¹.

Les pays sont classés en fonction de la pénurie d'eau prédite en intégrant deux facteurs: d'une part, le pourcentage d'accroissement des prélèvements d'eau entre 1990 et 2025 et d'autre part, la projection des prélèvements d'eau exprimés en pourcentage des prélèvements annuels².

Figure III.6 : La prévision de la pénurie en eau dans le monde en l'an 2025³.



La carte révèle des zones très critiques (en rouge), des régions qui seront affectées plus que d'autres par la pénurie. Les pays de ces régions, comme l'Algérie, devront, d'après cette même étude, prévoir d'importer à l'avenir plus de 10% de leurs besoins en eau pour combler leur déficit.

Les nouvelles technologies relatives à la planification, l'organisation et la mobilisation des ressources en eau (approche en termes d'offre) concernant par exemple, le dessalement d'eau de mer, l'épuration des eaux usées, le stockage de quantités hallucinantes d'eau via les grands barrages,... sont des axes directeurs dans la recherche de maximisation de la dotation en eau potable. Hors, cette approche ne suffit plus. La conservation de la ressource et son utilisation

¹ A. OULARBI, D. AOUCHER, « Réflexion sur la problématique de la dotation unitaire en eau potable appliquée en Algérie », in Colloque international sur la gestion des ressources en eau, Tipaza, Algérie, 27&28 Janvier 2009, P 282.

² HIAB M., « Impact socio économique de l'alimentation discontinue irrationnelle de la ville algérienne (ville test Tlemcen) », in Séminaire national Bechar, Algérie, 2003.

³https://www.google.dz/search?q=IWMI+Water+Scarcity+Studio&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=GIT6U630AcbWaKj2ggqN&ved=0CAYQ_AUoAQ&biw=1280&bih=677#facrc=_&imgdii=_&imgsrc=9RyNaeLYa_3wUM%253A%3BKb2WywsTnR0oem%3Bhttp%253A%252F%252F2.bp.blogspot.com%252F_Tt4-_9A8f3Q%252FS5liUastGCI%252FAAAAAAAAAAHA%252FNgMLPdA21dI%252Fs400%252FIWMI%252BMap%252Bof%252BWater%252BScarcity.gif%3Bhttp%253A%252F%252Fgreentwentysomethings.blogspot.com%252F2010_03_01_archive.html%3B400%3B263. Consulté le : 25/08/2014.

rationnelle dans tous les secteurs (approche en termes de demande), la sensibilisation de l'être humain, le développement des ressources humaines, l'éducation et l'initiation au développement durable viennent pour combler le déficit. Ainsi, la nécessité de développer une approche en terme de maîtrise de la demande s'impose.

Il est clair qu'arrivé à ce stade de travail **une approche en terme d'offre** semble montrer ses limites. En effet, continuer à produire de l'eau coûte que coûte représente une solution dépourvue de bon sens compte tenu de la constante croissance de la demande en eau et des autres variables (pollution, réchauffement climatique, amélioration des niveaux de vie,...). L'approche en termes d'offre est une approche **quantitative** qui permet de mettre en valeur les ressources en eau mobilisables. Cette approche prône l'équité sociale.

Hors, **une approche en termes de demande** est, quant à elle, d'ordre **qualitatif**. Elle va de paire avec la mise en valeur de nouvelles ressources et prône une maîtrise plus stricte de la demande, car elle considère que dans un pays comme l'Algérie, la sécheresse est une donnée irrémédiable. Le prix basé sur le coût marginal permet de faire supporter toutes les charges par tous les consommateurs. Cette approche prône l'efficacité économique¹.

La gestion de la demande doit, de ce fait, s'opérer sur deux axes : une première action sur la **quantité** de la demande et une seconde action sur la **qualité** de la demande. Voyons cela plus en détails :

2.1 Réduction en quantité de la demande en eau :

L'eau est indispensable aux activités humaines. Au-delà des besoins physiologiques quotidiens et quasi incompressibles – environ 3 litres par jour pour une personne –, on distingue les usages domestiques, agricoles et industriels. Cette classification générale ne doit pas faire oublier un certain nombre d'utilisations importantes dont la caractéristique commune est d'employer l'eau comme support : la navigation et le transport par voie d'eau, la pêche, le tourisme et les loisirs ou encore la production d'énergie électrique.

L'offre est fonction de la demande. Limiter l'accroissement de cette fonction signifie « agir sur la demande pour la réduire ». La demande en eau, quant à elle, diffère d'un secteur à un autre. Ainsi la demande en industrie n'est pas la même pour l'irrigation ou l'usage domestique. Mais l'élément commun reste, sans nul doute, celui de **la technologie**. Le choix

¹ SALEM Abdel Aziz, « Les aspects institutionnels et financiers pour une nouvelle gestion de l'eau en Algérie : Analyse sur les acteurs, la demande et la tarification de l'eau », thèse de doctorat d'état en sciences économiques. 21/02/2001, P 365.

du type de technologie utilisé permet de réduire la consommation tant dans l'industrie, l'irrigation ou encore les usages domestiques.

2.1.1 Dans l'industrie :

L'histoire du développement industriel s'est construite en partenariat avec l'eau. Les usines sont souvent implantées au bord de l'eau pour diverses raisons¹ :

1. Les commodités de transport de matières premières ou de produits finis.
2. La possibilité de faire accomplir à l'eau des tâches industrielles multiples et variées.
3. Les commodités de rejets de sous-produits ou de déchets générés au cours des opérations de fabrication.

L'eau réunit un ensemble exceptionnel de propriétés physiques et chimiques : elle peut devenir solvant, fluide thermique ou simplement liquide facile à manipuler. Ces propriétés expliquent pourquoi l'eau est impliqué dans la plupart des fabrications industrielles ; elle permet de réaliser de nombreuses fonctions ou opérations comme : le lavage, le chauffage, la formulation de produits finis, la lubrification, l'évacuation des déchets, le refroidissement des installations, l'extraction ou la purification,...

Dans la plupart de ces opérations, l'eau entre en contact avec des matières minérales ou organiques. Elle les dissout partiellement ou les entraîne à l'état de suspension colloïdale. Dans les activités industrielles, les usines utilisent l'eau de manière répétée au cours des stades successifs de la chaîne de fabrication.

Les secteurs industriels sont plus ou moins de grands consommateurs d'eau : les plus demandeurs sont la métallurgie, la chimie, l'agro-alimentaire, les raffineries de pétrole, la fabrication de pâte à papier.

L'industrie est le second consommateur d'eau après l'agriculture avec **22 % des volumes d'eau prélevés dans le monde**² (source :) ce qui représente plus de 800 milliards de m³ d'eau par an. D'après l'Étude Mc KINSEY «Charting our water future» parue en novembre 2009, ce chiffre devrait passer à **1500 milliards de m³ en 2030**. Dans ce contexte, il faudra immanquablement envisager d'utiliser l'eau d'une manière plus raisonnée et efficace.

¹ « L'eau et l'industrie », Agence de l'eau Artois Picardie, Septembre 2004, P4.

² Agence Française de Développement, AFD, Mai 2014.

Des études montrent de grandes variations dans l'utilisation de l'eau par l'industrie. En effet, on trouve un rapport de 1 à 8, particulièrement dans toutes les branches industrielles. Ce qui prouve, par conséquent, la marge de progrès réalisable pour économiser l'eau¹.

Les économies d'eau permettent de réduire les dépenses d'énergie et de matières premières, de différer la mobilisation et de faire des économies en matière de dépenses pour la dépollution. Elles peuvent permettre aussi de lutter contre la pollution, sans pour autant affecter la qualité des produits.

La mise en place de technologies propres (refroidissement en circuit fermé, recyclage de l'eau, arrêt automatique des pompes, nettoyage à sec,...) dans certains secteurs à forte consommation d'eau comme les laiteries, les brasseries ou les teintureries textiles, permet de réduire la demande en eau et de limiter les coûts d'épuration².

De nombreux efforts ont été entrepris pour développer la recherche de nouvelles pratiques et des installations plus économes en eau. Par exemple, pour la production d'électricité, on peut passer du refroidissement en circuit ouvert au refroidissement atmosphérique humide (semi-ouvert) et sans doute demain pour des puissances moyennes à des aéroréfrigérants. Le gain est considérable puisqu'on divise les débits par 10 et même par 100.

Voici des exemples de diminutions de la consommation spécifique d'eau dans diverses industries suite à l'introduction de nouvelles technologies économes en eau :

Tableau III.20 : Consommation classique d'eau dans différentes industries et sa réduction.

Type d'industrie	Consommation d'eau	réduction
Textile	200 litres par kilo de tissu	60 L/Kg
Acier	100 tonnes d'eau par tonne d'acier	2,8 t/t
Pâte et papier	276 tonnes d'eau par tonne de produit en Suède en 1968	92 t/t en 1976
Sucre	54 tonnes d'eau par tonne de production	13 t/t

(Source : Documents Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d'Oran, 2014).

¹ BENBLIDIA Mohammed, « Étude sur l'économie d'eau chez le consommateur ; étude de cas : Espagne, France, Maroc, Tunisie », Institut Méditerranéen de l'Eau (IME), 2001, P 36.

² Document : Agence de l'eau Seine Normandie, France, 2009.

Les modifications de techniques de fabrications permettent pour certaines industries, grâce aux innovations technologiques, des économies substantielles en eau. Ainsi, on est passée de 100 tonnes d'eau consommée pour une tonne d'acier produite à seulement 2,8 tonnes d'eau pour la même quantité produite.

En France, les premiers résultats sont confirmés par l'enregistrement d'une baisse de 20% des prélèvements industriels¹ (hors centrales électriques) entre 1981 et 1990.

Par ailleurs, les systèmes de refroidissement par air sont généralement de gros consommateurs d'eau et d'électricité. Des refroidisseurs dits "hybrides" réunissant les caractéristiques des appareils évaporatifs à circuit fermé et des refroidisseurs secs, permettent d'importantes économies d'eau².

Grâce à l'introduction de nouvelles technologies dans l'industrie, le gain en termes de consommation de cette matière première est énorme. La réduction peut aller jusqu'à 50 fois le volume initial d'eau utilisée (cas de l'acier). Les innovations technologiques rapportées à l'eau permettent de faire baisser les coûts de fabrication dans certaines industries grâce à l'économie en eau.

2.1.2 Dans l'agriculture :

La croissance de la population mondiale présente un défi majeur pour les générations d'aujourd'hui et de demain : comment nourrir toute la population de la planète de façon durable ? L'agriculture utilise environ 70% de la consommation mondiale d'eau. Dans les pays plus pauvres, ce chiffre peut être encore plus élevé. La sécurité alimentaire passe donc par la disponibilité de l'eau nécessaire à la production agricole. De nombreux pays font face à une pénurie croissante des ressources hydriques, ce qui fait diminuer la production agricole et augmenter le coût des travaux nécessaires à l'irrigation. Pour cette raison, le recours à des méthodes permettant de consommer moins d'eau est une nécessité

La surface totale cultivée dans le monde est donc d'environ 1 500 millions d'hectares (Mha), dont 800 en pays en voie de développement et 700 en pays industrialisés³. Sur cette surface totale cultivée, environ 280 Mha sont irrigables, soit

¹ BENBLIDIA Mohammed, 2001, Op. Cité, P 17.

² BITSCH Vincent, « Les refroidisseurs "hybrides" permettent des économies d'eau », Article extrait de la revue CFP (Chaud Froid Plomberie) n° 677 le mensuel du concepteur et de l'entreprise, France, Mars 2005. P 65.

³ Rapport FAO 1998.

trois fois plus qu'il y a quarante ans¹. Cette irrigation permet d'augmenter les rendements agricoles et de diminuer l'impact des aléas ou déficiences climatiques.

Pour l'irrigation, au niveau de l'agriculture, les cultures fortement consommatrices d'eau peuvent exercer une grande pression sur les capacités en ressources hydriques. L'évolution des techniques du système traditionnel d'irrigation comme le système à la raie, aux techniques d'aspersions ou le goutte à goutte permet des choix techniques plus appropriés au niveau de l'agriculture. Le choix de techniques fortement intensives en eau dans des pays à climat aride ou semi-aride tel que les pays du Maghreb ou encore l'Algérie n'est pas judicieux.

Le procédé du « goutte-à-goutte » ou appelé aussi « la micro irrigation », mis au point par Simha BLASS et son fils² (le père avait conçu l'idée et le fils réalisa le dispositif), consiste **à distribuer l'eau par un réseau de canalisations sous faible pression, apportant l'eau à un voisinage immédiat des plantes cultivées. C'est une méthode d'irrigation adaptée aux zones arides** car elle permet des économies importantes d'eau par rapport aux méthodes d'irrigation de surface. **Elle peut être combinée avec une planification de l'irrigation** consistant à prévoir les débits, horaires et cycles d'irrigation en fonction des variations saisonnières et journalières, des conditions climatiques et du type de culture, dans le but de réduire au minimum la consommation d'eau.

Le tableau ci-dessous montre les différents rendements (rapport entre la quantité d'eau nécessaire à la culture et la quantité d'eau à fournir) en fonction du mode d'irrigation utilisé. Il permet de conclure que la micro-irrigation permet de réduire la consommation d'eau entre 20 et 40 % par rapport aux méthodes traditionnelles.

¹ GEORGES Didier et LIRRICO Xavier, « Automatique pour la gestion des ressources en eaux », Édition Lavoisier, Paris, 2002, P 17-18.

² LHOTÉ Pierre-André, « *L'eau en Israël* », Dossier de service de coopération & d'action culturelles pour la science & la technologie, Ambassade de France en Israël, Octobre 2005. P 13.

Tableau III.2 : rapport entre la quantité d'eau nécessaire à la culture et la quantité d'eau à fournir.

Technique d'Irrigation	Efficacité potentielle (%)
Inondation	40-50
Ruissellement	55-70
Arroseur rotatif	65-80
Canon d'arrosage	60-65
Goutteurs	80-95
Micro-aspiration	80-90

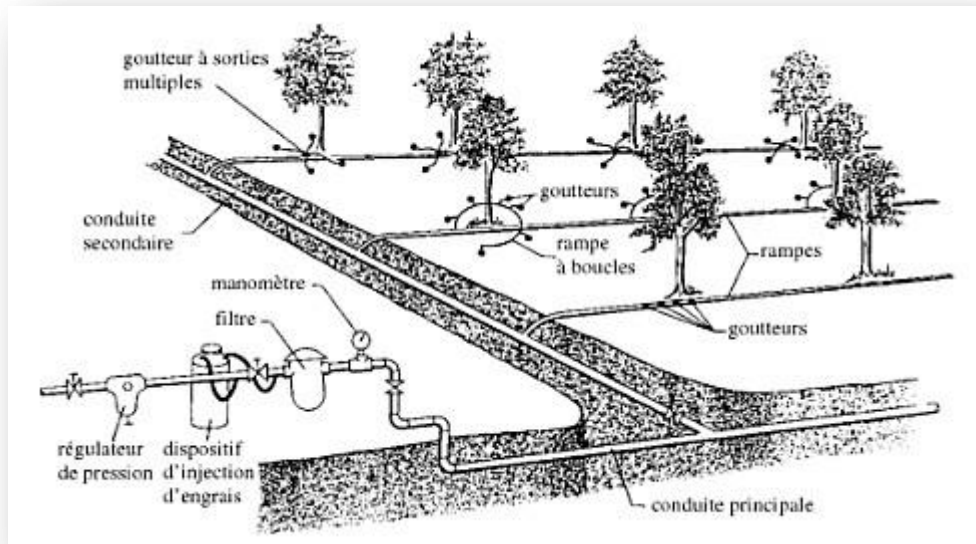
(Source : US Environmental Protection Agency, 2004)

L'irrigation au goutte-à-goutte présente de nombreux avantages par rapport aux autres méthodes¹ :

1. L'eau se déverse uniformément au pied de chaque pousse via des distributeurs branchés sur un réseau de tuyaux.
2. Des engrais peuvent être apportés à la plante en même temps que l'eau. Les engrais sont apportés directement à la racine plutôt que sur la superficie totale du champ, ce qui évite le gaspillage des ressources et la pollution par les engrais.
3. La quantité d'eau apportée peut être optimisée en fonction des différents types de sols, tout en évitant l'infiltration au-delà de la racine.
4. Les sols sableux, qui ne peuvent être arrosés par sillon ou par inondation, ne peuvent être efficacement irrigués que par le système de goutte à goutte.
5. La pousse des mauvaises herbes est réduite au minimum.
6. Le sol sec entre les rangées plantées permet aux agriculteurs et aux machines d'accéder aisément aux cultures, en toute saison.

¹ LHOTE Pierre-André, Op. Cité, 2005. P 14.

Figure III.19 : Schéma d'un système de micro-irrigation par goutteurs.



(Source : SOUTTER 2007).

Le calcul du coût de l'irrigation par le système de goutte à goutte sur une parcelle d'un hectare a été établi par Thomas ROSPARS de la Chambre d'Agriculture du Var (France). Les résultats obtenus sont les suivants¹ :

- Dans un système d'arrosage traditionnel, l'abonnement annuel (incluant le contrat, la consommation d'eau et la redevance à l'Agence de l'eau) au Canal de Provence, s'élève à **720 €/ha/an**.
- Dans le même rapport, il a été rapporté qu'en utilisant un système d'arrosage au goutte à goutte, pour la même parcelle de terrain, l'abonnement annuel (incluant le contrat, la consommation d'eau et la redevance à l'Agence de l'eau) au Canal de Provence est de seulement **580 €/ha/an**.

L'irrigation au goutte-à-goutte est donc la méthode d'irrigation la plus efficace en termes d'économie d'eau. Cette qualité est particulièrement importante dans les zones arides ou semi-arides comme c'est le cas pour l'Algérie.

D'autres moyens d'économiser l'eau existent. La pratique de **l'agriculture de conservation** prévoit un travail minimal du sol et le maintien d'une couverture végétale avec des paillis ou d'autres matières organiques conservant l'humidité. Ce

¹ Thomas ROSPARS, Chambre d'Agriculture du Var – Antenne Viticole –, France, 2008.

type d'agriculture réduit les besoins en eau de 30 %. Il réduit en outre les besoins énergétiques de l'agriculture de 70 %. Il contribuerait même à fixer 200 kilos de carbones par hectare et par an. Il est actuellement pratiqué sur 10 % des terres agricoles dans le monde, essentiellement en Amérique latine¹. La FAO a par exemple conduit un programme de cette nature au Zimbabwe dans le cadre de son intervention humanitaire. L'utilisation de la végétation arborée dans des exploitations de zones sèches doit être favorisée afin d'augmenter la production alimentaire par hectare, tout en contribuant à améliorer l'écosystème environnant : lutte contre les gaz à effets de serre et alimentation des nappes d'eau souterraines, sont attestées. Planter des arbres et des haies éviterait aux agriculteurs le ruissellement et l'érosion du sol et permettrait de retenir plus d'eau pour leurs cultures².

Enfin, Les méthodes d'irrigation employées doivent, chaque fois que cela est possible, être modifiées pour tenir compte de l'évolution des techniques et, en particulier, s'inscrire dans une logique de développement durable.

2.1.3 L'usage domestique :

Les fonctions vitales, alimentaires et sanitaires de l'eau sont primordiales. Sur les 3 600 milliards de mètres cubes utilisés chaque année dans le monde, l'eau potable représente moins de 10%, mais les exigences de qualité qu'elle impose représentent un coût économique déterminant dans la gestion de la ressource³ (environ 80%). L'eau potable nécessaire à l'alimentation doit présenter certaines qualités physico-chimiques et biologiques complexes, définies à l'échelle mondiale par l'Organisation mondiale de la santé (O.M.S). Si de telles normes sont appliquées dans les pays industrialisés, il n'en va pas de même dans la plupart des pays en développement, où le manque d'eau potable constitue aujourd'hui le problème environnemental le plus grave.

Les usages domestiques concernent l'alimentation, les diverses activités de lavage, d'évacuation des déchets, l'hygiène personnelle, l'arrosage des jardins. En fonction du niveau de vie et de la proximité de la ressource, ils sont très variables

¹ Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011, P 144.

² « Une approche de l'eau et de la sécurité alimentaire et basée sur les services écosystémiques », Programme des Nations-Unies pour l'environnement (Pnue) et l'Institut international de gestion de l'eau (Iwmi), août 2011.

³ DELÉAGE Jean-Paul, « EAU (notions de base) », *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. Consulté le : 26 août 2014. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/eau-notions-de-base/>

dans le temps et dans l'espace. Ainsi, à Paris, en moins de deux siècles, la consommation journalière moyenne est passée de 10 litres par habitant (vers 1800) à 300 litres (en 1995). À travers le monde, elle varie aujourd'hui de 5 litres à Madagascar à 500 litres aux États-Unis¹.

Les collectivités locales devraient entreprendre et développer prioritairement des actions dans le domaine de la conservation de l'eau en milieu urbain et des actions pour réduire les pertes et les fuites des réseaux municipaux. Aussi, des mesures devraient être prises pour encourager une consommation domestique économe et une meilleure conservation de la denrée.

Dans un foyer, les consommations moyennes d'eau, selon les différents usages domestiques, sont estimées à² :

- Pour la cuisson des aliments : de 3 à 10 litres.
- Pour l'utilisation de la chasse d'eau : de 10 à 12 litres.
- La douche consomme : de 60 à 80 litres.
- Un bain : de 150 à 200 litres.
- Le lave-linge : environ 90 litres.
- Le lave-vaisselle : de 25 à 60 litres.
- Le lavage d'une voiture : de 300 à 400 litres.
- L'arrosage des pelouses : de 17 à 20 litres par m².

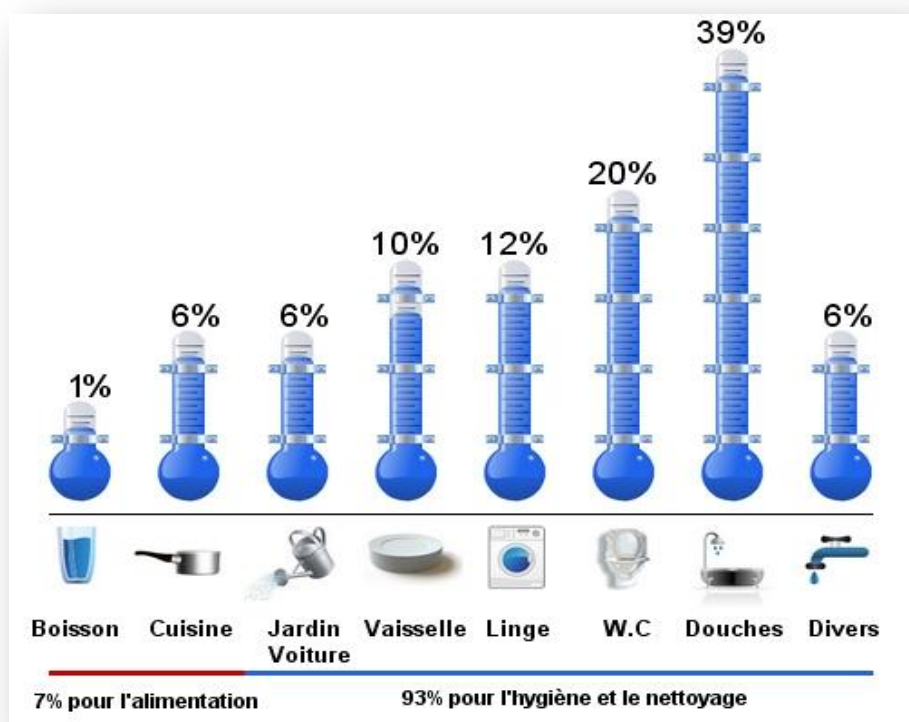
Ces chiffres se traduisent par le fait que 93% de l'eau consommée à la maison est utilisée pour l'hygiène corporelle, les sanitaires, l'entretien de l'habitat et les tâches ménagères. 7% seulement de notre consommation totale est réservée à la boisson et à la préparation d'aliments³ comme peut le démontrer la figure suivante :

¹ DELÉAGE Jean-Paul, « EAU (notions de base) », *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. Consulté le : 26 août 2014.
URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/eau-notions-de-base/>.

² <http://www.economie-d-eau.com/>. Consulté le 26/08/2014.

³ Document : Agence de l'eau Seine Normandie, France, 2009.

Figure III.8 : Répartition des consommations d'eau à la maison¹.



Une économie d'eau à domicile permet d'en rendre disponible une certaine quantité et donc de différer la mobilisation de nouvelles ressources très souvent coûteuses. Elle permet de différer non seulement des investissements pour la mobilisation de l'eau, mais aussi pour la construction de stations de traitement, de système d'adduction et de distribution d'eau potable² sans parler des effets sur l'environnement.

De nombreux moyens pour prévenir et réduire le gaspillage de l'eau dans les foyers, jardins et autres ont été développés ces toutes dernières années. On distingue divers types de matériels permettant de réaliser des économies d'eau³ :

¹https://www.google.dz/search?q=%C3%A9conomie+d%27eau+potable&tbm=isch&imgil=SguWm2mHTrn6rM%253A%253BSFvR7H6sIa7HtM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.ville.daveluyville.qc.ca%25252Fprogramme-d-economie-d-eau-potable.php&source=iu&usg=__UtCI5N-Lo_EIBZDf4EFUjnnoJsk%3D&sa=X&ei=lrb8U-PsLYuK4gTW74GQDA&ved=0CB8Q9QEwAQ&biw=1280&bih=677#facrc=_&imgdii=BNHUJVMQF8KVJM%3A%3BW2z6sajXmGWQbM%3BBNHUJVMQF8KVJM%3A&imgrc=BNHUJVMQF8KVJM%253A%3B1diSu7LJN9jDcM%3Bhttp%253A%252F%252Fcache.20minutes.fr%252Fimg%252Fphotos%252F20mn%252F2010-03%252F2010-03-28%252Farticle_Dossier-Eau-10-graph-repartition.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.tinkuy.fr%252Fconseil%252Feconomie-d-eau-faut-il-repenser-nos-installations-quelques-precautions-pour-les-astuces%3B590%3B462. Consulté le : 26/08/2014.

² BENBLIDIA Mohammed, 2001, Op. Cité, P 4.

³ Idem, P 26-27.

1- **Les équilibreurs de pression / limiteurs de débits** : ces équipements permettent de réduire le gaspillage d'eau généré par une surpression ou un débit important dans les canalisations.

2- **Les matériels économiseurs : matériels installés sur la robinetterie sanitaire** : Les «aérateurs », les robinets boutons poussoirs, robinets temporisés, mitigeurs, les douchettes économiques et les «stop douche », les systèmes de chasse 3-6 l (WC), les appareils ménagers (lave-linge, lave-vaisselle). Le développement d'une gamme de machine lave-linge économe en énergie et en eau, a permis de réduire la consommation de moitié, soit une économie de 50% (60 à 70 litres par lavage).

- Les «douchettes économiques »: montées sur un flexible de douche, elles réduisent le débit de la douche en diminuant la section du passage, leur efficacité est voisine de 50%.
- Les «stop douche » : il s'agit d'un interrupteur de débit, souvent localisé sur la pomme de douche. Très apprécié des particuliers, ils peuvent cependant provoquer le retour d'eau chaude sanitaire dans le réseau d'eau froide.
- Les «aérateurs » : ce sont des systèmes à grille que l'on place à l'extrémité du col de cygne. Ils limitent le débit d'eau en aérant le jet, ce qui évite la sensation d'insuffisance de jet et réduisent ainsi la consommation d'eau jusqu'à 50%.
- Les robinets : boutons poussoirs, robinets temporisés, mitigeurs,... Les robinets temporisés et les boutons poussoirs permettent d'éviter les pertes d'eau dues au phénomène des robinets laissés ouverts.
- Les mitigeurs : permettent d'augmenter le confort d'utilisation, en diminuant le temps de recherche de la bonne température, ce qui permet de réaliser jusqu'à 10% d'économie.

Les différentes recherches et les innovations technologiques ont permis de mettre au point divers appareils économiseurs d'eau, il faudrait encourager leurs utilisations. Des études ont montré que ces appareils diminuent la consommation

spécifique pour atteindre jusqu'à 35% d'économie en eau¹, ce qui n'est pas négligeable pour un pays comme l'Algérie qui compte aujourd'hui plus de 37 millions d'habitants.

2.2 Action sur la demande en qualité :

La pollution est une menace réelle pour l'eau. Le développement de pratiques standardisées de traitement des eaux usées et des méthodes de lutttes contre la pollution est un axe majeur à suivre. Les eaux usées, facteur de transmission de maladies à transmission hydrique, devraient bénéficier d'une réglementation et d'une standardisation des techniques utilisées pour un résultat identique. Bref, une démarche vers des normes ISO dans le traitement des eaux usées devrait être entreprise.

Aussi, pour la protection des nappes phréatiques des pollutions, l'introduction des « *clean technologies* »² (technologies propres) et des techniques culturales en agriculture existent et peuvent aider à endiguer la contamination des eaux souterraines. L'utilisation de techniques agricoles de « *low input* » (utilisation économe des produits chimiques) vise à réduire l'usage des fertilisants et pesticides et maintenir des niveaux de production à des coûts raisonnables.

Dans le secteur industriel, la réduction d'émission des produits chimiques toxiques utilisés par l'abaissement des déchets externes peuvent résulter de l'amélioration des processus technologiques de fabrication. Ainsi, les rejets effectués par les industries ne contribuent pas à polluer, ou du moins limitent les dégâts, les réserves d'eau naturelles.

Au niveau de l'usage domestique, certaines fosses septiques chargées de détergents et de produits domestiques s'infiltrent sous la terre et provoquent la pollution des nappes souterraines ou de puits se trouvant à proximité. La réduction de l'utilisation des produits ménagers ou l'utilisation des lessives ou autres détergents biodégradables réduit les risques de contamination des eaux et augmente ainsi les potentialités de réserves en eau douce.

2.3 Les mesures incitatives : le juste prix de l'eau :

C'est l'utilisation des tarifs de l'eau en tant qu'instrument de gestion de la demande en eau qui incite les consommateurs à rationaliser l'usage de l'eau et de limiter son gaspillage. La rareté relative de l'eau ne lui confère cependant pas une valeur commerciale

¹BENBLIDIA Mohammed, 2001, Op. Cité, P42.

² Étude de la Banque Mondiale sur le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres au proche orient (Jordanie, Palestine, Israël), 1997, Op. Cité, P 234.

intrinsèque ; le marché de l'eau n'est pas encore celui d'une matière première mais seulement des services liés à sa mise en disposition. Il s'agit d'une valeur d'usage¹.

L'augmentation du prix de l'eau est une composante souvent mentionnée pour expliquer la baisse relative de la consommation durant cette dernière décennie². La croissance du prix de l'eau est principalement liée à l'accroissement des redevances et à la mise en place des politiques d'assainissement des eaux résiduaires.

En Algérie, l'avènement d'une tarification tenant compte du coût du m³ d'eau s'est imposée à partir du décret n° 77-73 du 23 Avril 1977 portant création du ministère de l'hydraulique, de la mise en valeur des terres et de l'environnement, ainsi que le recours à la Banque Mondiale, ayant pour objectif notamment d'accroître les ressources hydriques du grand Alger. Cette dernière attira l'attention des pouvoirs publics sur la nécessité de mettre en place une tarification incitant les usagers à rationaliser l'allocation de cette ressource³. Les premières augmentations du prix de l'eau en Algérie ont débuté en 1985, soit deux années après la parution du code de l'eau de 1983.

Cependant, une distinction s'impose entre le coût de l'eau et son prix. Le prix est le montant que chaque usager paie pour sa consommation d'eau potable. Le coût, quant à lui, désigne les charges fixes et variables auxquelles est confronté un distributeur pour assurer l'approvisionnement en eau. Cette distinction est souvent oubliée : il est vrai qu'idéalement le prix réel de l'eau devrait correspondre à son coût⁴.

La tarification pratiquée en Algérie est répartie en tranches de consommation. Une première tranche, parfois appelée «tranche sociale», est destinée à couvrir les besoins minimaux d'une famille et est facturée au prix minimum correspondant au coût de production (6,3 DA/m³). Le prix de vente augmente ensuite très rapidement pour les tranches supérieures. Le système de tarification de l'eau en Algérie, est un système de tarification binôme, avec une partie fixe (Abonnement), et une partie variable, déterminée par le volume de la consommation trimestrielle d'eau potable. Sans oublié bien sur, les redevances (qualité de l'eau 4% du montant, économie de l'eau 4%, la gestion 3 DA pour un mètre cube d'eau consommé) et enfin la TVA d'un taux de 7%.

¹ OLIVAUX Yann, « La nature de l'eau », Collection Résurgence, Marco Pietteur Édition, Embourg, Belgique, Octobre 2007, P 112.

² BENBLIDIA Mohammed, 2001, Op., Cité, P 13.

³ AIT HABOUCHE A. & LOUKIL L., « Prix et économie de l'eau : la tarification de l'eau en Algérie est-elle rationnelle ? », in Série MAGHTECH Eau et technologie au Maghreb, PUBLISUD, France, 2001, P 180.

⁴ BOUKHARI S., DJEBBAR Y., ABIDA H., «Juste prix de l'eau potable pour une gestion durable des ressources en eau en Algérie », in Colloque international sur la gestion des ressources en eau, Tipaza, Algérie, 27&28 Janvier 2009, P 68.

Tableau III.3 : Barème actuel de tarification de l'eau potable pour les différentes catégories d'utilisateurs et tranches de consommation trimestrielle¹ en Algérie.

Catégories d'utilisateurs		Tranches de consommation trimestrielle	Tarifs applicables
Catégorie I : Les ménages	1 ^{ère} tranche	Jusqu'à 25 m ³ /trim.	6,30
	2 ^{ème} tranche	de 26 à 55 m ³ /trim.	20,48
	3 ^{ème} tranche	de 56 à 82 m ³ /trim.	34,65
	4 ^{ème} tranche	Supérieur à 82 m ³ /trim.	40,95
Catégorie II et III : Administrations, artisans et services du secteur tertiaire		Uniforme	34,65
Catégorie IV : Les unités industrielles et touristiques		Uniforme	40,95

A titre d'exemple, le prix moyen d'un mètre cube d'eau pour le cas de la ville de Souk-Ahras est de 18 DA/m³ (Département de Comptabilité et Finances, unité Algérienne Des Eaux de Souk-Ahras). Sachant que le prix moyen de l'eau en France en 2006 était de 2,77 € / m³ (il est presque équivalent à 300 DA/m³), on peut constater que le prix facturé aux Algériens pour leur eau potable ne reflète pas son coût réel.

Même si culturellement l'eau est considérée en Algérie comme un don du ciel et doit à ce titre être gratuite, il faut expliquer aux abonnés que le montant qu'ils se doivent de payer correspond aux frais de sa mobilisation, de son traitement, de son transport, de sa distribution et non de son achat.

Cependant, la facturation doit comprendre un aspect social et permettre l'accès à l'eau pour l'économiquement faible compte tenu du droit de l'homme à boire de l'eau en qualité et en quantité suffisante, proclamé en 1977 lors de la première conférence des Nations Unies sur l'eau et la salubrité², ceci dans la limite d'un certain volume jugé nécessaire pour le maintien de l'hygiène et de la santé.

Malheureusement, le système de tarification de l'eau par rapport au volume de consommation en Algérie ne prend pas en compte le nombre de personnes par ménage et la réalité sociale. En effet, on observe fréquemment dans les quartiers populaires, plusieurs ménages partageant le même habitat (logement, haouch) et donc le même compteur d'eau. Cela les fait sortir de la tranche sociale de tarification, de sorte qu'en définitive ils paient

¹ BOUKHARI S., DJEBBAR Y., ABIDA H., 2009, Op. Cité, P68.

² BAER Anne, 1997, Op. Cité, P118.

l'eau plus chère que certains ménages aisés vivant seuls. Ce sont donc les classes riches et moyennes qui profitent réellement de ce bas tarif¹.

Pour lutter contre le gaspillage en Algérie et limiter les usages, le tarif de l'eau doit être progressif. Cela dit, la tarification de l'eau doit être fixe avec beaucoup de précautions pour éviter l'effet d'élasticité. L'influence de la tarification sur le gaspillage rencontre des limites et parfois n'est pas durable².

Du fait de l'accroissement des besoins en eau et de la limitation des ressources, il devient impératif de rationaliser son usage et d'en éviter le gaspillage, d'où la nécessité d'adopter tous les mécanismes : institutionnels, financiers, techniques et comportementaux qui agissent sur la demande.

Dans beaucoup de régions du monde, l'utilisation d'un mètre cube d'eau supplémentaire pour l'approvisionnement humain provoque plus de dégâts écologiques que de bénéfices économiques³. Il faut utiliser intelligemment chaque goutte d'eau et compléter une politique de l'offre, prédominante jusqu'à-là, par de nouvelles pratiques de gestion de la demande. Cette révolution culturelle passe par la lutte contre le gaspillage, l'utilisation de techniques innovantes, des ajustements tarifaire et sans doute une réorganisation du modèle économique à l'échelle mondiale.

L'enjeu de la gestion de la demande en eau n'est pas seulement celui d'une économie physique. Il suppose également une meilleure valorisation économique et sociale des eaux mobilisées ainsi que la prise en compte des besoins en eau des écosystèmes. Dans les pays de la rive Nord de la méditerranée, plus dotés en eau et dont la demande décroît, prévalent les aspects qualitatifs de la ressource, ainsi que l'intérêt de maintenir ou restaurer les écosystèmes, faisant du même coup baisser les coûts d'approvisionnement en eau. Pour les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée, dont l'état se resserre entre une ressource en eau limitée et des demandes fortement croissantes, l'enjeu reste encore avant tout quantitatif⁴.

La gestion de la demande en eau est une solution efficace pour faire face aux défis du secteur de l'eau potable. L'utilisation rationnelle de l'eau nécessite des efforts continus et durables. Les moyens techniques et financiers sont-ils suffisants pour réussir une stratégie de la gestion de la demande en eau ? Ces moyens sont nécessaires, certes, mais ils demeurent insuffisants. Ils doivent

¹ S. BOUKHARI, Y. DJEBBAR, H. ABIDA, 2009, Op. Cité, P67.

² BENBLIDIA Mohammed, 2001, Op. Cité, P 43.

³ DONET-GRIVET Suzanne, 2011, Op. Cité, P 218.

⁴ « Faire face aux crises et pénuries d'eau en Méditerranée », Les Notes du Plan Bleu, N°4, Octobre 2006, P4.

s'accompagner par une politique de sensibilisation continue pour que l'utilisation rationnelle de l'eau devienne un devoir collectif et la responsabilité commune. L'économie de l'eau, donc la rationalisation de son utilisation, doit devenir une véritable culture par l'introduction **de l'éducation au développement durable**. C'est ainsi que l'on assurera la pérennité de toute politique en la matière.

3. De la gestion intégrée à la gestion durable de l'eau :

Il est de notoriété internationale que la crise de l'eau est une crise de gouvernance résultant essentiellement de nos modes de gestion inadaptés et ayant en premier lieu des retombées tragiques sur la vie quotidienne des populations, surtout les plus pauvres d'entre elles, mais surtout, sur l'environnement.

L'approche de gestion intégrée des ressources en eau contribue à la gestion et à l'aménagement durable et adapté des ressources en eau, en prenant en compte les divers intérêts sociaux, économiques et environnementaux¹. Elle reconnaît les nombreux groupes d'intérêts divergents, les secteurs économiques qui utilisent et polluent l'eau, ainsi que les besoins de l'environnement.

L'approche intégrée permet de coordonner la gestion des ressources en eau pour l'ensemble des secteurs et groupes d'intérêt et à différents niveaux, du niveau local au niveau international. Elle met l'accent sur la participation des acteurs à tous les niveaux dans l'élaboration des textes juridiques, et privilégie la bonne gouvernance et les dispositions institutionnelles et réglementaires efficaces de façon à promouvoir des décisions plus équitables et viables. Un ensemble d'outils, tels que les évaluations sociales et environnementales, les instruments économiques et les systèmes d'information et de suivi soutiennent ce processus.

La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), formulée pour la première fois lors de la *Conférence Internationale sur l'Eau et le Développement* à Dublin en 1992 exige, sur le plan de la politique de l'action et de la gouvernance, de nouvelles coopérations et des adaptations institutionnelles. La GIRE doit tenir compte des intérêts de protection et d'exploitation, de toutes les contraintes existantes, ainsi que des principaux aspects politiques, juridiques, administratifs, économiques, environnementaux, sociaux et culturels. La GIRE est un processus qui offre un cadre souple à plusieurs portes d'entrée, où chaque action ajoutée est un pas de plus vers la concrétisation d'une **gestion intégrée durable**.

Au cours des dernières décennies, de nombreux pays ont mené des efforts considérables afin d'améliorer les cadres institutionnels et juridiques relatifs à la gestion de l'eau. Les lois et politiques nationales sur l'eau qui ont été adoptées récemment ont généralement pris en compte les valeurs liées à la bonne gouvernance et les principes de la GIRE, tels que la participation, les questions de genre et d'équité, les préoccupations environnementales et les évaluations économiques. À

¹ « Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin », publié par Global Water & le Réseau International des Organismes de Bassin, 2009, P10.

l'occasion du Sommet mondial sur le développement durable de 2002, de nombreux pays se sont engagés à élaborer des plans nationaux de gestion intégrée des ressources en eau et d'efficience de l'eau¹.

Au début des années 2000, plusieurs pays africains ont intégré l'approche GIRE dans leurs organisations étatiques. Par exemple, le Ghana a créé une Commission des ressources en eau dont le mandat est intersectoriel. La Loi sur l'eau du Ghana (1998), de l'Afrique du Sud (1998), et le Code de l'eau du Mali (2007), entre autres, adoptent une approche intégrée. Le Burkina Faso a réalisé un Plan GIRE en 2003 et a été imité par le Kenya, le Malawi, le Mali, le Sénégal et la Zambie en 2008. Le Bénin, le Cap Vert, l'Erythrée, le Mozambique et le Swaziland élaborent actuellement des plans similaires. L'Algérie n'est pas resté à l'écart de ces pays et à elle aussi entreprit des actions dans ce sens, nous les verrons plus en détails dans la deuxième partie de ce travail.

D'après l'enquête mondiale menée par l'UN-Water dans le cadre de la 16^{ème} session de la Commission du développement durable de 2008, 16 des 27 pays développés et 19 des 77 pays en voie de développement qui ont participé à l'enquête ont entièrement ou partiellement élaboré des plans GIRE. Le rapport conclut que des éléments indiquent que l'approche GIRE est en train d'être intégrée dans les plans et stratégies au niveau national et que des résultats concrets ont été obtenus ou le seront probablement à court terme.

3.1 La gestion intégrée de l'eau :

Le critère de la progressivité des adaptations est très important, et la participation des populations, décisive. Mieux vaut ne pas brûler les étapes et rechercher **la durabilité des dispositifs avec la participation des populations**. La GIRE permet aussi une association des usagers et des associations. D'abord elle offre un cadre institutionnalisé permettant de dénouer des différends pouvant dégénérer, particulièrement en cas de conflits d'usage. Ensuite, ces acteurs peuvent aussi contribuer à développer la coopération au travers des réseaux, des communautés d'intérêt, qu'ils établissent au-delà des frontières étatiques².

3.1.1 La Gestion intégrée par bassin :

La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) permet d'améliorer la connaissance du bassin ou de l'aquifère et organise l'échange d'informations. Elle

¹ « Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin », publié par Global Water & le Réseau International des Organismes de Bassin, 2009, P14.

² Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011, P 161.

permet aussi de trouver des solutions adaptées et des méthodologies qui sont susceptibles d'être profitables pour d'autres régions. Un certain nombre d'initiatives se développent pour constituer de véritables systèmes d'information qui constituent des bases d'échanges de connaissance et d'expériences. Nous en donnerons trois exemples : le Système euro-méditerranéen d'information sur les savoir-faire dans le domaine de l'eau, le Système africain d'information sur l'eau et le nouveau Centre d'Information et de Formation aux Métiers de l'Eau, ce dernier poussant la logique jusqu'à intégrer un volet formation¹.

3.1.1.1 Définition, évolution et finalité :

Une nouvelle approche a été introduite en 2000 pour remplacer la gestion par bassin classique : c'est la GIRE. L'acronyme anglais IWRM (Integrated Water Resources Management) est largement utilisé dans la littérature récente pour désigner la GIRE.

La gestion par bassin mettait l'accent sur l'approvisionnement en eau avec une tarification et sur les redevances associées aux rejets de polluants, selon le principe de « **usager-pollueurs-payeur** »². Cette approche a certes du mérite mais a surtout rencontré des limites car il existe d'autres découpages importants pour la gestion des ressources en eau que celui du seul bassin.

L'IWRM met l'accent sur la nécessité d'élaborer la gestion de l'eau sous plusieurs angles à la fois, autant en termes techniques, que sous ses diverses facettes politiques, économiques et sociales³.

Une autre approche a fait son apparition dans le débat sur l'eau depuis quelques années : c'est **l'approche écosystémique**. Elle constitue une des approches dite « holistiques » et est largement utilisée dans un contexte de gestion durable des ressources naturelles dont le respect de l'intégrité des écosystèmes est omniprésent. Cela implique une modification profonde des approches technologiques traditionnelles où l'eau était évaluée exclusivement en fonction des utilisations que l'homme pouvait en faire.

¹ Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau ». 13 décembre 2011, P 163.

² LASSERRE Frédéric & DESCROIX Luc, « Eaux et territoires, Tension, coopération et géopolitique de l'eau », 3^e édition, Collection Géographie contemporaine, Édition Presses de l'Université du Québec, 2011, P 193.

³ Idem, P 194.

La gestion intégrée par bassin correspond à la prise en compte, par les décideurs informés, de l'ensemble des usages et ressources du bassin dans une approche écosystémique¹. Elle vise à assurer la pérennité des collectivités humaines qui dépendent du bassin par le développement de relations harmonieuses entre les usagers eux-mêmes et entre l'homme et le bassin. Cette gestion nécessite la participation des usagers et doit prendre en compte des considérations politiques et juridiques.

À noter qu'un « bassin fluvial » ou « lacustre » correspond à la zone réceptrice des précipitations qui alimentent un système de cours d'eau et de fleuves s'écoulant vers la même embouchure. Dans le cas des bassins fluviaux, il s'agit généralement de la mer, mais il peut s'agir d'un plan d'eau, tel qu'un lac ou un marais. Pour un aquifère, le bassin correspond à la zone de réalimentation de la nappe².

Le Global Water Partnership (GWP) définit la gestion intégrée des ressources en eau comme³ : *« un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources connexes, en vue de maximiser, de manière équitable, le bien-être économique et social en résultant, sans pour autant compromettre la pérennité d'écosystèmes vitaux. Au niveau du bassin fluvial ou lacustre et de l'aquifère, la GIRE peut être envisagée pour atteindre ces mêmes objectifs ».*

Il n'existe pas de contradiction entre l'application de l'approche GIRE au niveau national d'une part, et au niveau du bassin d'autre part. Ces deux niveaux sont en réalité complémentaires. Un cadre national global de GIRE est en effet essentiel à la gestion des bassins aussi bien nationaux que transfrontaliers.

3.1.1.2 Géopolitique et gestion durable de l'eau :

Devenue rare, gaspillée, chère et convoitée, l'eau présente avec une acuité jamais atteinte dans l'histoire de l'humanité, un caractère géostratégique potentiellement destabilisateur.

¹LASSERRE Frédéric & DESCROIX Luc, 2011, Op. Cité, P194.

² « Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin », publié par Global Water & le Réseau International des Organismes de Bassin, 2009, P 9.

³ « Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin », publié par Global Water & le Réseau International des Organismes de Bassin, 2009, P 18.

La valeur stratégique de l'eau, c'est-à-dire la maîtrise des cours d'eau et l'accès à son potentiel hydrique renferme de toute évidence des germes de tensions et de conflits qui se superposent à des situations d'instabilités géopolitiques. L'eau ne connaît pas de frontières politiques la gestion optimale de l'eau est au niveau du bassin hydrographique, par-delà les frontières politiques si nécessaires.

L'organisation des Nations Unies recensait 300 zones dans le monde de conflits potentiels liés à l'eau en 2004 (notamment au Moyen-Orient avec le Jourdain entre d'un part Israéliens et Palestiniens et d'autre part entre Syriens, Jordaniens et Libanais. Le Nil entre Ethiopiens et Egyptiens. Le Tigre et l'Euphrate entre Turcs, Syriens et Irakiens)¹. L'Unesco a recensé 7 différends à propos de bassins transfrontaliers qui ont donné lieu à des guerres, et 507 à des actions militaires de plus ou moins de grande envergure.

Le principal défi de la politique et de la gestion de l'eau est de tourner le dos aux rivalités et conflits², pour s'orienter vers la coopération. Celle-ci est donc un élément vital de la gestion régionale de l'eau même si l'on peut, dans certains cas, préférer la solution des transferts d'eau entre bassins. Il faut considérer les questions quantitatives et qualitatives simultanément et de concert lorsqu'on réfléchit à la gestion de l'eau en coopération ou coordination avec d'autres utilisateurs et par-delà les frontières politiques.

Les chances d'éviter les conflits relatifs à l'eau, et de résoudre lorsqu'ils surgissent, seront bien meilleurs si des données comme l'hydrologie, la qualité de l'eau et ces utilisations, les dimensions sociales... sont intégrées. Ces données et leur interprétation doivent être présentées sous des formes utilisables pour la prise des décisions par les institutions des politiques.

3.1.2 Orientations et conditions pour une gestion intégrée de l'eau :

La gestion de l'eau s'inscrit dans un cadre tridimensionnel, généralement mis en place à l'échelle nationale. Ce cadre organise les trois volets suivants : **un environnement favorable, des institutions, et des mécanismes de gestion**. Cela signifie que, pour s'engager dans la gestion

¹ OLIVAUX Yann, Octobre 2007, Op. Cité, P 102.

² TIEN-DUC Nguyen, « La guerre des l'eau aura-t-elle lieu? », Édition Johanet, 2004.

intégrée par bassin, il est nécessaire au préalable de bien comprendre le cadre de gestion de l'eau, dans lequel sont prises les décisions relatives à l'eau (le cadre national de gestion de l'eau d'un pays ou le cadre international de gestion de l'eau adopté par plusieurs pays).

La volonté politique rend possible l'élaboration des politiques, des lois et des modalités de financement, ainsi que la mise en place d'institutions publiques stables dans le domaine de la gestion de l'eau¹. Elle contribue également à un meilleur fonctionnement des règles et des institutions qui régissent l'eau, même en temps de troubles sociaux et de changement de gouvernement. Compte tenu de l'importance de la volonté politique, il est impératif d'impliquer les décideurs, de leur expliquer ce que signifie la gestion intégrée des ressources en eau et pourquoi elle est importante, en vue d'obtenir leur soutien et leur engagement.

L'intégration doit être à la fois verticale (de façon à cibler différents niveaux hiérarchiques) et horizontale (de façon à cibler différents usagers de l'eau et groupes affectés)². L'un des éléments essentiels de l'intégration horizontale est de réunir les ministères responsables des activités qui ont un impact sur l'eau (ministères chargés des finances, de la planification, de l'agriculture, du transport et de l'énergie) ainsi que ceux qui ont des responsabilités sur le plan social ou environnemental (ministères de la santé et de l'environnement). Chaque bassin sera inévitablement confronté à des demandes conflictuelles en termes de consommation d'eau domestique, d'irrigation, de protection de l'environnement, d'hydroélectricité et de loisirs, ainsi qu'à certains problèmes tels que la pollution ou la modification des débits.

En résumé, les éléments qui contribuent au succès de la gestion intégrée par bassin sont les suivants³ :

1. Une haute **volonté politique** soutenue dans le temps.
2. La **connaissance** par l'utilisation optimale de toutes les sources d'information, dans un contexte d'échange et de transparence.

¹ « Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin », publié par Global Water & le Réseau International des Organismes de Bassin, 2009, P 25.

² « Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin », publié par Global Water & le Réseau International des Organismes de Bassin, 2009, P 26.

³ LASSERRE Frédéric & DESCROIX Luc, 2011, Op. Cité, P 26-27.

3. Prôner et développer *les technologies durables*.
4. Effectuer *des arrangements institutionnels*.
5. *Construire sur l'expertise existante*.
6. Faire *participer le public* par l'éducation au développement durable.
7. L'État doit développer un environnement favorable pour *une prospérité économique*.
8. Trouver *le bon moment* pour la meilleure combinaison possible de ces facteurs.

Pour veiller à la durabilité de l'eau, il faut la percevoir dans une optique holistique en équilibrant les demandes concurrentes sur les plans domestique, agricole, industriel (y compris l'énergie) et environnemental. La gestion durable de l'eau réclame un processus décisionnel systémique et intégré qui tient compte de ces quatre domaines.

3.2 La gouvernance de l'eau :

La **rareté de l'eau**, définie en **disponibilité de la ressource brute par habitant**, diffère de la **pauvreté en eau**, qui est fonction de la **capacité d'adaptation des sociétés pour mettre en valeur la ressource**. C'est la pauvreté en eau qui est d'abord responsable de l'aggravation des tensions, de la concurrence locale pour une ressource rare et partant des crispations des États incertains de parvenir à répondre aux demandes de leur population. Il est donc indispensable, face aux tensions croissantes qui pèsent sur la disponibilité d'une eau de qualité, de trouver des solutions qui augmentent la quantité disponible et préservent la qualité d'un bien public avant tout local. Ces solutions sont multiples mais impliquent toutes de repenser les modes de gouvernance, en articulant notamment les différents échelons de décision et de gestion pertinents (localités, bassin hydrographique, Etat, région) et d'opérer des choix politiques difficiles.

Quelles que soit le degré de progrès atteint ou les efforts consentis en faveur du secteur de l'eau, il n'en reste pas moins que des actions, d'envergure internationale, doivent être entreprises pour réguler les usages de cette ressource et en réduire les inégalités.

La gouvernance des ressources en eau constitue sans nul doute un enjeu politique, économique et social majeur que les gouvernements et les institutions internationales identifient comme prioritaire sur l'agenda politique du 21^{ème} siècle. Cette préoccupation est

le fruit de discussions qui ont été amorcées essentiellement dans les années 1970 à l'occasion de grandes conférences internationales¹.

Le second rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau, rendu public à l'occasion du Forum mondial de l'eau de Mexico qui s'est déroulé du 16 au 22 Mars 2006, insiste une fois encore sur ce point, pour mettre en avant la nécessité d'un travail en collaboration entre les gouvernements, les firmes privée et la société civile².

Le Programme des Nations Unies pour le Développement PNUD définit la gouvernance comme étant : *« L'exercice des pouvoirs économiques, politiques et administratifs pour gérer les affaires des pays à tous les niveaux. Elle comprend les mécanismes, procédés et institutions par lesquels les citoyens et les groupent articulent leurs intérêts, exercent leurs droits légaux, remplissent leurs obligations et gèrent leurs différences. La gouvernance est, parmi d'autres choses, participative, transparente et responsable. »*

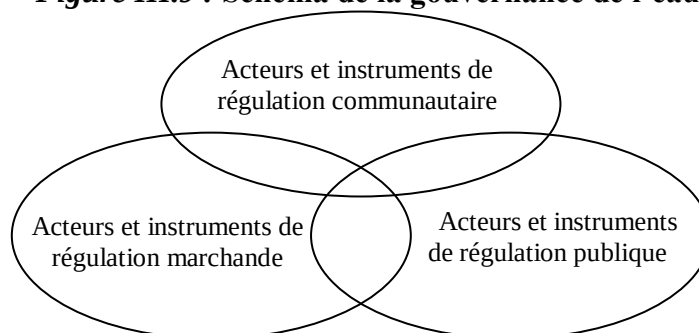
La gouvernance serait une sorte de forme hybride qui combinerait un ensemble de mécanismes aux logiques distinctes qui peuvent parfois se recouper³ comme on peut le voir dans le schéma suivant :

¹ BIED Marc & MAKKAOUI Raoudha & PETIT Olivier & REQUIER Mélanie, « La gouvernance des ressources en eau dans les pays en développement : enjeux nationaux et globaux », in Mondes en Développement N°135, 2006, P 39.

² Rapport Unesco presse, 2006.

³ BIED Marc & MAKKAOUI Raoudha & PETIT Olivier & REQUIER Mélanie, 2006, Op. Cité, P 42.

Figure III.9 : Schéma de la gouvernance de l'eau¹.



Un mode de gouvernance peut être défini « *comme résultant d'un compromis entre les acteurs et les institutions de régulation publique, marchande et communautaire* ».

Dès lors, si la gouvernance désigne une hybridation d'instruments régulés par les autorités publiques, le marché et les communautés d'utilisateurs, la légitimité de ces instruments repose sur la répartition des droits de propriété sur les ressources naturelles. D.W BROMLEY² identifie quatre régimes de propriété pour ces ressources : **le régime de propriété privée, le régime de propriété publique et le régime de propriété commune et le libre accès** :

Tableau III.4 : Les quatre régimes de propriété.

Régime de propriété	Description
Propriété privée	Les individus ont le droit d'entreprendre des usages socialement acceptés et le devoir de s'abstenir de ceux qui ne sont pas socialement acceptés. Les autres ont le devoir de s'abstenir d'empêcher les usages socialement acceptés et le droit de s'attendre à ce que seuls les usages acceptables surviennent.
Propriété Publique	Les individus ont le devoir de respecter les régimes d'usages/ d'accès déterminées par une agence de contrôle/ de gestion. Les Agences ont le droit de déterminer les règles d'accès/ d'usage.
Propriété Commune	Le groupe de gérants (les propriétaires) a le droit d'exclure les non membres et ces derniers ont le devoir de se soumettre à l'exclusion. Les individus membres du groupe de gérants ont à la fois des droits et des devoirs, en égard aux taux d'usage et à la maintenance de la chose détenue.
Libre accès	Aucun groupe défini d'utilisateur ou de « propriétaires » n'existe et les flux de bénéfices sont disponibles pour chacun. Les individus ont à la fois des privilèges et aucun droit quant au taux d'usage et quant à la maintenance de la ressource. cette ressource est appelée ressource en libre accès.

(Source : D.W BROMLEY 1991).

Contribuer à l'œuvre de codification nationale et internationale et à la mise en œuvre de lois nationales quand elles existent est un bouclier à même de préserver une ressource

¹ BIED Marc & MAKKAOU Raoudha & PETIT Olivier & REQUIER Mélanie, 2006, Op. Cité, P 44.

² BROMLEY D.W, « Environment and economy. Property Rights and public Cambridge », 1991, MA, Basic Blackwell, P250.

motrice de toute l'économie d'un pays. Les conséquences de l'absence d'une véritable législation internationale fait aujourd'hui défaut face à la notion de Marché de l'eau qui envahit les pays dans un contexte de mondialisation.

La communauté internationale a la responsabilité de faire progresser le processus d'intégration des usagers par la codification du droit international de l'eau. Et pourquoi pas commencer d'abord par une codification régionale entre les pays voisins de l'Algérie, ou encore, une coopération Méditerranéenne ?

Si les solutions pour améliorer la disponibilité de l'eau et réduire les tensions autour de la ressource, sont en premier lieu locales, d'une part, ces solutions locales sont déjà internationales lorsqu'il s'agit de gérer un bassin hydrographique transnational, d'autre part les problèmes à affronter sont complexes et peuvent bénéficier d'une formulation internationale¹. Enfin, la communauté internationale ne peut se détourner d'un problème qui met en jeu l'avenir de l'humanité et de la planète. C'est pourquoi à la mise au point de solutions locales doit répondre la mise en place d'une gouvernance mondiale efficiente, fondée sur un droit et des institutions opérationnels.

Il est donc urgent de rechercher les conditions d'une bonne gouvernance de l'eau. Le moment est venu de mettre en place un processus analogue qui permettrait d'offrir le cadre juridique international nécessaire à une gouvernance responsable de l'eau, guidée par un souci éthique, en particulier au regard des populations les plus pauvres et les plus démunies par rapport à cette ressource.

¹ Rapport d'information N° 4070 déposé *en application de l'article 145 du Règlement* par la Commission des Affaires Étrangères de France *en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « La géopolitique de l'eau »*. 13 décembre 2011, P 127.

3.3 Eau et coopération technologique :

Nous avons pu apprécier, tout au long de ce travail les apports et les avantages qui peuvent être tirés de l'utilisation des nouvelles technologies et des énergies renouvelables, tant sur le plan de l'augmentation des dotations et de la production d'eau douce que sur le plan des économies en eau ou de protection de l'environnement. Nous avons pu constater aussi que l'Algérie avait un certain déficit en matière d'expérience technologique et peinait à atteindre les objectifs qu'elle s'était fixée en dépit des efforts et investissements consentis et des technologies employées.

Aussi, il faudrait rappeler la vitesse à laquelle la recherche et le développement aboutissent à des bouleversements dans le domaine des techniques, technologies et des énergies renouvelables.

Le degré de sophistication des technologies nécessaires à la maîtrise du secteur de l'eau, et les différentes contraintes techniques que connaît le domaine de l'eau font que la coopération est un élément fondamental dans la solution aux différents problèmes que connaît l'Algérie.

La coopération technologique dans le domaine de l'eau est très spéciale. Elle se caractérise selon A. DJEFLAT¹ par les traits suivants :

- 1. Un fort degré de décentralisation :** Il faudrait faire remarquer qu'une grande partie des solutions techniques réside au niveau des collectivités locales. Grand nombre d'entre elles ont eut à gérer concrètement des programmes d'assainissement, de lagunage, de distribution,... ce qui leur a permis d'accumuler une expérience non négligeable dans le domaine.
- 2. Un système d'innovation localisé :** En plus de système d'innovation nationale, un système d'innovation locale nécessite d'être renforcé et mis en place.
- 3. Un tissu industriel à encourager :** Fait d'entreprises de sous-traitance, de boîtes d'engineering de bureaux d'études et de conseil, ce tissu serait en mesure de donner des conseils en mesure de répondre aux besoins exprimés localement.
- 4. Des infrastructures de niveau adéquat :** Incluent celles qui sont directement liées à l'eau, comme les laboratoires d'analyses et les usines de traitements, et celles qui ne le sont pas, tel que les infrastructures de communication.

¹ DJEFLAT Abdelkader, 2001, Op. Cite, P 41.

5. Le système de formation et d'éducation : Des valeurs fondamentales relatives à l'économie de l'eau devraient être développées et inclues dans les programmes de formation des institutions nationales. La formation et la promotion des ressources humaines est la condition sine qua non du succès d'un développement extensif des activités proposées dans le domaine de la production et de la gestion de l'eau.

Le manque de main-d'œuvre qualifiée peut engendrer le gaspillage des ressources, un mauvais fonctionnement des équipements et une fiabilité réduite.

Figure III.10 : Acteurs et dynamique d'une coopération dans le domaine de l'eau.

Coopération TECHN'EAU'LOGIQUE
- Fort degrés de décentralisation. - Système d'innovation localisé. - Sous-traitance. - Fort implication des collectivités locales et territoriales. - Institutions de formation et d'éducation et diplômes appropriés. - Financement. - Transversalité. - Transfert de surplus entre les pays voisins.

(Source : A. DJEFLAT 2001).

Enfin, il est important de concevoir que les technologies de l'eau soient déclarées comme « *un bien commun à l'humanité*¹ » dont l'accès devrait être facilité au maximum en dehors du jeu des restrictions, des calculs économiques et des stratégies politiques.

Les solutions durables ne peuvent prendre comme référence unique nos activités productives en perpétuelle expansion, car la soif de ces dernières est inextinguible. En revanche, l'étude et l'appréciation des fonctions environnementales et sociales de l'eau nous font comprendre qu'il s'agit de bien plus qu'un simple facteur de production : l'eau est un actif écologique et social, dont la seule référence comme valeur productive ne vaut rien si l'on ne respecte pas et si l'on ne valorise pas d'abord son rôle fondamental dans les équilibres écologiques et sociaux les plus vitaux. C'est donc littéralement à la source qu'il faut comprendre l'eau pour agir avec elle plutôt que contre elle.

¹ DJEFLAT Abdelkader, 2001, Op. Cité, P 44.

Conclusion :

La gestion de l'eau a, dans de nombreuses régions du monde, toujours constitué un problème important en raison de la variabilité et de l'incertitude naturelles du climat. Une aggravation des problèmes est probable en raison du changement climatique. Le changement climatique entraînera, dans certains bassins, une diminution des précipitations et du débit des fleuves, alors qu'il provoquera une augmentation de la fréquence et de la force des inondations dans d'autres. Ces changements seront exacerbés par d'autres variations, telles que la croissance démographique et économique, l'urbanisation et l'augmentation de la demande de produits alimentaires qui accroissent les besoins en eau et dégradent les cours d'eau et aquifères des bassins déjà confrontés à une pénurie d'eau.

Les pressions exercées sur les ressources en eau mettent en lumière l'interdépendance hydrologique, sociale, économique et écologique dans les bassins de fleuves, de lacs et des aquifères. Elle rend nécessaire une plus grande intégration en terme de développement et de gestion des ressources en eau et des sols. Il existe une relation dynamique entre les acteurs du bassin et les gouvernements centraux, qui doivent travailler main dans la main pour assurer la viabilité des décisions qu'ils prennent en vue d'atteindre les objectifs d'un développement durable.

Malgré les solutions que la gestion par l'offre propose, dès lors qu'elles peuvent être coûteuses et provoquer des dégâts environnementaux, il s'avère nécessaire de repenser la ressource pour basculer d'un modèle de l'offre à un modèle de gestion de la demande pour répondre aux défis que constituent l'eau potable, l'assainissement, l'alimentation et l'environnement.

Ces réformes de la demande prennent le double visage d'une lutte contre les gaspillages et d'une réforme des usages. Outre qu'elles sont politiquement difficiles à conduire et effectuées sous contraintes diverses, ces réformes sont susceptibles d'engendrer des bouleversements majeurs des sociétés qu'il est nécessaire de maîtriser si l'on ne souhaite pas qu'à des risques d'instabilité en succèdent d'autres. L'eau ne peut en effet être appréhendée du seul point de vue « technico-quantitatif ». La principale difficulté réside dans la rationalisation des usages agricoles, compte tenu du poids socio-économique et de la part dans la consommation d'eau. Mais, à terme, seules des politiques de cette nature pourront diminuer les tensions autour de l'eau et garantir, tant la satisfaction des besoins primaires des hommes que la stabilité.

Parvenir à un développement durable est une responsabilité collective. Toute action visant à protéger l'environnement mondial doit passer par l'adoption de pratiques améliorées de production et de consommation durables de l'eau. La **production de l'eau par l'usage de technologies plus**

propre (faisant appel aux énergies renouvelables), ainsi que d'autres **stratégies préventives** tel que la prévention de la pollution et **l'éducation au développement durable** sont des actions à entreprendre et à privilégier pour une gestion intégrée et durable de l'eau. Elles nécessitent de la part de l'état l'élaboration, le soutien et la mise en œuvre de mesures appropriées.

Pour aborder la question de la gestion de l'eau, qui présente par nature de multiples facettes, la plupart des pays introduisent désormais, au niveau national et au niveau du bassin, **une approche intégrée de la gestion des ressources en eau**. Cette approche nécessite une amélioration des dispositions institutionnelles et des pratiques de travail.

Chapitre IV :

L'hydraulique en Algérie, entre réalité et acquis

Introduction

- 1. Présentation du contexte géo-démographique de l'étude**
- 2. La genèse de l'hydraulique en Algérie**
- 3. Réalisations et performances de l'Algérie actuelle en matière de mobilisation, de production et de traitement d'eau**

Conclusion

Introduction :

L'eau constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique dans le développement des pays, sa disponibilité conditionne de manière déterminante la répartition des populations, de l'urbanisation et des activités économiques.

Son utilisation a varié dans ses formes au cours des temps en Algérie. Aujourd'hui, les concurrences s'aiguisent entre les différents utilisateurs de l'eau (villes, agriculture, industrie) et partout l'accroissement de la demande en eau et la tension se fait ressentir. Les problèmes de l'eau ne se sont imposés que durant ces dernières décennies en raison des besoins domestiques et publics, agricoles et industriels qui s'étaient accrus considérablement alors que le stock d'eau facilement relevable était gravement dénaturé par les phénomènes de rareté et de pollution. Cette raréfaction menace les ressources alimentaires. De plus, l'amplification de ce phénomène, ainsi que la concurrence et les conflits pour l'eau modifient de manière spectaculaire la valeur que nous accordons aux ressources en eau et notre façon de les utiliser, de les mobiliser et de les gérer. Il importe de trouver des moyens novateurs d'utilisation de ce bien précieux, afin de protéger les écosystèmes et d'assurer l'alimentation actuelle et future de millions d'algériens. La grande question est de savoir comment formuler, puis instituer des politiques efficaces pour faire face à cette situation, c'est-à-dire à l'excédent imminent de la demande par rapport à l'offre. Si les causes de la crise sont nombreuses, trois facteurs occupent le premier plan : « augmentation de la population, accroissement de l'activité économique et urbanisation et changement climatique ».

Les changements climatiques exercent un effet sur les ressources en eau. Avec une augmentation de la température moyenne de 1,5°C, l'évaporation augmentera de plus de 10%. Sans changement dans les précipitations, on enregistrerait une baisse du débit des rivières de plus de 10%¹.

D'un autre côté, la croissance qu'a connue le pays durant ces dernières années, a certes eu des retombées positives mais a aussi entraîné des effets négatifs sur l'environnement et particulièrement sur la ressource hydrique du fait d'une prise en charge insuffisante en matière d'environnement. En effet la pollution risque de constituer la cause essentielle de la pénurie d'eau dans un pays semi-aride comme le nôtre, d'où la nécessité d'une protection plus accrue de la ressource hydrique.

La question des choix technologiques est déterminante dans la problématique de la maîtrise de l'eau en Algérie. Partant des choix des techniques concernant l'exploration, l'exploitation, le

¹ Kamel MOSTEFA-KARA, « La menace climatique en Algérie et en Afrique : les inéluctables solutions », Édition DAHLAB, Algérie, 2008, P 196.

stockage et la distribution, aux choix juridiques et managériaux, la maîtrise de la problématique de l'eau en Algérie se traduirait par des performances mesurables.

Partant de ces agrégats ; ***quels ont les raisons du stress hydrique en Algérie ? quel sont les choix technologiques que l'Algérie a fait pour palier le manque d'eau ? Et quels chiffres atteint-elle en matière de sa politique hydrique actuelle concernant la mobilisation, la production, le transfert et le recyclage ?***

1. Présentation du contexte géo-démographique de l'étude :

Du haut de ses 2 381 741 km² et avec près de 90% de déserts, la littérature relative à l'eau révèle que l'Algérie figure parmi les pays les plus pauvres en matière hydrique. C'est même dire que le pays est en dessous du seuil théorique de rareté, fixé par la Banque mondiale à 1000 m³ par habitant et par an.

Pour assurer une sécurité d'alimentation en eau satisfaisante, il faudrait disposer d'entre 15 à 20 milliards de m³ par an et ce, en réservant 70 % à l'agriculture, alors que l'Algérie ne mobilise que 5 milliards de m³ par an¹. Les besoins en alimentation en eau potable seront multipliés par 2,5 environ en 25 ans et ils représentent 40% des ressources mobilisables vers l'an 2025. Ainsi les besoins augmenteront mais la disponibilité de l'eau fera défaut à cause de plusieurs raisons dont le réchauffement climatique.

Les ressources en eau, nous l'avons vus au premier chapitre, sont certes abondantes, mais peu renouvelables en Algérie. Les potentialités hydriques sont estimées à moins de 18 milliards m³ par an, dont 75% seulement sont renouvelables. Autrement dit, 60 % des eaux de surface et 15% des eaux souterraines. Dans le nord de l'Algérie, les ressources mobilisées totales sont destinées, à raison de 55,3% à l'irrigation (2,1 milliards de m³), 34,2% à l'adduction d'eau potable (AEP) (1,3 milliards de m³) et 10,5% à l'industrie (0,4 milliards de m³)².

Ainsi, le citoyen algérien est donc, très loin de disposer de la quantité nécessaire à ses besoins. En effet, seulement 150 litres (55 m³/an) lui sont, théoriquement, distribués par jour (alors que la dotation journalière était de 187 litres en 1966 selon MUTIN. En 1980, une étude de l'O.M.S, estimait le taux de satisfaction des besoins était à 50 %. Cette étude a révélé que le volume moyen consommé réellement par habitant était de 48 litres/habitant/jour alors que la dotation livrée en réseau était de 96 litres/jour. On mesure bien à la fois la faiblesse de la consommation et l'ampleur des pertes en réseau (50%). Il serait efficace de limiter les pertes ou le gaspillage et d'économiser l'eau que d'améliorer la ressource disponible. Il s'agit notamment des problèmes posés par les pertes dans la distribution aussi bien pour les réseaux publics dont le vieillissement implique une politique de gestion qui reste à élaborer, que pour les réseaux intérieurs des immeubles et les appareils d'utilisation.

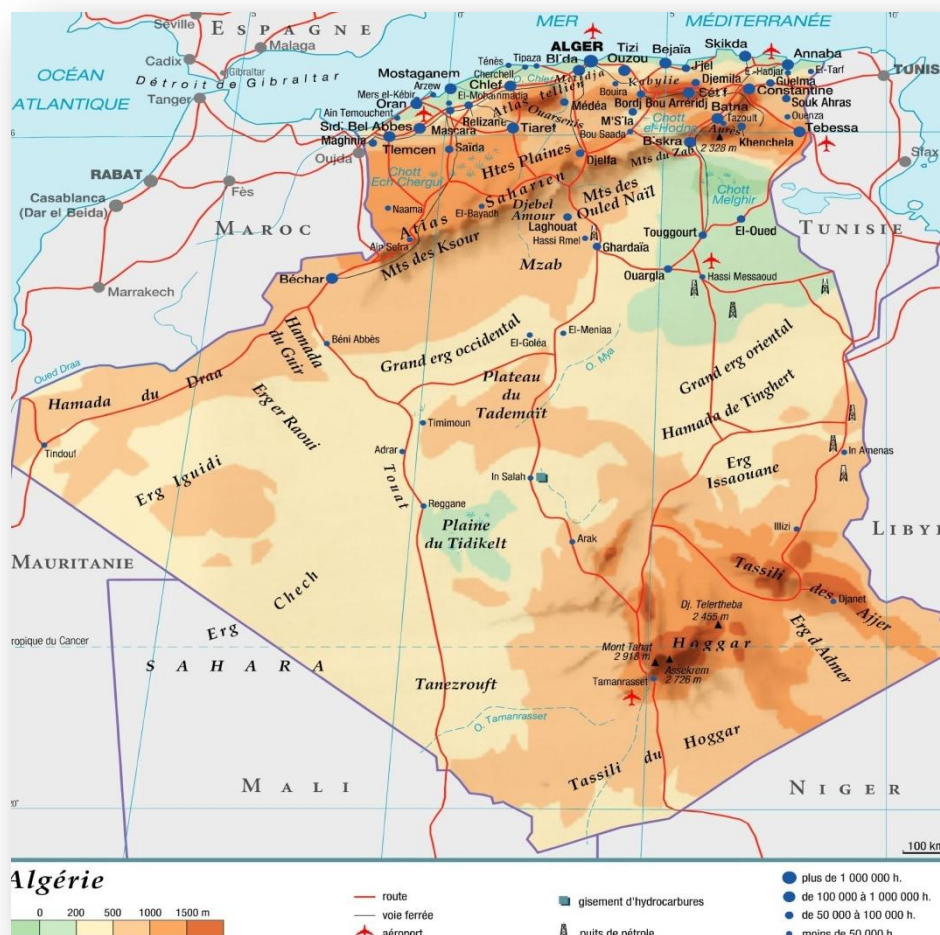
¹ Guide de l'environnement de l'Algérie, Environment Directory of Algeria, Edition Symbiose, 2001, P184

² Idem, P185

1.1 Caractéristiques naturelle de l'Algérie :

L'Algérie est limitée au Nord par la Mer Méditerranée, au Sud par le Mali et le Niger, à l'Ouest par le Maroc, le Sahara Occidental et la Mauritanie et à l'Est par la Tunisie et la Libye. L'Algérie est subdivisée en 48 Wilayas (départements). Elle est constituée d'une multitude de reliefs. Le nord est sillonné d'Ouest en Est par une double barrière montagneuse (Atlas Tellien et Saharien) avec des chaînes telles que le Dahra, l'Ouarsenis, le Hodna, les chaînes de Kabylie (le Djurdjura, les Babors et les Bibans) et des Aurès. Le sol est couvert de nombreuses forêts au centre, vastes plaines à l'Est et le Sahara qui représente à lui seul 84 % du territoire. La superficie du pays est la plus grande d'Afrique, avec 2 381 741 km² soit quatre fois la France ou 60 fois la Suisse.

Figure IV.120 : Géographique et reliefs de l'Algérie¹.



¹ <http://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/Alg%C3%A9rie/1306004>. Consulté le: 26/09/2014.

1.1.1 Le cadre géographique de l'Algérie :

D'étendue très inégale, les quatre principaux ensembles de reliefs qui composent l'Algérie se succèdent du nord au sud¹ comme suite :

- Au nord, le long de la côte méditerranéenne, s'étend l'étroite plaine du **Tell algérien**. Cette plaine discontinue et de largeur variable (80 km à 190 km) ainsi que les vallées attenantes, abritent la grande majorité des terres agricoles du pays.

- Limitant la plaine côtière au sud, on observe un vaste ensemble de plus hauts reliefs : deux importantes chaînes de montagnes orientées Est-Ouest (**l'Atlas tellien au nord, l'Atlas saharien et le massif des Aurès au sud**) encadrent une région de hauts-plateaux désertiques, dont le profil en cuvette explique la présence de nombreux lacs salés (chotts) collectant les eaux de surface (Le point le plus bas : Chott Melhir -40 m).

- Au sud de l'Atlas saharien s'étend l'immense **désert du Sahara** qui représente 80% de la superficie de l'Algérie. Le Sahara se compose pour une grande part de plateaux rocheux et de plaines caillouteuses. Deux vastes régions de sables (le Grand Erg occidental et le Grand Erg oriental) constituent les principaux ensembles de reliefs dunaires du désert saharien.

- Enfin, au sud du Sahara s'étend **le massif du Hoggar** : c'est une succession de hauts-plateaux désertiques qui s'élèvent en gradins, dominée dans sa partie centrale par d'imposants reliefs au profil dentelé, qui culminent à 2 908 m au nord de Tamanrasset (Le point le plus haut : Tahat 3 003m).

1.1.2 Le climat en Algérie :

Pays au relief contrasté et d'une vaste superficie, l'Algérie offre une grande variété de climats qui deviennent de plus en plus chauds et secs quand on s'éloigne de la mer. La pluviométrie augmente d'Ouest en Est et se concentre entre Septembre et Mai.

Située sur la rive méridionale du bassin méditerranéen, l'Algérie est caractérisée par une sécheresse d'été bien marquée et, selon les sous-régions², d'un maximum pluviométrique

¹ <http://www.el-mouradia.dz/francais/algerie/geographie/geographie.htm>. Consulté le: 26/09/2014.

² XOPLAKI E., «*Climate variability over the Mediterranean*». Thèse de Doctorat de l'Université de Berne (Suisse), 2002, P193.

d'automne ou d'hiver¹. La répartition spatiale des pluies sur cette longue bande de l'Algérie du Nord oppose un littoral oriental, relativement bien arrosé, aux plaines de l'ouest, plus sèches.

L'intérieur du pays bénéficie d'un climat continental alors que dans le Sud, le climat est désertique avec de grandes variations diurnes, une extrême sécheresse et parfois des pluies torrentielles. Les températures de la zone côtière oscillent entre 5 et 15°C en hiver et 25 à 35°C en été, alors que dans le sud la température peut atteindre 50°C².

Différentes sources de données permettent de caractériser le climat en Algérie :

- Les données de 1913 - 1938 publiées dans "*Le climat de l'Algérie*" par SELTZER (1946)³.
- Les données de 1926 - 1950 des stations sahariennes publiées dans "*Le climat du Sahara*" par DUBIEF (1950 - 1963)⁴.
- Les données de 1913 - 1961 publiées dans la notice de la carte pluviométrique de l'Algérie septentrionale, établie par CHAUMONT et PAQUIN (1971)⁵.
- La carte pluviométrique publiée (1993) par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques. Les données actuelles publiées par l'Office National de la Météorologie⁶.

L'Algérie, qui est un pays soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude, présente un climat de type méditerranéen extra tropical tempéré. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien.

1- La pluviosité. Les précipitations accusent une grande variabilité mensuelle et surtout annuelle. Cette variabilité est due à l'existence de gradients⁷:

- **Un gradient longitudinal** : la pluviosité augmente d'Ouest en Est (450 mm/an à Oran plus de 1000 mm/an à Annaba). Ce gradient est dû à deux phénomènes : à l'Ouest, la Sierra Nevada espagnole et l'Atlas marocain agissent comme écran et

¹ DOUGUÉDROIT A., « *Le climat du bassin méditerranéen* ». In : *Le climat, l'eau et les hommes*, ouvrage en l'honneur de Jean MOUNIER, Presses Universitaires de Rennes, 1997, P 251-280.

² <http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/dossiers-pays/algerie/presentation-de-l-algerie/article/geographie-et-histoire-8296>. Consulté le: 26/09/2014.

³ SELTZER P., « *Le climat de l'Algérie* ». Institut de Météorologie et de Physiques, Édition Globe, Alger, 1946, P 219.

⁴ DUBIEF J., « *Le climat du Sahara* ». *Mem. Inst. Rech. Sahar.*, Alger, 2 tomes, 1950-1963, P 314 + P 275.

⁵ CHAUMONT M. et PAQUIN C., « Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie septentrionale ». *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 1971, P 24.

⁶ AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRIQUES, « *Carte pluviométrique de l'Algérie* », 1993.

⁷ DJELLOULI Y., « *Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes* ». Thèse Doctorat en Sciences, USTHB., Alger, 1990, P 210.

éliminent ainsi l'influence atlantique, à l'Est, les fortes précipitations sont attribuées aux perturbations pluvieuses du Nord de la Tunisie.

- **Un gradient latitudinal** : les précipitations moyennes annuelles varient de 50mm dans la région du M'Zab à 1500mm à Jijel. Cette diminution du littoral vers les régions sahariennes est due à la grande distance traversée par les dépressions qui doivent affronter sur leur parcours les deux chaînes Atlassiques.
- **Un gradient altitudinal universel** qui varie en fonction de l'éloignement de la mer.

2- Les températures : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid "m" est comprise entre 0 et 9°C dans les régions littorales et entre – 2 et + 4°C dans les régions semi-arides et arides. La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud "M" varie avec la continentalité, de 28°C à 31°C sur le littoral, de 33°C à 38°C dans les Hautes Plaines steppiques et supérieure à 40°C dans les régions sahariennes.

3- Le bioclimat : En Algérie sont représentés tous les bioclimats méditerranéens depuis le per humide au Nord jusqu'au per aride au Sud pour les étages bioclimatiques, et depuis le froid jusqu'au chaud pour les variantes thermiques. La pluviosité est très inégalement répartie et les zones les plus vastes du pays sont celles qui sont les moins arrosées, comme peut le démontrer le Tableau suivant :

Tableau IV.1 : Les étages bioclimatiques en Algérie¹.

Étages bioclimatiques	Pluviosité annuelle mm	Superficie en ha	Pourcentage de la superficie totale
Per humide	1 200 à 1 800	185.275	0.08 %
Humide	900 à 1 200	773.433	0.32 %
Subhumide	800 à 900	3.401.128	1.42 %
Semi-aride	300 à 600	9.814.985	4.12 %
Aride	100 à 300	11.232.270	4.78 %
Saharien	< 100	212.766.944	89.5 %

Selon le Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité, on peut conclure qu'entre les périodes 1931-1960 et 1961-1990 : la hausse de température a été de l'ordre de 0,5°C². L'augmentation de l'évapotranspiration potentielle est une conséquence de l'augmentation de la température (l'évapotranspiration est une fonction croissante de la

¹ <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/Algeria/Algerie.htm>. Consulté le: 26/09/2014.

² « Évaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie bilans des expertises », Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité, TOME VII, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Alger, 2003, P 13.

température). Le même rapport rapporte que la pluviométrie a baissé en moyenne de 10% et par conséquent, le déficit hydrique sera plus important à l'Ouest qu'au centre et qu'à l'Est du pays.

1.2 L'évolution démographique :

La population recensée en 1998 était de 29,27 millions d'habitants. À cette date, la population rurale, pour la première fois dans l'histoire du pays, présente des effectifs inférieurs à ceux de la population urbaine avec un taux de 41,7 %, tendance confirmée par les résultats préliminaires du dernier recensement (2008) qui la situe à 34,8 %¹. Cette urbanisation est le résultat d'un fait historique, d'une croissance démographique spectaculaire et de mouvements migratoires qui ne l'étaient pas moins; notamment pendant les trois premières décennies. L'impact est doublement négatif. Outre le prélèvement de terres agricoles, l'urbanisation a un effet plus insidieux sur le secteur de l'agriculture du fait des consommations d'eau, aussi bien superficielle que souterraine. Il s'ensuit, un rabaissement des nappes et un assèchement des puits, obligeant soit à un fonçage plus profond, soit à un fonçage de nouveaux forages².

Selon les différents recensements de l'ONS³, du CNES⁴ et du SNDRD (Stratégie Nationale de Développement Rural Durable) et en données chiffrées, l'Algérie comptait en 2008, 22.410.738 habitants dans les villes pour une population totale de 34.361.756, soit un taux d'urbanisation de 65,2 %. Ce taux n'était que de 31,4 % en 1966. Ce passage est relativement récent puisque, c'est autour des années 1990 que s'est opéré ce renversement.

Sur la base de ces données chiffrées, il convient de souligner l'inconstance démographique qui a caractérisé les deux types de peuplement. De 1926 à 1954, le basculement du poids de la population rurale au profit de la population urbaine commençait déjà à se faire sentir. Il confirme, en fait, l'existence d'une évidente propension de la population rurale vers l'urbanité et également l'ancienneté du processus d'urbanisation en Algérie. Le rythme de ces transformations a pris des cadences plus rapides à partir de 1954. Ainsi, de 25 %, le taux de la population urbaine a atteint 31,4 % en 1966. En 1977, le seuil de 40 % fût atteint. Cette dynamique exponentielle fut maintenue jusqu'en 1987 date à laquelle la parité entre la population rurale et urbaine était devenue de mise (50 % environ pour chaque type de population). Elle passe à près de 60 % en 1998 et culmine à plus

¹ Statistiques ONS, 2008.

² TOUATI Bouzid, « *Les barrages et la politique hydraulique en Algérie : état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable* », Thèse de doctorat d'Etat en Aménagement du Territoire, UNIVERSITE MENTOURI – CONSTANTINE, Faculté des sciences de la terre de la géographie et de l'aménagement du territoire, Département de l'aménagement du territoire, 2010, P 90.

³ Statistiques ONS, 1926-2008.

⁴ Conseil National Économique et Social.

de 65 % en 2008. Ainsi de 1966 à 2008, la population totale du pays a été multipliée par 2,8 alors que la population urbaine s'est multipliée par 5,9.

Le dernier recensement de 2008 fait état de 34, 4 millions d'habitants, ce qui donne un taux moyen de croissance annuelle de 1,72 pourcent durant cette dernière décennie (Tableau suivant). Au 1^{er} janvier 2012 la population était de 37,1 millions d'habitants dont 38% sont d'origine rurale¹. Au 1^{er} janvier 2014, la population résidente totale en Algérie a atteint 38,7 millions d'habitants².

Tableau IV.2: Évolution des Indicateurs démographiques.

Indications	1969	1977	1987	1998	2008	2014
Population en million	13,7	16,9	23,0	29,1	34,4	38,7
Taux de croissance moyen annuel	/	3,21 %	3,06 %	2,17 %	1,72 %	/

(Source : Tableau élaboré par l'auteur selon les recensements ONS 1968-2014).

L'évolution de la population totale de l'Algérie de 2020 à 2025 a été ajustée sur une fonction³ du type:

$$Y = A (X - T)^b$$

Y: population à un horizon donné

T=1956

X= horizon considéré

A=1562,4

b=0,7832

Tableau IV.3 : Population totale projetée pour 2020 et 2025.

Indications	2014	2020	2025
Évolution de la population en Algérie	38.700.000	40.587.508	43.050.563

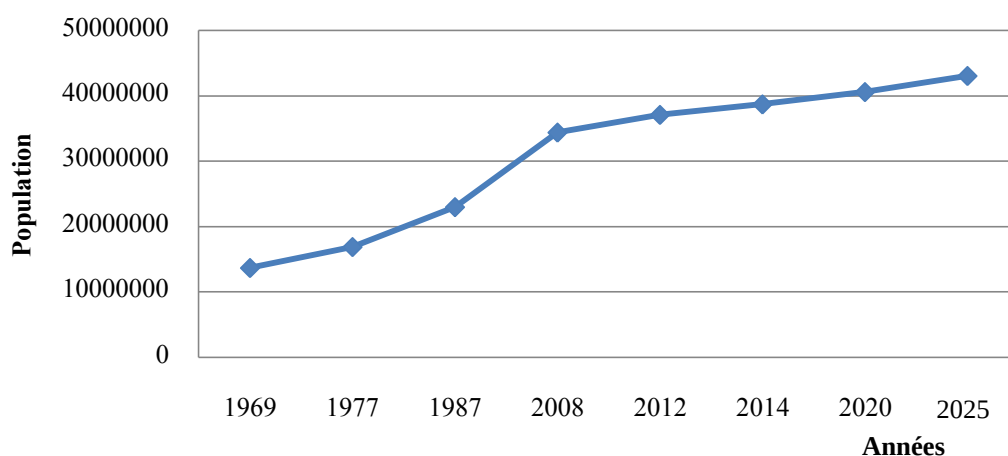
(Source : Tableau élaboré par l'auteur selon les sources de l'ONS).

¹ Office National des Statistiques(ONS), Alger, 2012.

² ONS, Alger, 2014.

³ «Gestion intégrée des ressources en eau et assainissement liquide-Tendances et alternatives-», Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise", Programme d'Actions Prioritaires Centre d'Activités Régionales, Avril 2005, P 14-15.

Figure IV.2 : Évolution démographique en Algérie et projection à l'horizon 2025.



(Source : Graphe établi par l'auteur.)

Cet ajustement donne pour l'horizon 2020, une population de 40.586 millions d'habitants ce qui est très proche de l'estimation de l'ONS à cet horizon (40.552 millions d'habitants). Ces éléments permettent de faire quelques hypothèses sur l'évolution de consommation en eau et, en prenant compte de l'urbanisation de la société algérienne, mettent un accent particulier sur les milieux urbains.

Il est important de souligner que, selon les différentes données statistiques trouvées dans la littérature, la répartition spatiale de la population en Algérie est assez déséquilibrée puisque 65% de la population sont fixés dans le Nord du pays, occupant ainsi seulement 4 % de la surface globale du territoire national, dont plus de 40% sur le littoral qui s'étend sur 45.000 km² (2 % de la superficie du pays). 26 % des algériens se localisent dans la zone des Hauts Plateaux sur 9 % du pays et seulement 10 % de la population est dispersée sur 87 % du territoire dans sa partie Sud. Ceci donne des densités de population extrêmement variable allant de 0,12 hab./km² pour Illizi à plus de 3.000 habitants au km² pour la wilaya d'Alger. Cette forte concentration sur la zone côtière, pose des problèmes spécifiques quant à la disponibilité de l'eau, son adduction, les réseaux d'assainissements et stations de traitements,...

À partir de ces données et à long terme, la demande en eau sera beaucoup plus importante, dans le Nord et les centres urbains, du fait de l'accroissement démographique important et de l'urbanisation incontrôlée résultat de deux phénomènes : l'exode rural et la poussée démographique¹. Or, les pouvoirs publics ne maîtrisent ni l'un ni l'autre.

¹ TOUATI Bouzid, 2010, Op. Cité, P 89.

1.3 La menace climatique en Algérie:

Dans le nouveau contexte de crise climatique mondiale, l'Afrique s'avère être le continent le plus menacé et le plus vulnérable. La dégradation actuelle des ressources naturelles du continent, due au réchauffement climatique, risque de devenir irréversible en l'absence d'une mobilisation à la hauteur de menace climatique à venir.

Au delà de la grande polémique sur les causes réelles des dérèglements climatiques contemporaines (DUPLESSY J.C, 2001¹; LEROUX M., 2007²; SVENSMARK H. & FRIIS-CHRISTENSEN E., 2007³), l'augmentation des températures qui est observée par une grande majorité de stations dans le monde, constitue un fait indéniable et confirme ainsi la réalité du réchauffement climatique global (J.H. CHRISTENSEN *et al*, 2007⁴). Ainsi, la décennie 2001-2010 et l'année 2010, à égalité avec 2005 et 1998, sont-elles considérées par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM, 2013) comme les plus chaudes à l'échelle mondiale depuis que l'on dispose de relevés météorologiques.

Dans les régions de l'Afrique du Nord et en Algérie, l'évolution des températures (hausse des minima et des maxima) est conforme à la situation mondiale (SEBBAR A. & *al*, 2012⁵; AMRAOUI L. & *al*, 2011⁶). Les pluies enregistrées dans cette partie du monde s'inscrivent aussi dans les évolutions générales (A. SEBBAR *et al*, 2011⁷; Z. NOUACEUR, 2010⁸). Ainsi, après deux décennies de sécheresses observées dans les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix, l'amorce

¹ DUPLESSY J.C., « État des connaissances et incertitudes sur le changement climatique induit par les activités humaines », *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, Paris, Sciences de la Terre et des planètes, vol. 333, 2001, P 765-773.

² LEROUX M., « Les échanges méridiens commandent les changements climatiques », in Séminaire de travail "Évolution du climat", Académie des sciences, Paris, 2007, P 12.

³ SVENSMARK H. & FRIIS-CHRISTENSEN E., « Reply to Lokwood and Fröhlich-The persistent role of the sun in climate forcing », Edition Danish National Space Center, Rapport Scientifique, 2007, P 2.

⁴ CHRISTENSEN JH., HEWITSON B., BUSUIJAC A., CHEN A., GAO X., HELD I., JONES R., KOLLI R.K., KWON W.T., LAPRISE R., MAGAÑA RUEDA V., MEARS L., MENÉNDEZ C.G., J. RÄISÄNEN J., RINKE A., SARR A. et WHETTON P. « Chapter 11: Regional climate projections », In : *Climate change 2007: the physical sciences basis, contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, S. SOLOMON, D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K.B. AVERYT, TIGNOR M et H.L. MILLER édit., Édit. Cambridge University Press, Cambridge/New York, 2007, P 847-940.

⁵ SEBBAR A., HSAINE M., FOUHRACH H. et BADRI W., « Étude des variations climatiques de la région centre du Maroc », In : *Les climats régionaux : observation et modélisation*, Actes du XXV^{ème} Colloque de l'Association Internationale de Climatologie (Grenoble), Édition S. BIGOT et S. ROME., 2012, P 709-714.

⁶ AMRAOUI L., ADAMA SARR M. et SOTO D., « Analyse rétrospective de l'évolution climatique récente en Afrique du Nord-Ouest », *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, vol. V, 2011, P 125-142.

⁷ SEBBAR A., BADRI W., FOUHRACH H., HSAINE M. et SALOUI A., « Étude de la variabilité du régime pluviométrique au Maroc septentrional (1935-2004) », *Sécheresse*, vol. 22, n° 3, 2011, P 139-148.

⁸ NOUACEUR Z., « Évaluation des changements climatiques au Maghreb. Étude du cas des régions du quart nord-est algérien », In : *Risques et changements climatiques*, Actes du XXIII^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie (Rennes), 2010, P 463-468.

de périodes beaucoup plus humides est notée en Algérie et dans tout le Maghreb (M. AMYAY *et al*, 2012¹).

Pour mieux saisir les risques majeurs que représente le réchauffement climatique sur l'environnement algérien, il faut signaler l'ancienne période chaude qui a conduit à la disparition progressive de l'ancienne mer Saharienne². La dégradation anthropique actuelle, du climat et des écosystèmes sahéliens, risque d'aggraver encore, la vulnérabilité des ressources naturelles de la région, à savoir : l'eau et l'énergie. Cette dégradation risque de devenir irréversible en l'absence d'une mobilisation régionale et internationale.

À l'instar des autres pays, l'Algérie est également touchée par le changement climatique. Selon l'Institut International de Développement Durable (IISD), les données climatiques relevées dans le Maghreb durant le XX^e siècle indiquent un réchauffement estimé à +1°C avec une tendance accentuée au cours des 30 dernières années³. «Ainsi, on est passé d'une sécheresse tous les dix ans au début du siècle à cinq à six années en dix ans actuellement», constate l'IISD. Des prévisions approximatives –à cause de la faiblesse des modèles de circulation générale dans la région (Algérie, Maroc, Tunisie)- font état d'une probable augmentation de la température de l'ordre de 2° à 4°C durant le XXI^e siècle dans des pays très peu émetteurs de gaz à effet de serre. «Nous ne pouvons pas dire que l'Algérie n'a pas été touchée par le changement climatique. Une étude a démontré qu'il y a des indicateurs qui montrent que nous avons été touchés», a déclaré à l'APS le chef de division veille climatique de l'Office national météorologique (ONM), BOUCHAREF Djamel.

La position géographique de l'Algérie, en zone de transition, et son climat aride et semi-aride, en fait un espace très vulnérable. Le directeur général de l'ONM, révélait en Mars 2009, que les températures avaient augmenté depuis 1990 et la pluviométrie a reculé de 12% pour la période 1990-2005 alors que le bilan du Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité projeté en 2003 que la baisse des précipitations moyennes ne sera que de l'ordre de **10%**.

Le secteur de l'eau sera l'un des plus déstabilisés. Diminution de l'écoulement des eaux, modification du régime hydrologique saisonnier avec des impacts sur certains aménagements hydrauliques et agricoles, augmentation de la salinité des eaux, baisse du niveau des nappes

¹ AMYAY M., NOUACEUR Z., TRIBAK A., OBDA K.H. et TAOUS A., « *Caractérisation des événements pluviométriques extrêmes dans le moyen Atlas marocain et ses marges* ». In : *Actes du XXV^{ème} colloque international de climatologie*, Grenoble, 2012, P 75-80.

² «*Gestion intégrée des ressources en eau et assainissement liquide-Tendances et alternatives*», Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise", Programme d'Actions Prioritaires Centre d'Activités Régionales, Avril 2005, P 321.

³ AZZOUG Samir, « *L'Algérie subit aussi les conséquences du réchauffement climatique* », Porte parole du continent africain au sommet de Copenhague, dans La Tribune, le 14/12/2009.

souterraines sont les conséquences énumérées par l'IISD. Concernant l'impact sur le littoral, il est craint une altération de la dynamique côtière avec l'élévation du niveau de la mer, l'érosion de certaines franges côtières, la perte de terres au profit des eaux marines, la fragilisation du système socioéconomique de ces zones liées à la fréquence des inondations et d'érosion des terres. Pour l'agriculture, l'érosion des sols entraîne une dégradation des terres, les déficits en pluviométrie pouvant atteindre 50% durant la période 2000-2020 provoqueront un déficit des rendements des cultures pluviales et l'activité agricole côtière se réduira à cause de la salification des nappes.

Ces scénarios rapportés par l'IISD sont chaotiques. L'urgence de développer une politique nationale, puis internationale de lutte contre le réchauffement climatique n'est plus à démontrer, surtout de par la situation géographique et contrainte climatique que connaît l'Algérie.

2. La genèse de l'hydraulique en Algérie:

L'Algérie fut une province de l'Empire romain puis fut envahie par les Vandales et les Byzantins. La conquête islamique eut lieu au VII^e siècle. L'Algérie devint une dépendance de l'Empire ottoman au XVI^e siècle jusqu'en 1830 date de sa conquête par la France¹. L'Algérie est indépendante depuis 1962.

En raison de la littérature de rapprochant du sujet étudié, nous avons partagé l'histoire de l'hydraulique en Algérie en deux grande partie : avant et après l'indépendance.

2.1 L'hydraulique avant l'époque française:

Avant d'arriver à l'acquis actuel en matière de technologies et de choix et politiques de gestion en Algérie, il est nécessaire de prendre connaissance et de comprendre l'historique de l'eau et de ses systèmes. De manière générale, les ouvrages traitant du sujet ne sont pas spécialisés dans l'histoire hydraulique algérienne mais plutôt de l'histoire d'Algérie en général et de l'aspect économique de la question, tels que les travaux de R. ARRUS et C. RIVIERE. L'auteur algérien Abdel Aziz SALEM distingue cinq grandes époques d'inégales importances² :

- L'antiquité (les Berbères et les Carthaginois) ;
- La période Romaine ;
- La conquête arabe ;
- La période Turque ;
- Et enfin, l'époque française.

2.1.1 L'hydraulique en Algérie dans l'antiquité :

Contrairement aux données actuelles, l'histoire nous révèle que le climat Algérien n'a pas toujours été une donnée contraignante. Certains auteurs estiment qu'il a subi des modifications suite à de grands incendies et déboisements, sans pour autant changer radicalement la situation actuelle. D'autres par contre, soutiennent l'hypothèse que *'les données climatiques et géographiques de l'ensemble de l'Afrique du nord ont considérablement changés et ce, à plusieurs reprises au cours des temps hydrauliques'*³. Cela expliquerait la présence de nappes phréatiques dans le sud du pays laissant penser que la

¹ <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/Algeria/Algerie.htm>. Consulté le: 25/09/2014.

² SALEM Abdel Aziz, « Les aspects institutionnels et financiers pour une nouvelle gestion de l'eau en Algérie : Analyse sur les acteurs, la demande et la tarification de l'eau », thèse de doctorat d'état en sciences économiques. 21/02/2001, P 11.

³ LOWDERMILK W.L, « Les travaux de petites hydrauliques en Afrique du nord à l'époque Romaine » in la Tunisie agricole 43^{ème} année, Mars 1942, P 62-68.

région a été submergée d'eau à une époque de son existence. La maîtrise de l'eau, quant à elle, s'est faite au fur et à mesure du passage des peuples. Ce temps est marqué par deux périodes¹ :

- 1- Les Berbères qui cultivaient surtout le blé dur et certains fruits.
- 2- Les carthaginois et les phéniciens (II siècle avant J.C) qui, par leurs ingénieux exploitants agricoles faisaient fleurir les vergers et jardins du pays.

2.1.2 La période Romaine :

Les travaux hydrauliques en Algérie remonteraient à l'époque Phénicienne et se seraient perpétués à travers la période romaine. La maîtrise de l'espace et de l'eau n'a eu lieu qu'au prix de rudes efforts.

Les vestiges hérités des Numides et des Romains nous témoignent de l'importance des systèmes hydrauliques installés en Algérie. Les aqueducs qui alimentaient Badias sur Oued El Arab (sur une distance de 90 Km) et Toudja sur Bejaia (sur une distance de 21 Km), les ingénieux systèmes hydrauliques de Cherrhell, Tipaza, Timgad, Djemila, ... en sont des exemples marquants².

Les principaux ouvrages hydrauliques romains ont été inspirés d'autres régions plus avancées dans le domaine de l'eau en raison de leurs expériences accumulées, tel que l'Europe, l'Asie du sud est, l'Inde, et la Chine. Ces réalisations comprennent :

- Les barrages
- Les canaux de dérivations
- Les réservoirs, les citernes et les bassins
- Les aqueducs
- Les captages de sources
- Les puits,...
- Les seguias
- Les Norias.

¹ SALEM Abdel Aziz, 2001, Op. Cité, P 12.

² Idem, P 13.

2.1.3 La conquête Arabe :

Du moyen âge à la conquête arabe, l'agriculture et l'agronomie eurent leurs ères de gloire. *« Le problème d'eau ne cessa pas de préoccuper les arabes du fait de sa rareté et de la nécessité de creuser des puits ou de construire des ouvrages d'adduction et de stockage. L'emplacement de la mosquée fut lui même fixé en fonction de l'existence d'un point d'eau¹ ».*

Les puits ont permis de satisfaire les besoins de l'irrigation et les besoins domestiques familiaux. Les multiples modes de puisages témoignent de l'ingéniosité et de l'efficacité des ouvrages utilisés. Parmi ceux la nous pouvons citer :

- **Les Seguias** (rigoles),
- **Les Foggaras** : Introduites au XI^{ème} et XII^{ème} siècle par El Malik El Mansour au Sahara², elles représentent des galeries souterraines filtrantes aménagées sous forme d'un tunnel foré souterrain dans une couche aquifère, de longueur de 5 à 10 Km, et qui permet d'acheminer l'eau de la nappe souterraine, par gravité. C'est un mode de captage traditionnel très répandues dans le sud Algérien, sur le plateau du M'Zab et à Oued Souf en particulier³.
- **La Saniya** : Noria à manège circulaire actionnant une roue munie d'un ensemble de godets de terre qui puisent l'eau et qui, en se renversant, la rejettent dans un bassin d'où elle passe dans des Seguias.
- **Le Daulab** : roue élévatoire qui la relie à la Saniya.
- **Le Dalou (Dlou)** : Système de puits profonds à poulies qui utilise un animal. Celui-ci, en s'éloignant sur un plan incliné, tire le sac en cuire relié à l'autre extrémité de la corde qu'il extrait du fond du puits.
- **Le Gargaz** : puits à balanciers de type cigogne.

L'un des plus grands apports de la civilisation Arabo-musulmane a trait aux technologies de partage de l'eau, d'irrigation entre les usagers et l'instauration des premiers marchés de l'eau.

2.1.4 La période Turque :

¹ DJAÏT H., TAÏBI M., DOUÏB A., MRABET M.A., « Historique de la Tunisie : Le moyen âge », Société tunisienne de diffusion, P71.

² SALEM Abdel Aziz, 2001, Op. Cité, P 15

³ BOUZIANI Mustapha, 2006, Op. Cité, P 33.

La majeure partie des écrits traitant de la période turque (Ottomane) relatifs à l'apport en matière de techniques et d'ouvrages hydrauliques s'accordent à dire que le bilan est globalement négatif.

2.2 Les acquis de l'époque de colonisation française :

L'Algérie n'a pas connue de civilisation hydraulique telle que l'Egypte ou la Mésopotamie. Mais dès les temps les plus anciens, les ressources mobilisables par les collectivités locales ont été, en de nombreux point du pays, réalisées avec des modalités faisant preuve d'une technicité étonnante (Foggaras de l'ouest du Sahara, puits artésiens de Oued Rhir, dérivations d'Oueds dans les montagnes,...).

La naissance de la grande hydraulique en Algérie est liée à son époque coloniale. À partir des années 1920, un grand programme de barrages fut lancé dans la vallée du Chélif¹. Les 15 barrages existants en 1950 comportaient 93% de leur capacité globale. La connaissance des données naturelles Algériennes n'est systématisée qu'au début des années cinquante. À partir de 1917, l'implantation des français impose les bases d'une nouvelle politique hydraulique en Algérie², mettant en place d'importants moyens financiers.

Dans un but de stabilisation et de sédentarisation des populations, deux générations de barrages seront lancées entre 1850 et 1917 : les barrages réservoirs et les barrages de dérivations³ :

1- les barrages réservoirs : *« Pour combattre les effets si défectueux de cette insuffisante pluviosité, il fallait rechercher des moyens de retenir et de concentrer l'eau du ciel et de diriger dans les régions où la sécheresse s'oppose aux cultures pendant une grande partie de l'année ; c'était en revenir aux anciens barrages réservoirs⁴ »*. À partir des années 1890, les barrages réservoirs ne seront plus construits, pour être repris ensuite, en 1928, date du congrès de l'eau. Le tableau suivant illustre les données concernant ces barrages réservoirs, leurs temps de conception, leurs volume retenue ainsi que leur coûts.

¹ Ouvrage collectif, « Le retard de la politique hydraulique », le manifeste de l'eau, 1998, Op., cité, P 71.

² SALEM Abdel Aziz, 2001, Op. Cité, P 18

³ Idem, P 19

⁴ ARRUS R., « L'eau en Algérie : de la colonisation à l'indépendance », Pug- Alger, 1985, P49.

Tableau IV.4 : 1^{ère} génération de barrages réservoirs en Algérie¹.

Nom	Oueds	Période de constructions	Volume de retenue (M ³)	Coûts en Francs
Cheurfas 1	Sig	1849		
Cheurfas 2	Sig	1880-1882	3 000 000	11 163 000
Cheurfas 3	Sig	1880-1892	18 000 000	1 800 000
Djidiouia	Djidiouia	1857-1877	700 000	260 000
Tlelat 1	Tlelat	1860		
Tlelat 2	Tlelat	1869-1870	730 000	160 000
Fergoug 1	Habra	1865-1871		2 400 000
Fergoug 2	Habra	1882	30 000 000	1 380 240
Hamiz	Hamiz	1869-1894	14 000 000	3 000 000
Magoum	Magoum	1879-1887	1 000 000	600 000
Meurad	Djabroun	1852-1859	830 000	325 000
Totaux arrondis			68 260 000	11 000 000

(Sources : d'après Flamant –Alger- 1900).

Cette première expérience a rencontré un échec, et pour causes² :

- La non maîtrise des technologies de barrages.
- La méconnaissance hydraulique des oueds algériens.
- Les longs délais de réalisation.
- La faillite financière des sociétés gérantes de ces ouvrages.

2- Les barrages de dérivation : Au profit des barrages réservoirs, ces barrages seront construits (plus d'une trentaine) entre 1890 et 1917 tels que les barrages de : Mouilah, Saf Saf, Mina, Rhiou,... Certains anciens barrages réservoirs ont été transformés en barrages de dérivation comme c'est le cas du barrage de Djidiouia en 1905. Avec un taux de seulement 7%, les barrages réservoirs ne régularisent que 68 millions de m³, le reste étant effectué par les barrages de dérivations.

2.2.1 La nouvelle politique hydraulique coloniale :

Suite aux années agricoles décevantes, un congrès de l'eau s'est tenu à Alger en Janvier 1928. Il a été le point précurseur de la nouvelle politique hydraulique coloniale en Algérie. «*Les spécialistes en hydrologie ont fournis au congrès de précieux renseignements sur la recherche des eaux, leur captage, leur élévation, toutes données facilitant surtout les petits arrosages,*

¹ Cité par ARRUS R., 1985, Op. Cité, P 50.

² SALEM Abdel Aziz, 2001, Op. Cité, P 20.

c'est-à-dire la moyenne culture intensive, trop négligée ou impossible parce qu'elle est trop soumise aux hasards de la pluviosité, ...¹ ».

Caractérisé par un ambitieux programme hydraulique de deux générations de barrages successives (les barrages de 1926 à 1945 et ceux d'après la deuxième guerre mondiale), les grandes lignes d'une nouvelle et première politique hydraulique se dessinent accompagné d'un programme de petite et moyenne hydraulique.

Bien loin de l'ambitieux programme évoqué plus hauts, seuls quatorze barrages de faible contenance seront construits durant cette période. Les premiers d'entre eux ont été édifiés entre 1926 et 1945, les seconds l'ont été entre 1945 et 1962. Dans le tableau suivant, nous retrouvons les caractéristiques des barrages de 1920 présents dans des archives d'Aix en Provence :

Tableau IV.5 : Caractéristiques des barrages de 1920².

Barrages	Oueds	Types	Hauteur	Surface du plan d'eau	Bassin versant (Km ²)	Capacité en millions de m ³	Débit régularisé (Mm ³ /an)	Coût total 1949 (MF)	Superficie irrigable (HA)
Oued Fodda	Oued Fodda	Poids	100	-	800	228	75	151	18 440
Ghrib	Chélif	Poids	65	-	2 800	280	140	358	30 000
Boughzoul	Chélif	Régulateur	13,5	-	20 500	55,8	-	-	-
Bakhada	Mina	-	45	358	1 280	37,3	50	121	12 000
Bouhanifia	Hammam	Poids	54	530	7 680	73	100	700	29 510
Zardessas	Saf-Saf	P. Voûte	37	-	1 160	14,9	-	145	5 000
Béni Bahdel	Tafna	V. Mult	55	365	1 060	61	50	254	12 500
Ksob	Ksob	Poids	32	-	1 310	11,6	-	100	10 000
Foum Gneiss	Gueiss	Poids	23	-	1 560	2,5	-	55	5 000
Hamiz surélevé	Hamiz	Poids	45	-	139	21,5	-	25	18 470
Cheurfa surélevé	Mekerra	-	27,5	730	4 150	14,4	5	-	5 600
Hardi deriv-	Nahar wassal	-	-	-	-	-	-	-	-
Totaux						800		1 909	146 520

(Archive Aix en Provence, France).

¹ARRUS R., 1985, Op. Cité, P 46.

² Cité par SALEM Abdel Aziz, 2001, Op. Cité, P 25.

2.2.2 Les limites de la petite, moyenne et de la grande hydraulique agricole :

Le programme des grands travaux d'infrastructure et d'hydraulique de 1920 a fini par montrer ses limites. Cet état de fait est due aux :

1- Retards dans la réalisation des grands barrages : Comme fut le cas des barrages de Hamiz et du moyen Chélif. Pour une durée de travaux prévus de six mois, le premier barrage connut un rythme moyen annuel d'équipement de 900 ha/an pour connaître une durée de réalisation réelle de 20 années. Le second barrage, quant à lui, fut réalisé au bout de 22 ans au lieu des sept années prévues avec un rythme moyen annuel d'équipement de 820 ha/an¹.

2- L'envasement des barrages importants : phénomène naturel, l'envasement touche particulièrement la petite et moyenne hydraulique qui représente une superficie de 45500 hectares.

3- L'exclusion exacerbe des populations locales : Selon ARRUS, en 1960, la tendance générale des superficies irriguées et non irriguées entre Algériens et Européens privilégie ces derniers avec 70,3% de surfaces irriguées contre, 29,7% pour les Algériens².

Avec ses 80 000 hectares de superficies, soit presque le double de celle de la grande hydraulique, la petite et moyenne hydraulique coloniale constituée essentiellement de : barrages réservoirs, retenues collinaires, forages, stations de pompes, points d'eau, captages de sources et Foggaras au sud du pays, se trouve défavorisée par rapport à la grande hydraulique.

2.3 L'hydraulique de l'Algérie indépendante:

L'Algérie indépendante n'a pris que progressivement et récemment conscience de l'importance d'une politique hydraulique comme clef du développement économique et social. Construisant très peu d'ouvrages pendant les quinze premières années de l'indépendance, elle a vu le legs de l'époque coloniale se dégrader et s'envaser, et nombreux de ces barrages sont à plus de 50% d'envasement comme ce fut le cas du barrage de Ghib (50%) et le barrage de Ksob (70%)³.

En matière de politiques de gestion, le pays a connus plusieurs politiques de l'eau depuis 1962⁴:

¹ ARRUS R., 1985, Op. Cité, P 140.

² Cité par SALEM Abdel Aziz, 2001 Op. Cité, P 30

³ Ouvrage collectif, « L'enjeu de l'eau », 1997, Op. Cité, P 71.

⁴ SALEM Abdel Aziz, 2001 Op., Cité, P 36.

- Première politique hydraulique : de 1962 à 1964,
- Deuxième politique hydraulique : de 1965 à 1969,
- Troisième politique hydraulique : de 1970 à 1977,
- Quatrième politique hydraulique : de 1980 à 1995, où les bases d'une nouvelle politique sont fondées.

Depuis, l'Algérie est passé à une politique hydraulique plus hardie. L'instabilité politique a fait passer le secteur par une douzaine de ministères sans, pour autant, trouver des solutions¹. Aujourd'hui, un ministère de l'hydraulique a été créé, les études ont été systématiques, des investissements annuels conséquents ont été dégagés², mais restant relativement faibles par rapport aux dépenses allouées à l'industrie et à la construction. Les résultats de cette politique néanmoins commencent à se faire ressentir.

Les fondements de la nouvelle politique de l'eau en Algérie, issus des Assises Nationales de l'eau organisées en 1995, concernent cinq principes mondialement admis et appliqués³ :

- **L'unicité de la ressource** : l'eau devant être gérée de la même unité hydrographique.
- **La concertation** : L'implication de l'ensemble des usagers dans la prise de décision.
- **L'économie** : La réhabilitation permanente de la ressource.
- **L'écologie** : La protection constante de la ressource.
- **L'universalité** : L'eau est l'affaire de tous.

¹ SALEM Abdel Aziz, « *Pour une gestion intégrée de l'eau au littoral en Algérie* », in Bulletin de l'association de géographie et d'aménagement du territoire : Géographie et Aménagement, Edition Dar El Gharb, Septembre 2002, P18.

² Idem, P 18

³ Conseil National Économique et Social, Projet de rapport « L'eau en Algérie; le grand défi de demain », 15^{ème} session plénière, Mai 2000, P 27.

3. Réalisations et performances hydrauliques de l'Algérie actuelle, en matière de mobilisations de production et de traitement d'eau:

Les ressources en Algérie sont estimées en moyenne à 17,2 milliards de m³/an dont 12 milliards de m³ dans les régions nord du pays et 5.2 milliards dans les régions sahariennes. Elles sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.6 : Les ressources en eau Algérie en milliards de m³.

Ressources en eau	écoulements superficiels	ressources souterraines	Total par région
Régions du Nord	10	0.2 (ressources renouvelables)	10.2
Régions du Sud	2	5 (Ressources fossiles) **	7
Total	12	5.2	17.2

***Potentiel exploitable déterminé par simulation sur modèle de gestion du système aquifère du Sahara septentrional.
(Source : Tableau établi par l'auteur selon les sources du MRE, 2014).*

Le long cycle de sécheresse a eu un impact sur les potentialités en eau superficielle du nord du pays avec une baisse tendancielle¹ :

- 13.5 Mds de m³/an à la fin des années 70.
- 12 Mds de m³/an dans les années 80.
- 10 Mds de m³/an dans les années 2000.

Face au défi d'assurer une couverture adéquate des besoins sans cesse croissants tant sur le plan domestique, agricole qu'industriel doublés d'une raréfaction alarmante de la ressource, une nouvelle politique nationale de l'eau est mise en œuvre dès le début des années 2000. Elle s'articule autour de trois axes principaux **à savoir l'amélioration de la mobilisation des ressources sous toutes ses formes, l'économie et la protection de l'eau et la réforme du cadre de gouvernance de l'eau.**

Grâce aux différents programmes de développement menés dès le début des années 2000 une percée considérable a été obtenue en matière de réalisation d'ouvrages de mobilisation. L'Algérie compte aujourd'hui 65 barrages en exploitation, 14 en cours de réalisation pour une capacité globale à terme de 8,4 milliards de m³, 9 stations de dessalement d'eau de mer en service et 4 autres en cours de réalisation pour une capacité globale de 2.3 millions de m³ par jour. En outre, notre parc de 140 stations d'épuration des eaux usées permet la récupération de quelque 800 millions de m³ par jour d'eaux usées épurées.

¹ MRE, « Exposé sur l'expérience de l'Algérie en matière de promotion des ressources en eau non conventionnelles », In Séminaire Murcie Espagne, Janvier 2012.

Ces infrastructures de mobilisation des eaux, qu'elles soient conventionnelles par les barrages, les grands transferts et les eaux souterraines ou non conventionnelles par le dessalement de l'eau de mer et la réutilisation des eaux usées épurées, notre pays a apporté des réponses concrètes à la problématique de la rareté de l'eau. Les résultats tangibles de cette action volontariste des pouvoirs publics n'ont pas tardé à se faire sentir. Les indicateurs du développement humain dans le domaine de l'eau ont sensiblement progressé pour dépasser de loin les objectifs du millénaire fixés, dans ce domaine par l'Organisation des Nations Unies. L'Algérie fait partie des 30 pays qui ont mobilisé le plus d'eau dans le monde ces dernières années¹.

Les différents plans de développement ont permis diverses réalisations et le choix de multiples techniques pour augmenter la mobilisation de l'eau, soit en eau conventionnelles ou non conventionnelle, en vue d'augmenter la dotation journalière. Les résultats qu'ont atteints ces dernières sont traduits dans les titres qui suivent.

3.1 Promotion des ressources en eau conventionnelles en Algérie :

L'Algérie est confrontée à la rareté de l'eau, facteur limitant du développement et source de tensions sociales. La rareté est mesurée en termes de stress hydrique et d'irrégularité de la ressource, deux facteurs susceptibles de s'accroître avec le changement climatique. Éloigner le spectre du stress hydrique dans un contexte géographique et climatique fort peu favorable, voire hostile, devient l'unique préoccupation des pouvoirs publics.

Les précipitations enregistrées dans les Hauts-Plateaux algériens et dans l'Atlas saharien ne dépassent pas la quantité 200 à 400 mm par an. Mais, la hauteur des pluies annuelles est souvent inférieure à 130 mm dans l'ensemble du Sahara algérien. Il existe quelques cours d'eau côtiers ou au centre ou à l'Est comme Aïn El Hammam, Soummam, Medjerda, Rhummel, Sebaou, Aïn El Hammam, Hamiz, Macta, Mazafran, etc. Cependant le Chelif reste le plus long fleuve d'Algérie, sa longueur étant de 725 km. Ce fleuve est situé au nord-ouest de l'Algérie, il prend sa source dans l'Atlas tellien et se jette dans la Méditerranée. Il débite, dans les périodes de crues, 1 500 m³ par seconde².

Au sud de la région du Tell, les cours d'eau ne sont pas permanents. Il existe de nombreux lacs dans les régions désertiques, mais ce sont des lacs temporaires et salés pour la majorité comme Chott el Chergui et Chott el Hodna. Les cours d'eau du Tell se déversent dans la Méditerranée.

¹ Ministère des ressources en eau, Alger, 2014.

²<http://www.algerie360.com/algerie/l%E2%80%99algerie-se-met-hors-de-danger-par-94-barrages-et-des-ressources-hydriques-considerables-apres-le-petrole-restera-l%E2%80%99eau/>. Consulté le : 12/11/2014.

Mais, ceux qui descendent vers l'Atlas saharien font partie de la plus grande réserve d'eau au monde. Ils forment une nappe phréatique dite la nappe de l'Albien. Cette nappe est la plus grande réserve au monde d'eau douce. Enfouie sous le sable du désert algérien, elle a une superficie de 900 000 km².

Les ressources potentiellement mobilisables en Algérie sont estimées à 18 milliards de m³, dont 10 milliards de ressources superficielles, 2,5 milliards de m³ de ressources souterraines dans le Nord et 5,5 milliards de m³ (superficielles et souterraines) dans le Sud¹.

3.1.1 Les barrages en Algérie:

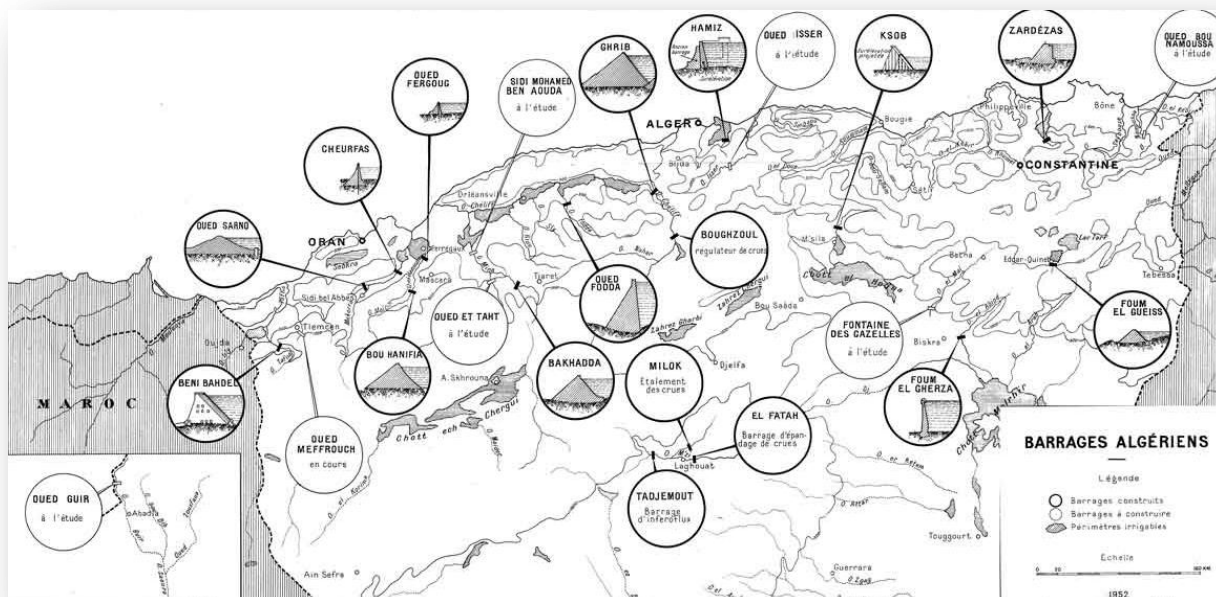
Les barrages en Algérie ont longtemps été le principal vecteur disponible en matière de domestication des eaux superficielles. Leur construction remonte au XIX^{ème} siècle. Le premier barrage a été construit à Meurad, dans la wilaya de Tipaza. Quant au deuxième (réalisé en terre à Tlélât), il possède une capacité de 800 000 m³ et une hauteur de 27 mètres. Il s'est rompu en 1862, après sa mise en exploitation, pour des raisons d'étanchéité. Ensuite, il a été reconstruit en 1870 et conforté en 1904 et est utilisé, jusqu'à nos jours², par la cimenterie de Zahana dans la wilaya de Sidi Bel Abbés. Les quinze barrages construits avant 1962 régularisent un volume annuel évalué à près de 600 millions de m³, signalant que les deux barrages de Zardezas et du Ksob ont fait l'objet de surélévation tandis que les barrages du Fergoug et de Cheurfas ont été totalement reconstruits³ (figure IV.3).

¹ Ministère des ressources en eau, Alger 2014.

² « Guide de l'environnement de l'Algérie », Environment Directory of Algeria, Édition Symbiose, 2001, P 186.

³ Conseil National Économique et Social, Projet de rapport « L'eau en Algérie; le grand défi de demain », 15^{ème} session plénière, Mai 2000, P 29.

Figure IV.3 : Les barrages en Algérie de 1830 à 1962.



(Source : *ENCYCLOPEDIE de L'AF*).

Depuis 1999 à nos jours, l'état algérien a énormément investi dans la construction d'une quarantaine de barrages pour arriver à un nombre de 65 barrages en exploitations, 163 petits barrages (d'une hauteur ne dépassant pas les 12 Mètres et destinés à des fins agricoles) et 400 retenues collinaires¹.

Figure IV.4 : Les barrages en Algérie.



(Source : ANBT, Alger, 2014)

¹ Ministère des ressources en eau (MRE), Alger, Octobre 2014.

La carte de répartition des barrages (figure IV.4) montre qu'ils se concentrent presque exclusivement dans la partie tellienne du pays où les conditions naturelles (ressources en eau et sites favorables) sont optimales. L'indigence des écoulements peut expliquer, en partie, la faiblesse du taux de remplissage des barrages notamment dans la région Ouest du pays et sur les hauts plateaux où règne un climat semi-aride.

Le ministre en charge du secteur (Mr NECIB Houcine) a annoncé, en Février 2013, que le secteur des ressources en eau en Algérie disposera de 84 barrages avec une capacité de stockage de 8,9 milliards de mètres cubes en fin 2014. À la date de sa déclaration, l'Algérie disposait de 65 barrages de grande et moyenne envergure, avec une capacité de 7 milliards de mètres cubes et un taux de remplissage de 70 %¹.

Les données relatives aux barrages actuels en exploitation sont résumées dans les tableaux suivants:

¹ <http://www.algerie1.com/actualite/algerie-84-barrages-et-une-capacite-de-stockage-deau-de-89-milliards-de-m3-en-2014/>. Consulté le 28/09/2014.

Tableau IV.7: Barrages en exploitation dans l'Ouest de l'Algérie.

N°	Barrage	Wilaya	Oued	Type Ouvrage	Année mise en service	Capacité initiale hm ³	Capacité Der. Levé (millions m ³)	Volume 28/09/2013 (millions m ³ /an)	Volume du 26 au 28/09/2014 (millions m ³ /an)	Affectations et défluent (m ³) du 26 au 28/09/2014			Taux de remplissage
										AEP	IRR	Perte	
1	Beni-Bahdel	Tlemcen	Tafna	Voûte	1952	63,0	54,63	41,46	34,48	61 000	310 000	40 000	63,12 %
2	Mefrouch	Tlemcen	Mefrouche	Voûte	1963	15,0	14,99	11,57	10,95	54 000	6 000	15 000	73,06 %
3	H.Boughrara	Tlemcen	Tafna	Terre	1999	177,0	175,45	171,87	172,05	90 000	129 000	91 000	98,06 %
4	Sekkak	Tlemcen	Sekkak	Terre	2004	27,0	25,5	25,5	25,5	0	25 000	11 000	100 %
5	Sidi-Abdelli	Tlemcen	Isser	Terre	1988	110,0	106,61	100,43	100,08	156 000	60 000	74 000	93,87 %
6	Sarno	S.B. Abbes	Sarno	Terre	1954	22,0	21,25	14,75	18,14	0	0	43 000	85,03 %
7	Cheurfas II	Mascara	Mebtouh	Béton	1954	82,0	70,21	31,78	35,01	33 000	439 000	84 000	49,86 %
8	Ouzert	Mascara	Taria	Terre	1986	100,0	93,91	58,03	52,36	0	0	351 000	55,76 %
9	Bou-hanifia	Mascara	El Hammam	Enroch	1948	73,0	34,52	24,89	10,55	48 000	Transf : 0,777 hm ³	86 000	30,56 %
10	Fergoug	Mascara	El- Hammam	Terre	1970	18,0	1,03	0,9	0,65	110 000	519 000	6 000	63,21 %
11	Kramis	Mostaganem	Kramis	Terre	2004	50	45,38	22,02	19,94	60 000	11 000	31 000	43,93 %
12	Djorfa-torba	Béchar	Guir	Pois	1965	/	260,25	80,58	120,68	87 000	0	362 000	46,37%
13	Brezina	El Bayadh	Mouilah	pois	2000	/	108,45	69,34	86,11	0	39 000	1 123 000	79,39 %
T O T A L								653,12	686,5	699 000	1 538 000	2 317 000	67,82%

(Source : Ministère des ressources en eau et ANBT, Alger, 2014).

Tableau IV.8: Barrages en exploitation dans le Cheliff.

N°	Barrage	Wilaya	Oued	Type Ouvrage	Année mise en service	Capacité initiale hm ³	Capacité Der. Levé (millions m ³)	Volume 28/09/2013 (millions m ³ /an)	Volume du 26 au 28/09/2014 (millions m ³ /an)	Affectations et défluent (m ³) du 26 au 28/09/2014			Taux de remplissage
										AEP	IRR	Perte	
14	S.M.B.A	Relizane	Mina	Terre	1978	235,0	153,71	101,68	108,28	117 000	648 000	123 000	70,44%
15	Bakhadda	Tiaret	Mina	Enroch	1959	56,0	39,94	36,45	36,16	99 000	40 000	176 000	90,54%
16	Dahmouni	Tiaret	Nahr Ouassel	Terre	1987	41,0	39,52	25,95	27,05	0	8 000	30 000	68,43%
17	Gargar	Relizane	Rhiou	Terre	1988	450,0	358,28	317,61	300,69	63 000	831 000	285 000	83,93%
18	Merdja S.Abed	Relizane	Chlef	Terre	1984	54,9	47,97	15,63	11,18	0	0	76 000	23,3%
	B-Boukadir	Clef	Remplissage par pompage du barrage Merdja Sidi Abed : 0 hm ³										
19	Sidi-Yacoub	Chlef	Ardjen	Terre	1985	280,0	252,85	220,33	204,53	192 000	453 000	85 000	80,89%
20	Kt.Rosfa	Tissemsilet	Fodda	Terre	2004	75,00	75,00	60,66	63,85	99 000	0	78 000	85,13%
21	Oued-Fodda	Chlef	Fodda	Poids	1932	228,0	102,85	72,5	59,48	8 000	649 000	54 000	57,83%
22	O. Mellouk	Ain Defla	Rouina	Terre	2003	127,0	119,4	36,85	16,52	0	0	40 000	13,83%
23	Harreza	Ain Defla	Hareza	Terre	1984	70,0	76,65	4,9	4,4	0	0	19 000	5,57%
	T-Khmis	Chlef	Transfert vers Harreza : 0 hm ³										
24	S.M.B.Taiba	Ain Defla	Bda	Enroch	2005	95	75	50,32	44,01	50 000	1 012 000	29 000	58,67%
25	Ghrib	Ain Defla	Chlef	Enroch	1939	280,0	116,32	91,36	55,72	90 000	519 000	96 000	47,9%
26	Boughzoul	Médéa	Nahr- Oussal	Terre	1934	/	20,27	Vide	Vide	-	-	-	-
27	Deurdeur	Ain Defla	Ain Defla	Terre	1984	115,0	105,12	27,79	23,98	21 000	414 000	53 000	22,81%
28	C.Bougara	Tissemsilet	Nahr Ouassel	Terre	1989	13,0	11,32	10,32	10,05	0	0	50 000	88,78%
29	Prise chélif (MAO)		-	-	-	-	50	25,58	19,17	Transfert 0 hm ³			38,31%
30	Kerrada	Mostaganem	Kerrada	Terre	2011	/	65	64,54	46,72	655 000	0	3 000	71,88%
T O T A L								1 162,47	1031,78	1 394 000	4 574 000	1 197 000	60,37%

(Source : Ministère des ressources en eau et ANBT, Alger, 2014)

Tableau IV.9 : Barrages en exploitation dans le Centre.

N°	Barrage	Wilaya	Oued	Type Ouvrage	Année mise en service	Capacité initiale hm ³	Capacité Der. Levé (millions m ³)	Volume 28/09/2013 (millions m ³ /an)	Volume du 26 au 28/09/2014 (millions m ³ /an)	Affectations et défluent (m ³) du 26 au 28/09/2014			Taux de remplissage
										AEP	IRR	Perte	
31	Bouroumi	Ain-Defla	Bouroumi	Terre	1985	/	181,86	76,02	40,64	447 000	276 000	3 000	22,35 %
	T-chiffa	Médéa	Transfert vers Bouroumi : 0,009 hm ³										
	Pr.Harbil	Médéa	Transfert vers Bouroumi : 0,03hm ³										
32	Meurad	Tipaza	Boudjabroun	Terre	1960	0,3	0,2	0,18	Vide	-	-	-	-
33	Ladrat	Médéa	Ladrat	Terre	1989	/	8,47	7,21	6,12	0	12 000	0	72,29 %
34	Boukourdane	Tipaza	El-Hachem	Terre	1992	97,0	105	38,59	38,68	103 000	97 000	41 000	36,84 %
	Nador	Tipaza	Transfert vers Boukourdane : 0 hm ³										
35	Keddara	Boumerdes	Boudouaou	Terre	1985	145,6	142,39	108,15	94,35	1 084 000	0	50 000	66,26 %
36	Beni-Amrane	Boumerdes	Isser	Enroch	1988	16,0	11,85	3,54	3,16	Transfert : 0 hm ³		10 000	26,64 %
37	Hamiz	Boumerdes	Arbattache	Poids	1935	21,0	15,53	6,89	1,39	0	56 000	11 000	8,84 %
38	Lekehal	Bouira	Lekhal	Terre	1985	30,0	27,16	11,69	9,73	16 000	92 000	0	35,84 %
39	Tilesdit	Bouira	Eddous	Terre	2004	167,00	167,55	154,64	149,15	152 000	0	60 000	90,64 %
40	Taksebt	T.Ouzou	Aissi	Terre	2001	175,0	181,02	142,74	124,08	1 396 000	0	103 000	68,54 %
41	Tichy-Haf	Bejaia	Bousselam	Voute	1988	/	81,8	68,89	61,13	330 000	0	53 000	74,72 %
42	K-accerdoune	Bouira	/	/	/	/	640	507,15	518,09	485 000	0	132 000	80,95 %
T O T A L								1 125,68	1 046,53	4 013 000	533 000	463 000	67,09 %

(Source : Ministère des ressources en eau et ANBT, Alger, 2014)

Tableau IV.10 : Barrages en exploitation dans l'Est du pays.

N°	Barrage	Wilaya	Oued	Type Ouvrage	Année mise en service	Capacité initiale hm ³	Capacité Der. Levé (millions m ³)	Volume 28/09/2013 (millions m ³ /an)	Volume du 26 au 28/09/2014 (millions m ³ /an)	Affectations et défluent (m ³) du 26 au 28/09/2014			Taux de remplissage
										AEP	IRR	Perte	
43	K'Sob	M'Sila	K'sob	Voûte	1977	29,5	11,84	6,44	3,72	0	0	27 000	31,4 %
44	Ain-Zada	B.B.Arreridj	Bousselam	Terre	1986	121,4	121,40	73,1	43,62	314 000	0	41 000	35,94 %
45	El Agrem	Jijel	El-Agrem	Enroch	2000	33,90	33,04	27,41	24,64	49 000	10 000	15 000	74,57 %
46	Kissir	Jijel	Kessir	Terre	2006	/	68	61,27	58,86	172 000	0	30 000	86,56 %
47	Boussiaba	Jijel	Boussiaba	BCR	2006	/	120	118,17	117,35	0	0	27 000	97,79 %
48	Beni Haroun	Mila	Kebir	BCR	2003	960,0	997,00	979,67	957,24	Transfert : 0 hm ³		486 000	95,93 %
49	O. Athmania	Mila	Oued el Kaim	Terre	2001	/	33,25	31,41	30,16	1 089 000	Transfert : 0,105 hm ³	25 000	90,71 %
50	H. Grouz	Mila	Oued Rhoumel	Pois	1987	/	40,15	22,18	21,78	0	0	22 000	54,23 %
51	Beni Zid	Skikda	Beni-Zid	Terre	1992	40,0	39,39	36,4	36,26	57 000	0	23 000	92,05 %
52	Guenitra	Skikda	Fessa	Terre	1984	125,0	117,82	91,88	91,94	265 000	132 000	52 000	78,03 %
53	Zardezas	Skikda	Safsaf	Terre	1974	31,0	16,86	7,37	6,47	67 000	66 000	15 000	38,39 %
54	Zit El Emba	Skikda	Hammam	Terre	2001	117,39	116,59	94,47	95,03	73 000	70 000	189 000	81,5 %
55	H.Debagh	Guelma	Bouhamden	Terre	1987	220,0	184,35	82,08	83,21	152 000	759 000	50 000	45,14 %
56	O. Cherf	S. Ahras	Cherf	Enroch	1995	157,0	152,65	74,4	67,87	0	31 000	128 000	44,46%
57	Ain-Dalia	Souk Ahras	Medjerra	Terre	1987	82,0	76,08	33,37	25,74	167 000	0	58 000	33,83 %
58	F D Gazelles	Biskra	El Hai	Terre	1985	/	54,74	29,24	19,09	0	28 000	19 000	34,87 %
59	F E Gherza	Biskra	Al Biod	Pois	1950	/	14,89	11,83	0,67	0	0	12 000	4,49 %
60	Kt.Medouar	Batna	Reboa	Terre	2003	62,0	74,32	20,2	16,59	208 000	0	39 000	22,32 %
61	F.E.Gueiss	Khenchela	Gueiss	Enroch	1939	3,0	0,43	0,04	0,04	0	0	0	8,14 %
62	Babar	Khenchela	Babar	Terre	1995	41,0	38,01	30,46	34,69	0	36 000	26 000	91,26 %
63	Cheffia	El Tarf	Bounamoussa	Terre	1965	171,0	158,83	76,28	94,97	420 000	366 000	61 000	59,8 %
64	Mexa	El Tarf	El-Kebir	Terre	1999	47,0	30,27	29,29	28,02	466 000	0	6 480 000	92,56 %
65	Bougous	El Tarf	Bougous	Terre	2002	/	65,2	46,48	37,01	0	0	3 129 000	56,76 %
T O T A L								1 983,41	4 659,73	3 499 000	1 498 000	10 954 000	73,85%

(Source : Ministère des ressources en eau et ANBT, Alger, 2014).

Nous résumons les chiffres obtenus des tableaux IV.7, IV.8, 9 et IV.10 dans le tableau récapitulatif suivant :

Tableau IV.11 : Tableau récapitulatif relatif des barrages en exploitation dans les quatre régions du pays.

Région	Volume 28/09/2013 (millions m ³ /an)	Volume du 26 au 28/09/2014 (millions m ³ /an)	Affectations et défluent (m ³) du 26 au 28/09/2014			Taux de remplissage
			AEP	IRR	Perte	
Ouest	653,12	686,5	699 000	1 538 000	2 317 000	67,82%
Chellif	1 162,47	1031,78	1 394 000	4 574 000	1 197 000	60,37%
Centre	1 125,68	1 046,53	4 013 000	533 000	463 000	67,09%
Est	1 983,41	4 659,73	3 499 000	1 498 000	10 954 000	73,85%
Total	4924,63	4659,73	9 605 000	8 143 000	14 931 000	68,05 %

(Source : Tableau établi par l'auteur).

La répartition du taux de remplissage des barrages en 2014 était plus ou moins équilibrée entre les quatre régions du pays, puisqu'on enregistrait : **67,82 %** pour les barrages de la région de l'Ouest (Tableau IV.7), **60,37 %** pour la région du Chellif (Tableau IV.8), **67,09 %** pour les barrages du Centre (Tableau IV.9) et un léger avantage pour ceux de l'Est avec **73,85 %** (Tableau IV.10).

Avec un taux de remplissage qui s'élevait à **68,05%**, les 65 barrages du pays en exploitation enregistraient un volume d'eau stocké de **4659,73** million de m³ lors des dernières mesures effectuées le **28/09/2014**, contre 4924,68 millions de m³ mesurés le 28/09/2014 (Tableaux IV.11). Par leurs dispositions géographiques et capacité de stockage (surtout avec l'apport du barrage de Beni Haroun), les barrages de l'Est du pays ont enregistré, en 2014, le plus fort volume de mobilisation avec **1894,903** millions de m³ (Tableau IV.10), soit **40,66 %** du volume total enregistré dans la même année, suivi, successivement, des barrages de la région du centre avec **1046,53** millions de m³ (tableau IV.9) correspondant à **22,49 %** du total, les barrages du Chellif avec **1031,78** millions de m³ (Tableau IV.8) soit un pourcentage de **22,14 %** et enfin, les barrages de la région de l'Est (**14,73 %**) avec seulement **686,5** millions de m³ d'eau mobilisée (tableau IV.7). Les pertes sont très importantes en raison des fuites et évaporations représentent un volume total de **14 931 000 m³** (Tableau IV.11).

Selon les données officielles du MRE, on dénombrerait aujourd'hui 70 barrages (dont 65 en exploitation) pour une capacité de stockage globale de 7,4 milliards de m³ d'eau. À la fin des réalisations du programme en cours, ils devraient y avoir 84 en 2016, pour une capacité de stockage évaluée à 8,4 milliards de m³.

L'Algérie a changé de cap dans la construction de nouveaux barrages et les grands sites offrant un niveau de ressources élevé sont épuisés. Pour maintenir le rythme de progression actuel de mobilisation des eaux, le pays devra se rabattre sur des sites aux capacités plus réduites, plus nombreux, dans un schéma semblable à celui des hydrocarbures.

Haut de ses 118 mètres, le plus grand barrage algérien actuel est celui de Beni Haroun et mobilise aujourd'hui 957,24 millions de m³ (Tableau IV.10). Il restera, cependant, le seul de cette envergure dans le pays car il dispose d'un site dans une zone à forte pluviométrie en Algérie.

En tenant compte des données du ministère des ressources en eau, d'autres barrages sont achevés et non mis en exploitation. Ils sont au nombre de cinq et sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.12 : Barrages achevés et non mis en exploitation, situation au mois de Septembre 2014.

Barrages	Wilaya	Capacité hm ³
Erraguene	Jijel	184
Ighil Emda	Bejaia	102
Ourkis (Système Beni Haroun)	Oum El Bouaki	64
Saf Saf	Tebessa	23
Douera	Alger	75
Mahouane	Sétif	147,9
Draa diss	Sétif	137
Kef Eddis	tipaza	125
Total		857, 9

(Source : MRE, Alger, 2014)

Destinés à des affectations mixtes (irrigation et AEP) et pour une capacité totale de **1 148 hm³**, douze barrages supplémentaires sont en actuellement en travaux en Algérie. Ils sont résumés dans le tableau ici-bas :

Tableau IV.13 : Les barrages en travaux.

Barrages	Wilaya	Oued	Type	Capacité hm ³	Destination
Beni Slimane	Médéa	Mellah	en terre zoné	100	IRR des terres avoisinantes
Djedra	S.Ahras	DJEDRA	Enrochement avec écran en béton armé	35	AEP et AEI des populations de Souk Ahras (12hm ³) et IRR de (2,7hm ³)
Soubella	M'Sila	Soubella	Terre avec noyau argileux	11	AEP des populations et IRR des terres cultivables de la région
Méhouane	Sétif	Guessar	Terre	147	AEP de Sétif (34hm ³ /an) et IRR du périmètre des plaines Sétifiennes (88hm ³ /an). Superficie : 15 800 ha Population : 620 000 hab
Draa Diss	Sétif	Madjez	Terre	137	AEP de la wilaya Sétif (39hm ³ /an) et IRR du périmètre plaine d'El Eulma (20280ha) Population : 720 000 hab
Tagharist	khenchla	Tagharist	Terre	5	AEP de la ville Yabous (1,7hm ³ /an) et IRR des périmètres des plaines de Yabous et Ouled Fadhel (2,5hm ³)
KefEddir	Tipaza	Damous	Terre	125	AEP de Damos, Ladrat et Beni Melleuk dans la wilaya de Tipaza (4,01hm ³) et des localités de la wilaya de Chlef (49,57hm ³) et IRR du périmètre de la wilaya d'Ain Defla. Superficie: 765 ha.
Tabellout	Jijel	Djendjene	Poids/BCR	294	AEP de la wilaya Sétif (40hm ³ /an) et IRR du périmètre plaine d'El Eulma (20280ha)
Seklafa	Laghouat	Chergui	Bétons poids	40	IRR des terres avoisinantes
Taht	Mascara	El Abtal	Bétons conventionnel vibré	7	AEP Ain Farah et Oued EL Abtal. Irrigation du périmètre de Kechtout
Souk Tleta	Tizi ouzou	Bouguedoura	Terre	90	AEP de la région d'Alger, Boumerdes et Tizi Ouzou
Ouldjet Mellegue	Tebessa	Mellegue	BCR	157	AEP des villes de Ouenza et El Ouinet, AEI (30hm ³ /an) et IRR (09hm ³ /an)

(Source : ANBT, Alger, 2014).

Au total, l'Algérie disposera de 84 barrages en fin 2014, ce qui fait dire au ministre des ressources en eau que l'étape de « *la mobilisation des eaux est pratiquement gagnée* ». « *Ce niveau de disponibilité de l'eau a été atteint grâce à un effort important de l'état durant la décennie écoulée* », a déclaré M. NECIB¹, ministre des ressources en eau. À cela s'ajoutent **163** petits barrages (d'une hauteur inférieure à 12 m) et **400** retenues collinaires destinés à des fins agricoles².

Par ailleurs, le phénomène d'envasement des barrages se pose avec acuité et constitue un problème majeur (dégradation des sols agricoles, alluvionnement des retenues) en Algérie. Plusieurs paramètres entre en jeu dans ce processus, il s'agit d'une part, des caractéristiques du milieu : le climat, la topographie, la lithologie, le couvert végétal³. L'ampleur des dégâts provoqués par l'envasement des barrages est souvent considérable. La réduction de la capacité des barrages en est directement liée. Par conséquent, la diminution des volumes régularisés s'en suit agissant ainsi sur la satisfaction des besoins qui est déjà loin d'être optimale⁴.

Néanmoins, la lutte contre l'envasement occupe, aujourd'hui, une place importante dans les programmes de l'état puisque des actions ont été menées dans ce sens. En effet, l'Agence Nationale des barrages et Transfert a lancé un vaste programme de dévasement depuis 2000 : La réponse à ce problème peut être Préventive (Réduction des apports solides par un traitement des bassins versants, la protection des bassins versant contre l'érosion, etc....) ou curative (Construction d'un nouveau barrage, réalisation d'un barrage de décantation à l'amont, dévasement par divers procédés, etc....).

Le meilleur moyen de lutter contre l'envasement est, sans doute, **la prévision**. On commence alors par empêcher l'accentuation de l'érosion des sols et la construction des sédiments dans les bassins versants. En Algérie, plusieurs méthodes sont utilisées à nos jours pour lutter contre ce phénomène à savoir⁵ :

¹ BOUSBOULA Aïssa, « *Pas de sites pour de grands barrages en Algérie* », lundi 6 mai 2013, <http://www.maghrebemergent.com/politiques-publi:09/2014.ques/algerie/item/23749-pas-de-site-pour-de-grands-barrages-en-algerie.html>. Consulté le: 27/09/2014.

² MRE, Alger, 2014.

³ TOUATI Bouzid, « *Les barrages et la politique hydraulique en Algérie : état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable* », Thèse de doctorat d'Etat en Aménagement du Territoire, UNIVERSITE MENTOURI – CONSTANTINE, Faculté des sciences de la terre de la géographie et de l'aménagement du territoire, Département de l'aménagement du territoire, 2010, P 202.

⁴ BOUBOU Naima, « *Les nouvelles technologies dans le secteur de l'eau* », Thèse de doctorat en Sciences de gestion, École Nationale Supérieure d'Enseignement Technologique, Oran, 2009, P 141.

⁵ Guide de l'environnement de l'Algérie, 2001, P 188.

- Le reboisement,
- La restauration des sols
- La formation des banquettes
- La plantation de cultures selon les courbes de niveau
- La plantation de végétation à longues tiges dans les oueds.

Cela dit, un autre moyen est aujourd'hui utilisé en Algérie pour lutter contre l'envasement : c'est **d'éliminer les sédiments**, au fur et à mesure de leur arrivée au bassin. À cet effet, plusieurs méthodes sont aussi utilisées, nous citerons¹ :

- La méthode des chasses, dite **l'espagnole**, utilisée pendant les premières crues pour les barrages de moindre importance et à régulation annuelle comme ce fut le cas des barrages de Hamiz et de Beni Amrane.
- La méthode des chasses de dévasement par **les vidanges de fonds** à barrages pleins utilisée sur la majeure partie des barrages algériens.
- Peu utilisée en Algérie, la méthode de **soutirage par courant de densité ou underflow**, grâce aux vannettes de dévasement, cette méthode s'avère très coûteuse en eau car pour enlever un volume de vase il faut utiliser jusqu'à dix volumes d'eau. Les barrages d'Ighil Emda et de Sidi Ben Aouda ont pu bénéficier de cette méthode.

Utilisées par l'Agence Nationale des Barrages, les trois méthodes abordées plus haut se sont avérées inopérantes et peu efficaces compte tenu des résultats obtenus. Pour améliorer leur rendement, il a fallu leur associer une méthode plus performante qui est celle du **dragage** (*« passage de la drague au fond d'un cours d'eau ou d'un bassin dans le but de nettoyer ou de rechercher et récupérer quelque chose »*²).

3.1.2 Les puits et forages :

Les volumes exploités en eaux sous-terraines avoisinent 80 % des ressources potentielles renouvelables³ algériennes. Les réserves des nappes du Sahara sont énormes

¹ Guide de l'environnement de l'Algérie, 2001, P 188

² Microsoft® Encarta® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporation.

³ Idem.

mais les apports d'eau à partir de l'Atlas saharien ne contribuent à leur renouvellement que dans une faible proportion. Le caractère « non renouvelable » de cette ressource et les contraintes physiques et géologiques qui caractérisent ces systèmes, en font un patrimoine fragile, nécessitant une gestion rationnelle pour sa durabilité.

Selon l'inventaire de l'ex MEAT, effectué en 1985, il existerait plus de 5 500 forages en Algérie. Plus de 2 000 ont été réalisés par l'administration entre 1990 et 1999 dans le nord de l'Algérie. Ils fournissent un volume de 1 milliards de m³ réparti entre l'alimentation en eau potable pour 852 millions de m³ et 147 millions de m³ pour l'irrigation.

Par ailleurs, 742 forages auraient été réalisés dans le sud¹ et mobiliseraient un volume annuel de 221 millions de m³ pour l'alimentation en eau potable et 505 millions m³ pour l'irrigation.

Les statistiques actuelles du MRE montrent que les prélèvements en eau souterraine représentent 1,6 hm³ par forages et 85 hm³ par foggaras et représentent le 1/3 des ressources renouvelables. Celles-ci sont estimées à 5 hm³ réparties comme suite :

- 4 hm³ dans le Continental Intercalaire ;
- et 1 hm³ dans le Complexe Terminal).

Les nouvelles simulations réalisées dans le cadre du SASS (Système Aquifère du Sahara Septentrional), ont permis de préciser les débits additionnels susceptibles d'être prélevés dans les zones actuellement en exploitation ou nouvellement identifiées, soit au total un volume exploitable de 6,11 hm³ par an.

Hélas, malgré tout ce programme de transfert, la centaine de barrages et de retenues collinaires existants, en plus de tout les investissements et les efforts engagés en ce sens, l'Algérie n'arrive toujours pas à satisfaire la demande qui reste très importante et en constante augmentation et la technologie des barrages ne suffit donc pas à elle seule à résoudre le problème de l'eau en Algérie.

Les gains doivent donc être recherchés ailleurs. Il faut « une gestion plus performante », avec « l'introduction de nouvelles techniques ». Celle-ci concerne notamment la poursuite de la

¹ « L'eau, une priorité majeure dans la politique nationale de développement », Magazine SYMBIOSE n°28, Avril, Mai, Juin 2007, P33.

lutte contre l'envasement des barrages. Des opérations ont été déjà lancées, et d'autres suivront, dans six barrages, ceux : de Foum Gueiss, à Guelma, Chorfa, à Masacara, Zardeza, près de Skikda, Djorf Torba, à Béchar, et Merdjet Sidi Abed, près de Relizane¹. Mais pour assurer une solidarité nationale dans ce domaine, le gouvernement poursuivra le projet d'interconnexion des barrages, qui permettra de faire face à des épisodes éventuels de sécheresse.

3.2 Le développement des ressources en eau non conventionnelles :

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

C'est pourquoi une nouvelle politique de l'eau est vite apparue indispensable. Elle a été mise en place à partir d'une loi nouvelle, et s'articule autour de principes nouveaux de gestion. L'option fondamentale est celle d'une gestion intégrée, participative, économique et écologique. L'édifice institutionnel sur lequel a reposé l'action de tous les intervenants dans le secteur de l'eau s'est trouvé ainsi renforcé.

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

3.2.1 Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres en Algérie:

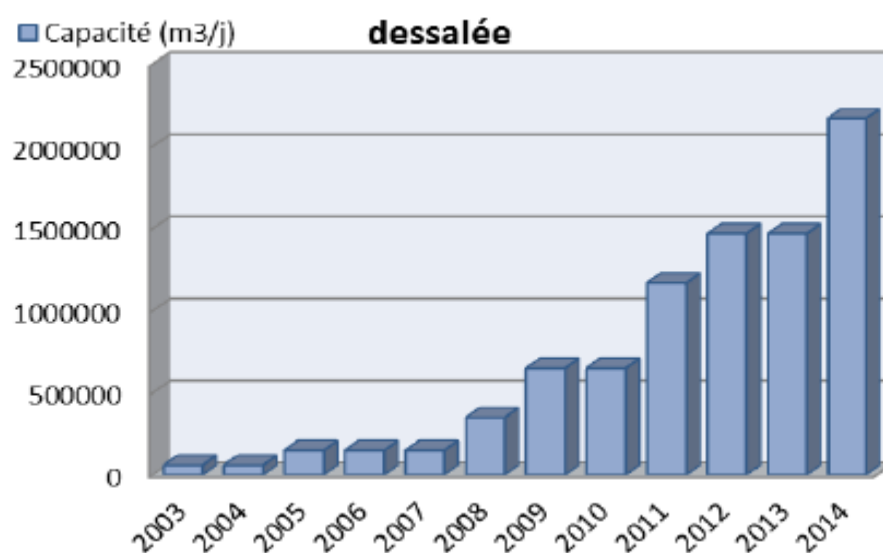
L'Algérie possède 1200 Km de côtes, ce qui laisse présager d'énormes possibilités de dessalement. Près de 70% de la population sont concentrés à proximité du littoral, de même que les industries, grandes consommatrices d'eau, comme les hôtels et les zones industrielles.

Le recours au dessalement n'est pas récent. En effet, les premières expériences de dessalement dans le pays ont été réalisées après l'indépendance pour des besoins

¹ MRE, Alger, 2014.

spécifiques liés à l'industrie pétrolière et à la sidérurgie¹ ainsi que pour la déminéralisation d'eaux souterraines présentant un taux élevé de salinité. Il faut pourtant attendre 2001 pour qu'elles prennent la décision de retenir le dessalement d'eau de mer pour l'alimentation en eau potable comme une priorité de leur stratégie économique. L'Oranie est alors identifiée comme région prioritaire de ce programme² qui sera poursuivi au cours des prochaines années pour mieux sécuriser l'AEP de certaines zones côtières. Le plus gros des efforts en matière de volume de dessalement c'est fait à partir de 2009 (figure ici-bas).

Figure IV.5 : Évolution des capacités de dessalement d'eau de mer



(Source : MRE, Alger, 2014).

En une décennie, l'Algérie a mis en place un grand programme d'installations de **13** grandes Stations de Dessalement d'Eau de Mer (SDEM) sur tout le littoral algérien dont **09** seulement sont fonctionnelle. La production actuelle est de **514.65 hm³/an**, desservant ainsi **6 036 043 habitants**. Le tableau ci-après résume les caractéristiques des treize SDEM:

¹ CDER, 2013.

² MOZAS Morgan & GHOSN Alexis, « État des lieux du secteur de l'eau en Algérie », Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen (IPMED), Octobre 2013, P 9.

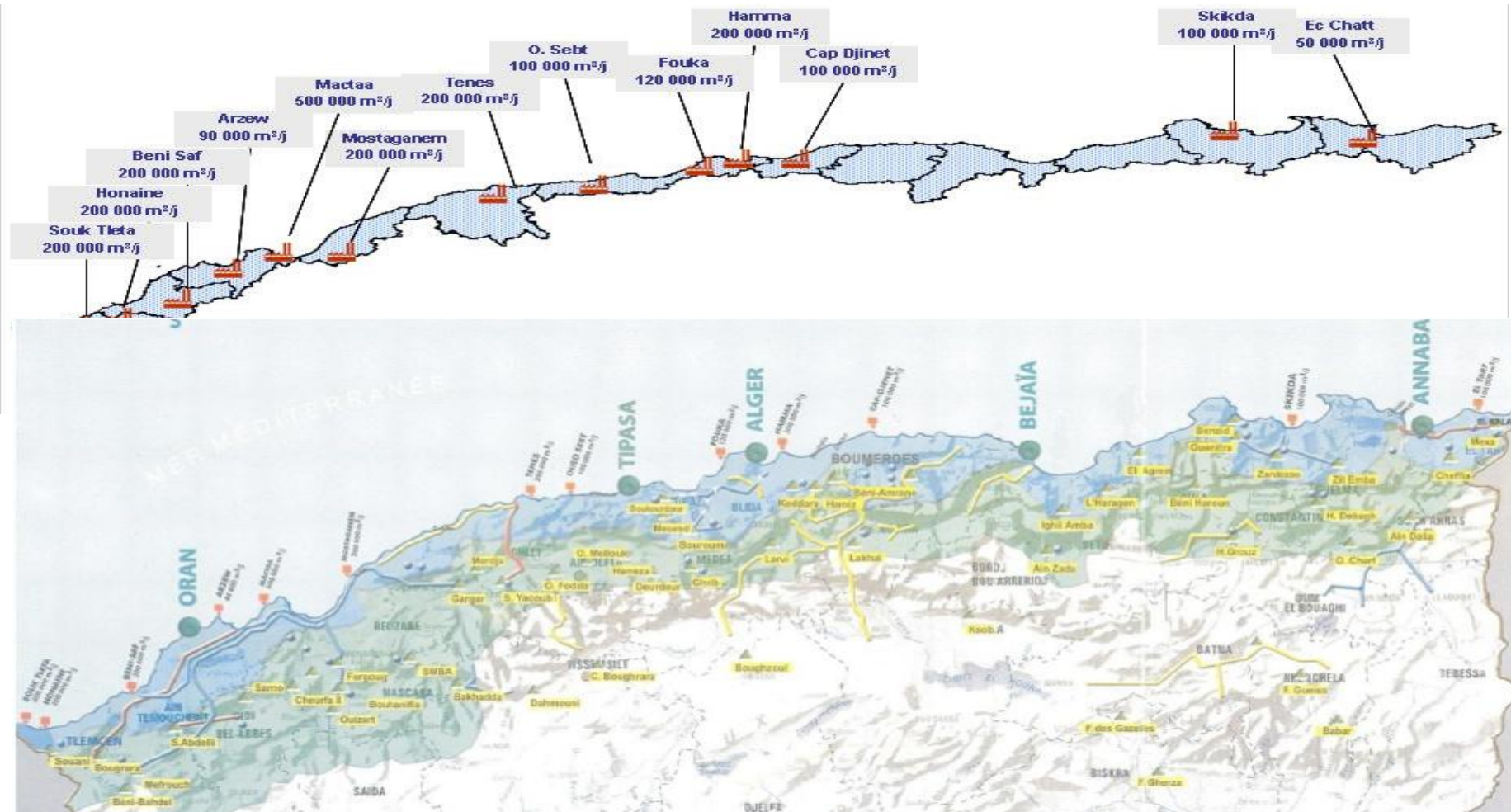
Tableau IV.14 : Grande Station de Dessalement d'Eau de Mer

Wilaya	Nom station	Date de mise en service	Capacité de production (m ³ /j)	Etat de SDEM	Rendement (1 ^{er} semestre 2014)	Affectation
Skikda	Skikda	Mars 2009	100000	En exploitation	99%	AEP/IND
Alger	El Hamma	Février 2008	200000	En exploitation	100%	AEP
Oran	Kahrma	Septembre 2005	90000	En exploitation	63%	AEP/IND
Ain Temouchent	Chatt El Hillal	Décembre 2009	200000	En exploitation	100%	AEP
Tlemcen	Honaine	Juillet 2012	200000	En exploitation	62%	AEP
	Souk Tleta	Mai 2011	200000	En exploitation	90%	AEP
Mostaganem	Mostaganem	Septembre 2011	200000	En exploitation	76%	AEP/ IND/ TOUR
Boumerdes	Cap Djinet	Juillet 2012	100000	En exploitation	77%	AEP/IND
Tipaza	Fouka	Juillet 2011	120000	En exploitation	91%	AEP
Oran	Mactâa	Fin décembre 2014	500000	Essai de mis en service en cours	/	AEP
Chlef	Tenes		200000	En voie d'achèvement des travaux	/	AEP
Taref	Chatt	/	100000	Lancement des travaux en cours	/	AEP
Tipasa	Oued Sebt	/	100000	Lancement des travaux en cours	/	AEP
Total			2 310 000			

(Source : MRE, Alger, 2014).

Située au long du littoral algérien, treize grandes stations de dessalement d'eau de mer les totalisent une capacité de production de **2 310 000 m³/j.**

Figure IV.6 : Localisation des stations de dessalement



(Source : MRE, Alger, 2009, 2014).

En plus des grandes stations, l'Algérie possède vingt et une 21 stations monoblocs d'une capacité globale de **57 500 m³/j (20,9 hm³/an)** pour desservir **247 406** habitants. Le tableau ci-dessous englobe les paramètres des stations monoblocs de dessalement d'eau de mer :

Tableau IV.15 : Les petites stations de dessalement dites Monobloc.

Wilaya	Stations	Capacité nominale (m ³ /j)	Date de mise en service	Gestionnaire
Alger	Zeralda	5 000	juillet 2003	SEAAL
	Ain Benian	5 000	Novembre 2003	SEAAL
	Palm Beach	2 500	juin 2004	SEAAL
Oran	Bousfer	5 500	Novembre 2005	SEOR
	Les Dunes	5 000	Août 2006	SEOR
Tlemcen	Ghazaouet 1	2 500	Janvier 2004	ADE
	Ghazaouet 2	2 500	Avril 2004	ADE
Tipasa	Bou Ismail	5 000	2004	SEAAL
Tizi ouzou	Tigzirt	2 500	Août 2004	ADE
Skikda	Larbi Ben M'Hidi	7 000	2003	ADE
Chlef	Ténès	5 000	Juillet 2007	ADE
Ain Temouchent	Bouzedjar	5 000	Juillet 2006	ADE
	Chatt el ward	5 000	Juin 2006	ADE
Total		57 500		

(Source : MRE, Alger, 2014).

Ainsi, le nombre de stations de dessalement est de l'ordre de 34 stations avec une capacité totale de production d'eau douce de **2 367 000 m³/j**.

3.2.2 La déminéralisation des eaux saumâtres :

La déminéralisation des eaux saumâtres représente une alternative dans la production d'eau douce à partir des ressources non conventionnelles. En Algérie, cette opération concerne les régions des hauts plateaux et du Sahara. D'un débit de traitement d'entre 100 et 200 m³/jour, plusieurs stations existent dans le sud et sont utilisées soit par les collectivités locales soit par l'entreprise nationale Sonatrach.

Donc, dans la perspective d'améliorer et de renforcer la mobilisation des eaux destinées à la consommation humaine, il a été prévu la déminéralisation des eaux saumâtres dans les hauts plateaux et le sud par ordre prioritaire depuis 1999.

Le volume des eaux saumâtre mobilisé est estimé à **153,5 hm³/an**. Le volume global des eaux saumâtre mobilisé à partir des **13 SDES** en exploitation est de **71 597 m³/j** soit **26,1 hm³/an**.

Résumées dans le tableau ici-bas, nous retrouvons les données relatives aux stations de déminéralisation (dessalement des eaux saumâtres), leur année de mise en service, leur capacité journalière ainsi que la nature d'eau traitée.

Tableau IV.16 : Stations de déminéralisation des eaux saumâtres.

N°	Wilaya	Nom SDES	Nature Eau	Date de mise en service	Capacité (m ³ /j)
1	Tlemcen	El Fehoul	Souterraine	01/07/2007	864
2		Bendafel	Souterraine	01/05/2010	1 036
3	Oran	Bredeah	Souterraine	10/11/2004	27 000
4	TiziOuzou	Talla Oullilit	Source	2008	2 400
5	Bejaïa	Ferraoun(Amassine)	Souterraine	05/07/2009	2 592 (30 l/s)
6	Illizi	In Amenas	Souterraine	06/04/2004	50
7	Biskra	OuledDjellal	Souterraine	1994	650
8	Ouargla	El Borma	Souterraine	juin-04	120
9	Souk Ahras	Ouled Abbes	Souterraine	01/04/2013	259
10		Ain Zerga	Souterraine	01/04/2013	259
11	Khenchela	Sear	Souterraine	2007	480
12	Khenchela	Oualdja	Souterraine	10/10/2003	259
13	Bechar	Abadla	Superficielle	sept-13	4500

(Source : MRE, Alger, 2014).

Un programme ambitieux de développement d'infrastructures de mobilisation et de déminéralisation des eaux saumâtres est en voie de réalisation afin d'améliorer la qualité de l'eau potable mis à la disposition des populations du sud.

Quatorze stations de déminéralisation sont en cours de réalisation. À terme, un volume global journalier de l'ordre de **205 560 m³/j (75 hm³/an)** sera mis à disposition de ces populations pour subvenir à leur besoins.

3.2.3 La dépollution de l'eau : Les Stations d'épuration :

Étant donnée la situation de stress hydrique, les pouvoirs publics ont vu dans cette opportunité un moyen de réduire ou du moins de préserver les ressources en eaux traditionnelles tout en accroissant la production agricole.

Dès les années 70, la notion de protection des ressources en eau contre les effets de la pollution, a été prise en considération par les pouvoirs publics. Ces eaux usées épurées servent alors à l'irrigation des cultures pérennes, principalement à l'arboriculture fruitière. Elles ne servent pas, cependant, à la culture maraîchère.

L'effort en matière de systèmes d'épurations a été fait essentiellement depuis le début des années 80, puisque 70% des stations d'épurations, dites STEP, ont été livrées après cette date, avec une capacité totale de 3,5 millions d'équivalent habitant, soit 83% de la capacité totale¹.

Le linéaire du réseau national d'assainissement connaît un net essor depuis la concrétisation du programme de réalisation des réseaux d'assainissement à travers le pays. Ceci a permis d'éliminer une grande partie des rejets sauvages d'eaux usées notamment au niveau des agglomérations urbaines et d'éradiquer un nombre importants de fosses septiques à travers le pays pour réduire le risque de maladies à transmission hydrique.

Tableau IV.17 : Évolution du linéaire de réseau d'assainissement et taux de raccordement 1999-2019.

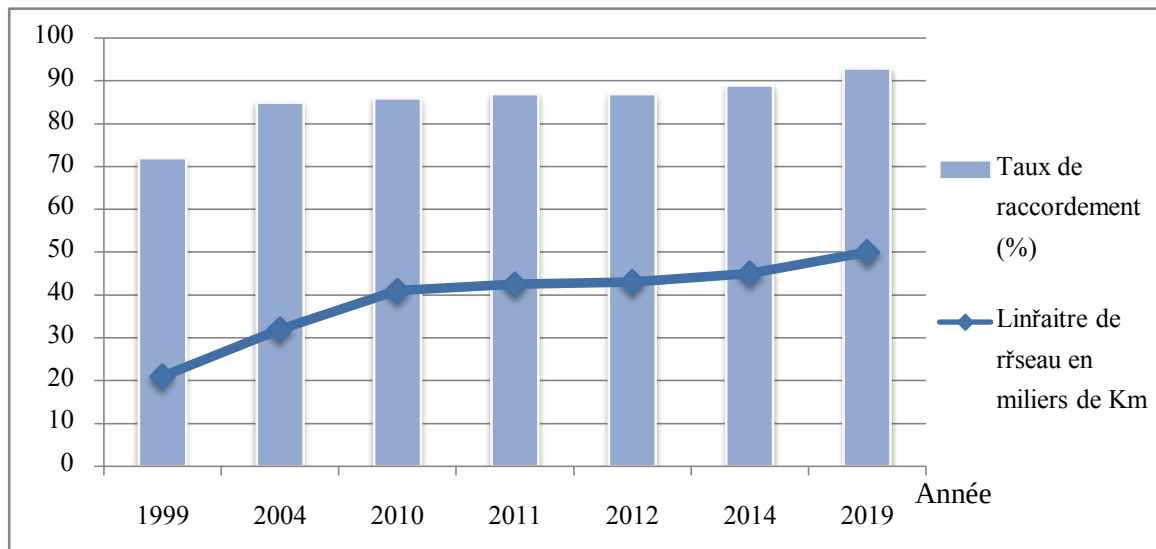
Année	1999	2004	2010	2011	2012	2014	Objectif 2019
Linéaire réseaux Km	21 000	32000	41000	42 500	43 000	45 000	50 000
Taux de raccordement	72%	85 %	86 %	87 %	87%	89 %	93%

(Source : MRE, Alger, 2014, corrigées).

Le linéaire du réseau d'assainissement est passé de **21 000 Km** en **1999** à **45 000 Km** en **2014** (tableau ci-dessus). Pour ce qui est du taux national de raccordement au réseau public d'assainissement, qui est l'un des indicateurs les plus fréquemment utilisés pour apprécier les efforts d'un pays en matière d'assainissement, il est aujourd'hui de **89 %** alors qu'en **1999** il ne représentait que **72 %** (voit l'évolution sur le graphe suivant).

¹ « L'eau en Algérie : le grand défi de demain », Projet de rapport du conseil national économique et social, 15^{ème} session plénière, Mai 2000, P 36.

Figure IV.7 : Évolution de taux de raccordement au réseau d'assainissement et linéaire de réseau 1999-2019.



(Source : établi par l'auteur).

En effet, depuis 1999 et à ce jour, **24 000 Km** de linéaire de réseau d'assainissement neuf ont été réalisés et 250 Km de réseaux d'assainissement rénovés entre 2004 et 2014.

L'épuration des eaux usées a connu ces dernières années une redynamisation et une attention particulière qui se sont traduites par une amélioration de la situation en matière de protection de l'environnement d'une manière générale et la protection des ressources en eau en particulier.

La stratégie du Ministère des ressources en eau dans le domaine de l'épuration est basée sur :

- La protection de la ressource hydrique.
- La protection des citoyens contre les Maladies à Transmissions Hydriques (MTH);
- Le confort et le bien être des citoyens.
- La protection du littoral (Convention de Barcelone)
- La mise à disposition des volumes épurés pour la réutilisation dans le domaine de l'agriculture.

La gestion des STEP est répartie entre les instances administratives suivantes: l'ONA, APC, PASSAVANT, SEATA, SEAAL, Aqua Engineering, SEACO, SUBAL et le

groupement libanais espagnol. Les Procédé d'épurations utilisés dans le traitement des eaux usées en Algérie sont : Le lagunage naturel, la boue activée, lagunage aéré, le filtre à sable, la boue activée Filtre les plans aux roseaux et les jardins filtrants.

Les raisons d'être de ces STEP sont multiples et se résument à la : protection environnement, protection des barrages, protection des nappes et amélioration des conditions de vie des citoyens, Amélioration de la qualité des eaux rejetées dans la mer et la suppression des rejets divers sur le milieu naturel, traitement tertiaire, désodorisation de l'air et réutilisation en Agriculture, protection des puits irrigation, Protection de littoral, lacs, oueds ou Sebkha.

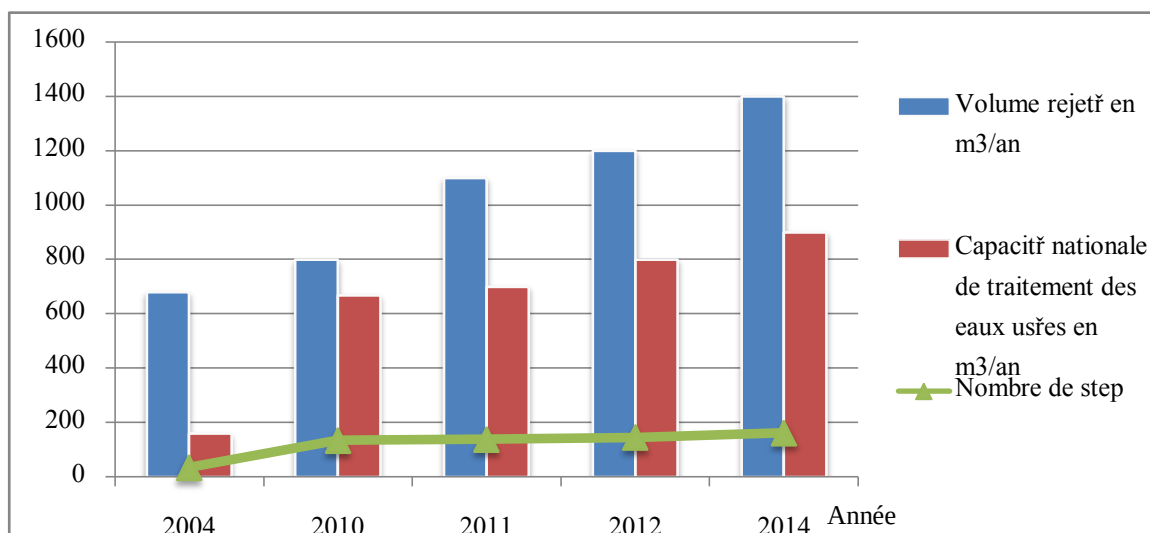
En 2012, l'Algérie disposait de 145 stations d'épuration (boue activés et lagunes) avec une capacité installée estimée environ à 12 millions équivalent/habitant, soit 800 hm³/an (tableau ci-dessous). Aujourd'hui l'Algérie dispose de 162 STEP d'une capacité de traitement de 900 hm³/an. À ce jour, 20 autre stations ont été réceptionnées ce qui portera le nombre des stations d'épuration **en exploitation** à 165 stations avec une capacité installée estimée à environ 12,5 millions EQH soit 900 hm³/an. Une partie de ce volume est réutilisée à des fins agricoles.

Tableau IV.1821 : Évolution des indicateurs d'épuration 2004-2014.

Année	2004	2010	2011	2012	2014
Volume eaux usées rejetés (m³/an)	680	800	1100	1200	1400
Nombre de STEP	34	134	138	145	165
Capacité nationale de traitement des eaux usées (hm³/an)	160	669	700	800	900
Volume des eaux usées traitées (m³/an)	/	253	/	285	293

(Source : MRE, Alger, 2014).

Figure IV.8 : Évolution du volume eaux usées rejetées, de la capacité nationale de traitement et du nombre de STEP 2004-2014.



(Source : établi par l'auteur).

L'analyse des données du tableau et graphe ci-dessus révèle que La capacité nationale de traitement des eaux usées était de l'ordre de $160 \text{ m}^3/\text{an}$ soit **23,53 %** du total d'eaux usées rejetées en 2004. Cette capacité a accru et atteint aujourd'hui **12 328 461 EQH¹** soit **$900 \text{ m}^3/\text{an}$** contre un volume d'eau usées rejetées correspondant à **$1400 \text{ m}^3/\text{an}$** soit une capacité nationale à traiter les eaux usées à hauteur de **64,28 %**. Mais en réalité, les STEP ne sont pas pleinement exploitées et le volume d'eaux usées traitées en 2014 ne représenter que **20,93 %** soit $293 \text{ m}^3/\text{an}$.

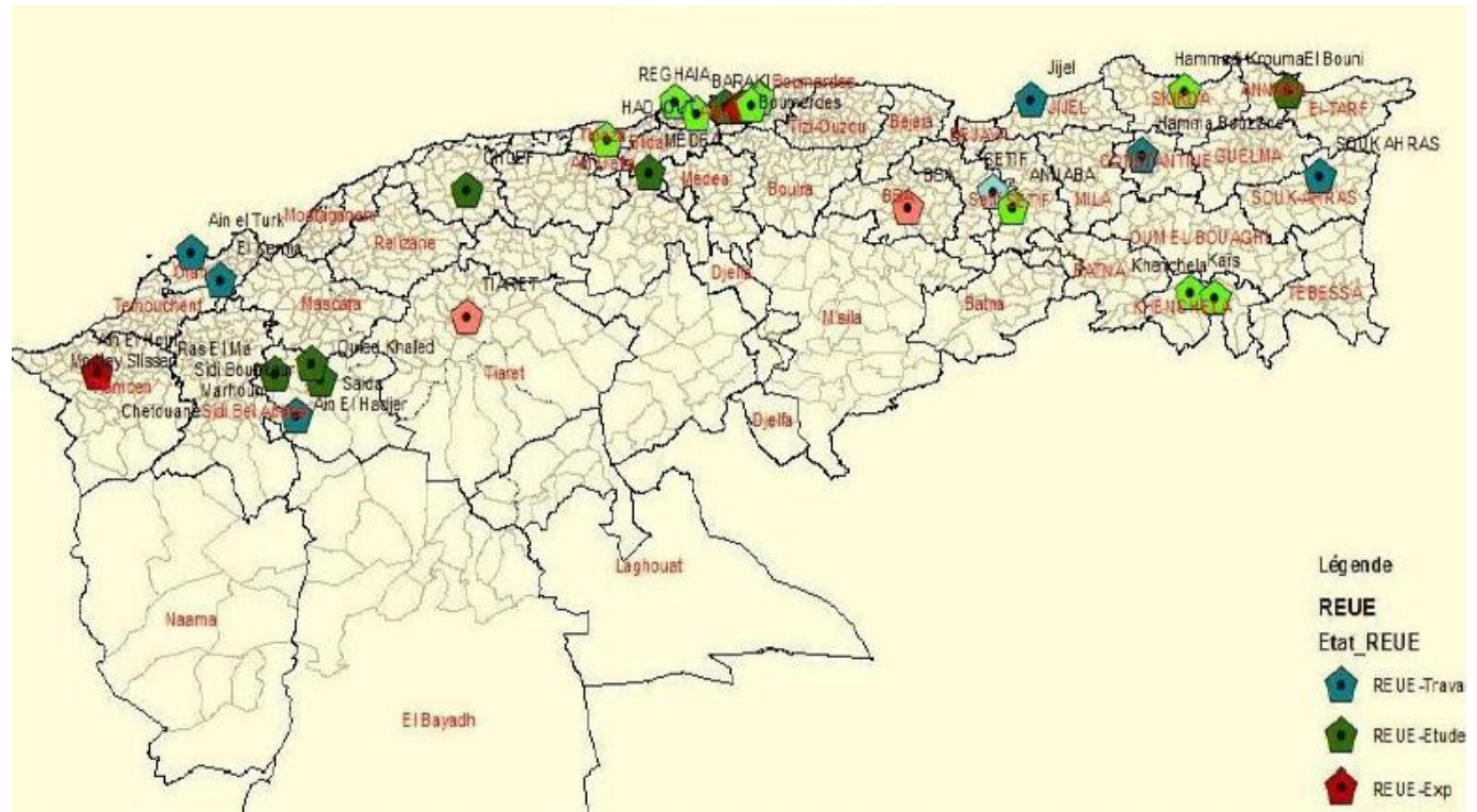
Selon le ministère des ressources en eau, le programme en cours de réalisation des stations d'épuration est reparti comme suit :

- 54 stations d'épuration en cours de réalisation avec une capacité installée de 5.5 millions de EQ.H soit un volume installée de $283 \text{ Hm}^3/\text{an}$
- 55 stations d'épuration en voie de lancement avec une capacité de 5.4 millions de EQH soit un volume de $320 \text{ Hm}^3/\text{an}$.

Une fois le programme de réalisation des stations d'épuration cité ci-dessus sera achevés, le parc des stations d'épuration atteindra 274 avec une capacité de 23,4 millions de EQ.H soit un volume de $1 503 \text{ Hm}^3/\text{an}$.

¹ MRE, Alger, 2014.

Figure IV.9 : Projet de réutilisation des eaux usées de l'Algérie du nord.



(Source : MRE, Alger, 2014) ;

Des stations d'épuration ont été réalisées en nombre important, mais leur fonctionnement n'est pas exploité à fond. À cause de problèmes en aval, mais aussi du fait de comportements psychologiques et sociaux : non seulement les installations nécessaires ne sont pas mises en place pour l'exploitation de cette eau, mais nombre d'agriculteur rechignent encore à l'utiliser pour l'irrigation. « C'est un comportement non rationnel, mais assez répandu », reconnaît un cadre de l'hydraulique d'Alger¹. Résultat : les eaux traitées ne sont pas utilisées en quantité suffisante pour l'agriculture, ce qui permettrait de libérer de nouveaux volumes pour les villes, et permettrait à l'Algérie d'améliorer ses bilans. Pourtant, en période de sécheresse, certains fellahs utilisent les eaux usées pour l'irrigation, sans même les traiter.

Malgré les retards accumulés dans le domaine de l'assainissement, il est important de signaler que des efforts considérables ont été consentis par les pouvoirs publics en Algérie, notamment en matière de réalisation d'infrastructures d'assainissement, de gestion ainsi que la réglementation.

3.3 Le programme des transferts en Algérie :

Les transferts d'eau en Algérie ne datent pas d'hier. En effet, et dans un document pris à la bibliothèque de Paris intitulé : « Campagne d'Afrique en 1830 », rédigé par officier du corps expéditionnaire Français, il y décrivait le pays et dit: « ...*un grand nombre d'aqueducs amène les eaux jusqu'à la capitale...* »².

La répartition équitable des ressources en eau entre les différentes régions du territoire algérien constitue un autre axe de la politique mise en place par le gouvernement. Afin de pallier aux disparités géographiques, un programme de transferts régionaux qui vise à assurer une meilleure équité entre les territoires pour l'accès à l'eau a été progressivement mis en œuvre. C'est principalement au cours de la dernière décennie que des opérations importantes ont été entreprises, certaines étant en cours de réalisation actuellement par l'ANBT.

Ces transferts d'eau répondent également aux objectifs de la stratégie de sécurité alimentaire du pays qui vise à soutenir des régions à fort potentiel agricole. Ainsi, à titre d'exemple, en

¹ BOUSBOULA Aïssa, « Pas de sites pour de grands barrages en Algérie », lundi 6 mai 2013, <http://www.maghrebemergent.com/politiques-publi:09/2014.ques/algerie/item/23749-pas-de-site-pour-de-grands-barrages-en-algerie.html>. Consulté le: 27/09/2014.

² « Campagne d'Afrique en 1830 », un officier du corps expéditionnaire Français, archives de la Bibliothèque National de Paris, France, 1830.

aménageant de grands transferts vers les wilayas de Sétif et de Djelfa, le gouvernement entend faire de ces deux wilayas des zones productrices de céréales, appelées à produire d'ici 2014, 20 % des besoins du pays dans ce domaine¹. Ces initiatives ambitionnent de connecter les ressources en eau des différents systèmes régionaux autour des grands centres urbains tout en desservant les villes alentours par l'intermédiaire d'infrastructures de moindre envergure.

Les sept systèmes de transfert considérés comme « grands projets structurants » sont, d'Est en Ouest comme suite :

3.3.1 L'aménagement d'El Taref :

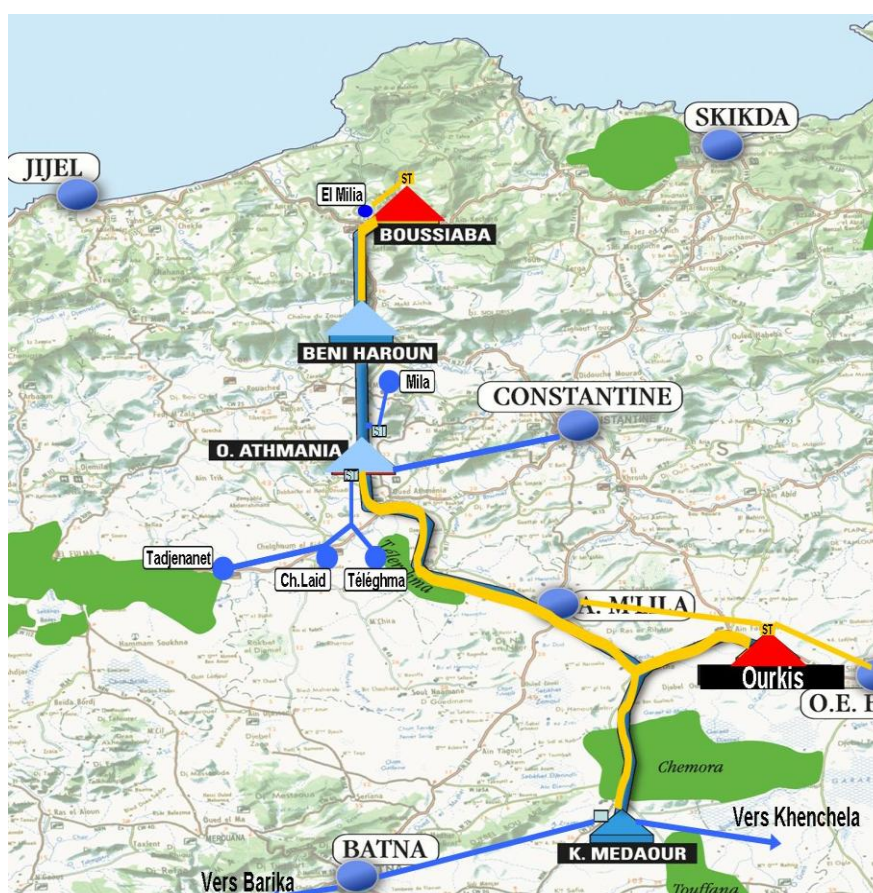
C'est un dispositif de six barrages (Cheffia, Mexa, Bougous, Bouhalloufa, Boulatane et Bounamoussa) devant desservir le pôle urbano-industriel d'Annaba, ainsi que la région d'El Tarf- El Kala et ses grands périmètres irrigués (plaines d'El Kebir- Est et de Bounamoussa-Annaba

3.3.2 Le système de Beni Haroun :

C'est un aménagement complexe refoulant les eaux de l'oued Kébir-Rhumel au profit de plusieurs centres urbains et de l'irrigation (40 000 ha). Il se situe sur les hautes plaines du constantinois et est destiné à couvrir, à l'horizon 2020, les besoins de l'eau potable de six wilayas de l'Est : Jijel, Mila, Constantine, Oum El Bouaghi, Khenchela et Batna.

¹ MRE, Alger, 2014.

Figure IV.10 : Système de Beni Haroun.



(Source : MRE, Alger, 2014)

3.3.3 Complexe hydraulique Séli-Hodna:

Commandé par les 2 anciens barrages hydroélectriques de Petite Kabylie (Ighil Emda et Erraguène), ils sont destinés aujourd'hui à alimenter 2 systèmes parallèles :

- **Le Système Ouest** : de Ighil-Emda–Mahouane (**122 hm³/an**) : 31 hm³ pour l'AEP de la ville de Sétif et des agglomérations avoisinantes et 91 hm³ pour l'irrigation de 13 000 ha dans les Hautes Plaines sétifiennes¹;
- **Le Système Est** : de Erraguène–Tabellout–Draa Diss (**191 hm³/an**) : 38 hm³ pour l'AEP de la ville d'El Eulma et des agglomérations avoisinantes et 153 hm³ pour l'irrigation de 30 000 ha.

¹ MRE, Alger, 2014.

Figure IV.11 : Le complexe hydraulique Sétif-Hodna.



(Source : MRE, Alger, 2014).

3.3.4 Le transfert de Tichi Haf-Béjaia :

Ce transfert d'eau se situe en Kabylie dans la wilaya de Bejaïa à environ 200 Km à l'Est d'Alger. Il permet principalement de transférer l'eau brute stockée dans le barrage de Tichi Haf vers une station de traitement à proximité d'Akbou puis d'alimenter en eau potable les agglomérations situées le long du couloir Akbou-Bejaïa. Il desserve les villes de la vallée de la Soummam (Akbou, Béjaïa), les périmètres d'irrigation du Sahel et de la Basse Soummam, ainsi que la plaine d'El Esnam (alimentée à partir du barrage de Tilesdit).

Figure IV.12 : transfert de Tichi Haf-Béjaia.

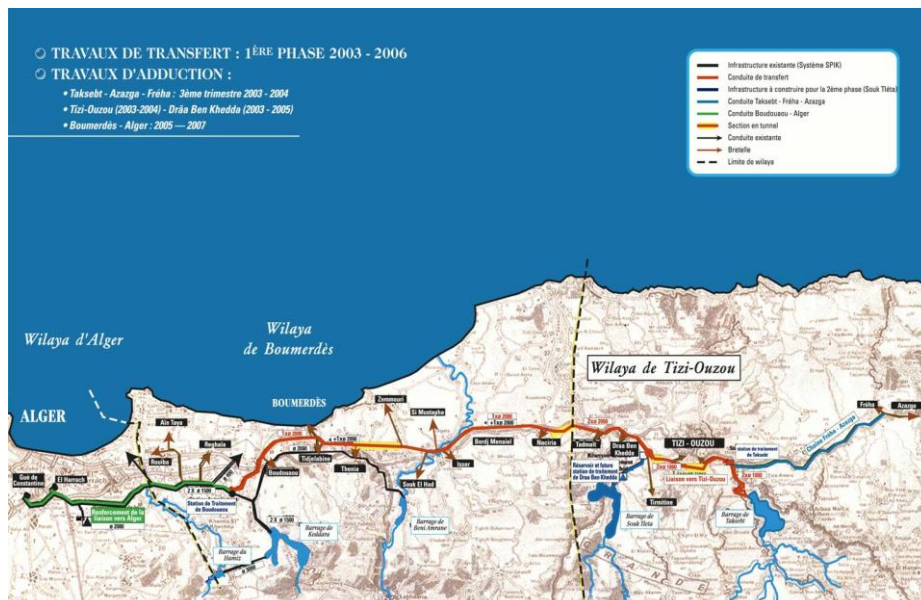


(Source : ANBT, Alger, 2014).

3.3.5 Le transfert Taksbt-Alger :

Ce système permettra de transférer annuellement un volume de 180 millions de m³ et de couvrir le déficit des trois wilayas de Boumerdès, Alger et Tizi Ouzou jusqu'en 2023. Le système de production d'eau Taksebt-Souk Tleta répond à un programme d'urgence d'AEP de la région d'Alger-Tizi Ouzou-Boumerdès.

Figure IV.13 : Système Taksbt-Alger.

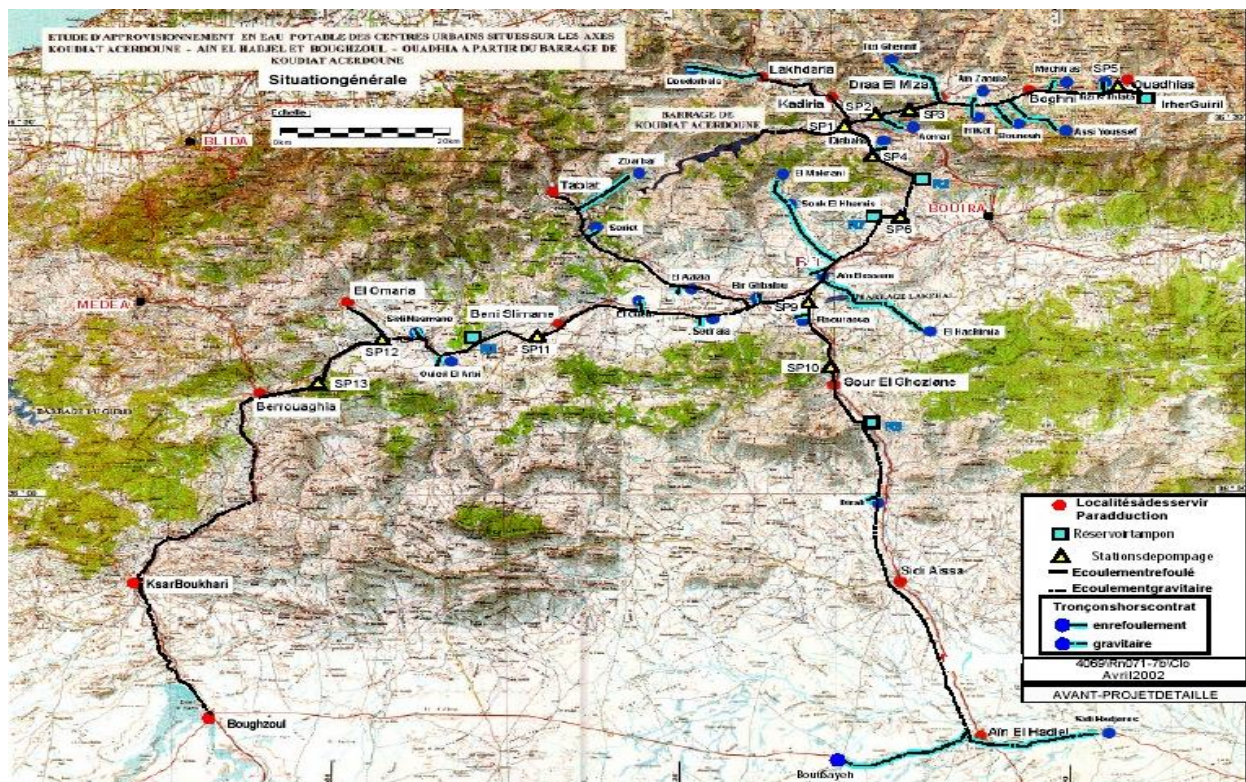


(Source : TERRA Messaoud, 2009).

3.3.6 Transfert de Koudiat Acerdoune-Hauts plateaux :

En plus de son rôle d'appoint pour le barrage de Keddara (organe du système SPIK qui alimente Alger), ce projet couvrira les besoins d'AEP de 300 000 habitants (Bouira, Tizi Ouzou, M'sila et Médéa) ainsi que l'irrigation de 190 000 ha (Issers et Mitidja). Grâce à ce projet, 180 millions de m³ seront mobilisés par an pour le profit des wilayas du centre, à savoir : Bouira, Tizi Ouzou, Alger, M'sila, Médéa et Djelfa.

Figure IV.14 : Système de Koudiat Acerdoune-Hauts plateaux.



(Source : TERRA Messaoud, 2009).

3.3.7 Le Système MAO :

C'est un complexe hydraulique qui a pour objectif de transférer 155 millions de m³/an, à partir de l'Oued Cheliff vers le couloir Mostaganem-Arzew-Oran.

Figure IV.15: Le système Mostaganem Arzew Oran.



(Source : MRE, Alger, 2014).

Malgré les moyens importants consentis par les pouvoirs publics et en dépit de l'enveloppe budgétaire allouée au secteur et de l'amélioration de la couverture des besoins aussi bien du citoyen que des autres secteurs (agriculture, industrie,...), le résultat est loin d'être reluisant aussi bien au niveau national qu'au niveau régional. C'est pour toutes ces raisons qu'il est nécessaire d'envisager des solutions alternatives, complémentaires et nouvelles de planifications, d'aménagement et de gestion des ressources en eau. Ces stratégies doivent être fondées sur des outils modernes d'investigation, de prévision et de gestion et tenir compte des nouvelles conditions hydro climatiques et socio-économique de l'Algérie.

Conclusion :

La position géographique de l'Algérie, en zone de transition, et son climat aride et semi-aride, en fait un espace très vulnérable. Le secteur de l'eau sera l'un des plus déstabilisés. Diminution de l'écoulement des eaux, modification du régime hydrologique saisonnier avec des impacts sur certains aménagements hydrauliques et agricoles, augmentation de la salinité des eaux, baisse du niveau des nappes souterraines sont les conséquences énumérées par l'IISD. Pour l'agriculture, l'érosion des sols entraîne une dégradation des terres, les déficits en pluviométrie pouvant atteindre 50% durant la période 2000-2020 provoqueront un déficit des rendements des cultures pluviales et l'activité agricole côtière se réduira à cause de la salification des nappes.

Combinés à l'évolution démographique, ces scénarios sont chaotiques. L'urgence de développer une politique nationale, puis internationale de lutte contre le réchauffement climatique n'est plus à démontrer, surtout de par la situation géographique et contrainte climatique que connaît l'Algérie.

Cette étude a démontré que d'importants efforts ont été entrepris par l'Algérie depuis le début de la décennie 2000 pour mobiliser de nouvelles ressources en eau. Si ces initiatives visaient initialement à répondre prioritairement aux usages domestiques, elles entendent depuis peu offrir de nouvelles capacités à l'eau agricole. Pour répondre à cette demande croissante, des investissements massifs ont été engagés qui se traduisent par une augmentation du parc de barrages et de retenues collinaires, un recours accru au dessalement de l'eau de mer et à la réutilisation des eaux usées.

Entre 2000 et 2010, les dépenses publiques liées au secteur de l'eau ont connu une constante augmentation et plus de deux tiers de ces investissements furent destinés à la rénovation et à la construction de grandes infrastructures de mobilisation de transfert, d'adduction et de stockage d'eau. Cette politique de l'offre a permis de dégager des ressources supplémentaires en eau : l'Algérie a vu sa capacité de stockage des eaux de surface doubler durant cette même période.

Le dessalement d'eau de mer en Algérie 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. En plus de relier les problématiques énergétique et hydraulique, la question du dessalement invite à réfléchir à l'idée de considérer cette technique comme un substitut à d'autres alternatives plus « durables » en matière de mobilisation des ressources en eau.

Le présent chapitre a démontré qu'en matière de mobilisation des ressources en eau, l'Algérie s'est vue dotée, ces dernières années, de technologies à la hauteur du progrès dans le domaine de l'eau. La technologie du dessalement d'eau de mer, les techniques de constructions de grands barrages, les procédés d'épuration des eaux usées ainsi que les sept systèmes de transfert d'eau participent ensemble au renforcement de la dotation en eau potable dans le pays. Hors fautes de technologies, dit-on trop sophistiquées, d'une gestion peu performante ou encore d'une insuffisance en infrastructures ou de vides juridiques le secteur de l'eau reste handicapé malgré les efforts consentis et les technologies employées.

L'augmentation des coûts de l'énergie, les besoins croissants, la limite des techniques et technologies actuelles et bien d'autres pourrait stimuler les efforts de créativité et d'innovation concernant de nouveaux procédés moins coûteux comme le développement des énergies renouvelables pour le secteur de l'eau.

Chapitre V :

Le défi énergétique en Algérie ; réalités et perspectives

Introduction

- 1. L'énergie en Algérie**
- 2. Potentiel des énergies renouvelables en Algérie**
- 3. Politique, programme et développement des énergies renouvelables en Algérie**

Conclusion

Introduction :

Les différents plans de développement en Algérie ont permis diverses réalisations et le choix de multiples techniques pour augmenter la mobilisation de l'eau et augmenter la dotation journalière, soit en eau conventionnelles ou non conventionnelles. Les résultats tangibles de cette action volontariste des pouvoirs publics n'ont pas tardé à se faire sentir : **65 barrages en exploitation** et 14 en cours de réalisation (pour une capacité globale à terme de 8,4 milliards de m³), 13 stations de dessalement d'eau de mer dont **9 stations en service** (pour une capacité globale de production de 2.3 millions de m³/j). En outre, le parc de **140 stations d'épuration des eaux usées permet la récupération** de quelque 800 millions de m³ par jour d'eaux usées épurées.

Les indicateurs du développement humain dans le domaine de l'eau ont sensiblement progressé pour dépasser de loin les objectifs du millénaire fixés, dans ce domaine par l'Organisation des Nations Unies. L'Algérie fait partie des 30 pays qui ont mobilisé le plus d'eau dans le monde ces dernières années¹. Les orientations de la nouvelle politique hydraulique en Algérie sont marquées par un important recours aux eaux non conventionnelles, notamment le dessalement d'eau de mer et l'épuration des eaux usées. Cependant, ces technologies sont fortement consommatrices en énergies. Dans un monde où le problème de sécurité énergétique grandit et prend de l'ampleur, la politique hydraulique algérienne devient soumise, en plus des différents problèmes dues à sa situation géographique, sa pression démographique et la menace climatique et écologique qui pèsent sur le pays, le défi énergétique devient la nouvelle variable à prendre en considération dans les futures orientations et décisions en matières de gestion d'eau en Algérie.

La demande croissante en énergie électrique dans le pays induite par les besoins pressants des différents secteurs dus au développement, et les défis environnementaux liés à l'utilisation de l'énergie (pollutions de l'air, pollution de l'eau, augmentation du gaz à effet de serre, accumulations des déchets indésirables,...) imposent que l'on oriente les politiques et les pratiques vers un usage toujours plus rationnel des services énergétiques: l'énergie non consommée restera toujours la moins polluante.

L'énergie se manifeste dans la nature de façon multiforme, et pour satisfaire ces besoins sans cesse croissant, l'homme a entrepris l'exploitation d'une façon exagérée ces énergies surtout fossiles. Il y a des limites naturelles à cette exploitation. Aussi, est-il devenu nécessaire de limiter leur exploitation noble et d'axer ses efforts vers des énergies de substitution. Les besoins croissants

¹ Ministère des ressources en eau, Alger, 2014.

de l'humanité en énergie -comme l'énergie électrique-, condition de développement, font craindre une modification des climats due essentiellement à la pollution chimique et thermique. Les formes actuelles d'utilisation de l'énergie naturelle fossile ou de l'énergie artificielle (énergie Nucléaire) dégagent d'énormes quantités de polluants. Toutes questions d'épuisement des ressources mises à part, le développement économique mondial est donc subordonné pour son avenir à l'utilisation de nouvelles sources d'énergie non polluantes et pratiquement illimitées. Ces sources pourraient être l'énergie éolienne, l'énergie des marées et surtout l'énergie solaire.

Les énergies renouvelables peuvent être utilisées dès le stade primaire ou après un processus de transformation, et peuvent être valorisées sous forme d'électricité ou de chaleur (énergie thermique). Certaines d'entre elles sont utilisées depuis longtemps. Parmi elles, l'hydroélectricité a toujours eu une place prépondérante, mais des énergies comme le bois ou les pompes à chaleur ne sont redécouvertes que depuis peu. En revanche, d'autres énergies ne sont apparues que récemment, comme les énergies solaire ou éolienne (énergies fortement disponibles en Algérie).

Face au réchauffement climatique, à la problématique de l'eau et à la raréfaction des énergies fossiles, il est possible de réagir Algérie, en amont (prévenir) et/ou en aval (guérir). Le développement des énergies renouvelables participe à modifier nos modes de consommation et de production en choisissant des énergies non émettrices de gaz à effet de serre. La création au niveau mondial en janvier 2009 de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA, International Renewable Energy Agency) confirme la volonté de certains pays d'aller dans ce sens¹. Devant la hausse imminente de la consommation énergétique nationale, l'augmentation de gaz à effets de serre et l'amenuisement des réserves de combustibles fossiles, nous nous pencherons, dans ce chapitre, sur l'étude des solutions potentielles de rechange essentiellement pour le secteur de l'eau. C'est ainsi que nous tenterons de trouver des éléments de réponse aux problématiques suivantes: ***L'énergie représente-t-elle un nouveau défi en Algérie, et cela peut-il constituer une menace pour la sécurité hydrique et écologique du pays ? Quel est la situation des énergies fossiles et le potentiel des énergies renouvelables en Algérie, et comment se présentent leurs développements ? Et comment peut-on envisager l'avenir des énergies renouvelable pour l'eau en Algérie?***

¹AUTISSIER David, BENSEBAA Faouzi, BOUDIER Fabienne, « l'Atlas du management », EYROLLES-Édition d'organisation, 2010-2011, P 95.

1. L'énergie en Algérie :

La demande croissante en énergie électrique dans le pays induite par les besoins pressants dus au développement et les défis environnementaux liés à l'utilisation de l'énergie (pollutions de l'air, pollution de l'eau, augmentation du gaz à effet de serre, accumulations des déchets indésirables,...) imposent que l'on oriente les politiques et les pratiques vers un usage toujours plus rationnel des services énergétiques: l'énergie non consommée restera toujours la moins polluante.

Toute production d'énergie présente à la fois un impact environnemental et un bilan économique. La recherche de la performance optimale dans l'utilisation de l'énergie permet de réduire la quantité nécessaire de ressources énergétiques, aujourd'hui largement basées sur les ressources énergétiques non renouvelables, de limiter les pollutions engendrées et d'atténuer les coûts économiques.

La loi algérienne relative à la maîtrise de l'énergie et en particulier le décret exécutif n° 05-495 de Décembre 2006, prévoit un système d'audit énergétique obligatoire aux établissements grands consommateurs d'énergie, dont la finalité est d'améliorer leur efficacité énergétique.

En 2009, la consommation énergétique mondiale s'est élevée à 11,3 milliards de tonnes équivalent pétrole (TEP)¹. La consommation énergétique dans les pays industrialisés est pratiquement stable depuis 10 ans, par contre, dans le reste du monde, elle est en hausse de près de 5% par an². À Cette allure et d'après les technologies actuelles, la consommation énergétique annuelle mondiale pourrait atteindre 20 milliards de TEP d'ici l'an 2020. Les conséquences d'une telle croissance (dont près de 80% provient de carburants fossiles) seraient catastrophiques à trois égards :

- L'épuisement des ressources de carburants fossile ;
- Les problèmes géopolitiques provoqués par l'accès à de tels carburants ;
- Les problèmes environnementaux, notamment en termes de réchauffement climatique et de pénurie d'eau.

À l'instar des autres pays en développement, l'Algérie assiste, elle aussi, à une forte hausse des émissions de gaz à effet de serre, due en majeure partie à l'industrialisation rapide et à l'augmentation des transports, mais aussi en raison de l'utilisation non viable de bois de chauffage

¹ GOLDEMBERG José & LUCON Oswaldo, « *Choix d'énergies renouvelables dans les pays en développements* », In Magazine : Making It -l'industrie pour le changement-, N°1, Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), Décembre 2009, P 17.

² Idem.

et de la déforestation qui s'en est suivie. À titre d'exemple, les pays de l'Organisation de Coopération et de Développement Économique¹ (OCDE) sont à eux seuls responsables de 33% des émissions industrielles de CO₂.

Pour résoudre ces problèmes, il faut s'attaquer à leurs causes : des efforts considérables doivent être déployés qui englobent des actions et politiques complémentaires en termes de rendement énergétique ou de conservation énergétique afin d'obtenir un bien-être équivalent tout en consommant de moins grandes quantités de ressources naturelles, d'énergies renouvelables qui peuvent être utilisées à la place de carburants fossiles, et de nouvelles avancées technologiques pour améliorer le rendement énergétique et utiliser des énergies renouvelables.

1.1 La situation de l'énergie électrique en Algérie:

Le parc de production national d'électricité est constitué des centrales électriques de la Société Algérienne de Production de l'Électricité (SPE), et des sociétés en partenariat, à savoir:

- Kahrama Arzew mise en service fin 2005 ;
- Shariket Kahraba Skikda « SKS » mise en service en 2006 ;
- Shariket Kahraba Berrouaghia « SKB » (Médéa) mise en service en 2007;
- Shariket Kahraba Hadjret Ennouss « SKH » mise en service en 2009.

Deux autres projets sont en cours de réalisation par Sonelgaz en partenariat, il s'agit de :

- Centrale Cycle combiné de Terga (Ain Timouchent) de 3 x 400 MW, réalisée par Shariket Kahraba Terga (SKT), dont la mise en service de la centrale est prévue au courant de l'été 2012 ;
- Centrale Cycle combiné de Koudiet Edraouch (El Tarf) de 3 x 400 MW, réalisée par Shariket Kahraba Koudiet Edraouch (SKD), dont la mise en service est prévue en 2013.

La structure du réseau électrique nationale se décompose en trois systèmes²:

- **Le Réseau Interconnecté National (RIN) :** s'étalant sur le nord du pays et couvrant les régions de Béchar, Hassi Messaoud, Hassi R'Mel et Ghardaia, est alimenté par une

¹ GOLDEMBERG José & LUCON Oswaldo, « *Choix d'énergies renouvelables dans les pays en développements* », In Magazine : Making It -l'industrie pour le changement-, N°1, Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), Décembre 2009, P 19.

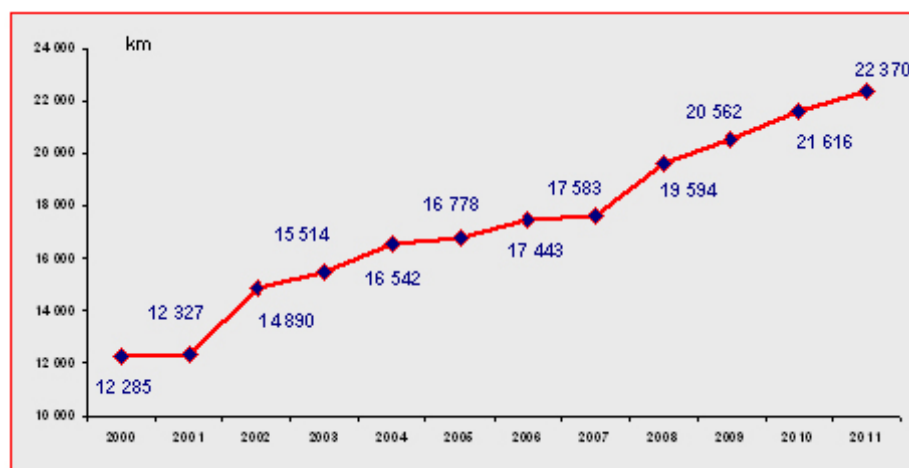
² MEM, Alger, 2014.

quarantaine de centrales de production d'électricité, reliées entre elles à travers un réseau de transport en 220 kV et 400 kV, permettant le transfert d'énergie des sites de production vers les centres de consommation.

- **Le pôle In Salah – Adrar – Timimoun :** Ce pôle est alimenté par les centrales Turbines à Gaz d'Adrar et d'In Salah, interconnectées à travers un réseau 220 kV s'étalant d'In Salah à Timimoun via Aoulef et Adrar.
- **Les Réseaux Isolés du Sud :** Il s'agit de 26 sites du grand sud, alimentées par des réseaux locaux à travers des groupes diesels ou des TG compte tenu des distances mises en jeu et des niveaux de consommation relativement faibles.

La longueur totale du réseau national de transport de l'électricité, tous niveaux de tensions confondus (60 à 400 kV), dont la gestion est confiée au Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Electricité (GRTE) est estimée à fin 2011 à 22 370 km¹, soit un accroissement de 21.3 % par rapport à 2007 (figure suivante).

Figure V.1 : Évolution de la longueur du réseau transport électricité en km Période 2000-2011.



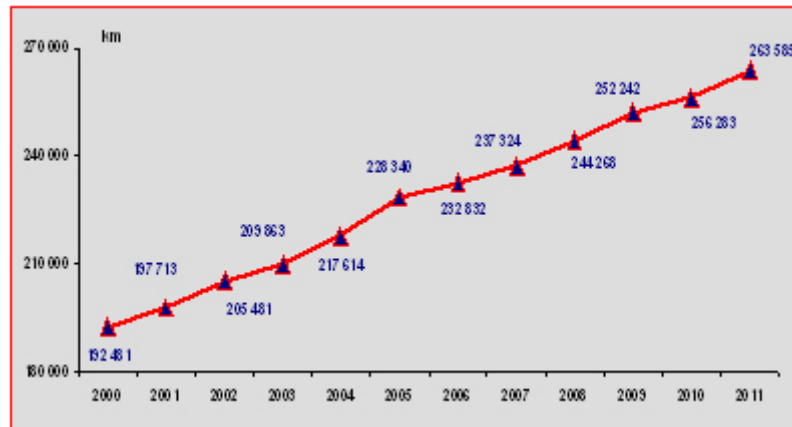
(Source : MEM, 2014).

Le programme de développement en moyens de production et transport d'électricité doit s'accompagner du renforcement du réseau de distribution, pour assurer la fiabilité de l'approvisionnement et de la distribution de l'énergie électrique et garantir une meilleure qualité de

¹ MEM, Alger, 2014.

service pour les citoyens. À ce titre, à fin 2011, la longueur totale du réseau national de distribution de moyenne et basse tension de l'électricité, a été atteint **263 585 km¹** (figure ici-bas).

Figure V.2 : Évolution de la longueur du réseau de distribution électricité en km.



(Source : MEM, 2014).

Selon des données du Ministère de l'Énergie et des Moines (2014), la capacité de production d'électricité est passée de **5 600 MW** à **11 389 MW** et cela de 2001 à 2011, soit un taux d'évolution de **51%** en dix ans. Selon la même source, la production nationale en 2011 a atteint **48 871,2 GWh**, elle est répartit par type d'équipement comme suit:

Tableau V.1 : Taux de production d'électricité des différents équipements.

Type d'équipement	Production GWh	Taux %
Turbine vapeur	9 653,7	19,8
Cycle combiné	15 701,3	32,1
Turbine gaz	22055,3	45,1
Hydraulique	378,3	0,8
Diesel	463,9	0,9
Centrale Hybride	618,7	1,3
Total	48 871,2	100

(Source : MEM, 2014).

¹ MEM, Alger, 2014.

La part de production d'électricité par les énergies renouvelable est très faible dans ce total et ne représente que 2,1%. En effet, les centrales hybrides n'interviennent qu'avec 1,3% de taux de production suivie de l'énergie hydraulique avec seulement 0,8%.

En raison des difficultés économiques qu'a connues le pays durant toute la décennie 1990-2000, il n'était pas possible de subvenir aux investissements, en particulier en moyens de production en électricité pour faire face à l'accroissement de la demande algérienne. Pour satisfaire cette dernière, il n'y avait que les unités de production installées jusque vers la fin des années 1980. C'est alors que Sonelgaz s'est retrouvée vers la fin des années 1990 (début 2000) dans l'obligation d'exploiter les moyens de production aux limites de leur fonctionnement et de réduire leur maintenance au détriment de leur fiabilité. Ceci a eu pour conséquence la fragilisation et l'accélération du vieillissement du parc de production qui est devenu au fil des années 2000 peu fiable, voire obsolète.

Par ailleurs, à cette même période, avec l'embellie financière, la relance économique, la croissance de la demande en électricité est devenue de plus en plus élevée et soutenue. De plus, le consommateur final, en particulier l'abonné ordinaire et les services, a changé de comportement en raison de la disponibilité sur le marché d'équipements électriques, surtout les chauffages électriques et les climatiseurs. Ceci a eu non seulement pour conséquence la modification de la consommation de pointe qui se situait habituellement en hiver mais, en plus, a vu l'apparition d'une autre pointe en été pour les besoins du confort du citoyen. Ces pointes deviennent à la fois plus élevées et plus aléatoires car de plus en plus dépendantes des conditions météorologiques et donc du comportement du citoyen. Toutes ces raisons ont fait que des contraintes importantes de satisfaction de la demande ont été enregistrées depuis 2003. L'opérateur du système électrique algérien s'est retrouvé dans l'obligation de conduire le système avec une réserve quasiment nulle (en 2004), voire inexistante (en 2006) durant la pointe annuelle¹.

Avec la promulgation de la loi n° 02-01 du 5/2/2002 sur l'électricité en Algérie, ayant comme première mesure l'ouverture du secteur de la production de l'électricité à la concurrence, de nouvelles sociétés de production se sont installées à partir de 2005 partageant les investissements dans ce secteur. C'est ainsi qu'une nouvelle capacité globale en production électrique de 4 854 MW a été installée entre 2003 et 2009.

¹ « Énergie & Mines », Revue périodique du secteur de l'Énergie et des Mines N°12, Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, Novembre 2010, P 14.

Au manque de fiabilité et de disponibilité satisfaisante de production et à la fragilité des interconnexions interrégionales viennent se greffer les maladies de jeunesse des groupes nouvellement installés. Ceci a eu pour effet l'augmentation de la fréquence des incidents (déclenchement d'unités de production en particulier) et a conduit l'Opérateur du système électrique à faire face, assez souvent, à des indisponibilités de plusieurs ouvrages à la fois.

Parmi les nombreux incidents majeurs, il y a lieu de rappeler¹ :

- Le black-out de février 2003, suite déclenchement des deux groupes du Hamma (2x200 MW) ;
- Incident du 16 juillet 2005 où il y a eu un manque général d'alimentation en énergie électrique de la région Ouest ;
- Incident du 4 au 10 septembre 2008 sur les lignes d'évacuation des groupes de la centrale de Ras Djinet, aggravé par le déclenchement des groupes de la centrale SKS, engendrant des délestages journaliers durant toute la semaine de l'incident de l'ordre de 300 à 600 MW pour les pointes matin et de 1 000 MW environ pour les pointes soir ;
- Incident du 15 juillet 2009 suite à un déclenchement des trois groupes de SKH à 1 099 MW, engendrant un délestage d'environ 1 000 MW en pointe matin et soir.

En Algérie, la consommation nationale d'électricité primaire s'élève aujourd'hui à **83 Kilo tonne équivalent pétrole**² (Tableau ci-dessous). La production d'électricité devrait se situer entre 75 à 80 TWh en 2020 et entre 130 à 150 TWh en 2030³. D'ici 2020, les besoins du secteur résidentiel seront multipliés par 2,7 alors que le secteur tertiaire va multiplier sa consommation électrique par 3,2, soit une hausse de 460% par rapport à la consommation actuelle⁴. L'intégration massive du renouvelable dans le mix énergétique constitue un enjeu majeur en vue de préserver les ressources fossiles, de diversifier les filières de production d'électricité et de contribuer au développement durable.

¹ « Énergie & Mines », Revue périodique du secteur de l'Énergie et des Mines N°12, Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, Novembre 2010, P 15.

² « Bilan énergétique national de l'année 2013 », Ministère de l'Énergie, Alger, 2014, P 25.

³ « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », Ministère de l'Énergie et des Mines, Mars 2011, P 6.

⁴ MEKIDECHE Mustapha, « Énergies renouvelables, quels bouquet énergétique pour l'Algérie » In NOOR, Revue trimestrielle du Groupe SONELGAS, N°7, Algérie, Décembre 2008, P 61.

Tableau V.2 : Bilan global d'énergie électrique en GWH spécifique et Ktep.

ELECTRICITE	GWH	Ktep
1- PRODUCTION D'ELECTRICITE PRIMAIRE		
1.1- Produite par SONELGAZ		
a - Électricité HYDRAULIQUE	99	25
b - Autres (SOLAIRE, ...)	231	58
1.2 - Production autonome	-	-
Total	330	83
2 - PRODUCTION D'ELECTRICITE DERIVEE		
2.1- Produite PAR SONELGAZ	23 467	5 915
2.2 - Produite par IPPC (KAHRAMA, SKD, SKS, SKB, SKH, SKT, SPP1)	32 352	8 154
2.3 - Productions autonomes	3 742	943
Total	59 561	15 012
3- REPARTITION PAR TYPE DE PRODUCTION :		
3.1 - Électricité produite par turbine GAZ	14 829	3 754
3.2 - Électricité produite par turbine VAPEUR	9 582	2 415
3.3 - Électricité produite par DIESEL	227	57
3.4 - Cycle combiné	30 255	7 626
3.5 – Hydraulique	99	25
3.6 - Centrale hybride	1 155	291
3.7 - Production autonome	3 742	943
Total	59 890	15 096

(Source: établi par l'auteur selon le Bilan énergétique national de l'année 2013, MEM).

Malgré la mise en service des nouvelles centrales, la forte demande et le changement du comportement du citoyen ont réduit les possibilités d'entretien des moyens de production. Aussi, en dépit de l'injection de cette nouvelle capacité de près de 5000 MW sur cinq ans (soit en moyenne 1000 MW par an), la situation est restée tendue.

Aujourd'hui, les besoins énergétiques de l'Algérie sont satisfaits, presque exclusivement, par les hydrocarbures, notamment le gaz naturel. Il n'est fait appel aux autres formes d'énergies que lorsque le gaz ne peut être utilisé. À long terme, la reconduction du modèle national de consommation énergétique actuel peut rendre problématique l'équilibre offre-demande pour cette

source d'énergie. Il est grand temps de se tourner vers d'autres formes d'énergies renouvelables grandement disponibles dans le pays comme le solaire et l'éolien.

Ainsi, l'Algérie se retrouve au cœur de la transition énergétique avec les changements climatiques non pas comme contrainte mais surtout comme opportunité pour diversifier la structure du bouquet énergétique du pays.

4.1 Le Bilan énergétique:

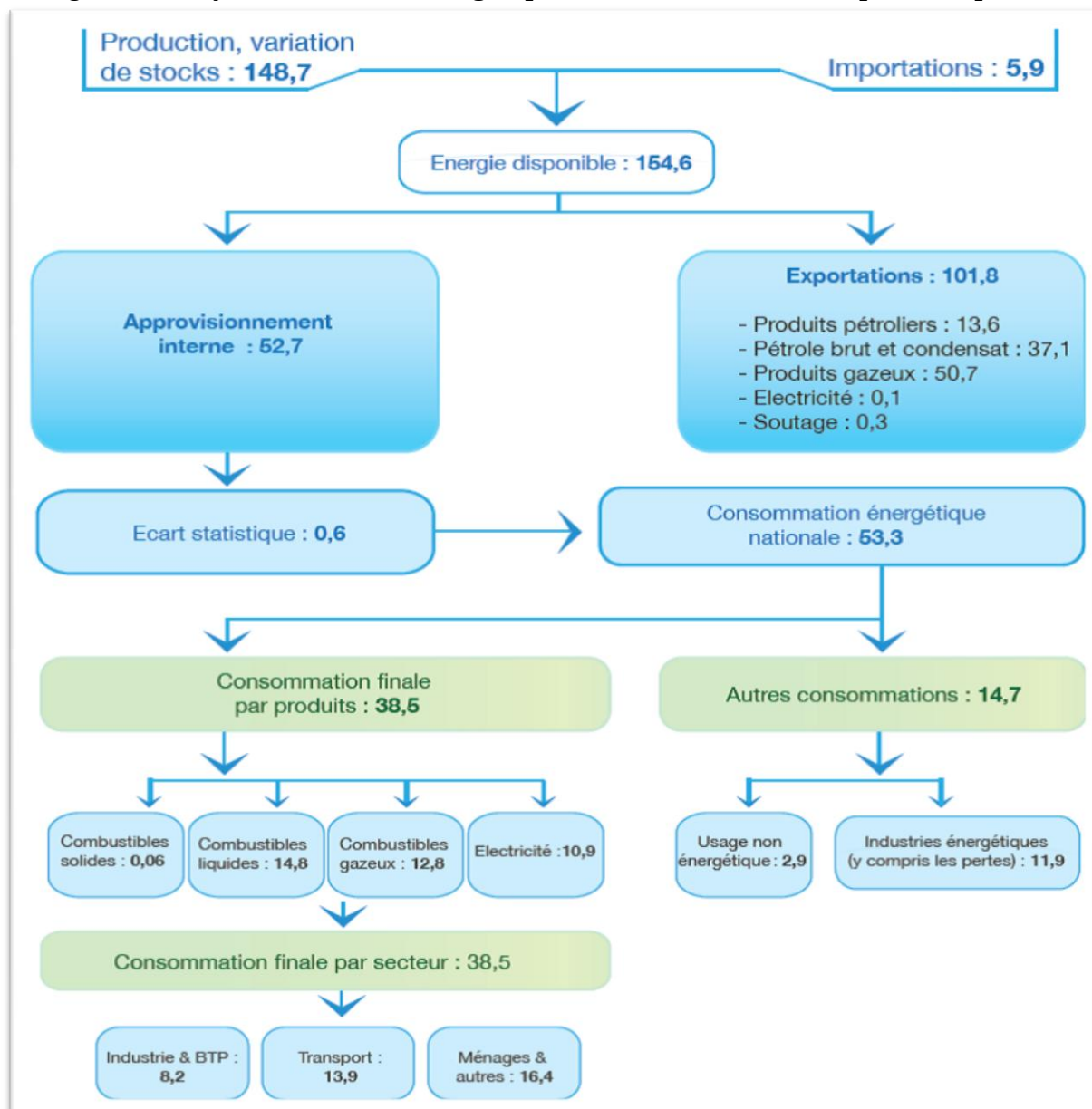
La lecture du « bilan énergétique 2013 » (Tableau ci-dessous), publié par l'Autorité de régulation des hydrocarbures (ARH) du Ministère de l'Énergie et des Mines en 2014, détaille le graphe n°1, confirme une tendance baissière en volume physique de la production d'énergie primaire de l'Algérie et rapporte les chiffres suivants :

- La production d'énergie primaire en 2013 a connu une baisse de -3,9%, passant à 148,7 Mtep. Ce déclin a concerné l'ensemble des produits énergétiques, à l'exception du GPL qui est resté stable, soit à 7,3 Mtep.
- La production d'électricité primaire a fortement baissé (-47 %) en 2013 à 83 Ktep, reflétant la baisse de la production hydroélectrique.
- La production d'énergie dérivée en 2013 a augmenté de +3,5% à 55,2 Mtep, tirée par la hausse de la production de produits pétroliers (+3,8 %), de l'électricité thermique (+4,9%), des GPL(+5,4%) et du gaz naturel liquéfié (+2,4 %).
- L'énergie primaire transformée durant l'année 2013 a atteint 55,0 Mtep, en légère hausse (0,8%) par rapport à 2012. Les réalisations de cette activité de transformation se caractérisent en 2013, par :
 - une croissance de l'activité raffinage (+8,3%) à 23,4 Mtep, suite à l'achèvement de la réhabilitation des raffineries d'Arzew et de Skikda ;
 - une légère baisse (-0,6%) du volume de gaz naturel transformé, suite à la diminution des enlèvements de Sonelgaz pour les besoins de ses centrales électriques (-3,6%). Cette diminution s'explique par l'amélioration de la consommation spécifique des centrales qui est passée de 2,57 th/kWh en 2012 à 2,37 th/kWh en 2013.

- Les importations d'énergie dérivée ont atteint 5,8 Mtep, reflétant une hausse de +10,7%, due à l'augmentation des importations de produits pétroliers (17,3%), notamment les essences (+35%) et les bitumes (+30%).

La consommation nationale d'énergie (y compris les pertes) est passée de 50,6 Mtep en 2012 (soit 50 557 Ktep) à 53,3 Mtep en 2013 (soit 53 268 Ktep), reflétant une hausse de 5,4%.

Figure V.3 : Synthèse des flux énergétiques en Million de tonnes équivalent pétrole.



(Source : Bilan énergétique national de l'année 2013, MEM).

Tableau V.3 : Bilan énergétique 2013.

Bilan Energétique 2013 Tableau 1 A	Houille. Et Charbon	Coke Sideru- Rgique	Bois	Perte Brut	L.G.N	Produits d'alim des raffineries	Total Produits Pétroliers	gasoil	fuel oil	essences	kerosenes	Jet Fuel	Naphta	Autres Produits	GPL	Ethane	GAZ naturel	GNL	CHF	Gaz de coker.	Electricite
Unité de base (physique)	1000 TEC		1000m ³		1000 TONNES													Millions de M3			GWh
1-PRODUCTION			112	49 574	8 598										6 612		81 543				330
2- IMPORTATION		242				146	5 238	2 728	204	1 592		1		714							295
3-EXPORTATION				28 130	5 416		12 834		5 308			1 124	6 403		5 346		32 236	15 156			384
4 SOUTAGES							280	64	216												
5- VARI. STOCK (PROD.)		-31		75	-81			-110	-2	79		6	59	21	-1			150			
6-DISPONIBILITES INTER.		273	112	21 368	3 263	146	-7 822	2 774	-5 317	1 512		-1 129	-6 462	683	1 267		49 307	-15 306			241
7- VARI. STOCK (CONSOM.)				59		-26	87	-2	-1	28		2	0	60	-3						
8- CONSOMMATION BRUTE		273	112	21 309	3 263	172	-7 909	2 776	-5 316	1 484		-1 131	-6 462	632	1 270		49 307	-15 306			241
9- TRANSFORMATION		-201	0,05	-21 039	-3 115	-172	23 128	6 876	5 558	2 300		1 713	6 507	373	872		-29 600	15 513	72		59 561
9.1- COKERIES																					
9.2- HAUTS FOURNEAUX		-201																	72		
9.3- UNITES DE LIQUEFACTION							171						171		275		-16 037	15 513			
9.4- RAFFINERIES				-21 039	-3 115	-172	23 122	7 042	5 358	2 300		1 713	6 336	373	597						
9.5- CENTRALES ELECTRIQUES							-166	-166									-13 563				55 818
9.6- CENTRALES ELECTRIQUES DES AUTOPRODUCTEURS																					3 742
9.7- AUTRES			0,05																		
10- CONSOM. NON ENERGETIQUE.							1 036							1 036			1 822				
11- CONSOMMATION NETTE		73	112	270	147		14 183	9 653	42	3 784		582	45	-31	2 142		17 884	207	72		59 802
12- CONSOM. INDUS. ENERGETIQUE.				355			32							32	19		5 965	33	2		5 622
12.1- CONSOM. AUX CHAMPS				25													564				115
12.2- GAZODUOS ET OLEODUOS				23													4 463				269
12.3- UNITES DE LIQUEFACTION																	729				366
12.4- RAFFINERIES				307			32							32	19		208	33	2		4 873
12.5- AUTRES																					
13- CONSOMMATION FINALE		58	112				14 149	9 763	3 823			523		20	2 046		11 177				43 156
13.1- INDUSTRIE		58	84				570	550						20	138		3 682				15 669
13.1.1 MATERIAUX DE CONSTRUCTION															24		2 767				3 338
A- CIMENTRIES																	1 618				2 151
C- VERRERIES																	98				45
3.1.2 ISIMME		58															267				1 457
A- SIDERURGIE DE BASE		58															267				913
13.1.3 CHIMIE							20							20			48				1 089
13.1.4. INDUSTRIES MANUFACTURIERES																	501				1 763
A- AGROALIMENTAIRE																	469				1 449
B- IND. TEXTILES, CUIR ET HABILLEMENT																	32				314
13.1.5 BTP							278	278									215				4
13.1.6 AUTRES INDUSTRIES							272	272							114		96				7 807
13.2- TRANSPORTS							12 724	8 413	3 789			523			333		8				796
13.2.1- RAIL															333						796
13.2.2- ROUTIER							12 202	8 413		3 789		523									
13.2.3- AERIEN							523														
13.2.4- MARITIME																					
13.2.5- AUTRES																					
13.3 MENAGES ET AUTRES			28				854	820		34					1 575		7 487				26 692
13.3.1- RESIDENTIEL			28												1 530		6 615				17 181
13.3.2- AGRICULTURES							19	19							8		38				727
13.3.3- TERTIAIRE ET AUTRES			0,04				835	801		34					37		833				8 784
14- PERTES		15		374	7										41		743	324	70		11 023
15- ECART STATISTIQUE				-460	141		2	-131	42	-39		59	45	-82	36			-150			

Le bilan énergétique national de l'année 2013 fait ressortir que l'énergie disponible, somme de la production nationale, des importations et des stocks, a atteint 154,6 Mtep en 2013 en baisse de 3,8% par rapport à 2012. La production commerciale d'énergie primaire a baissé de 3,9% à 148,7 Mtep, tirée par celle du gaz naturel et du pétrole brut. Alors que les importations d'énergie ont augmenté de 7,1% à 5,9 Mtep. Ce bilan fait ressortir les principales évolutions comme suite:

- L'énergie disponible, somme de la production nationale, des importations et des stocks, a atteint 154,6 Mtep en 2013, en baisse de 3,8% par rapport à 2012;
- La production commerciale d'énergie primaire a baissé de 3,9% à 148,8 Mtep, tirée par celle du gaz naturel et du pétrole brut;
- Les importations d'énergie ont augmenté de 7,1% à 5,9 Mtep, suite notamment à la hausse des importations d'essences (+35%) et de bitumes (+30%);
- Les exportations d'énergie ont atteint 101,5 Mtep en 2013, en baisse de 7,2% par rapport à 2012;
- Le bilan des échanges d'énergie fait ressortir un solde exportateur net de 95,6 Mtep, en baisse de 8,2 Mtep, soit 7,9% par rapport à 2012;
- La **consommation nationale d'énergie a atteint 53,3 Mtep en 2013**, reflétant une croissance de **+5,4%** par rapport à l'année 2012. Elle représente **36% de la production nationale**;
- La consommation finale d'énergie a augmenté de +6,0% pour atteindre 38,5 Mtep. À savoir : la Consommation Finale = Consommation Nationale - (Consommation non énergétique + Consommation des industries énergétiques+ Pertes).

Le rapport analyse la structure de la production d'énergie primaire de 2013 et reste dominée par les produits gazeux (GN et GPL) à hauteur de 57%. La production d'énergie primaire en 2013 a connu une baisse de -3,9%, passant à 148,8 Mtep. Ce déclin a concerné l'ensemble des produits énergétiques, à l'exception du GPL qui est resté stable, soit à 7,3 Mtep.

Par ailleurs, du fait de la baisse de la production hydroélectrique, la production d'électricité primaire a baissé de 43% en 2013, et les exportations d'énergie primaire ont connu également une baisse de 10,2%, reflétant le recul des exportations de 12,5%, du pétrole brut de 11,8% et celles du GPL de 2,9%. Globalement cette chute a été atténuée par les augmentations d'exportation du condensat de 6,1%(5,8 Mtep). Par contre les importations d'énergie dérivée ont connu une hausse de 10,7% due à l'augmentation des importations de produits pétroliers (17,3%), notamment les

essences (+35%), les bitumes (+30%), le gasoil (+49%), les essences (+29,8%), les lubrifiants (+1,3%), pour un total de 5,8 Mtep.

La consommation nationale d'énergie (y compris les pertes) est passée de 50,6 Mtep en 2012 à 53,3 Mtep en 2013, reflétant une hausse de 5,4%. Les pertes globales, constituées à hauteur de 64% de pertes de transport et de distribution d'électricité, ont augmenté de 14%, pour atteindre 4,3 Mtep en 2013. Les pertes d'électricité, estimées à près de 2,8 Mtep, sont dues respectivement aux pertes de distribution (77%), y compris les pertes non techniques causées par le phénomène de piratage du réseau électrique. Quant aux pertes de transport elles sont évaluées à 23%. Le rapport met en relief une hausse de la demande des produits pétroliers (+7,0%), plus particulièrement celle des bitumes et lubrifiants. La structure de la consommation finale, par secteur d'activité, montre une prépondérance du secteur des "ménages et autres" (y compris agriculture et tertiaire), dont la part est passée de 41% à 43% en 2013.

En résumé, bien que ce rapport confirme la tendance baissière en volume physique de la production d'énergie primaire, il se limite à des données physiques sans mentionner ni les mutations énergétiques mondiales, ni les données monétaires, ne permettant pas donc ni une analyse de la rentabilité de ce secteur stratégique ni l'analyse des axes prioritaires du management stratégique du secteur énergétique algérien.

1.2 Les hydrocarbures:

La production algérienne en hydrocarbures s'est établie à 223 millions tonnes équivalent pétrole (Tep) en 2009 contre 202 millions Tep en 2000, a indiqué un bilan établi par le ministère de l'Energie et des Mines¹. Ces volumes représentent à la fois la production gazière et pétrolière du pays (les deux principales productions nationales), exportés et ceux consommés sur le marché national.

Les tensions sur les marchés des hydrocarbures, combinées aux enjeux climatiques, ont conduit à l'émergence d'un mouvement de nationalisme énergétique et de recherche de sûreté énergétique, tant dans les pays producteurs que dans les pays consommateurs. Énergies phares, les hydrocarbures, dont les cours ont fortement progressé au cours de la dernière décennie (mais chuté à 65 Dollars le baril en 2014 pour retomber à moins de 50 Dollars au mois de Janvier 2015), sont

¹ « Énergie & Mines », Revue périodique du secteur de l'Énergie et des Mines N°12, Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, Novembre 2010, P 6.

constamment remis en causes en raison de l'augmentation du gaz à effet de serre et remplacés dans certains cas et pays par des énergies alternatives souvent renouvelables mais surtout propres.

Bien que dotée de ressources d'hydrocarbures, l'Algérie devra faire face à la réalité d'épuisement des ressources fossiles-sachant que les produits énergétiques représentent 97% du total des exportations du pays¹- et à la composante de pollution atmosphérique due aux gaz à effet de serre dégagés par celles-ci. Rappelons qu'à ce jour, les hydrocarbures représentent en Algérie :

- La source de financement des projets et actions de développement ;
- La matière première industrielle pour certaines industries comme la pétrochimie ;
- La ressource principale pour la satisfaction des besoins énergétiques nationaux croissants.

Cependant, et compte tenue de leurs nature épuisable, la situation énergétique algérienne exige à moyen terme de bâtir une politique énergétique diversifiée et de préparer peu à peu la transition énergétique pour se libérer de la dépendance des hydrocarbures, spécialement dans le domaine de production d'électricité.

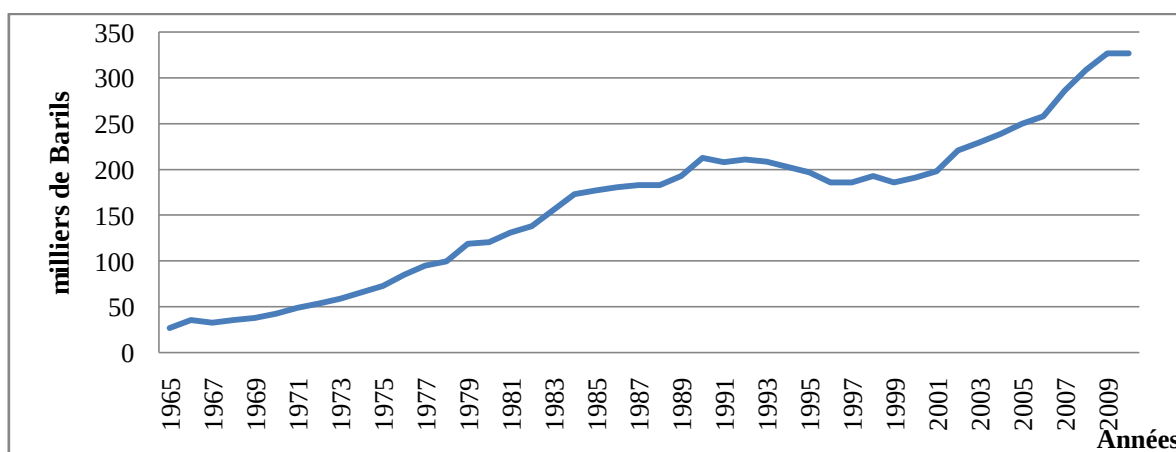
1.2.1 Le pétrole :

Les ressources ultimes représentent ce que la nature nous a laissé en héritage, elles sont estimées en Algérie à 10,2 Milliards de m³ de réserves initiales prouvées. Les ressources extractibles constituent la partie que l'on est capable d'extraire physiquement, soit de l'ordre de 60 % des ressources ultimes (7,25 Milliards de m³). Les réserves récupérables, elles, correspondent aux volumes d'hydrocarbures contenus dans les gisements en production et en développement que l'on est capable d'extraire aux conditions techniques et économiques du moment, soit de l'ordre de 2,55 Milliards de m³ auxquels il faut enlever les 1,4 milliards de m³ déjà produits². Reste une dernière catégorie, les pétroles situés dans les gisements restants encore à découvrir, les pétroles qui pourraient être extraits grâce à des technologies de récupération assistée ainsi que les pétroles non conventionnels (bruts lourds, extra lourds,...).

¹ « CRESCENDO », Revue des relations économiques et commerciales Italo-algérienne de l'Ambassade d'Italie et de l'institut italien pour le commerce extérieur, Numéro 7, Alger, Décembre 2009 – Mars 2010, P 26.

² CHERFI Souhila, « L'AVENIR ENERGETIQUE DE L'ALGERIE : Quelles seraient les perspectives de Consommation, de production et d'exportation du pétrole et du gaz, en Algérie, à l'horizon 2020-2030 ? », In Recherches économiques et managériales, Faculté des Sciences Economiques et commerciale et des Sciences de Gestion Université Mohamed Khider – Biskra, N°7, Juin 2010, P 23.

Figure V.4 : Consommation de pétrole en Algérie 1965-2009 (en milliers de baril par jour)



(Source : établi par l'auteur selon les données de la Banque Mondiale, 2014).

La consommation nationale de pétrole est passée de 27 en 1965 à 367 milliers de Barils en 2012. Cette consommation a connue une légère baisse entre les années 1993 (209 milliers de Baril) et 2001(198 milliers de Barils) pour reprendre en 2002 (221 milliers de Barils).

L'Algérie occupe le douzième rang mondial des pays producteurs de pétrole et la troisième place africaine derrière la Libye et le Nigeria. La production du pétrole est passée de 26,5 Mtep en 1965 à 86,1 Mtep en 2007 soit une évolution annuelle moyenne de 5,35 %. Sa part de la production totale d'énergie primaire est passée de 88 % en 1977 à 53 % en 2007¹.

1.2.2 Le gaz :

La production de gaz naturel est passée de 6,9 Mtep en 1977 à 74,7 Mtep en 2007 soit plus de cent fois plus en l'espace de 30 ans. La part de la production de Gaz du total de la production d'énergie primaire, elle est passée de 11 % en 1977 à 47 % en 2007².

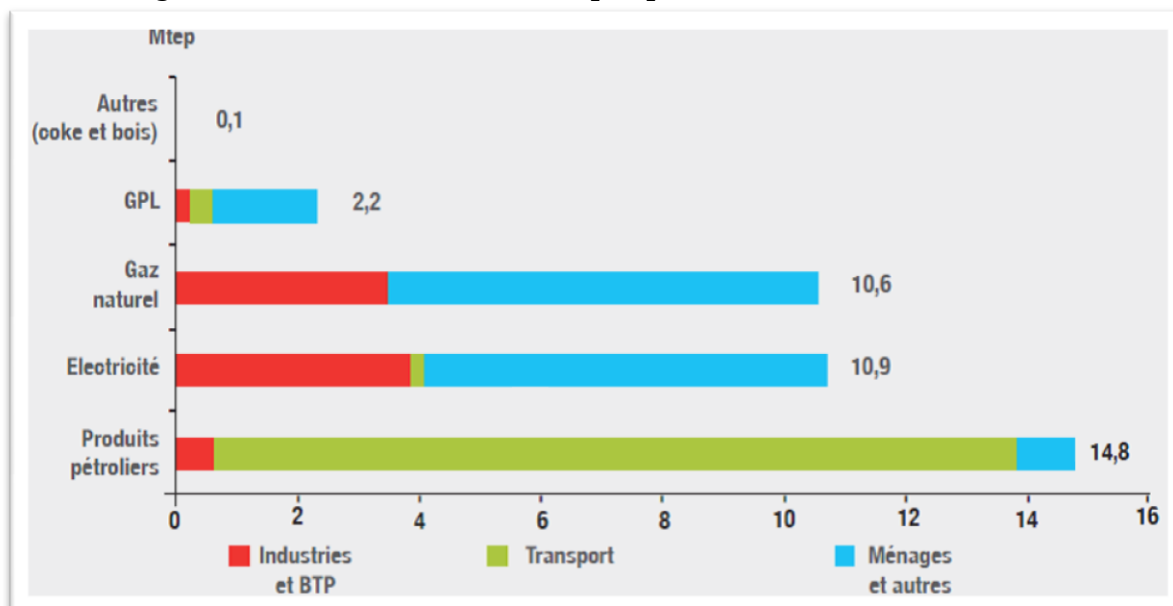
Les niveaux de besoins en gaz naturel du marché national seraient de l'ordre de **45 milliards de m³ en 2020 et 55 milliards de m³ en 2030³**. À ces besoins s'ajoutent les volumes dédiés à l'exploitation dont les revenus contribuent au financement de l'économie nationale.

¹CHERFI Souhila, Juin 2010, Op Cité, P 27.

² Idem.

³ « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », Ministère de l'Énergie et des Mines, Mars 2011, P 5.

Figure V.5: Consommation finale par produit des différents secteurs



(Source : Bilan énergétique 2013, MEM).

Du graphe ci-dessus, il ressort que :

- Plus de 90% des produits pétroliers sont consommés par le secteur du transport ;
- 62% de l'électricité est consommée par le secteur des ménages ;
- La consommation du gaz naturel par le secteur des « ménages et autres » représente 67% ;
- L'utilisation finale du GPL est orientée essentiellement vers le secteur des « ménages et autres » (77%), suivi par celui des transports (16%) et enfin l'industrie (7%).
- Les produits solides sont consommés à hauteur de 91% par le secteur de l'industrie (coke).

Pour s'assurer de disposer d'approvisionnements énergétiques suffisants, une politique basée sur l'efficacité énergétique devrait être soutenue. Actuellement, le pétrole et le gaz sont deux sources énergétiques vitales pour l'économie de l'Algérie et la prospérité future dépend fortement du secteur des hydrocarbures. Aujourd'hui l'économie algérienne est totalement dépendante du pétrole et du gaz, mais il est encore temps d'emprunter une nouvelle trajectoire, en développant des énergies alternatives surtout dans une optique de raréfaction des ressources, de réchauffement climatique, et de développement durable.

Face au réchauffement climatique et à la raréfaction des énergies fossiles, il est possible de réagir en amont (prévenir) et/ou en aval (guérir). Le développement des énergies renouvelables

participe de la première réaction, consistant à modifier nos modes de consommation et de production en choisissant des énergies non émettrices de gaz à effet de serre. La création au niveau mondial en janvier 2009 de l'Agence Internationale pour les Énergies Renouvelables (IRENA, International Renewable Energy Agency) confirme la volonté de certains pays d'aller dans ce sens¹.

Le rendement énergétique permet d'allonger la vie de ressources limitées, de réduire les impacts environnementaux, de garantir des approvisionnements pour le long terme et il offre fréquemment des retours économiques attrayants. Toutefois, le renforcement de l'accès à des services énergétiques dépend étroitement d'un accroissement de l'approvisionnement. Heureusement, celui-ci peut être obtenue en ayant recours à un large éventail de sources renouvelables qui, comme le solaire et l'éolien, sont d'ores et déjà bien développés. Le grand territoire algérien profite d'une durée d'ensoleillement très importante, et cela tout au long de l'année, en raison de sa situation géographique, assurant des conditions idéales à l'épanouissement de ce secteur énergétique.

L'intégration à long terme des énergies renouvelables dans l'offre énergétique joue un rôle important dans l'économie d'énergie et l'efficacité énergétique. Ce dernier volet permet, à travers une bonne maîtrise du rythme de croissance de la demande, une meilleure planification des investissements nécessaires à la satisfaction des besoins énergétique.

L'Algérie favorise la recherche pour en faveur du programme des énergies renouvelables. Le rôle de la recherche constitue un élément primordial dans le schéma d'acquisition des technologies, le développement des savoirs et l'amélioration des performances énergétiques. Pour l'Algérie, accélérer l'acquisition et le développement des technologies est essentiel notamment en matière de photovoltaïque et de solaire thermique.

Le développement à grande échelle des énergies renouvelables et la prise en charge de la problématique de l'efficacité énergétique exigent un encadrement de qualité en ressources humaines à la hauteur des objectifs et des ambitions du programme tracé. La coopération scientifique étant considérée comme une part essentielle pour le développement de toutes activités de recherche, l'Algérie encouragera les échanges entre les entreprises et les différents centres de recherches dans le monde, notamment les réseaux spécialisés dans les énergies renouvelables².

¹AUTISSIER David, BENSEBAA Faouzi, BOUDIER Fabienne, 2010-2011, Op Cité, P 95.

² « Bilatéral », La revue de la chambre Algéro-Allemande de commerce et d'industrie, 25^{ème} édition, Algérie, Octobre 2012, P 30..

L'accès énergétique est largement considéré étant le maillon manquant des objectifs du millénaire pour le développement¹. Or, c'est bien lui qui apportera aux populations du monde entier mais surtout de l'Algérie la possibilité de se défaire du piège de la pauvreté. Le moment est donc venu de faire de l'accès à l'énergie « **renouvelable** » une priorité pour promouvoir le développement du secteur économique et hydraulique du pays.

¹ GOLDEMBERG José & LUCON Oswaldo, « *Choix d'énergies renouvelables dans les pays en développements* », In Magazine : Making It -l'industrie pour le changement-, N°1, Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), Décembre 2009, P 23.

2. Potentiel des énergies renouvelables en Algérie :

L'intérêt pour le développement des énergies renouvelables a été perçu très tôt en Algérie avec la création de l'institut de l'énergie solaire dès 1962. Cette volonté de promouvoir les énergies renouvelables s'est traduite notamment par :

- 1- La mise en place d'organismes spécialisés pour promouvoir la Recherche développement dans le domaine ;
- 2- Le développement d'actions de sensibilisation et de vulgarisation en vue de la promotion de ces sources d'énergies ;
- 3- La mise en place d'un cadre institutionnel nécessaire à l'impulsion de véritables programmes de développement des énergies renouvelables.
- 4- La création de petites et moyennes entreprises de services spécialisées dans l'installation et la maintenance d'équipements, l'ingénierie, les études et le conseil.

Compte tenu des enjeux que représentent ces sources d'énergies durables, les pouvoirs publics ont consacré le caractère prioritaire et stratégique des énergies renouvelables à travers le cadre institutionnel mis en place récemment. L'intérêt pour les énergies alternatives en Algérie est devenu plus accru, plus insistant et plus visible dès lors que nous sommes entrés dans la phase dite de transition énergétique, et ce pour deux raisons¹ : la première est liée à cette perspective de plus en plus claire du délai fini des réserves fossiles, la seconde est liée aux changements climatiques et au réchauffement de la planète.

Les experts en Algérie savent bien que les hydrocarbures sont datés et à caractère fini. Les prévisions les plus probables et les plus sérieuses évaluent ce délai à 50 ans -notamment celles de la British Petroleum Review-, d'autres estiment cette période de 30 à 40 ans².

Dans un environnement de lutte contre le réchauffement climatique et face à la double contrainte de la raréfaction des énergies fossiles et du réchauffement climatique, les énergies renouvelables, notamment le solaire et l'éolien, représentent une alternative nouvelle et un avenir sûr pour la sécurité énergétique en Algérie.

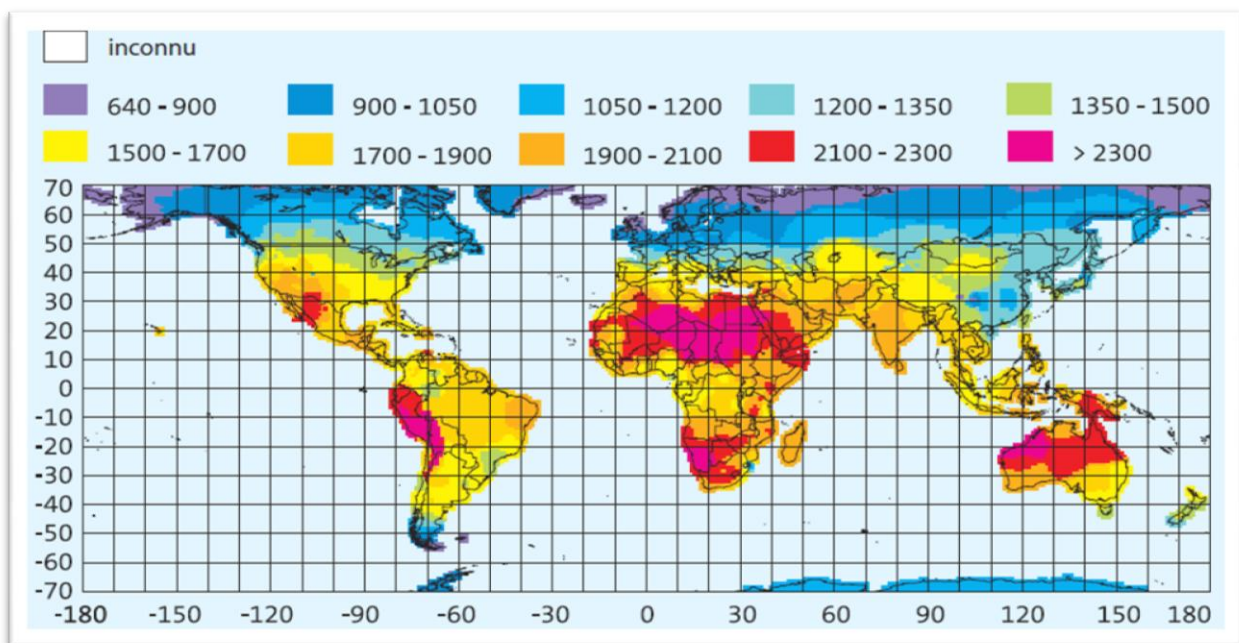
¹ MEKIDECHE Mustapha, « Énergies renouvelables, quels bouquet énergétique pour l'Algérie », In NOOR, Revue trimestrielle du Groupe SONELGAS, N°7, Algérie, Décembre 2008, P 59

² Idem.

2.1 L'énergie solaire :

Historiquement, le rayonnement solaire a toujours suscité l'intérêt des chercheurs d'une façon générale et en particulier ceux qui ont été confronté à l'immensité du désert algérien. Dès 1950, le formidable gisement solaire algérien inspira des scientifiques¹. La création en 1958 de l'Institut de l'Énergie Solaire à l'Université d'Alger, puis la mise en place du Centre de développement des Énergies Renouvelables (CDER) montrent l'intérêt porté à la domestication de l'énergie solaire en Algérie.

Figure V.6 : Répartition mondiale du rayonnement solaire annuel en KWh/m².



(Source : ONA, Alger, 2014.

Comme illustré sur la carte ci-dessus, l'Algérie reçoit annuellement sur l'ensemble de son territoire une énergie solaire des plus importantes du monde. Elle s'élève à environ **5,2 millions de milliards de K/W/h/an²**, soit l'équivalent de :

- **430** fois les réserves algériennes prouvées en hydrocarbures ;
- **4,8** fois les réserves mondiales prouvées en pétrole.

Ainsi, le potentiel le plus important, en Algérie, en énergies renouvelables est le solaire. Aussi, c'est le plus important de tout le bassin méditerranéen et représente **169,44 Twh/an³**, soit

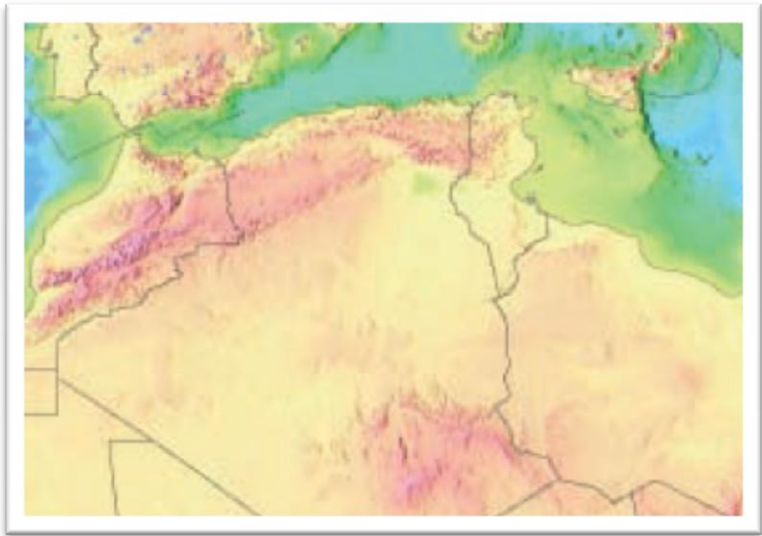
¹ MOSTEFA-KARA Kamel, 2008, Op. Cite, P 233.

² Idem, P 125.

³ « Guide des énergies renouvelables », Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, 2007, P 13.

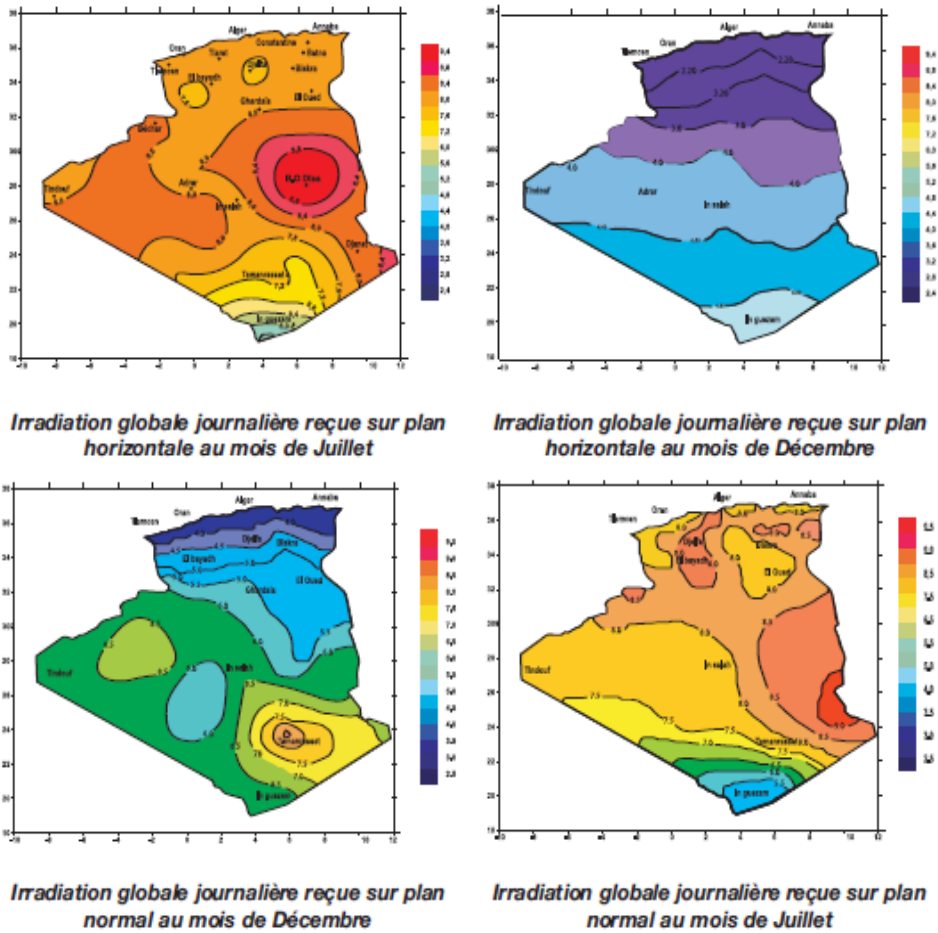
5000 fois la consommation algérienne en électricité. Les figures qui suivent reflètent le potentiel solaire en Algérie :

Figure V.7 : Le potentiel solaire en Algérie.



(Source : MEM, 2014).

Figure V.8 : Irradiation globale journalière reçue sur différents plans.



Source : MEM, 2014).

Ainsi, avec plus de 2 000 heures d'insolation par an et jusqu'à 3 900 heures sur les hauts plateaux et au Sahara, l'énergie solaire reçue quotidiennement sur le territoire national est de l'ordre de 1 700 KWh/m²/an au Nord et 2 263 KWh/m²/an au Sud. Soit une moyenne de plus de 2 200 KWh/m²/an¹. Ces chiffres sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau V.4 : Potentiel solaire en Algérie.

Régions	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh/m²/an)	1700	1900	2650

(Source : Ministère de l'énergie et des mines, Alger, 2014).

Comme indiqué sur le précédent tableau, la durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2500 heures/an et peut atteindre les 3900 heures dans les hauts plateaux et Sahara². L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale **d'un mètre cube est de l'ordre de 5 KWh/m³/an** sur la majeure partie du territoire national, soit près de **1700 KWh/m³/an au Nord et 2650 KWh/m³/an au sud du pays**.

Ainsi, l'Algérie possède un potentiel solaire des plus importants au monde et entend bien le mettre en valeur en lançant des projets en solaire thermique et photovoltaïque. L'énergie solaire photovoltaïque (l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïques) est une source d'énergie non polluante. Modulaire, ses composants se prêtent bien à une utilisation innovante et esthétique en architecture en Algérie.

La stratégie énergétique de l'Algérie repose sur l'accélérateur du développement de l'énergie solaire. Le gouvernement prévoit le lancement de plusieurs projets solaires photovoltaïque d'une capacité totale d'environ 800 MWc d'ici 2020. D'autres projets d'une capacité de 200 MWc par an devraient être réalisés sur la période 2021-2030³.

¹ « HYDROPLUS », Environnement magazine, Victoires Édition, Hors-série pays arabes, Mai 2010, P 54.

² « Produire plus propre », Centre National des Technologies de Production plus Propre, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, N°08, Mai-Juin 2011, P 19. Et données Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, 2014.

³ « Bilatéral », La revue de la chambre Algéro-Allemande de commerce et d'industrie, 25^{ème} édition, Algérie, Octobre 2012, P 28.

Sur la période 2016-2020, quatre centrales solaires thermiques avec stockage d'une puissance totale d'environ 1200 MW devraient être mises en service. Le programme de la phase 2021-2030 prévoit l'installation de 500 MW par an jusqu'en 2023, puis 600 MW par an jusqu'en 2030¹. Actuellement et selon la SONELGAZ, près de 200 MW de solaire seront mis en services d'ici la fin de l'année 2014, et d'ici 2024, près de 3.000 MW seront produites à partir de l'énergie renouvelable.

2.2 L'éolien :

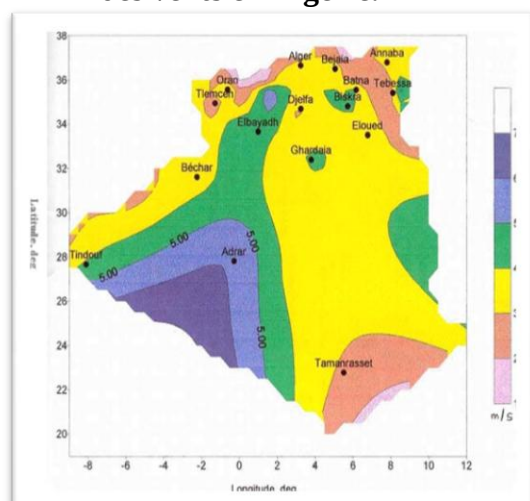
La ressource éolienne en Algérie varie beaucoup d'un endroit à un autre. Ceci est principalement dû à une topographie et un climat très diversifiés. En effet, le pays se subdivise en deux grandes zones géographiques distinctes :

1. Le Nord méditerranéen est caractérisé par un littoral de 1200 Km et un relief montagneux, représenté par les deux chaînes de l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Entre elles, s'intercalent des plaines et les hauts plateaux de climat continental ;
2. Le Sud, quant à lui, se caractérise par un climat saharien. La carte des « vitesses moyennes des vents », indiquée ci-dessous, montre que le Sud est caractérisé par des vitesses plus élevées que le Nord, plus particulièrement dans le Sud-Ouest, avec des vitesses supérieures à 4 m/s et qui dépassent la valeur de 6 m/s dans la région d'Adrar.

Concernant le Nord, on remarque globalement que la vitesse moyenne est peu élevée. On note cependant, l'existence de microclimats sur les sites côtiers d'Oran, Bejaïa et Annaba, sur les hauts plateaux de Tiaret et Kheiter ainsi que dans la région délimitée par Bejaïa au Nord et Biskra au Sud.

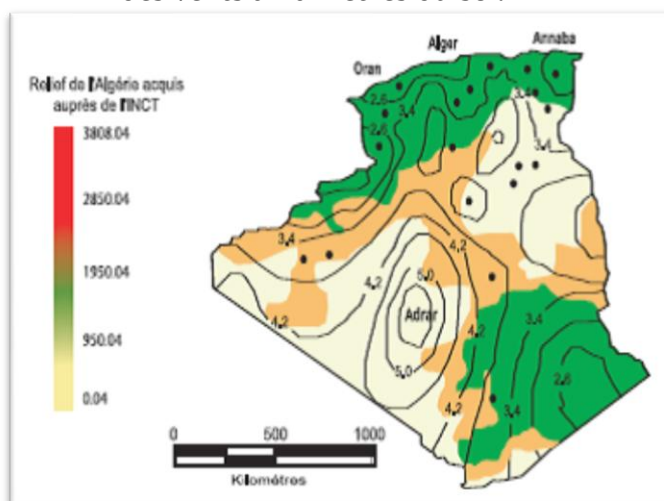
¹« Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », Ministère de l'Énergie et des Mines, Mars 2011. P 11.

Figure V.9: Carte préliminaire des vents en Algérie.



(Source : MEM, 2014).

Figure V.10 : Tracé des vitesses moyennes des vents à 10 mètres du sol.



(Source : CDER, 2007)

Pour résumer, l'Algérie a donc un régime de vent modéré (2 à 6 m/s)¹. Le Sud est caractérisé par des vitesses plus élevées que le Nord, plus particulièrement dans le Sud-ouest avec des vitesses supérieures à 4 m/s et qui dépassent la valeur de 6 m/s dans la région d'Adrar. Ce potentiel énergétique peut être exploité pour le pompage d'eau, particulièrement sur les hauts plateaux.

Le programme algérien des énergies renouvelables a prévu dans un premier temps l'installation de la première ferme éolienne d'une puissance de 10 MW à Adrar entre 2011 et 2013. Deux autres fermes éoliennes devraient être réalisées entre 2014 et 2015. Des études seront menées pour détecter les emplacements favorables afin de réaliser d'autres projets sur la période de 2016-2030 pour une puissance d'environ 1700 MW².

2.3 Le biogaz :

Le biogaz est produit par un processus de fermentation anaérobie des matières organiques animales ou végétales. Il se déroule spontanément dans les centres d'enfouissement des déchets municipaux, mais il est possible de le provoquer artificiellement dans les enceintes appelées « digesteurs³ » où l'on introduit à la fois les déchets organiques solides ou liquides et les cultures bactériennes nécessaires à cette transformation.

¹ « Produire plus propre », Centre National des Technologies de Production plus Propre, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, N°08, Mai-Juin 2011, P 19.

² « Bilatéral », La revue de la chambre Algéro-Allemande de commerce et d'industrie, 25^{ème} édition, Algérie, 2012, P 29.

³ « Guide des énergies renouvelables », Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, 2007, P 21.

Le biogaz représente un potentiel énergétique encore très mal exploité en Algérie. Si on prenait par exemple la station d'épuration d'El Karma situées dans la wilaya d'Oran, c'est l'un des produits récupéré à partir d'un procédé de digestion anaérobique, à raison de $150\text{m}^3/\text{H}^1$. Ce dernier est utilisé actuellement pour le chauffage des digesteurs, à l'aide de chaudières spécifiques, tandis que l'excédent du biogaz est torché pour éviter la pollution atmosphérique avec le gaz méthane qui constitue 70% du biogaz par rapport aux autres gaz. Une étude de cogénération du biogaz est en cours par le ministère pour la valorisation électrique.

2.4 L'énergie hydraulique :

Les quantités globales d'eau tombant sur le territoire algérien sont importantes et estimées à 65 milliards de m^3/an^2 . Mais ces volumes se sont finalement que peu profitables au pays pour diverses raisons:

- Nombre réduit de jours de précipitation par an ;
- Concentration sur de précipitations sur des espaces limités ;
- Forte évaporation ;
- Évacuation rapide vers la mer.

Schématiquement, les ressources de surface du pays décroissent du Nord au Sud. On évalue actuellement les ressources utiles et renouvelables à 25 milliards de m^3 , dont environ 2/3 pour les ressources en surface. À la lumière de ces données, 103 sites de barrages ont été recensés sur le territoire algérien et 65 sont actuellement en exploitation³.

La part de capacité hydraulique dans le parc de production d'électricité est de l'ordre de 4%, soit 230 MW^4 . Cette faible puissance est due au nombre insuffisant de sites hydrauliques exploitables.

¹ Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran (SEOR), Oran, Octobre 2014.

² MEM, Alger, 2014.

³ MRE, Alger, 2014.

⁴ « Produire plus propre », Centre National des Technologies de Production plus Propre, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, N°08, Mai-Juin 2011, P 19.

Tableau V.5: Parc de production hydroélectrique

Centrale	Puissance installée (MW)
Draguina	71,5
Ighil emda	24
Mansoria	100
Erraguene	16
Souk el djemaa	8,085
Tizi meden	4,458
Ighzenchebel	2,712
Ghrib	7,000
Gouriet	6,425
Bouhanifia	5,700
Oued fodda	15,600
Beni behdel	3,500
Tessala	4,228
Total	286

(Source : MEM, 2014).

Actuellement les barrages d'**Ighil Emda** et **Erraguène** qui se situent dans la Petite Kabylie sont désormais destinés à alimenter deux systèmes de transferts parallèles : **le Système Ouest** et **le Système Est**¹.

2.5 La biomasse :

Parmi les différentes sources énergétiques renouvelables utilisées figurent celle de la biomasse. Elle constitue un gisement en continuelle augmentation en Algérie et présente une très large diversité de composition. Leur exploitation pour la production énergétique est d'autant plus intéressante qu'elle intervient également dans la préservation de l'environnement. C'est le cas du biogaz.

Les déchets non traités présentent une source de pollution non négligeable, notamment les décharges, les centres d'enfouissement techniques, les rejets industriels...À cet effet, la valorisation des GES (gaz à effet de serre) émis par ces déchets à des fins énergétiques (sous forme de biogaz) est à envisager.

¹MRE, Alger, 2014.

L'Algérie se subdivise en deux parties :

- 1- les régions selvatiques qui occupent 25 000 000 hectares environ, soit un peu plus de 10% de la superficie totale du pays ;
- 2- les régions sahariennes arides couvrant presque 90% du territoire.

Le Nord de l'Algérie représente 10% de la surface du pays, soit 2 500 000 hectares. La forêt y couvre 1 800 000 hectares et les formations forestières dégradées en maquis 1 900 000 hectares. Le pin maritime et l'eucalyptus sont des plantes particulièrement intéressantes pour l'usage énergétique: actuellement elles n'occupent que 5% de la forêt algérienne¹.

Le potentiel algérien de la biomasse se compose de la biomasse issue des forêts, des déchets urbains et agricoles et se traduit comme suite² :

- Le potentiel actuel de la biomasse de forêts est évalué à environ 37 Mtep. Le potentiel récupéré est de l'ordre de 3,7 Mtep, avec un taux actuel de récupération de l'ordre de 10%.
- Le potentiel énergétique des déchets urbains et agricole est estimé à 5 millions de tonnes qui ne sont pas recyclés. Ce potentiel représente un gisement de l'ordre de 1,33 Mtep/an.

Actuellement, le développement de la bioénergie en Algérie est encore à l'échelle expérimentale dans les laboratoires de recherche. Une recherche qui a été amorcée, il y a un certain nombre d'années. En effet, dans le cadre du développement des travaux de biotechnologie, le Haut Commissariat à la Recherche, en 1988, avait inscrit l'axe de recherche « Application des biotechnologies pour la valorisation des déchets agricoles et industriels » pour:

- La production de bioéthanol,
- L'utilisation de la biomasse pour la production d'acétone-butanol
- La production de biogaz.

¹ « Guide des énergies renouvelables », Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, 2007, P 47.

² « Produire plus propre », Centre National des Technologies de Production plus Propre, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, N°08, Mai-Juin 2011, P 19.

Dans le cadre d'une éventuelle mise en place d'un plan de développement de traitement et de valorisation énergétique des déchets pour la production de biocarburants en Algérie, la réalisation d'un inventaire des déchets et de la biomasse s'impose.

2.6 La géothermie :

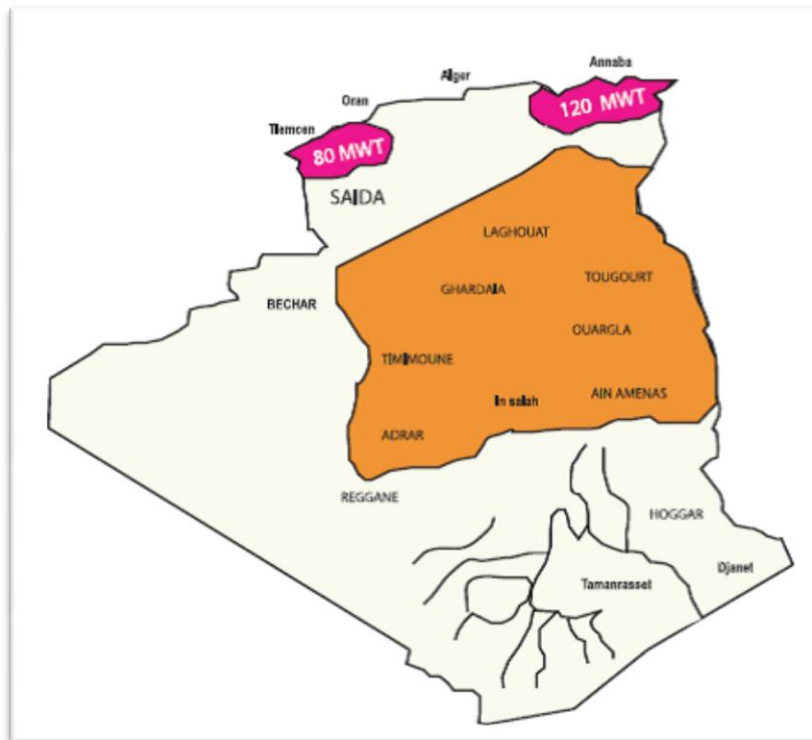
Les calcaires jurassiques du Nord algérien qui constituent d'importants réservoirs géothermiques, donnent naissance à plus de 200 sources thermales localisées dans les régions du Nord-Est et Nord-Ouest du pays. Ces sources se trouvent souvent à des températures supérieures à 40°C, la plus chaude étant celle de Hammam Chellala (ex : Meskhoutine) à 96°C¹. Ces émergences naturelles qui sont généralement les fruits des réservoirs existants, débitent à elles seules plus de 2 m³/s d'eau chaude. Ceci ne représente qu'une infime partie des possibilités de production des réservoirs.

Plus au Sud, la formation du continental intercalaire, constitue un vaste réservoir géothermique qui s'étale sur 700 mille Km². Ce réservoir, appelé communément « nappe albienne », est exploité à travers des forages à plus de 40 m³/s ; l'eau de cette nappe se trouve à une température moyenne de 57°C. Si on associe le débit d'exploitation de la nappe albienne au débit total des sources thermales, cela représenterais **une puissance de plus de 700 MW**. Il existe trois zones dont le gradient thermique dépasse les 5°C/100m :

- Relizane et Mascara ;
- Aïn Boucif et Sidi Aïssa ;
- Guelma et Djebel El Onk.

¹ CDER, Alger, 2014.

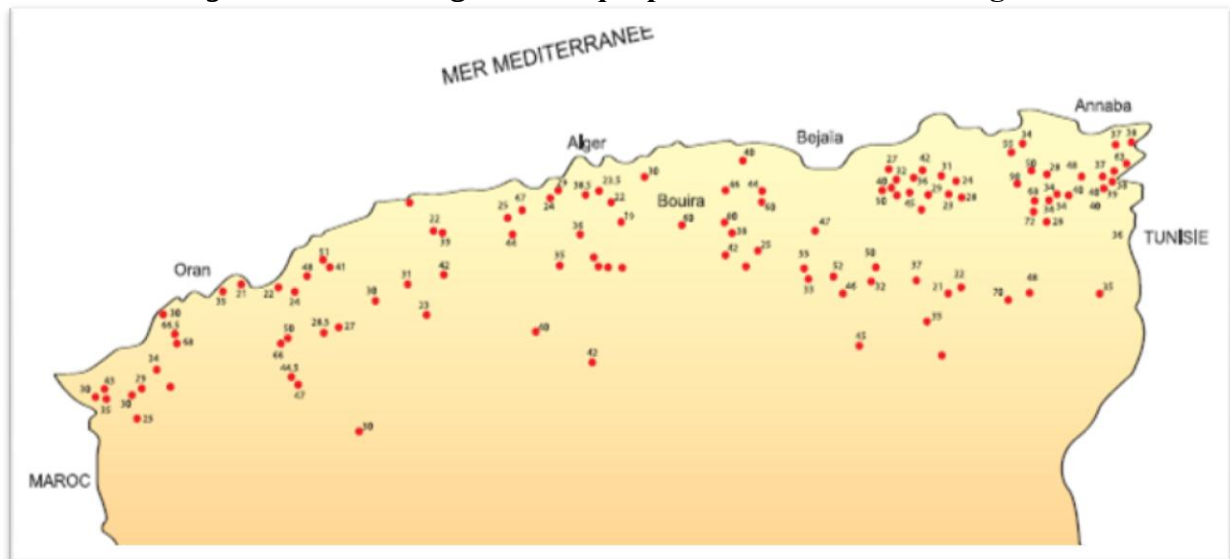
Figure V.11: Zones à fort potentiel géothermique.



(Source : CDER, 2007).

La compilation des données géologiques, géochimiques et géophysique a permis de tracer une carte géothermique préliminaire (carte ci-dessous). Plus de 200 sources chaudes ont été inventoriées dans la partie Nord du Pays. Un tiers environ (33%) d'entre elles ont des températures supérieures à 45°C. Il existe des sources à hautes températures pouvant atteindre 118°C à Biskra (voir carte géothermique ci-dessous).

Figure V.12 : Carte géothermique primaire du Nord de l'Algérie.



(Source : CDER, 2014).

Si la géothermie en Algérie est de type « moyenne température », il n'en demeure pas moins que les possibilités de son utilisation restent vastes et variées¹. L'exploitation de cette énergie est devenue de plus en plus attractive du fait du développement des techniques de prospection et d'exploitation. Les différentes possibilités d'application de cette ressource peuvent aller de l'utilisation balnéaire, au chauffage des serres et des locaux, au séchage des produits agricoles comme le tabac et le raisin, à la pisciculture ou encore à la production d'électricité.

L'exploitation de cette énergie renouvelable propre et bon marché est en pleine expansion à travers le monde. À l'instar de ses voisins africains, comme la Tunisie le Nigéria ou l'Éthiopie, l'Algérie ne peut négliger les possibilités que peut offrir cette ressource et l'économie qu'elle pourrait faire en plusieurs centaines de Mégawatts.

Le potentiel algérien en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire, l'État considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois. Comparativement, les potentiels en éoliens, en biomasse, en géothermie et en hydroélectricité sont beaucoup moins importants. Cela n'exclut pas pour autant le lancement de nombreux projets de réalisation de fermes éoliennes et la mise en œuvre de projets expérimentaux en biomasse et en géothermie.

Le réchauffement climatique et la question de l'indépendance énergétique rendent incontournables les acteurs des énergies renouvelables en Algérie. La croissance impressionnante du marché mondial des énergies éolienne, solaire ou tirée de la biomasse et le développement de ces secteurs en Algérie offre des alternatives sûres de développement durable pour le secteur de l'eau. La recherche et développement s'en trouve également stimulée. Le changement climatique est source de risques énormes, mais peut aussi représenter des opportunités commerciales, liées à l'émergence d'une nouvelle demande en énergie renouvelable.

L'Algérie dispose d'un important capital inépuisable en énergies renouvelables, qui est en mesure d'être exploité facilement et proprement. Les techniques d'extraction de la puissance des ressources longtemps négligées demandent des efforts en recherches et développement approfondies visant à fiabiliser, baisser les coûts (fabrifications, usages, ...) et augmenter l'efficacité énergétique.

¹ FERKAOU A, «*La géothermie, une énergie d'avenir* », Bulletin des énergies renouvelables, N°4, Décembre 2003, P14.

3. Politique, programme et développement des énergies renouvelables en Algérie :

Les énergies renouvelables se placent au cœur des politiques énergétique et économique menées par l'Algérie : d'ici 2030, environ 40% de la production d'électricité destinée à la consommation nationale sera d'origine renouvelable. L'Algérie compte se positionner comme un acteur majeur dans la production de l'électricité à partir du solaire photovoltaïque et du solaire thermique qui seront les moteurs d'un développement économique durable à même d'impulser un nouveau modèle de croissance.

3.1 Politique Nationale de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique :

La politique nationale de promotion et de développement des énergies renouvelables est encadrée par des lois et des textes réglementaires. Les principaux textes régissant les énergies renouvelables sont ¹:

- la loi sur la maîtrise de l'énergie ;
- la loi sur la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable ;
- la loi sur l'électricité et la distribution publique du gaz, avec son corollaire le décret exécutif relatif aux coûts de diversification.

Cette politique s'appuie sur un ensemble d'organismes et d'entreprises économiques prenant, chacun en ce qui le concerne, le développement des énergies renouvelables. Selon le Ministère de l'Énergie et des Mines, trois organismes, relevant du secteur de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique sont en activité depuis 1998 :

- Le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER) ;
- L'Unité de Développement des Équipements Solaires (UDES) ;
- L'Unité de Développement de la Technologie du Silicium (UDTS).

Au sein du secteur de l'énergie, l'activité relative à la promotion des énergies renouvelables est prise en charge par le Ministère de l'Énergie et des Mines et l'Agence de Promotion et de rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) qui a été créée en 1987 et qui dispose d'un département dédié à cette activité. Par ailleurs, le Centre de Recherche et de Développement de

¹ MEM, Alger, 2014.

l'Électricité et du Gaz (CREDEG), filiale du Groupe Sonelgaz, intervient dans la réalisation et la maintenance des installations solaires réalisées dans le cadre du programme national d'électrification rurale.

Au niveau du secteur de l'agriculture, il faut signaler l'existence du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS) qui réalise des programmes importants dans le domaine du pompage de l'eau et de l'électrification par énergie solaire au profit des régions de la steppiques. Sur le plan des opérateurs économiques, plusieurs sociétés sont déjà très actives dans le domaine des énergies renouvelables. On compte actuellement des dizaines d'opérateurs privés dont l'activité touche aux énergies renouvelables. Le Ministère de l'Energie et des Mines s'attelle à la constitution d'un noyau pour cette industrie autour duquel pourraient se cristalliser tous les efforts. C'est dans la perspective de constituer un creuset où seront valorisés les efforts de la recherche et de disposer d'un outil efficace de mise en œuvre de la politique nationale sur les énergies renouvelables que le Ministère de l'Énergie et des Mines a mis en place une société en joint venture entre Sonatrach, Sonelgaz et le groupe SIM. Il s'agit de la société **New Energy Algeria** (NEAL) créée en 2002 dont la mission est le développement des ENR en Algérie à une échelle industrielle.

L'objectif de la stratégie de développement des énergies renouvelables en Algérie est d'arriver à atteindre, à l'horizon 2015 à une part de ces énergies (y compris la cogénération) dans le bilan électrique national qui serait de 6%, affirme le MEM. L'introduction des énergies renouvelables aura pour conséquence :

- Une plus grande exploitation du potentiel disponible ;
- Une meilleure contribution à la réduction de CO₂ ;
- Une réduction de la part des énergies fossiles dans le bilan énergétique national ;
- Un développement de l'industrie nationale ;
- La création d'emplois.

Les coûts associés à cette politique volontariste de l'État pour le développement des énergies renouvelables seront assumés en partie par les consommateurs d'énergie et en partie par l'État. L'objectif global fixé nécessite aussi une forte implication des différents acteurs (autant institutionnels qu'économiques) qui doivent encourager l'expansion des sources d'énergie renouvelables.

3.1.1 Le programme algérien d'efficacité énergétique :

Le programme triennal d'efficacité énergétique "2011-2013" émane du Programme National des Énergies Renouvelables et d'Efficacité Énergétique, adopté par le Conseil des Ministres en février 2011. Ce programme obéit à la volonté de l'Algérie de favoriser une utilisation plus rationalisée de l'énergie et d'exploiter toutes les voies pour préserver les ressources et systématiser la consommation utile et optimale.

L'objectif de l'efficacité énergétique est de produire les mêmes biens et services en utilisant un minimum d'énergie possible. Ce programme contient des actions qui privilégient le recours aux formes d'énergies qui sont les mieux adaptées aux différents usages et nécessitant la modification des comportements et l'amélioration des équipements.

Ce plan d'action se présente comme suite :

- 1- L'isolation thermique des bâtiments :** C'est le secteur le plus énergivore et sa consommation représente plus de 42% de la consommation finale¹.
- 2- Développement du chauffe-eau solaire :** Son potentiel est très important en Algérie et l'acquisition d'un chauffe-eau solaire est soutenue par le Fond National pour la Maitrise de l'Énergie (FNME).
- 3- Généralisation d'usage des lampes à basses consommation d'énergie :** l'objectif étant d'interdire graduellement la commercialisation des lampes à incandescence classique à l'horizon 2020 pour être remplacées par des lampes à basse consommation.
- 4- Introduction de la performance énergétique dans l'éclairage public :** Le programme de maîtrise d'énergie dédié aux collectivités locales consiste à substituer les lampes à mercures énergivore couramment utilisées par des lampes à sodium plus économiques.
- 5- Promotion de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel :** Ce secteur représente à lui seul le quart de la consommation énergétique finale du Pays².

¹ « Bilatéral », La revue de la chambre Algéro-Allemande de commerce et d'industrie, 25^{ème} édition, Algérie, Octobre 2012, P 29.

² « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », Ministère de l'Énergie et des Mines, Mars 2011, P 15.

6- Promotion du Gaz Pétrole Liquéfié Carburant (GPL/C) : Ce programme prévoit d'augmenter l'octroi d'une aide financière directe aux bénéficiaires qui souhaiteraient convertir leurs véhicules au GPL/C, dans une perspective d'augmenter sa part dans le parc automobile algérien d'ici 2020.

7- Promotion du Gaz Naturel Carburant (GN/C) : Dans une première phase, il a été décidé de faire fonctionner quelques dizaines de bus au GN/C pour la ville d'Alger puis d'étendre l'opération aux autres grandes villes du pays d'ici 2020.

8- Introduction des principales techniques de climatisation solaire : L'utilisation de l'énergie solaire pour la climatisation est à promouvoir dans les villes du sud du pays où les besoins en froid coïncident avec la forte disponibilité en rayonnement solaire.

3.1.2 Le programme national de développement des énergies renouvelables :

Le programme algérien de développement des énergies renouvelables revêt un caractère national et touche la majorité des secteurs d'activités. Sa mise en œuvre est placée sous l'égide du Ministère de l'Énergie et des Mines.

Le programme algérien des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique est développé en cinq chapitres :

- Les capacités à installer par domaine d'activité énergétique ;
- Le programme d'efficacité énergétique ;
- Les capacités industrielles à développer pour accompagner le programme ;
- La recherche et développement ;
- Les mesures incitatives et réglementaires.

Le programme inclut la réalisation, d'ici 2020, d'une soixantaine de centrales solaires photovoltaïque et thermique. Le programme inclut la réalisation, d'ici 2020, d'une soixantaine de centrales solaires photovoltaïques et solaires thermiques, de fermes éoliennes et de centrales hybrides.

Consciente de l'intérêt et des enjeux grandissant des énergies renouvelables, L'Algérie a intégré leur développement dans sa politique énergétique par l'adoption d'un cadre juridique favorable et à leur promotion et à la réalisation d'infrastructures y afférentes.

3.1.2.1 Cadre juridique et mesures incitatives :

Le développement des énergies renouvelables est encadré par un ensemble de textes législatifs :

- La loi n° 99-09 du 28 Juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie ;
- La loi n° 02-01 du 5 Février 2002, relative à l'électricité et la distribution publique du gaz par canalisation ;
- La loi n° 04-09 du 14 Aout 2004, relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable.

Outre la cadre général régissant le développement de l'investissement dont le régime spécifique de la convention peut être ouvert à la promotion des énergies renouvelables, la cadre juridique en vigueur prévoit des soutiens directs et indirects aux énergies renouvelables.

Des mesures d'incitation et d'encouragement représenté sous forme d'avantages financiers et fiscaux et de droit de douane, sont notamment prévues par la loi relative à la maîtrise de l'énergie pour des actions et projets qui concourent à l'amélioration de l'efficacité énergétique et à la promotion des énergies renouvelables. Il est prévue, entre autres, la réduction des droits de douane et de la TVA à l'importation pour les composants, matières premières et produits semi-finis utilisés dans la fabrication des équipements en Algérie dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.

Un Fond National de Maîtrise de l'Énergie (FNME) a été également institué pour financer ces projets et octroyer des prêts non rémunérés et des garanties pour les emprunts effectués auprès des banques et établissements financiers, pour les investissements porteurs d'efficacité énergétique¹.

L'objectif de ces mesures est d'encourager les produits locaux et de fournir des conditions avantageuses, notamment fiscales, pour les investisseurs désireux de s'impliquer dans les différentes filières d'énergies renouvelables.

La politique volontariste de l'Algérie, dans la réalisation du programme de développement des énergies renouvelables, se fera à travers l'octroi de subventions pour couvrir les surcoûts qu'il induit sur le système électrique national et sur le coût de la mise à disposition de l'eau potable, **notamment pour le programme des eaux saumâtres**. Aussi, des mesures réglementaires

¹ « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », Ministère de l'Énergie et des Mines, Mars 2011, P 28-29.

encadreront les apports de l'État et définiront les conditions et les mécanismes de contrôle adéquats pour permettre une utilisation optimale des fonds publics qui sont alloués à ce programme¹.

3.1.2.2 Fons National de Maîtrise de l'Énergie (FNME):

L'État algérien, à travers le Fond National de Maîtrise de l'énergie, subventionne à hauteur de 70% les études de faisabilité qui contribuent à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les entreprises industrielles². Dans un contexte de réchauffement climatique global et de coût élevé de l'énergie, l'industrie peut avantageusement réduire ses consommations en améliorant son efficacité énergétique.

Le FNME est un instrument public spécifique d'incitation de la politique de maîtrise de l'énergie³. Il a pour objet de contribuer à l'impulsion et au développement, à terme, d'un marché de l'efficacité énergétique à travers, notamment⁴ :

- Le financement des actions et projets initiés par les pouvoirs publics dans le cadre du programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique ;
- L'octroi de prêts non rémunérés consentis aux projets porteurs d'efficacité énergétique ;
- L'octroi de garanties pour les emprunts effectués auprès des banques et établissements financiers.

L'accès aux avantages du fond est ouvert aux opérateurs nationaux des secteurs public et privé. Leurs modalités de mise en œuvre sont fixées par des conventions établies entre le bénéficiaire et le Ministère de l'Énergie et des Mines.

Ce fond est destiné essentiellement aux :

- Opérateurs économiques relevant notamment des secteurs de l'industrie, du bâtiment, des services et du transport, œuvrant à l'amélioration de la performance énergétique de leurs entreprises ;

¹ « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », Ministère de l'Énergie et des Mines, Mars 2011, P 29.

² « Produire plus propre », Centre National des Technologies de Production plus Propre, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, N° 07, Décembre 2010, P 5.

³ Loi de Finance 2000, Décret exécutif n° 2000-116 du 29 Mai 2000, Arrêté Interministériel du 17/09/2000, Arrêté Interministériel du 06 Juillet 2005.

⁴ « Guide des dispositifs d'appui à l'entrepreneuriat vert », Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Juillet 2012, P18.

- Entreprises d'installation d'équipement prestant pour les particuliers désirant acquérir les équipements à bonne performance énergétique, il s'agit principalement d'acquisition de chauffe-eau solaire et de conversion de véhicules au GPL.

Son impacte est de ce fait certain et positif sur la création d'entreprises spécialisées dans :

- L'installation d'équipement solaire ;
- L'installation de kit GPL ;
- L'expertise énergétique.

En effet, il crée le marché et booste fortement la demande en subventionnant actuellement à hauteur de¹ :

- 45 à 50% les coûts d'acquisition des équipements (chauffe-eau solaire et Kit GPL) ;
- 70% les coûts de réalisation des audits énergétiques et des études de conseils portant sur l'amélioration de l'efficacité énergétique et la mise en place de solutions innovantes.

3.2 Le développement des énergies renouvelables en Algérie:

Selon les chiffres rendus publics par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), la production mondiale d'électricité renouvelable a atteint 1.700 GW en 2013 représentant 30% de la production globale. Dans son rapport intitulé « repenser l'énergie », l'agence indique que « *la capacité mondiale de production de l'électricité a augmenté de 85% au cours des dernières années, atteignant 1.700 GW en 2013, ce qui représente aujourd'hui 30% de la capacité totale installée* ».

Les technologies des énergies renouvelables ont gagné en fiabilité et en efficacité et peuvent aujourd'hui générer de l'électricité même dans les conditions sous-optimales comme par exemple en cas de faible vitesse de vent ou de faible ensoleillement.

¹ « *Guide des dispositifs d'appui à l'entrepreneuriat vert* », Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Juillet 2012, P 19.

Les prix de l'énergie solaire photovoltaïque ont chuté de 80% depuis 2008 et devraient continuer à baisser, prévoit l'agence IRENA. En 2013, l'électricité solaire commerciale a atteint la parité réseau en Italie en Allemagne et en Espagne et y parviendra bientôt au Mexique et en France.

Le solaire photovoltaïque rivalise de plus en plus avec les autres ressources sans recourir à des subventions de l'état. Le coût de l'électricité éolienne terrestre a chuté de 18% depuis 2009. Avec une baisse des coûts des turbines de près de 30% depuis 2008, cette énergie est devenue la source d'électricité nouvelle la moins chère sur un éventail de marchés large et qui ne cesse de s'étendre, selon l'agence IRENA (2014). Ainsi, le développement des énergies renouvelables va considérablement participer aux efforts de limitation du réchauffement climatique à moins de 2 degrés Celsius, le seuil critique du changement climatique cité par les experts¹.

En conformité avec ses engagements internationaux, l'Algérie a intégré la dimension de durabilité dans sa politique nationale de développement à travers les instruments de planification, et ce, dans un souci de main tenir l'équilibre entre les impératifs de son développement socio-économique et l'utilisation rationnelle de ses ressources naturelles.

Depuis le sommet de Johannesburg en 2002, l'État a intensifié ses actions dans le domaine de la protection de l'environnement et du développement durable, donnant ainsi une place très importante aux aspects écologiques dans ses politiques publiques².

L'Algérie a mis en place une Stratégie Nationale de l'Environnement et un Plan National d'Action pour l'Environnement et le développement durable (PNAE DD). Cette stratégie vise une croissance économique durable avec comme corollaire la réduction de la pauvreté en mettant en place des politiques publiques en matière d'amélioration de la santé et de la qualité de la vie, la conservation et l'amélioration de la productivité et du capital naturel, la réduction des pertes économiques et l'amélioration de la compétitivité, et enfin, la protection de l'environnement. Elle s'est traduite dans les faits par l'adoption de plusieurs lois dites de deuxième génération pour un développement durable dont : « **La loi n°04-09 du 14/08/2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre le cadre du développement durable** ».

¹ IRENA, 2014.

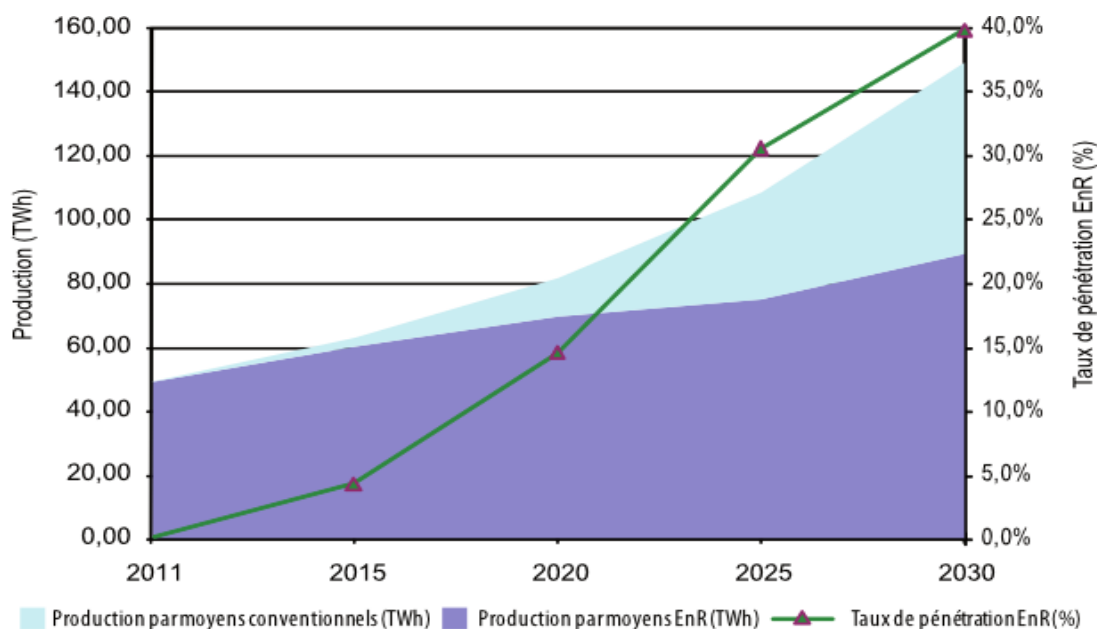
² « *Guide des dispositifs d'appui à l'entrepreneuriat vert* », Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Juillet 2012, P13.

3.2.1 Phases du programme de développement des énergies renouvelables en Algérie :

Afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile, l'Algérie s'est engagé sur la voie des énergies renouvelables. Ce choix stratégique est motivé par l'immense potentiel en énergie solaire qui constitue l'axe majeur du programme qui consacré essentiellement au solaire thermique et au solaire photovoltaïque. Le solaire devrait atteindre d'ici 2030 plus de 37% de la production nationale d'électricité¹. Malgré un potentiel assez faible, le programme n'exclut pas l'éolien qui constitue le second axe de développement et dont la part devrait avoisiner les 3% de la production d'électricité en 2030.

L'Algérie prévoit également l'installation de quelques unités de taille expérimentale afin de tester les différentes technologies en matière de biomasse, de géothermie et de dessalement des eaux saumâtres par les différentes filières d'énergie renouvelable.

Figure V.13 : Pénétration des énergies renouvelables dans la production nationale en TWh².



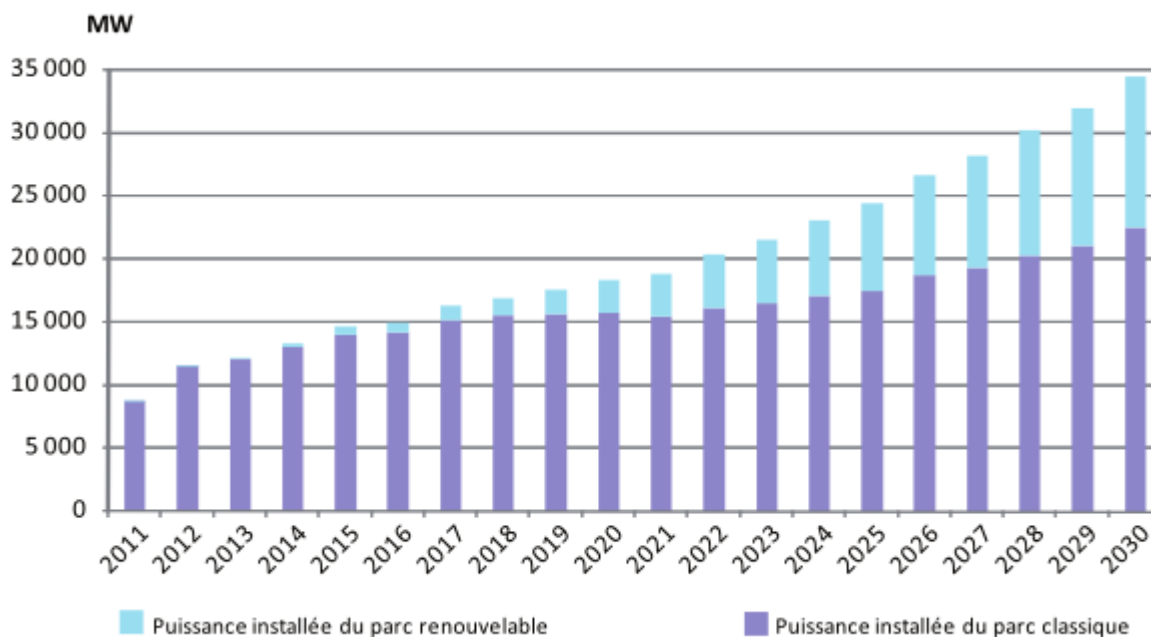
¹ « Bulletin des énergies renouvelables », CDER, N°20, Alger 2011, P 30.

² <http://portail.cder.dz/spip.php?article1173>, Consulté le : 28/12/2014.

Le programme des énergies renouvelables est défini ainsi pour les différentes phases¹ :

- d'ici 2013, il est prévu l'installation d'une puissance totale de l'ordre de 110 MW ;
- à l'horizon 2015, une puissance totale de près de 650 MW serait installée ;
- d'ici 2020, il est attendu l'installation d'une puissance totale d'environ 2 600 MW pour le marché national et une possibilité d'exportation de l'ordre de 2 000 MW ;
- d'ici 2030, il est prévu l'installation d'une puissance de près de 12 000 MW pour le marché national ainsi qu'une possibilité d'exportation allant jusqu'à 10 000 MW.

Figure V.14 : Structure du parc de la production nationale en MW².



Les opportunités d'investissement dans la filière des énergies renouvelable en Algérie sont immenses tant le programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique prévoit une production électrique d'origine renouvelable de 22 000 MW à l'horizon 2030³.

¹ « Bulletin des énergies renouvelables », CDER, N°20, Alger 2011, P 30.

² <http://portail.cder.dz/spip.php?article1173>. Consulté le : 28/12/2014.

³ « Guide des dispositifs d'appui à l'entrepreneuriat vert », Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Juillet 2012, P15.

12000 MW seront dédiés à couvrir la demande nationale en électricité et 10 000 MW à l'exportation¹.

3.2.2 Bilan des réalisations en énergies renouvelables :

La puissance installée en énergies renouvelables en Algérie est répartie en cinq applications : l'électrification, la télécommunication, l'éclairage public, le pompage et d'autres multiples applications. La production solaire avoisine les 2 280 KW et représente 97% de la puissance installée contre seulement 3% pour l'éolien qui atteint 73 KW².

Une vingtaine de centrales pilotes photovoltaïques (PV) seront installées, d'ici la fin de l'année 2014, dans les Hauts Plateaux et dans les régions du Sud. À titre d'exemple, le chantier de réalisation d'une station d'énergie solaire vient d'être installé dans la commune d'Oued el Kebrit (70 km au sud de Souk Ahras). Ce projet est inscrit dans le cadre du programme national visant la diversification des sources d'énergie. D'une capacité de 15 mégawatt et Érigée sur une superficie estimée à 30 ha, cette station première du genre dans la wilaya, disposera de cellules solaires photovoltaïques³. Les travaux de réalisation ont été confiés à une entreprise chinoise spécialisée et le projet sera lancé à la construction avant la fin de l'année 2014.

¹ « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », Ministère de l'Énergie et des Mines, Mars 2011. P 4.

² « Guide des énergies renouvelables », Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, 2007, P 54.

³ CDER, 2014.

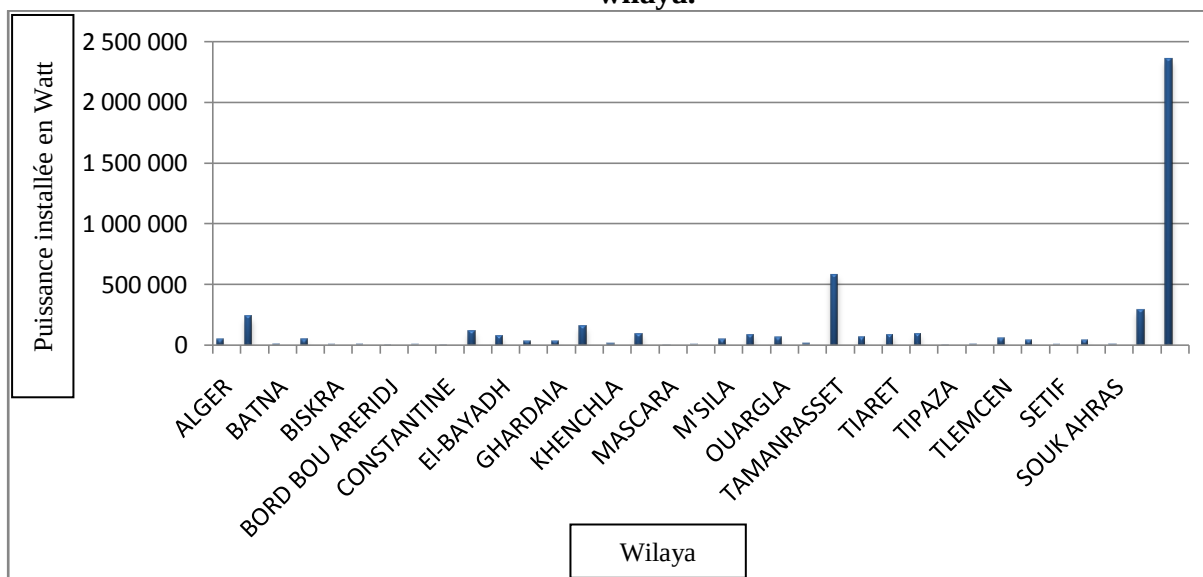
Tableau V.6 : bilan de réalisation des énergies renouvelables par wilaya.

Wilayas	Ressource	Puissance installée (en Watt)
Alger	Solaire /Eolien	46 610
Adrar	Solaire	234 900
Batna	Solaire	7 500
Bechar	Solaire	48 000
Biskra	Solaire	5 000
Blida	Solaire	6 000
Bord Bou Areridj	Solaire	2 000
Bouira	Solaire	3 000
Constantine	Solaire	1 500
Djelfa	Solaire /Eolien	114 700
El-Bayadh	Solaire	78 500
El-Ouad	Solaire /Eolien	31 000
Ghardaia	Solaire	32 750
Illizi	Solaire	153 850
Khenchla	Solaire	13 000
Laghouat	Solaire /Eolien	93 300
Mascara	Solaire	1 000
Médéa	Solaire	5 000
M'Sila	Solaire /Eolien	45 500
Naâma	Solaire /Eolien	88 400
Ouargla	Solaire	60 600
Oum El Bouagui	Solaire	12 500
Tamanrasset	Solaire	578 500
Tebessa	Solaire	64 000
Tiaret	Solaire /Eolien	89 500
Tindouf	Solaire	96 150
Tipaza	Solaire	2 400
Tizi Ouzou	Solaire	6 000
Tlemcen	Solaire /Eolien	54 500
Saida	Solaire	40 200
Setif	Solaire	4 800

Sidi Bel Abbas	Solaire	39 000
Souk Ahras	Solaire	6 000
Autres réalisations (non ventilée)	Solaire	287 600
Total		2 353 260

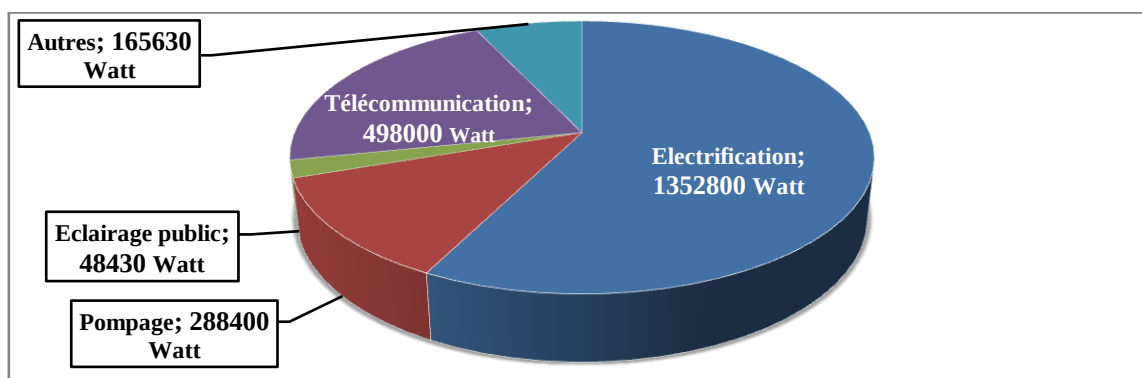
(Source : Guide des énergies renouvelables, MEM, 2014).

Figure V.15 : Répartition des Puissance installée en énergies renouvelables (en Watt) par wilaya.



(Source : établi par l'auteur selon les données du MEM, 2014).

Figure V.16 : Répartition de la puissance installée par application.



(Source : établi par l'auteur selon les données du MEM, 2014).

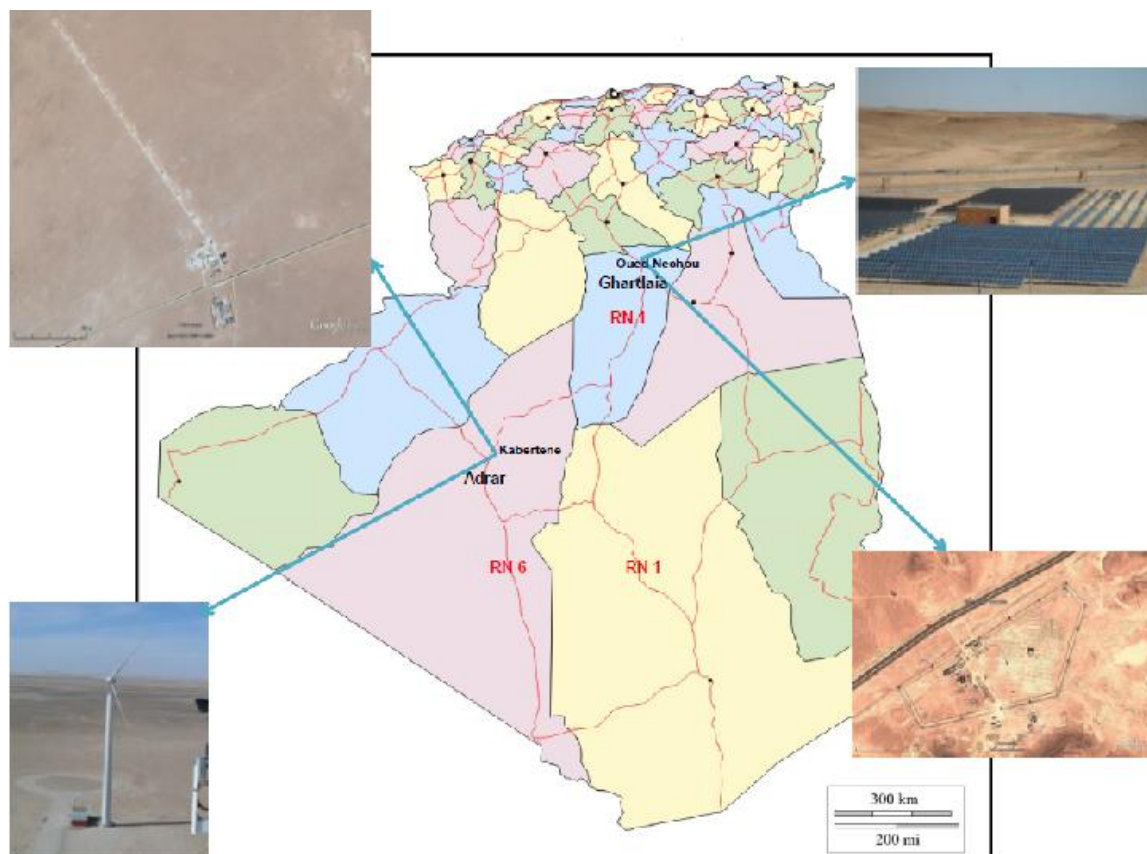
Avec 57%, l'électrification prend la plus grande part soit 1 325 800 Watt consommés, suivie de la télécommunication avec 498 000 Watt ce qui correspond à 21% de la puissance totale, du pompage qui ne représente que 12% du total de la puissance installée

(288 400 Watt) et d'autres applications (7%) (Voir schéma ci-dessus). L'éclairage public dans ce total prend la dernière position avec 2% (48 430 Watt).

L'Algérie connaît la réalisation d'un certain nombre d'installations en énergies renouvelables comme : les chauffe-eau solaires, le pompage à l'aide de l'énergie solaire ou éolienne, une vingtaine de villages solaires (Tamanrasset, Illizi, Tindouf et Adrar),... Près de 2000 kits solaires photovoltaïques pour l'éclairage et 200 pompes fonctionnant avec l'énergie solaire photovoltaïque pour le pompage d'eau potable et d'irrigation ont pu être installés à ce jour dans les zones les plus reculées du pays¹ (Illizi, Tamanrasset, Adrar).

Quelques projets pilotes en vue le jour notamment en solaire photovoltaïque et éoliens, à savoir : la centrale hybride de Hassi R'Mel, la ferme éolienne d'Adrar et la centrale photovoltaïque de Ghardaïa. Ces deux derniers sont situés comme l'indique la carte qui suit :

Figure V.17 : Localisation des projets de Ghardaïa et d'Adrar.



(Source : CEEG, 2014).

¹ CDER, Alger, 2014.

3.2.2.1 Ferme éolienne d'Adrar :

La wilaya d'Adrar s'étend sur une superficie de 427 968 Km², soit près d'un cinquième du territoire national. La carte des vents en Algérie révèle que cette région renferme un fort potentiel en énergie éolienne. D'une puissance installée de 10,2 MW¹, la ferme éolienne d'Adrar s'étend sur une superficie de 33 Hectares et a été mise en marche en Juin 2014 (images ci-dessous).

Figure V.18 : Ferme éolienne d'Adrar.



(Source : Compagnie de l'Engineering de l'Électricité et du Gaz (CEEG), Octobre 2014).

Tableau V.7 : Caractéristiques de la ferme éolienne d'Adrar.

Désignation	Caractéristiques
Nombre d'éoliennes	12 (type Gamésa G52)
Nombre de pales	3/ éolienne d'une longueur de 26m
Hauteur de mât	55m
Puissance unitaire	850 KW
Évacuation d'énergie	Poste 220/30 KV de Kabertene
Énergie annuelle produite	3,42 GWh
CO ₂ évité/an (*)	Environ 1 000 tonnes

(*) Estimée sur la base des chiffres de la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES) soit 292g/KWh.
(Source : CEEG, Octobre 2014).

¹ « Engineering News », Bulletin semestriel de la CEEG, N°5, Mai 2011, P10.

² CEEG, Octobre 2014.

3.2.2.3 Centrale hybride de Hassi R'Mel :

Implantée dans la région de Tilghemt, à 27 Km du complexe industriel de Hassi R' Mel dans la Wilaya de Laghouat et à 60 KM de la Wilaya de Ghardaïa, la centrale hybride solaire/gaz de Hassi R' Mel représente le premier projet de centrale hybride en Algérie.

Figure V.20 : LA centrale hybride Hassi R'Mel.



(Source : MEM, 2014).

D'une capacité de production de 150 MW¹ dont 20% est produit d'origine solaire, elle combine une matrice de miroirs paraboliques de 25 MW, sur une aire de 180 000 m², en conjonction avec une centrale à turbines à gaz de 130 MW. En termes d'émission de gaz à effet de serre, le KWh produit dans le cas de l'hybride comparé à la production de l'électricité à partir de simples turbines à gaz émettra 2 fois moins de gaz à effet de serre.

Le procédé technologique utilisé est celui des miroirs géants paraboliques sur une superficie de 180000 m² avec des panneaux solaires de 100 mètres. 224 collecteurs solaires dans une superficie de 130 ha dont le champ solaire occupera 90 ha. Le projet est mitoyen à la centrale turbine à gaz existante de Tilghemt (2x100 MW).

La centrale est développée par New Energy Algeria (NEAL), détenue par SONELGAZ et SONATRACH (à hauteur de 45% chacun) et SIM (10% des actions). Un investissement de 315,8 millions d'euros². La construction et l'exploitation ont été confiées à la compagnie espagnole ABENER, l'un des leaders du secteur. Sa mise en service a été en Juillet 2011.

¹ « Guide des énergies renouvelables », Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, 2007, P 66.

² « HYDROPLUS », Environnement magazine, Victoires Édition, Hors-série pays arabes, Mai 2010, P 54.

3.2.2.4 Mini centrale photovoltaïque du Centre de Développement des Énergies Renouvelables :

Le centre de développement des énergies renouvelables à Alger(CDER) a mis en service la première centrale Photovoltaïque le 21 Juin 2004. D'une capacité de 10 KW, ce projet entre dans le cadre de la coopération Algéro-Espagnole¹. Le projet réalisé au niveau de ce centre permet la production de 200 KW pour une durée de 15 Heures. Le système est constitué du générateur PV et des onduleurs qui convertissent le courant continu produit en courant alternatif et injecté dans le réseau (220 V).

L'Algérie a adopté un programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique qui vise à produire une capacité d'origine renouvelable de 12 000 méga watts, ce qui couvrira 40% de la consommation énergétique du pays à l'horizon 2030. Pris en charge principalement par le Ministère de l'énergie, ce programme est entré dans sa phase d'opérations pilotes, notamment avec la mise en service en 2014 d'une centrale photovoltaïque de 1.1 méga watts à Ghardaïa et d'une centrale éolienne de 10 méga watts à Adrar en plus de la centrale hybride gaz solaire de Hassi R'mel d'une capacité de 250 MW dont 25 MW en solaire déjà opérationnelle depuis juin 2011. Une vingtaine de centrales solaires d'une puissance globale de près de 400 MW seront installées en 2014 et un grand nombre de ces centrales seront opérationnelles d'ici fin 2014. D'autres centrales photovoltaïques, éoliennes et solaires à concentration seront installées progressivement d'ici 2030 pour atteindre les objectifs fixés dans le programme.

D'autres actions, en faveur de la promotion des énergies renouvelables dans les régions désertiques et dans les hauts plateaux, ont été engagées par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural pour l'éclairage solaire et pour le pompage d'eau potable et d'irrigation à l'aide de l'énergie solaire. Ces actions visent à améliorer les conditions de vie des populations rurales et à promouvoir l'agriculture durable dans les milieux sahariens et dans les hauts plateaux. Ces actions ont permis de développer l'agriculture dans des régions enclavées, de créer des emplois durables et d'améliorer les conditions de vie des populations vivant dans ces régions.

Dans une interview faite à M. HAMIDAT, directeur de recherche et directeur de la Division solaire thermique et géothermie au Centre de développement des énergies renouvelables en Algérie, publié sur le portail des énergies renouvelables à la question² : « **L'État se fixe comme objectif**

¹ « Guide des énergies renouvelables », Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, 2007, P 58.

² HAMIDAT M., « Il faut que la formation soit au diapason des objectifs », Portail Algérien des ENERGIES RENOUVELABLES, Algérie, mardi 18 novembre 2014, P 2.

d'atteindre les 30% des énergies renouvelables dans le mix-énergétique d'ici 2030, est-ce possible ? » Sa réponse était comme suite : *« C'est faisable si on met tous les moyens pour les réussir, pas seulement financiers, puisqu'ils existent déjà, mais aussi une volonté de réaliser et de mettre à contribution tous les secteurs pour atteindre cet objectif. Ce n'est pas parce que nous avons un potentiel que demain nous allons avoir le même niveau d'énergie renouvelable que d'autres pays industrialisés. Il faut un potentiel humain d'abord. Si demain on veut une dizaine de centrales solaires à concentration, il faut identifier le nombre de ressources humaines nécessaires et les former dès à présent dans cette perspective... Nous sommes dans une ère de pétrole. Nous ne sommes pas encore rentrés dans celui des énergies renouvelables. En tant que scientifique, je dis qu'il ne faut pas fermer les portes, mais il faut définir le potentiel qu'on doit mettre dans chaque source d'énergie. On est à 96% dans le pétrole, mais on essaye de développer le solaire ».*

L'accès énergétique est largement considéré étant le maillon manquant des objectifs du millénaire pour le développement¹. Or, c'est bien lui qui apportera aux populations du monde entier mais surtout à celles d'Algérie la possibilité de se défaire du piège de la pauvreté et de la sujétion du secteur de l'eau à l'énergie surtout fossile. Le moment est donc venu de faire de l'accès à l'énergie « **renouvelable** » une priorité pour promouvoir le développement du secteur économique mais surtout hydraulique pour en assurer l'indépendance énergétique dans le pays.

¹ GOLDEMBERG José & LUCON Oswaldo, « *Choix d'énergies renouvelables dans les pays en développements* », In Magazine : Making It -l'industrie pour le changement-, N°1, Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUUDI), Décembre 2009, P 23.

4. Les énergies renouvelables et l'eau en Algérie :

Pour un pays ou une région donnée, eau et énergie sont indispensables simultanément pour un développement durable. En effet, il existe une relation étroite entre l'eau et l'énergie¹. La production, distribution et assainissement de l'eau sont des questions essentielles du développement durable, notamment dans un contexte, de stress hydrique et de rareté de la ressource.

De grandes quantités d'énergie sont nécessaires au puisage et au pompage de l'eau sur de longues distances. La dépendance en énergie pour la mobilisation de l'eau est particulièrement forte dans les pays à climat arides. Le niveau des prélèvements d'eau y est très important, d'abord pour les besoins d'irrigation. Le pompage et le transfert génèrent une dépendance extrêmement forte à l'énergie électrique, qui croît à mesure que les besoins s'amplifient et se reportent de plus en plus sur des ressources plus coûteuses en énergie² (ressources souterraines, transfert de ressources lointaines, traitement, dessalement).

Face au réchauffement climatique et à la raréfaction des énergies fossiles, il est possible de réagir en amont (prévenir) et/ou en aval (guérir). Le développement des énergies renouvelables participe de la première réaction, consistant à modifier nos modes de consommation et de production en choisissant des énergies non émettrices de gaz à effet de serre. La création au niveau mondial en janvier 2009 de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA, International Renewable Energy Agency) confirme la volonté de certains pays d'aller dans ce sens³.

L'Algérie, représentant de l'Afrique au sommet sur le climat, tente des approches multidimensionnelles pour faire face au danger. Avant tout, pour pouvoir prendre en charge un phénomène, il faut d'abord le cerner. M. BOUCHAREF indique que l'ONM a fait un «très grand pas en avant dans notre région météorologique» comptant 400 points de mesure, une station de référence pour mesurer les gaz à effet de serre à Tamanrasset, un centre de calcul doté d'un supercalculateur et un radar pour parer aux impacts climatiques, dix stations automatiques au niveau d'Alger dans le but d'améliorer les prévisions à court terme en affinant les maillages, entre autres. Par ailleurs, l'ingénieur indique que l'office a réalisé des études de détections climatiques en milieu national, des cartes d'indice et des cartes des températures. Autre démarche importante à signaler, sans omettre le dessalement d'eau de mer, Sonelgaz

¹ BOUBOU-BOUZIANI Naima, « *Le déficit énergétique : l'autre aspect de la problématique de gestion de l'eau.* », In Revue COST, N°15, Oran, Janvier 2015, P 153.

² Idem, P 154.

³ AUTISSIER David, BENSEBAA Faouzi, BOUDIER Fabienne, « *l'Atlas du management* », EYROLLES-Édition d'organisation, 2010-2011, P 95.

annonçait fin novembre dernier, le lancement du projet « Rouiba éclairage » pour la fabrication de panneaux solaires. L'opérateur national de l'énergie ambitionne de produire 12 000 mégawatts d'énergie solaire à l'horizon 2040. Une enveloppe de 100 millions de dollars a été dégagée par l'entreprise à cet effet. Selon un rapport du ministère de l'Environnement datant de 1994, l'Algérie émet environ 100 millions de TE CO₂ par an. La répartition des émissions de GES par secteur donne les résultats suivants : énergie 67%, procédés industriels 5%, agriculture 11%, sols/forêts 12%, déchets 5%. La consommation énergétique se répartit comme suit : produits pétroliers 28%, GPL 7%, gaz naturel 62%, autres 3%. Quant à la consommation par branche industrielle, les matériaux de construction représentent la plus grosse part avec 46%, suivis de loin par le secteur de la chimie, caoutchouc et matières plastiques 15% et, enfin, les hydrocarbures 9%. Pour l'émission du secteur de l'énergie elle se présente comme suit : industrie énergétique 39%, résidentiel, agriculture, tertiaire 17%, transport 20%, émissions fugitives 15%, industries manufacturières et construction 9%¹.

Vue l'insuffisance des ressources en eau conventionnelles et la croissance démographique induisant des besoins en eau potable en constantes croissances, l'Algérie a retenue comme alternatives le recours au dessalement d'eau de mer, pour palier au manque d'eau douce, et réensemencement la réutilisation des eaux usées épurées pour les besoins d'agriculture ; des techniques consommatrices d'électricité donc d'énergie.

L'optimisation des ressources en Algérie (eau et énergie) recèle un énorme potentiel de réduction des coûts de production d'eau non conventionnelle (dessalement et épuration). À titre d'exemple et d'après un calcul de l'Union Européenne, une meilleure utilisation des ressources permettrait à l'industrie européenne d'économiser globalement 630 milliard d'euros par an².

Pour assurer l'autonomie des ouvrages hydrauliques en énergie électrique et réduire leur coût d'utilisation, l'entreprise SEOR s'est investie dans l'acquisition des panneaux photovoltaïques pour assurer l'éclairage et le chauffage. Une première expérience a été réalisée au niveau du réservoir 2x1500 situé à Hassi Ameur dans la commune de Hassi Bounif en Mars 2014³. Cette solution économique pour l'exploitation de l'énergie solaire au profit des ouvrages SEOR sera bientôt généralisée pour l'ensemble des stations et réservoirs afin d'assurer une autonomie de production énergétique pour chaque ouvrage.

¹ AZZOUG Samir, « L'Algérie subit aussi les conséquences du réchauffement climatique », Porte parole du continent africain au sommet de Copenhague, dans La Tribune, le 14 - 12 - 2009.

² « Entreprises et Industrie », Magazine de la Commission européenne, ISSN 1831-1245, Septembre 2014, P10.

³ Société de l'Eau et de l'assainissement d'Oran (SEOR), 2014.

4.1 Les énergies renouvelables dans les STEP :

L'Algérie compte aujourd'hui **140 stations de traitement** d'eau pour une capacité de production globale atteignant **800M³/Jour¹**. Les systèmes d'assainissement, notamment les stations d'épuration, sont de petites industries grandes consommatrices d'énergies. À cet effet, un programme d'optimisation de la consommation d'énergie a été tracé afin de diminuer la consommation d'électricité sans compromettre le processus épuratoire. Ce processus a permis de réaliser des économies d'énergie à hauteur de 1 908 937 Kw sur quatre années d'exploitation², réduisant par la même occasion les coûts d'exploitation et de fonctionnement des STEP.

L'introduction de modes de consommation propres tels que les systèmes photovoltaïques et les systèmes hybrides avec l'utilisation de l'énergie éolienne a également permis de réaliser d'autres économies. L'utilisation des systèmes de consommation propres a donc été planifiée dans les cahiers des charges de certains nouveaux projets de réalisation de STEP (cas de Ain Sefra)³ et mis en œuvre au niveau des stations isolées non desservies par le réseau électrique tel que la STEP de N'Goussa, dans la wilaya d'Ouargla, qui a été mise en service en 2010⁴ et est alimentée exclusivement par l'énergie solaire⁵.

Figure V.21 : La STEP de N'Goussa



(Source : ONA, Alger, 2014).

¹ MRE, Alger, 2014.

² « 2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014, P36.

³ MRE, Alger 2014.

⁴ ONA, Alger, 2014.

⁵ MRE, Alger 2014.

D'une capacité d'épuration de 10914 EQ, la station d'épuration de N'Goussa utilise le procédé d'épuration constitué de filtres plantés de roseaux. Elle a été réalisée en 2007 pour le traitement des eaux usées urbaines de la daïra de N'Goussa. Cette STEP est située dans une zone qui ne permet pas le raccordement au réseau électrique, elle par conséquent alimentée par l'énergie photovoltaïque¹.

Pour la période 2010-2013, un partenariat stratégique a été signé avec l'Unité de Développement des Énergies Solaires (UDES) pour une collaboration scientifique dans le cadre du Plan National de Recherche² (PNR) dont les axes de recherches sont³ :

- La distillation solaire des eaux usées épurées de la STEP d'Ouargla par le traitement des eaux par UV solaire, pour l'abattement du taux de salinité en vue de leur réutilisation à des fins agricoles ;
- Le traitement des eaux par ultra filtration pour le traitement tertiaire des eaux épurées ; étude et réalisation d'un photo-réacteur plan pour la désinfection des eaux épurées ;
- Le traitement et la valorisation des boues résiduelles : valorisation énergétique des boues ;

Cet accord porte sur deux projets : la désinfection solaire des eaux épurées (site pilote : STEP de Tipaza) et la réduction de la salinité des eaux usées épurées en Zone saharienne (site pilote : STEP d'Ouargla).

Un programme d'optimisation de la consommation d'énergie a été tracé afin de diminuer la consommation d'électricité sans compromettre le processus épuratoire. Ce programme a permis de réaliser des économies d'énergie à hauteur de 14 534 872 KWH, ce qui correspond à 43 732 863,21 DA sur les sept années depuis l'engagement dans la démarche du système de Management environnemental (abordé plus amplement dans le chapitre 6), réduisant ainsi les coûts d'exploitation et de fonctionnement des STEP⁴. L'introduction de modes de consommation propres tels que les systèmes photovoltaïque et systèmes hybrides avec l'utilisation de l'énergie éolienne a également permis de réaliser d'autres économies.

¹ Office National de l'Assainissement (ONA), Ministère des Ressources en Eau, Alger, 2014.

² « 2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014, P36.

³ « Le triptyque des industries vertes », Revue Produire Propre du Centre national des Technologies de Production Propre, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, N°12, Juin 2014, P 10.

⁴ Idem.

Parmi les nouveaux projets des STEP en cours de réalisation ceux de¹ : Mecheria et Ain Sefra dans la wilaya de Naâma, le projet de réalisation de la STEP de Timimoun dans la Wilaya d'Adrar, le projet de réalisation de la STEP de Djanet dans la wilaya d'Ilizi et la Station dépuración par filtres planté de roseaux de N'Goussa dans la wilaya d'Ouargla.

4.2 Les énergies renouvelables dans le DEM :

En 2007 l'Algérie produisait **1 million de m³/jour** d'eau dessalée, consommant ainsi **4KWh par mètre cube²**. Aujourd'hui et avec **13 grandes stations** de dessalement d'eau de mer (dont 9 seulement sont opérationnelles), le pays produit plus de **2 millions** de m³/Jour.

Tableau V.9 : Coût du mètre cube dessalé en Algérie en dollars.

Stations	Wilaya	Coût en \$/m ³
Kahrama	Oran	0.87
El Hamma	Alger	0.82
Skikda	Skikda	0.74
Ben Saf	Ain timouchent	0.69
Mostaghanem	Mostaghanem	0.72
Cap Djinet	Boumerdes	0.72
Honain	Tlemcen	0.76
Fouka	Tipaza	0.75
Maktaa	Oran	0.5577
Tenes	Chlef	0.5885
Echoutt	El Taref	/
Souk Telata	Tlemcen	0.7645
Oued Sept	Tipaza	0.6794
	Moyenne	0.72

(Source : établi par l'auteur selon les données du MRE, Alger, 2014).

L'Algérie possède donc des ressources considérables en eaux salines (eau de mer et eaux saumâtres). Afin de bénéficier de cette richesse inexploitable, le C.D.E.R a entrepris une étude expérimentale de dessalement d'eau saumâtre dans la localité de HASSI-KHEBI (Wilaya de Tindouf). Cette petite unité d'osmose inverse alimentée par un générateur solaire produit de l'eau potable pour les quelques 1000 habitants de ce village.

L'unité de HASSI-KHEBI produit approximativement 950 L/h d'eau potable à partir des eaux saumâtres provenant d'un forage avec une salinité de 3,2 g/L¹. Le coût du mètre cube

¹ « Le triptyque des industries vertes », Revue Produire Propre du Centre national des Technologies de Production Propre, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, N°12, Juin 2014, P 10.

² ROYER Jean-Loup & BEN LANNET ALLAL Houda, « Les besoins en énergie pour l'eau en Méditerranée », In Atelier Plan Bleu / MEDITEP Eau, énergie et changement climatique en Méditerranée, Carthage, 17 décembre 2007.

d'eau traitée sur la base d'un amortissement sur 20 ans² a été estimé à 6 \$/m³, ce qui reste très élevé comparé au coût de l'eau produite par les systèmes de dessalement conventionnels et qui s'élève à **0.72 \$/m³** (calculé dans le tableau précédent).

Figure V.22 : L'unité de dessalement de HASSI-KHEBI.



(Source : TRIKI Zakaria, 2014).

L'installation expérimentale en fonctionnement dans le village de Hassi-Khebi a fonctionné plus au moins régulièrement pendant **12 années** et a donné entière satisfaction du point de vue technique. Cependant, son degré d'automatisme n'était pas compatible avec la qualité de main d'œuvre disponible sur site. Une installation plus simple fonctionnant seulement en mode manuel aurait évité les périodes d'arrêts causées par les mauvaises manipulations de l'opérateur. Il serait bénéfique d'entreprendre une étude complète du système qui consiste à investiguer sur les différents éléments : générateur photovoltaïque, stockage, régulation et osmoseur.

Notre étude a démontré que la plus grande part d'eau dessalée en Algérie est produite par de grande station de dessalement d'eau de mer du fait de leur capacité et de leur continuels fonctionnement (qui sont au nombre de neuf opérationnelles). Or, les différentes applications à travers le monde ont montré que le dessalement solaire est beaucoup plus approprié pour les installations de petites capacités, et que leur champ d'application est très vaste (à usage domestique, santé, industrie, tourisme...). Le recours à l'énergie éolienne couplée aux unités de dessalement peut constituer une alternative potentielle pour pallier le déficit en ressources

¹ MAUREL Alain, 2006, Op Cité, P 221.

² TRIKI Zakaria, « *Études, Analyses et Optimisation de la Consommation Énergétique des Unités de Dessalement pour les Sites Isolés* », THÈSE pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Spécialité : Génie Climatique, Université Constantine 1-Faculté des Sciences de la Technologie- Département de Génie Climatique, 6/10/2014, P 15.

conventionnelles, comme c'est le cas pour certaines régions isolées possédant un gisement éolien important.

Il est à souligner qu'aujourd'hui, les technologies des énergies renouvelables ont gagné en fiabilité et en efficacité et peuvent aujourd'hui générer de l'électricité même dans les conditions sous-optimales comme par exemple en cas de faible vitesse de vent ou de faible ensoleillement, ce qui offre des possibilités de développement de ces énergies en faveur des petites stations de dessalement installées dans le Sud du pays en premier lieu, puis d'envisager le développement de ces technologies (éolienne et solaire) pour une généralisation d'usage au service du dessalement pour échapper à la dépendance énergétique des énergies fossiles mais surtout pour un développement durable.

4.3 Le pompage de l'eau et le solaire :

En Algérie, beaucoup de communautés rurales et sahariennes n'ont pas encore accès à l'électricité du réseau conventionnel, tandis que les besoins en eau domestique, pour l'irrigation, ainsi que l'abreuvement des animaux ne cessent d'augmenter avec l'accroissement de la population. En raison de l'abondance de l'énergie solaire en Algérie, ces besoins énergétiques représentent un énorme marché potentiel pour la technologie solaire photovoltaïque. Cet enjeu restitue la problématique des énergies renouvelables et plus particulièrement l'énergie solaire photovoltaïque dans un cadre global d'amélioration à l'accès de ces populations à des services énergétiques dans l'optique d'un développement local durable.

En l'absence des eaux de surface, les eaux souterraines représentent une ressource locale difficile d'accès au pompage manuel et animal. Le pompage d'eau mécanisé devient la seule alternative fiable pour soulever l'eau à une certaine profondeur. Le diesel et l'essence ont été traditionnellement utilisés pour pomper l'eau dans ces régions. Leur fonctionnement nécessite un volume important de carburant causant les rejets de gaz dans l'atmosphère accroissant le niveau de pollution pour l'environnement, en plus de la pollution des eaux souterraines et du sol par le carburant et les lubrifiants. Le recours aux énergies renouvelables, notamment l'éolienne ou le solaire, pour le pompage des eaux souterraines devient une nécessité pour soulager ces régions.

Mis à part les changements provoqués par l'effet de serre, la désertification est une autre source d'inquiétude pour l'Algérie. La désertification résulte d'un processus d'aridification du

sol qui a comme conséquence la réduction importante des ressources en eau et en biomasse végétale. Dans les régions sahariennes, les ressources naturelles demeurent essentielles pour la vie de ses habitants. L'accès à l'eau et à la biomasse, ainsi que la valorisation des autres ressources naturelles sont largement conditionnés de la disponibilité de l'énergie. Cela lie donc l'accès à l'énergie à la désertification. Dans la majorité des régions sahariennes éloignées du réseau électrique, les disponibilités en eau existent mais les conditions d'exploitations pour rendre l'eau plus accessible aux populations ne sont pas souvent à leur portée. Le sud du pays n'est pas interconnecté au réseau de distribution électrique nord de l'Algérie. C'est dans ce contexte que l'énergie solaire photovoltaïque représente un très fort potentiel pour les zones arides et semi-arides dans ces régions.

D'un autre côté, l'énergie solaire Photovoltaïque offre des opportunités de développement de l'économie locale car elle génère des emplois locaux. L'énergie est un facteur de développement économique, qui va permettre d'améliorer et surtout d'intensifier l'économie locale dans le domaine agricole dans un premier temps et dans un domaine industriel dans un second temps. L'arrivée de l'énergie leur permet d'intensifier leur agriculture, donc de produire plus que ce dont ils ont besoin. D'autant plus, que depuis le début des années 90, l'introduction de la plasticulture de serre¹ a permis de produire des légumes dans des milieux jusque là demeurés inexploités et constituant une agriculture à haute valeur ajoutée.

¹ BOUZIDI Belkacem, « Le pompage de l'eau par énergie solaire photovoltaïque : Vecteur pour le développement des régions sahariennes », Division Energie Solaire Photovoltaïque, CDER, Algérie, P1.

Conclusion :

L'ère de l'après pétrole a déjà commencé. Elle rend l'avènement d'une économie de développement durable associant ainsi énergie, eau et climat. Le réchauffement climatique et la question de l'indépendance énergétique rendent incontournables les acteurs des énergies renouvelables en Algérie. La croissance impressionnante du marché mondial des énergies éolienne, solaire ou tirée de la biomasse et le développement de ces secteurs en Algérie offre des alternatives sûres de développement durable pour le secteur de l'eau. La recherche et développement s'en trouve également stimulée.

Notre étude a confirmé la volonté qu'emploie l'Algérie, depuis quelques années, à établir une politique de maîtrise de l'énergie, incluant aussi bien le recours aux formes d'énergies renouvelables que la réduction de l'utilisation des ressources fossiles, en plus d'une démarche de rationalisation de la consommation et de la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. Cette politique repose sur une batterie de textes réglementaires et s'adresse à l'ensemble des acteurs à commencer par les ministères, mais également les entreprises du secteur de l'énergie et les associations du mouvement associatif environnemental.

À l'heure où les pays dans le monde rationalisent l'utilisation des ressources naturelles ; il devient urgent de tenir compte des énergies renouvelables, notamment le solaire et l'éolien, dans la production d'eau non conventionnelles ou le traitement des eaux usées. À ce titre, l'Algérie peut être considérée comme l'un des plus grands réservoirs potentiels et inépuisable d'énergie solaire. Cette énergie constitue une ressource naturelle importante et gratuite, une alternative verte pour l'après pétrole. Le remplacement progressif des sources d'énergies conventionnelles par des sources d'énergie propres doit accompagner toute politique d'eau en Algérie. L'énergie solaire deviendra alors une alternative verte aux sources d'énergie fossiles polluantes et limitées.

Ainsi et pour réduire sensiblement les émissions de CO₂, mais surtout, sortir de la dépendance des énergies fossiles, il va falloir généraliser l'adoption des meilleures technologies, ainsi que développer et déployer tout un éventail de nouvelles sources d'énergies renouvelables pour la production d'eau non conventionnelle. Cette transition énergétique est urgente, en particulier pour assurer l'indépendance énergétique du secteur de l'eau déjà dépendant à bien des égards et variables.

La présente patrie de recherche à dévoilé que l'Algérie a adopté un programme de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique qui vise à produire une capacité d'origine renouvelable de 12 000 méga watts, ce qui couvrira 40% de la consommation énergétique du pays à l'horizon 2030. Pris en charge principalement par le Ministère de l'énergie, ce programme est entré dans sa phase d'opérations pilotes, notamment avec la mise en service en 2014 d'une centrale photovoltaïque de 1.1 méga watts à Ghardaïa et d'une centrale éolienne de 10 méga watts à Adrar en plus de la centrale hybride gaz solaire de Hassi R'mel d'une capacité de 250 MW dont 25 MW en solaire déjà opérationnelle depuis juin 2011. Une vingtaine de centrales solaires d'une puissance globale de près de 400 MW seront installées en 2014 et un grand nombre de ces centrales seront opérationnelles d'ici fin 2014. D'autres centrales photovoltaïques, éoliennes et solaires à concentration seront installées progressivement d'ici 2030 pour atteindre les objectifs fixés dans le programme.

D'autres actions, en faveur de la promotion des énergies renouvelables dans les régions désertiques et dans les hauts plateaux, ont été engagées par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural pour l'éclairage solaire et pour le pompage d'eau potable et d'irrigation à l'aide de l'énergie solaire. Ces actions visent à améliorer les conditions de vie des populations rurales et à promouvoir l'agriculture durable dans les milieux sahariens et dans les hauts plateaux. Ces actions ont permis de développer l'agriculture dans des régions enclavées, de créer des emplois durables et d'améliorer les conditions de vie des populations vivant dans ces régions.

L'avenir de l'eau et des énergies reste incontestablement lié en Algérie. En tenant compte des orientations politiques et des choix en matière de production d'eau non conventionnelle, de transfert ou de pompage, le recours à l'énergie disponible (dans notre cas fossile) augmente à mesure que les besoins en croient. À titre d'exemple, les systèmes d'assainissement, notamment les stations de traitement, sont de petites industries grandes consommatrices d'énergies. À cet effet, un programme d'optimisation de la consommation d'énergie a été tracé afin de diminuer la consommation d'électricité sans compromettre le processus épuratoire.

Notre étude a aussi démontré que la plus grande part d'eau dessalée en Algérie est produite par la grande station de dessalement d'eau de mer grâce à leur capacité et à leur continuels fonctionnement. Or, les différentes applications à travers le monde ont montré que le dessalement solaire est beaucoup plus approprié pour les installations de petites capacités, et que leur champ d'application est très vaste (à usage domestique, santé, industrie, tourisme). Le recours à l'énergie

éolienne couplée aux unités de dessalement peut constituer aussi une alternative potentielle pour pallier le déficit en ressources conventionnelles.

En l'absence des eaux de surface, les eaux souterraines représentent une ressource locale difficile d'accès au pompage manuel et animal. Le pompage d'eau mécanisé devient la seule alternative fiable pour soulever l'eau à une certaine profondeur. Leur fonctionnement nécessite un volume important de carburant causant les rejets de gaz dans l'atmosphère accroissant le niveau de pollution pour l'environnement, en plus de la pollution des eaux souterraines et du sol par le carburant et les lubrifiants. Le recours aux énergies renouvelables, notamment l'éolienne ou le solaire, pour le pompage des eaux souterraines algériennes devient une nécessité pour soulager ces régions.

Il est à souligner qu'aujourd'hui, les technologies des énergies renouvelables ont gagné en fiabilité et en efficacité et peuvent aujourd'hui générer de l'électricité même dans les conditions sous-optimales comme par exemple en cas de faible vitesse de vent ou de faible ensoleillement, ce qui offre des possibilités de développement de ces énergies en faveur des petites stations de dessalement installées dans le Sud du pays en premier lieu, puis d'envisager le développement de ces technologies (éolienne et solaire) pour une généralisation d'usage au service du dessalement pour échapper à la dépendance énergétique des énergies fossiles mais surtout pour un développement durable.

Prévenir des dommages causés à l'environnement, préserver les ressources naturelles et s'orienter vers une économie à faible émission de carbone constitue un défi pour toute la société algérienne. Ce défi offre également des débouchés aux entreprises commercialisent des produits et services écologiques ou exercent dans le domaine des énergies renouvelables ou des technologies propres. L'Algérie se doit de défendre ses intérêts nationaux dans le cadre du développement durable en tant que producteur d'énergie propres de sources renouvelables.

Chapitre VI :

La gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie

Introduction

- 1. La politique de l'eau en Algérie**
- 2. L'alimentation en eau potable et l'irrigation**
- 3. La gestion intégrée de l'eau en Algérie**
- 4. Le développement durable pour une gestion intégrée et durable en Algérie**

Conclusion

Introduction :

La rareté grandissante des ressources en eau qui résulte de la diminution des quantités disponibles par habitant, la dégradation de la quantité et les objectifs de développement économique et social nationaux imposent l'élaboration et la définition d'une stratégie nationale de gestion intégrée et durable de l'eau. Le problème de l'eau en Algérie est accentué par le réchauffement climatique provoquant ces dernières années des sécheresses qui ont touché l'ensemble du territoire. Il est nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau. Cette ressource vitale est menacée dans sa qualité et dans sa quantité. Malgré le nombre important de barrages construits et le recours aux eaux non conventionnelles par le dessalement et l'épuration (à des fins agricoles), l'Algérie continuera à enregistrer un déficit en la matière devant une demande en constante croissance grandement due à la forte croissance démographique que connaît le pays, et une approche en termes d'offre montre ses limites. De plus, le défi de l'eau se retrouve confronté à la problématique énergétique, et la sécurité énergétique devient une variable indissociable de l'eau en Algérie, surtout depuis le recours massif de celle-ci aux technologies relatives eaux non conventionnels et leurs besoins croissant en énergies majoritairement fossiles.

Le secteur de l'eau en Algérie se trouve confronté à une mondialisation porteuse de grandes potentialités et d'immenses opportunités en recherches et de développement. Des menaces et défis planent aussi sur ce secteur en raison des nouvelles variables représentées par : **la pénurie en eau, de la sécurité énergétique et des enjeux environnementaux.**

L'actualité nous rappelle au quotidien que l'environnement est une entité précieuse et fragile qui peut être facilement dégradé par une activité humaine non contrôlée et une consommation excessives des ressources. Les impacts de l'activité humaine et économique sur l'environnement (épuisement des ressources naturelles, dégradation de la biodiversité, importance de la pollution, réchauffement climatique...) ont engendré au sein de la société civile une prise de conscience grandissante sur la nécessité de protéger l'environnement.

Gérer efficacement et équitablement les ressources en eau est l'un des défis les plus importants auxquels l'Algérie doit faire face surtout avec les enjeux liés à la gestion de la ressource en eau qui ne cessent à croître en importance sous le triple effet de la croissance démographique, du réchauffement climatique et du nouveau défi énergétique. Ainsi, l'eau est menacée par sa rareté, le gaspillage, la pollution et la grande sollicitation des secteurs en grande partie domestique et agricole.

La gestion intégrée des ressources en eau est un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres, et des ressources connexes en vue de maximiser de manière équitable le bien être économique et social en résultant sans pour autant compromettre la pérennité des écosystèmes.

Dans ce contexte délicat, seule une nouvelle stratégie, consistant à intégrer la gestion durable de l'eau dans la politique économique et environnementale, susceptible de prévenir les impacts négatifs éventuels peut être une source de solution au problème. Cette gestion intégrée des ressources en eau devrait être appréhendée en termes de maîtrise des instruments de régulation (tarification), d'optimisation de l'utilisation de la ressource par la mise en œuvre d'une gestion de la demande, de développement de la recherche scientifique dans le secteur de l'eau et de l'énergie, d'entreprendre de vastes programmes d'informations et de sensibilisations des usagers à l'économie de l'eau.

C'est dans cette optique que ce dernier chapitre traitera les questionnements suivants : ***Quelles sont les orientations stratégiques de l'eau en Algérie depuis l'indépendance et est-elle en mesure de répondre aux besoins en eau ? Comment la gestion intégrée de la ressource s'y présente-t-elle ? Et quels sont les nouveaux axes prioritaires pour une gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie ?***

1. La politique de l'eau en Algérie :

Avant 1970, la politique de l'eau en Algérie a été une sorte de continuité de ce qui avait prévalu avant l'indépendance. Les pouvoirs publics ont, par la suite, défini de nouveaux objectifs contenus dans les différents plans de développement depuis le premier plan quadriennal 1970-1973 jusqu'au plan quinquennal 1985-1989¹ mettant l'accent sur la mobilisation de l'eau, l'extension des superficies irriguées et l'amélioration de l'hygiène des populations par le raccordement aux réseaux d'eau potable et d'assainissement. À partir de la décennie 1980, le secteur a pu bénéficier d'un Plan Hydraulique National destiné essentiellement à définir les priorités, les objectifs et les moyens d'une politique de l'eau.

Ce plan avait dégagé des orientations nouvelles : après la période quasi-exclusive accordée à la grande hydraulique, le premier plan quinquennal 1980-1984 a préconisé une relance de la petite et moyenne hydraulique qui s'est traduite par la multiplication des forages, des lacs collinaires, des dérivations d'oueds,... Un programme de 700 retenues collinaires et de 300 petits barrages a été lancé en Mars 1985².

Entre 1852 et 1881, les dépenses hydrauliques ne représentaient que 0,025 % des investissements totaux, entre 1882 et 1914, le taux tombe à 0,01 % et entre 1914 et 1962 il remonte à 1,9 %. On mesure ici la place que prenait concrètement l'idée d'une politique hydraulique dans l'intérêt du capital français³. Évalués à 4 milliards de DA (0,8 milliards de dollars) au début des années 1970, ces investissements, consacrés au développement des infrastructures d'alimentation en eau potable (adduction, assainissement, forages, construction de barrages et de retenues collinaires)⁴, passent à 5 milliards de DA en 1989, à 12 milliards de DA en 1990 et à 40 milliards de DA en 2000 et à près de 300 milliards de DA en 2009 (20 milliards de dollars entre 2005 et 2009) selon les données du Ministère des Ressources en Eau.

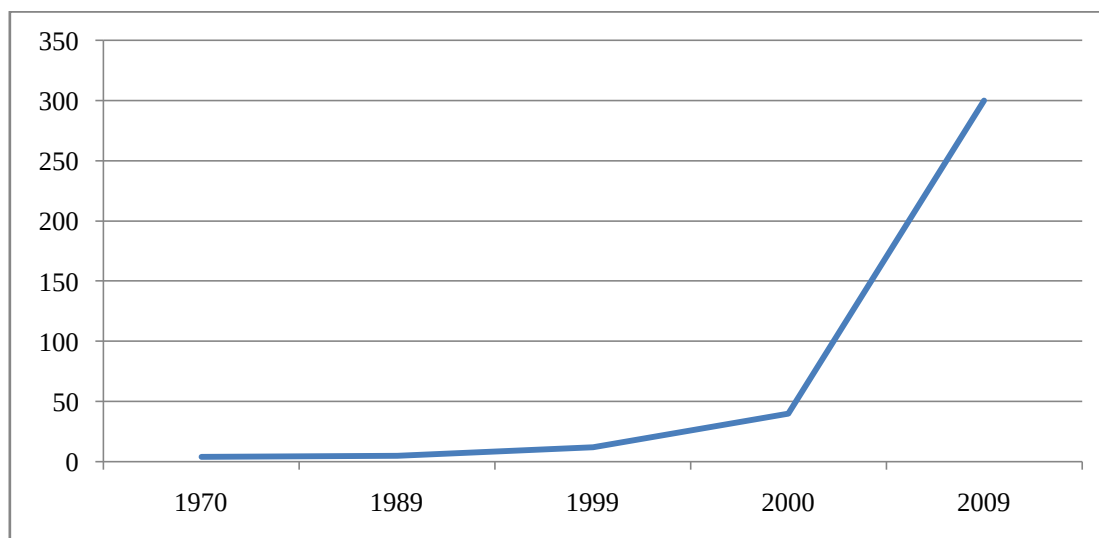
¹ Conseil National Économique et Social, Projet de rapport « L'eau en Algérie; le grand défi de demain », 15^{ème} session plénière, Mai 2000, P 28.

² Idem.

³ ARRUS R., « L'eau en Algérie. De l'impérialisme au développement (1830-1962) », Alger, OPU, 1985.

⁴ Idem.

Figure VI.1 : L'évolution des investissements consacrés au développement des infrastructures d'alimentation en eau potable.



(Source : Tableau établi par l'auteur).

Le graphique ci-dessus illustre bien l'importance des investissements dans le secteur depuis le début des années 2000 correspondant à l'avènement de la nouvelle politique de l'eau en Algérie. Ces efforts financiers serviront à combler les retards accumulés durant de longues décennies. Ainsi, si l'on veut chercher l'origine de la rareté de l'eau, ce n'est plus uniquement du côté des investissements qu'il faut se tourner, car cette politique tend à rattraper le retard considérable accumulé depuis la colonisation.

1.1 La stratégie de l'eau en Algérie :

Au lendemain de l'indépendance, les missions de l'hydraulique en Algérie étaient réparties entre, d'une part, le secteur des travaux publics et de la construction qui assurait l'essentiel des missions à travers une direction centrale au niveau du ministère, et d'autre part, le ministère de l'agriculture qui s'occupait de l'irrigation et de l'hydraulique rurale¹.

Concernant l'évolution historique du ministère chargé des ressources en eau, le département des ressources en eau a connu une évolution dans ses prérogatives, missions ainsi que dans la dénomination depuis l'indépendance du pays. Il est passé par plusieurs ministères avant d'avoir son propre ministère².

¹ BOUBOU Naima, « *Problématique de gestion de l'eau en Algérie : Cas de la wilaya de Tlemcen* », Mémoire de fin d'étude pour l'obtention d'une licence en management, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, 2005, P28.

² MRE, Alger, 2014.

1. **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).
2. **1971-1980 : Secrétariat d'État à l'Hydraulique.** (Décret n° 71-55 du 04 février 1971 portant organisation de l'Administration Centrale du Secrétariat d'État à l'Hydraulique).
3. **1980-1985 : Ministère de l'Hydraulique.** (Décret n° 80-173 du 21 juin portant organisation de l'administration centrale du Ministère de l'Hydraulique).
4. **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).
5. **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).
6. **1990-1994: Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire.** (Décret exécutif n° 90-123 portant organisation du Ministère d'Équipement et de l'Aménagement du Territoire).
7. **1994-2000: Ministère de l'Équipement.** (Décret exécutif n° 94-240 du 30 avril 1990 portant organisation de l'Administration Centrale du Ministère de l'Équipement).
8. **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).

La gestion de l'eau est passée par différentes phases et transité par plusieurs ministères. En effet, entre 1970 et 1989, toutes les missions relatives à l'hydraulique sont regroupées au niveau d'un seul département ministériel : le secrétariat d'état à l'hydraulique. De 1989 à 1999, le secteur de l'irrigation est une fois de plus repris par le ministère de l'agriculture. Passé par une dizaine de ministères¹, le secteur de l'hydraulique en Algérie possède enfin son propre ministère. Le ministère des ressources en eau coordonne l'ensemble des activités liées à l'eau au niveau.

L'administration de l'eau se trouve aujourd'hui articulée et organisée autour de sept administrations avec des missions différentes² :

¹ SALEM Abdel Aziz, « L'eau et l'environnement en Algérie », in Géographie et environnement bulletin de l'association de géographie et d'aménagement du territoire, N°10, Edition Dar El Gharb, Septembre 2002, P 18.

² Ministère des ressources en eau, Alger, 2014.

1.1.1 L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) :

L'ANRH est un établissement public à caractère administratif et a vocation scientifique et technique doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Créée par le décret N°81-167 du 25 Juillet 1981, elle est placée sous la tutelle du ministère chargé de l'hydraulique, et son siège social se situe à Alger.

L'agence a pour principale mission de mettre en application les programmes d'inventaire des ressources en eau et en sols irrigables du pays, en conformité avec les objectifs du plan national de développement et dans les conditions sont fixées par l'autorité de tutelle.

a. Dans le domaine des eaux souterraines, l'agence est chargée:

- d'inventorier les ressources en eaux souterraines du pays;
- de concevoir, d'installer et de gérer des réseaux de surveillance des nappes souterraines;
- de dresser les cartes hydrogéologiques et des ressources souterraines;
- de tenir le bilan des ressources en eau souterraines et de leur emploi en continuité;
- de veiller à la conservation qualitative et quantitative des ressources en eau souterraines.

b. Dans le domaine des eaux superficielles, elle est également chargée:

- de concevoir, d'installer et de gérer un réseau hydro-climatologique national, destiné à l'élaboration du bilan hydrique national;
- De traiter, de mettre en forme, d'archiver et de diffuser les données hydro-climatologiques;
- De mener les études méthodologiques générales sur les régimes hydro-climatologiques en vue de l'inventaire des ressources en eaux superficielles;
- D'étudier les phénomènes hydrologiques sur les bassins expérimentaux tels que l'érosion, le ruissellement, l'infiltration et de l'évapotranspiration;
- De mettre en place et gérer un réseau de prévision des crues.

c. Dans le domaine de l'irrigation et du drainage, l'agence est chargée:

- de réaliser un inventaire des ressources en sols destinés à être mis en valeur par l'irrigation et le drainage;
- de déterminer et de cartographier, en collaboration avec l'Institut National de Cartographie, les caractéristiques hydrodynamiques des sols irrigables;
- d'étudier les besoins en eau des cultures ainsi que les périmètres d'irrigation et de drainage destinés à l'élaboration des projets d'aménagements, d'irrigation et de drainage;
- d'étudier l'évolution de la salure des sols et des nappes superficielles dans les périmètres irrigués et de fournir les éléments relatifs à leur protection et à leur sauvegarde.

1.1.2 L'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT) :

L'agence est un établissement public à caractère administratif et à vocation technique, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Elle a été créée par le décret N°85-163 du Juin 1985. L'agence est placée sous la tutelle du ministère chargé de l'hydraulique et son siège social se situe à Alger.

L'agence est chargée dans les limites de ses compétences:

- de promouvoir les études techniques et technologiques;
- d'assurer la conduite de la réalisation des programmes d'investissements planifiés;
- de veiller à la préservation et à la protection des grands barrages en exploitation;
- d'apporter son concours aux organismes concernés.

a. Dans le domaine des études des ouvrages de mobilisation et de transfert des ressources en eaux, l'agence est chargée:

- d'élaborer ou de faire élaborer les études d'avant-projets et les projets d'exécution et de procéder à toutes analyses et prospections y concourant;
- de développer les moyens de conception et d'études afin de maîtriser les techniques rattachées à son objet.

b. Dans le domaine des travaux et des réalisations des ouvrages de mobilisation et de transfert des ressources en eau, l'agence est chargée d'exercer les prérogatives et les responsabilités de maître d'ouvrage et notamment:

- de constituer les dossiers de consultation des entreprises de réalisation;
- d'assurer la conduite de la réalisation des projets;
- de procéder à la réception des ouvrages dans les conditions normales de gestion et d'exploitation

c. Dans le domaine du contrôle et de l'entretien des ouvrages de mobilisation et de transfert des ressources en eau en exploitation, l'agence est chargée:

- d'assurer la surveillance des ouvrages de mobilisation en exploitation et, en particulier, de mener toutes interventions d'auscultation et de contrôle technique;
- d'étudier ou de faire étudier et de développer les systèmes de protection, d'entretien et de maintenances des ouvrages en exploitation et de concevoir les plans d'intervention d'urgence en relation avec les organismes concernés;
- de recommander la réalisation de tous travaux d'entretien, de maintenance et de réparation et de suivre les travaux de grosses réparations et de dévasement.

1.1.3 L'Algérienne Des Eaux (ADE):

L'Algérienne Des Eaux est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger.

Dans le cadre de la politique nationale de développement, l'établissement est chargé d'assurer sur tout le territoire national, la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau potable à travers la prise en charge des activités de gestion des opérations de production, de transport, de traitement, de stockage, d'adduction, de distribution et d'approvisionnement en eau potable et industrielles ainsi que le renouvellement et le développement des infrastructures s'y rapportant ;

A ce titre, l'ADE est chargé, par délégation :

1. de la normalisation et de la surveillance de la qualité de l'eau distribuée;
2. d'initier toute action visant l'économie de l'eau, notamment par :
 - l'amélioration de l'efficience des réseaux de transfert et de distribution;
 - l'introduction de toute technique de préservation de l'eau;
 - la lutte contre le gaspillage en développant des actions d'information, de formation, d'éducation et de sensibilisation en direction des usagers;
 - la conception, avec les services publics éducatifs, de programmes scolaires diffusant la culture de l'économie de l'eau.
3. de planifier et mettre en œuvre les programmes annuels et pluriannuels d'investissements;

Le présent établissement se substitue à l'ensemble des établissements et organismes publics nationaux, régionaux et locaux dans l'exercice de la mission de service public de production et de distribution de l'eau potable, notamment :

- l'Agence nationale de l'eau potable et industrielle et de l'assainissement (**AGEP**)
- les établissements publics nationaux à compétence régionale de gestion de l'eau potable;
- les **EPEDEMIA** de wilayas;
- les régies et services communaux de gestion et de distribution de l'eau.

Les modalités de cette substitution sont énoncées dans les articles du **décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharem 1422** correspondant au **21 Avril 2001**.

1.1.4 L'Office Nationale de l'Assainissement (ONA) :

L'ONA est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n° 01-102 du 27 Moharem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'Office est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger.

L'Office est chargé, dans le cadre de la politique nationale de développement, d'assurer sur tout le territoire national, la protection de l'environnement hydrique et la mise

en œuvre de la politique nationale d'assainissement en concertation avec les collectivités locales;

A ce titre, il est chargé, par délégation:

- de la maîtrise d'œuvre et d'ouvrage ainsi que l'exploitation des infrastructures d'assainissement qui relèvent de son domaine de compétence, notamment :
- la lutte contre toutes les sources de pollution hydrique dans les zones de son domaine d'intervention ainsi que la gestion, l'exploitation, la maintenance, le renouvellement, l'extension et la construction de tout ouvrage destiné à l'assainissement des agglomérations et notamment, les réseaux de collecte des eaux usées, les stations de relevage, les stations d'épuration, les émissaires en mer, dans les périmètres urbains et communaux ainsi que dans les zones de développement touristique et industriel;
- d'élaborer et de réaliser les projets intégrés portant sur le traitement des eaux usées et l'évacuation des eaux pluviales;
- de réaliser les projets d'études et de travaux pour le compte de l'État et des collectivités locales;

L'Office est chargé en outre :

- d'entreprendre toute action de sensibilisation, d'éducation, de formation ou d'étude et de recherche dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique;
- de prendre en charge les installations d'évacuation des eaux pluviales dans ses zones d'intervention pour le compte des collectivités locales;
- de réaliser les projets nouveaux financés par l'État ou les collectivités locales;

L'Office est chargé notamment des missions opérationnelles suivantes:

- créer toute organisation ou structures se rapportant à son objet, en tout endroit du territoire national;
- gérer le abonnés au service public d'assainissement;
- établir le cadastre des infrastructures d'assainissement et en assurer sa mise à jour;
- élaborer les schémas directeurs de développement des infrastructures d'assainissement relevant de son domaine d'activité;

- de réaliser directement toutes les études techniques, technologiques, économiques en rapport avec son objet.

1.1.5 L'Office National de l'Irrigation et de Drainage (ONID) :

L'agence nationale pour la réalisation et la gestion des infrastructures hydrauliques pour l'irrigation et le drainage, est un établissement public à caractère administratif créé par le décret n° 87-181 du 18 Août 1987, modifié et complété, susvisé, est réaménagé dans sa nature juridique en un établissement public à caractère industriel et commercial dénommé "Office National de l'Irrigation et du Drainage", par abréviation.

L'ONID est placé sous la tutelle du ministre chargé de l'hydraulique agricole, son siège social est fixé à Alger et peut être transféré en tout autre lieu du territoire national par décret pris sur proposition du ministre de tutelle. L'établissement est doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il est régi par les règles administratives dans ses relations avec l'Etat et, est réputé commerçant dans ses relations avec les tiers.

L'établissement est chargé de la gestion, **de l'exploitation et de la maintenance des équipements et infrastructures hydrauliques dans les périmètres d'irrigation y compris les ouvrages de transfert d'eau destinés à l'irrigation** que l'Etat et/ou les collectivités territoriales lui concèdent. À ce titre, dans les périmètres d'irrigation relevant de sa compétence, il est chargé notamment :

- de la commercialisation de l'eau agricole ;
- de la conduite des irrigations ;
- de la gestion, l'exploitation et l'entretien des réseaux d'irrigation et réseaux connexes ;
- d'apporter assistance et conseils aux usagers de l'eau agricole. Il peut, en outre, être chargé par l'État et/ou les collectivités territoriales de la mobilisation des ressources en eau agricole au niveau des forages, puits, prises d'oueds, retenues collinaires et ouvrages de captage divers destinés à l'irrigation des terres agricoles.

L'État et/ou les collectivités territoriales, maîtres d'ouvrages, peuvent confier à l'établissement la qualité de maître d'ouvrage délégué, afin de mener en son nom et pour son compte les opérations concourant à la réalisation des infrastructures et équipements destinés à l'irrigation et l'assainissement/drainage des terres agricoles et aux ouvrages de transfert

cités à l'article ci-dessus. Pour chaque projet, les droits et obligations induits par cette mission font l'objet d'une convention de mandat de maîtrise d'ouvrage déléguée.

A ce titre, l'établissement est chargé notamment :

- d'élaborer ou de faire élaborer les études de conception, de faisabilité, d'avant-projet et d'exécution de tous travaux rattachés à cet objet ;
- de constituer les dossiers de consultation des entreprises d'études et de réalisation;
- de signer et de gérer les contrats y afférents ;
- d'assurer la conduite des projets d'études et de réalisation ;
- de procéder à la réception des ouvrages dans les conditions normales de gestion et d'exploitation.

L'établissement peut en outre :

- réaliser ou faire réaliser toutes les études techniques, technologiques, économiques en rapport avec son objet ;
- acquérir, exploiter, déposer toute licence, modèle ou procédé de fabrication se rattachant à son objet ;
- procéder à la construction, l'installation ou l'aménagement de tous les moyens nécessaires à son activité et réaliser pour son propre compte ou pour le compte de tiers, tous les travaux, conformément à son objet ;
- développer toute forme d'assistance et de conseil à la clientèle ;
- faire réaliser certains de ses programmes par voie de sous-traitance, de concession, de management ou toute autre forme de partenariat ;
- effectuer toute opération commerciale, immobilière, industrielle et financière, liée à son objet et de nature à favoriser son développement ;
- contracter tout emprunt ;
- prendre des participations dans toute société et créer des filiales.

L'établissement est également chargé, sous réserve des dispositions de l'article 11 ci-dessous, de prendre en charge toutes les mesures de sécurisation des infrastructures et équipements destinés à l'irrigation et l'assainissement/drainage des terres agricoles.

Les sujétions de service public mises par l'Etat à la charge de l'établissement sont assurées conformément aux prescriptions du cahier des charges y afférent, annexé au présent

décret. En contrepartie, l'établissement reçoit de l'Etat pour chaque exercice une contribution.

1.1.6 L'Institut National de Perfectionnement de l'Équipement (INPE) :

L'INPE est un établissement public à caractère administratif. Doté de la personnalité Morale et de l'autonomie financière par décret N°2-116 du 03 Avril 2002, les statuts de l'institut ont été modifiés pour trois objectifs:

- a. Dévolution de la tutelle au ministère des ressources en eau.
- b. Elargissement des missions de l'institut et affinement de ses prérogatives.
- c. Faisant du centre de « KSAR EL BOUKHARI » le siège de l'INPE.

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.

Il peut -à titre accessoire et à leur demande- assurer dans le cadre de relations contractuelles, les mêmes missions pour le compte d'autres administrations et structures publiques.

Les stages de perfectionnement, de recyclage et de formation continue qu'organise annuellement l'institut national de perfectionnement de l'équipement, visent l'amélioration des qualifications techniques et professionnelles, et l'adaptation aux nouvelles exigences de l'évolution technologique.

Ces stages fournissent aux participants les informations de base essentielles aussi bien dans les domaines de l'hydraulique de l'habitat et de travaux publics que dans celui du management public et la conduite de projet.

L'INPE propose des programmes de formation riches, répondant aux attentes du secteur des ressources en eau, des entreprises et des collectivités locales.

Les formations sont encadrées par des formateurs (cadres administratifs, ingénieurs, experts...) spécialisés dans les différents domaines et dont le savoir-faire et les capacités pédagogique ont été validées.

1.1.7 L'Agence nationale de Gestion Intégrée de l'Eau (AGIRE) :

Créé sous la dénomination d'Agence nationale de Gestion Intégrée des Ressources en Eau, l'AGIRE (par abréviation) est un établissement public à caractère industriel et commercial régi par les lois et règlements en vigueur et par les dispositions du présent décret. L'agence nationale est dotée de la personnalité morale et jouit de l'autonomie financière.

L'agence nationale est régie par les règles applicables à l'administration dans ses relations avec L'état et est réputée commerçante dans ses rapports avec les tiers. L'agence nationale est placée sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau.

Le siège de l'AGIRE est fixé à Alger. Il peut être transféré en tout autre lieu du territoire national par décret, pris sur proposition du ministre de tutelle. Conformément aux dispositions de l'article 64 de loi n° 05-12 du 28 Joumada 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.

Dans le cadre de la politique nationale de développement, l'agence nationale est chargée de réaliser, au niveau national, toutes actions concourant à une gestion intégrée des ressources en eau. À ce titre, 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.

Outre les missions qui leur sont assignées au titre de l'article 6 de loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 Août 2005, les démembrements territoriaux de l'agence nationale sont chargés au niveau **des bassins hydrographiques** :

- de gérer le système d'information à l'échelle des bassins hydrographique ;

- 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 des bassins hydrographiques;
- de collecter les redevances instituées par la législation et la réglementation en vigueur.

Les démembrements territoriaux de l'agence, les droits et obligations induits par cette mission sont fixés par une convention de mandat de maîtrise d'ouvrage déléguée.

Pour accomplir ses missions, l'agence nationale est habilitée à :

- conclure tout contrat ou convention liés à son objet ;
- effectuer toutes opérations commerciales, financières, industrielles, mobilières et immobilières liées à son objet et de nature à favoriser son développement ;
- acquérir, exploiter ou déposer toute licence, modèle ou procédé technique se rapportant à son objet ;
- contracter tout emprunt ;
- prendre des participations dans tout groupement ou société ;
- développer des relations professionnelles et de partenariat avec des organismes similaires nationaux ou étrangers ;
- organiser et/ou participer aux conférences, réunions scientifiques et colloques nationaux et internationaux ainsi qu'aux réseaux d'échanges d'informations et d'expériences se rapportant à son domaine d'activité (décret exécutif n° 10-24 du 26 Moharram 1431 correspondant au 12 janvier 2010, susvisé).

L'agence nationale assure les sujétions de service public mises à sa charge par l'Etat conformément aux prescriptions fixées par le cahier des charges annexé au présent décret.

L'État, maître d'ouvrage, peut confier à l'agence nationale la maîtrise d'ouvrage déléguée des projets concourant à la gestion intégrée de l'eau.

L'hydraulique en Algérie a connu deux types de gestion¹ de l'eau depuis l'indépendance :

- 1- La période de 1962 à 1985 :** caractérisée par une approche en termes d'offre au moyen des politiques des grands travaux hydrauliques.

¹ SALEM Abdel Aziz, « *L'eau et l'environnement en Algérie* », in Géographie et environnement bulletin de l'association de géographie et d'aménagement du territoire, N°10, Edition Dar El Gharb, Septembre 2002, P 21.

2- La période d'après 1985 : associée à une approche en terme de demande initiée par les premières augmentations des prix de l'eau en 1985, soit deux années après le code de l'eau de 1983 (avant cette tarification, les usagers ne payaient qu'un forfait quelque soit le volume d'eau consommé). Les secondes augmentations du prix de l'eau ont eu lieu annuellement entre 1991 et 1994. Depuis 1996 les réajustements se sont accélérés et les prix ont été réajustés.

La nouvelle politique de l'eau mise en œuvre depuis le début de la décennie 2000 en Algérie vise quatre objectifs stratégiques¹ :

1. Accroître et sécuriser **la mobilisation de ressources en eau conventionnelles** (renouvelables et fossiles) et **non conventionnelles** (dessalement et eaux usées épurées)
2. Améliorer **l'accès à l'eau** à travers la réhabilitation et l'extension des systèmes d'alimentation en eau potable et le renforcement de la qualité de service.
3. Améliorer **l'accès à l'assainissement** et protéger les écosystèmes hydriques au moyen de la réhabilitation et l'extension des systèmes d'assainissement et la réalisation de nouvelles stations d'épuration.
4. Soutenir la stratégie de **sécurité alimentaire** avec l'extension des zones irriguées.

1.2 La promotion des ressources non conventionnelles :

Les ressources hydriques de l'Algérie restent limitées. D'abord, pour des raisons climatiques : la pluviométrie, irrégulière, oscille entre 100 et 600 mm/an seulement, ensuite, l'accroissement rapide des besoins en eau potable ainsi qu'en eau pour l'irrigation et l'industrie a été fort et reste continu.

D'importants efforts ont été entrepris par l'Algérie depuis le début de la décennie 2000 pour mobiliser de nouvelles ressources en eau. Si ces initiatives visaient initialement à répondre prioritairement aux usages domestiques, elles entendent depuis peu offrir de nouvelles capacités à l'eau agricole. Pour répondre à cette demande croissante, des investissements massifs ont été engagés qui se traduisent, entre autres, par un recours accru au dessalement d'eau de mer et à la réutilisation des eaux usées.

¹ MRE, « *Exposé sur l'expérience de l'Algérie en matière de promotion des ressources en eau non conventionnelles* », In Séminaire Murcie Espagne, Janvier 2012.

1.2.1 Le programme de dessalement d'eau de mer:

Afin de combler les lacunes et le déficit hydrique qu'a connu le pays, notamment en 2002, l'Algérie, avec ces 1 200 km de côtes, a mis en œuvre l'alternative du dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre pour alimenter en eau potable des villes et localités du littoral¹, et jusqu'à 60 km aux alentours. Des études ont alors été lancées sur le dessalement d'eau de mer² entre 2002 et 2004. Le coût de cette technique est passé de 10 \$/m³ à 0,6-0,8 \$/m³ d'eau entre les années 1980 et aujourd'hui³.

L'Algérie comptait en 2013 neuf grandes stations de dessalement en exploitation à même de produire jusqu'à 1,4 millions de m³ d'eau dessalée par jour⁴. Leur nombre est porté aujourd'hui à **13** grandes stations avec une capacité de production de **2 260 000 m³/j** destinés à une population de **11 873 220⁵** (dont 9 seulement sont en service). 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.

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*. En complément de ces grandes stations, on relève la présence d'une vingtaine de *stations monoblocs* de petite capacité (entre 2 500 et 7 000 m³/j) dont certaines ont été délocalisées pour renforcer l'AEP des localités plus déficitaires.

La réalisation des unités de traitement d'eau de mer nécessite des investissements importants. Chacune des grandes stations représente un coût moyen de près de 300 millions de dollars⁶. À titre d'exemple, la mise en service de la station d'El-Hamma (à proximité d'Alger), inaugurée en février 2008 et produisant une capacité de 200 000 m³/j aura coûté 250 millions de dollars⁷. En plus du coût, les contraintes les plus importantes du dessalement

¹ « L'eau, une priorité majeure dans la politique nationale de développement », Magazine SYMBIOSE n°28, Avril, Mai, Juin 2007, P 13.

² Idem.

³ MOZAS Morgan & GHOSN Alexis, « État des lieux du secteur de l'eau en Algérie », Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen (IPMED), Octobre 2013, P 9.

⁴ Idem.

⁵ ADE, 2014.

⁶ « Le dessalement de l'eau de mer pour contrer la pénurie d'eau en Algérie », CDER, juillet 2012.

⁷ MOZAS Morgan & GHOSN Alexis, « État des lieux du secteur de l'eau en Algérie », Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen (IPMED), Octobre 2013, P 10.

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 et des produits chimiques dans le milieu naturel ainsi que des émissions conséquentes de gaz à effet de serre. Concernant l'impact de ces rejets, en particulier dans la mer, il est souvent avancé que la dilution de ces rejets, du fait des courants marins et de l'éloignement des stations entre elles, écarte toute conséquence sur l'environnement. Une étude nationale à ce sujet pourrait fournir des éléments de réponse.

Les coûts liés au transport de l'eau, de l'énergie utilisée ainsi que des infrastructures industrielles représentent également un des défis majeurs pour cette technologie. 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 mer¹. Pourvue en ressources énergétiques fossiles (gaz et pétrole), l'Algérie ressent beaucoup moins que d'autres pays le coût de l'énergie électrique produite pour dessaler l'eau de mer. De plus, l'effet de taille permet de diminuer le coût de l'eau douce obtenue, justifiant par là même la volonté des autorités de s'orienter vers des infrastructures dotées de forte capacité. Par ailleurs, un nombre croissant d'universités et de centres de recherche en Algérie pilotent actuellement des programmes visant à favoriser les installations d'unités de dessalement basées sur des énergies renouvelables telles que le solaire ou les éoliennes².

1.2.2 La valorisation des eaux usées épurées et la valorisation des déchets:

En matière du développement durable et tracée dans le « Plan National de l'Eau », la REUE consiste à promouvoir l'usage des eaux usées urbaines épurées pour la satisfaction des besoins en eau agricole, industrielle et municipale, ce qui permettra **d'atténuer la demande en eau potable et de protéger la ressource hydrique conventionnelle** existante, plus particulièrement les eaux souterraines surexploitées. L'intérêt que représente cette valorisation consiste en l'économie de l'eau conventionnelle et la Sécurité Alimentaire du pays. L'objectif Secondaire de cette stratégie, est le stockage souterrain par «Recharge Artificielle des Aquifères».

¹ Idem.

² « Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau », Unesco, 2012.

L'ONA est un établissement public dont la raison d'être est d'absorber la pollution des effluents liquides urbains afin de protéger le milieu récepteur. Il s'est donc inscrit dans une démarche de performance et d'efficacité environnementales en tenant compte de la dimension « protection de l'environnement » dans toutes les activités de façon coordonnée¹. Son challenge consiste à éliminer progressivement les impacts négatifs de l'activité de l'Office, qui génèrent des nuisances (déchets, effluents chimiques, consommation de l'énergie, ...) à l'environnement. De récents programmes permettent de valoriser les et de réutiliser les eaux usées épurées en les destinant à l'irrigation, quant aux boues (résultantes du processus d'épuration) sont utilisées dans certains cas comme fertilisants naturels.

1.2.2.1 La réutilisation des eaux épurées (REUE):

Les principales utilisations des eaux usées épurées en Algérie sont : **L'usage agricole, l'usage municipal** (arrosage, lavage des rues, lutte contre les incendies,...), **l'usage industriel** (refroidissement), **la recharge des nappes**.

Sur les 96 stations en exploitation à travers le pays, 16 STEP sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en **agriculture**², il s'agit des STEP de : Kouinine (El Oued), Ouargla, Guelma, Tlemcen, Mascara, Boumerdès, Sedraka, Souk Ahras, Ghriss, Bouhanifia, Hacine, Oued Taria, Hachem, Sehaouria, Tizi et Mohammadia.

Selon l'ONA, à fin 2013, le volume réutilisé est estimé à 19 m³/an, irrigant plus de 12000 ha de superficie agricole.

L'épuration des eaux usées a ainsi fait un élan considérable en Algérie, et plus particulièrement à Oran qui a vu l'installation de la plus grande STEP du pays à El Karma en 2009, suivi de la mise en service d'une autre STEP à Ain Türck³. Ainsi, et selon les données de la SEOR, **5600 ha** de la plaine de Mleta ont été irrigués à partir de la STEP d'El Kerma, et **500 ha** du périmètre de Bousfer l'ont été à partir de la STEP d'Ain Türck.

Pour les autres usages de l'eau usée épurée, quelques expériences sont à citer :

¹ « Manuel Environnemental », Office National de l'Assainissement, Juin 2012, P 5.

² ONA, MRE, Alger, 2014.

³ Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran (SEOR), Oran, Octobre 2014.

- **L'utilisation municipale :** La protection civile récupère un volume de 18763 m³/ mois d'eau usée épurée de la STEP de Tipaza pour lutter contre les incendies. La STEP de Boumerdès quant à elle cède un volume estimé à 12000 m³/mois pour le nettoyage de la ville.
- **L'utilisation industrielle :** La STEP de Jijel cède un volume de 15000 m³/mois d'eau produite par la station au profit de la tannerie de Jijel.

Le potentiel de la réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles évoluera d'une manière significative d'environ 45 million de m³ en 2012 à environ 325 million de m³ en 2014, et le nombre de stations concernées par la REUE sera de 41 STEP à l'horizon 2014 (Source : ONA, MRE, 2014).

Les STEP concernées par les projets de REUE en cours d'études ou de réalisation sont au nombre de 25, pour l'irrigation de 70000 hectares de terres agricoles. Parmi ces projets : Beni Moussa, Baraki, Ibn Ziad, Chelghoum Laid, Tipaza, Ouargla, Saida, Tiaret et Chlef.

Un plan d'action ONA/ONID est en cours d'études, pour définir les possibilités réelles d'une éventuelle réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation des grands périmètres d'irrigation (GPI) au niveau des cinq bassins hydrographique à l'échelle nationale¹.

1.2.2.2 La valorisation des déchets de l'opération d'épuration: les boues et le biogaz

L'activité d'assainissement de l'ONA génère plusieurs types de déchets susceptibles d'être valorisés ou recyclés : les boues issues du processus épuratoire, le papier, les cartouches d'encre et le plastique issus de l'activité administrative, les rejets d'analyses issus de l'activité des laboratoires et les déchets de curage issus du réseau d'assainissement.

Les boues issues du processus épuratoire dont la cécité dépasse les 50% après épandage dans les aires de stockage, sont cédées à des agriculteurs intéressés par la qualité fertilisante de ce sous-produit. Les boues sont utilisées comme engrais naturels dans l'arboriculture et dans l'horticulture. Ce type de sous-produit de l'épuration est systématiquement analysé avant chaque évacuation vers les agriculteurs² (cas de Tizi

¹ ONA, MRE, 2014.

² « 2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014, P 37.

Ouzou, Tlemcen et Tipaza). Quant aux déchets spéciaux issus des activités des laboratoires, des aires de stockages ont été aménagés en considérant, à la fois, les données de sécurité des produits et le dispositif de rétention et en attendant le lancement de l'activité d'entreprise spécialisées dans le traitement des déchets spéciaux.

- 2- **L'épandage des boues :** issus de l'épuration des eaux usées, l'épandage des boues est un nouveau concept adopté par la SEOR dans le cadre de l'exploitation des produits de la STEP à des fins agricoles. Cela permet de recycler les déchets urbains ou industriels à moindre coût, tout en bouclant le cycle de la matière organique par retour vers le sol. Le premier épandeur de boue a été acquis exclusivement par la SEOR en Algérie. Une première expérience agricole a été lancée en Septembre 2014, sur un périmètre agricole à Khailia (commune de Tafraoui)¹, et les effets cumulés de l'épandage seront appréciés au bout de 3 années.
- 3- **L'utilisation du biogaz pour réduire la consommation d'énergie :** Le biogaz est l'un des produits de la station d'épuration d'El Karma (Oran), récupéré à partir d'un procédé de digestion anaérobie, à raison de 150m³/H². Ce dernier est utilisé actuellement pour le chauffage des digesteurs, à l'aide de chaudières spécifiques, tandis que l'excédent du biogaz est torché pour éviter la pollution atmosphérique avec le gaz méthane qui constitue 70% du biogaz par rapport aux autres gaz. Une étude de cogénération du biogaz est en cours par le ministère pour la valorisation électrique.

Bien que la réutilisation des eaux usées épurées soit encore au stade embryonnaire en Algérie, cette pratique a connu une évolution non négligeable au cours de ces dernières années. En 2008, une seule station était concernée par la REUE³. En 2012, l'ONA a pu mobiliser un volume épuré d'environ 20 millions des m³ produit par 14 STEP en exploitation pour irriguer plus de 10000 ha de terres agricoles⁴.

Mais malgré les efforts consentis par l'Office National d'Assainissement et les différentes expériences algériennes en matière de réutilisation des eaux usées épurées, la démarche reste grandement insuffisante compte tenu de l'important potentiel encore non exploité en eaux épurées et rejetées quotidiennement dans la nature.

¹ Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran (SEOR), Oran, Octobre 2014.

² Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran (SEOR), Oran, Octobre 2014.

³ « 2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014, P 37.

⁴Idem.

1.2.3 Le cadre juridique et institutionnel de promotion des ressources en eau non conventionnelles :

Les dispositions de la loi Eau relatives à l'utilisation des ressources en eau non conventionnelles ont pour objectif : « **La valorisation des eaux non conventionnelles de toutes natures pour accroître les potentialités hydriques**» (art. 2 - 4^{ème} tiret). Elle possède par l'**identification** des ressources en eau non conventionnelles (art. 4), à savoir :

- Les eaux de mer dessalées et les eaux saumâtres déminéralisées ;
- les eaux usées épurées ;
- Les eaux, de toute origine, injectée dans les systèmes aquifères (recharge artificielle).

L'utilisation des ressources en eau non conventionnelles est encadrée par le régime juridique de la concession octroyée par l'Etat à toute personne physique ou morale, de droit public ou privé sur la base d'un dossier détaillé. L'octroi de l'acte de concession est subordonné à la signature d'un cahier des charges par l'autorité concédante (Ministre ou Wali selon le cas) et le concessionnaire¹.

Le dispositif réglementaire relatif aux eaux dessalées /déméralisées est régi par le décret du 12 juin 2011² qui distingue deux cas de figure :

- La concession pour cause d'utilité publique qui est octroyée par le Ministre chargé des ressources en eau (cas du service public d'alimentation en eau potable ;
- La concession pour la satisfaction de besoins propres qui est octroyée par le Wali (ex: alimentation d'unités industrielles).

Un cahier des charges – type (annexé au décret) fixe des prescriptions portant notamment sur l'obligation par le concessionnaire de :

- Mettre en application des mesures de protection de l'environnement définies par l'étude d'impact ;
- Veiller au respect de la réglementation relative aux périmètres de protection qualitative des ressources en eau ;

¹ Le code algérien de l'eau.

² Décret exécutif du 12 juin 2011.

- S'assurer que l'eau fournie répond aux prescriptions de qualité fixées par la réglementation en vigueur.

Le dispositif réglementaire relatif à l'utilisation d'eaux usées traitées est régi par le décret du 20 mai 2007 qui est spécifique à l'utilisation des eaux usées traitées à des fins d'irrigation de cultures ou d'espaces verts, à l'exclusion des cultures maraîchères dont les produits sont consommables crus (la loi Eau a énoncé le principe d'interdiction d'utilisation d'eaux usées brutes pour l'irrigation). La concession est octroyée généralement par le wali sur une durée de 10 ans renouvelable.

Le décret et le cahier des charges-type annexé fixent diverses prescriptions que doivent respecter le concessionnaire et/ou l'exploitant agricole, et notamment :

- Irriguer les seules cultures autorisées par arrêté interministériel (Ressources en eau – Agriculture – Santé)
- Veiller à la sécurisation et à l'entretien préventif des ouvrages de stockage et de distribution des eaux épurées repérés par marquage.
- Assurer, avec l'appui des structures publiques spécialisées, la formation et la sensibilisation des intervenants sur les aspects techniques, environnementaux et sanitaires et les mesures de précaution à prendre pour prévenir les risques de contamination (guide technique élaboré).
- Procéder régulièrement aux analyses de contrôle de conformité des eaux usées épurées aux prescriptions fixées par la réglementation (arrêté interministériel)

Le contrôle phytosanitaire des cultures et la surveillance de l'évolution de la qualité des sols sont effectués par les services de l'Etat concernés.

1.2.4 Le vide juridique de certaines dispositions relatives à l'eau :

Malgré un important dispositif de textes juridiques présents en Algérie, le secteur de l'eau connaît un vide juridique qui porte atteinte à l'efficacité du secteur. Ce vide concerne entre autres, les textes relatifs au foncier, la charte d'aménagement, la prévention et la prévision.

- 1- En matière de **foncier**, les conflits d'usages sur la terre et sur les ressources en eau superficielles et souterraines constituent une menace permanente et une contrainte majeure pour les agriculteurs ou autres usagers de l'eau. Même si le

droit de propriété est reconnu au site, donnera-t-il un droit absolu d'usage de l'eau en qualité et en quantité ?

- 2- En matière de **charte d'aménagement** : Seule une charte d'aménagement, dans le cadre d'un schéma global d'aménagement de la gestion de l'eau, serait à même de concilier les divergences des utilisateurs de l'eau.
- 3- **Prévoir** c'est prévenir, devancer un événement fâcheux. Il s'agit de voir comment réduire ou modérer la fonction demande en Algérie.
- 4- En matière de **prévision** (voir par avance une chose qui doit se produire), la consommation agricole et l'usage domestique peuvent faire l'objet d'une étude préventive en matière de consommation saisonnière par exemple. Aussi, les prévisions climatiques jouent un rôle primordial dans la gestion des stocks d'eau...

La législation actuelle ignore la réalité sur le terrain. Le code des eaux a besoin de nouveautés dans ses textes le plus souvent mal adaptés. Innover dans le domaine signifie enquêter sur le terrain et rédiger des lois sur mesure répondant aux exigences Algériennes. Aussi une législation basée sur la prévention et la prévision réduirait significativement les dépenses allouées annuellement au secteur de l'eau.

2. L'alimentation en eau potable et l'irrigation :

L'accès durable à l'eau est une préoccupation majeure en Algérie. La Banque Mondiale évoque une « *politique équilibrée algérienne en matière de mobilisation et de diversification des ressources en eau, au moment où plusieurs pays de la région sont confrontés à de graves difficultés pour approvisionner leurs population en eau potable* » et met en exergue les efforts consentis par les autorités pour éloigner le pays de sa situation de « *pauvreté hydrique* ».

D'importants financements publics ont été alloués au secteur de l'eau pour mener à bien les réformes structurelles lancées en 2001-2002 : les investissements publics dans ce secteur sont passés de 28,5 milliards de dinars algérien (soit 34,8 millions d'euros) en 1999 à 594 milliards de dinars (738,4 millions d'euros) en 2006 (IPEMED)¹.

La concurrence entre les différents usagers de l'eau (eaux domestique, industrielle et agricoles) et les interactions énergétiques et alimentaires ont incité les autorités algériennes à passer d'une politique sectorielle à une politique intégrée de l'eau. L'Algérie affiche notamment une volonté de mieux exploiter son potentiel agricole pour réduire la dépendance et la facture alimentaire du pays tout en s'adaptant aux contraintes hydro-climatiques.

En raison de leur importance dans le bilan de consommation de l'eau en Algérie, nous nous intéresserons dans ce qui suit aux eaux domestique et agricoles.

2.1 L'alimentation en eau potable

Selon les données du ministère des ressources en eaux, l'ensemble des efforts nationaux pour améliorer l'alimentation de la population en eau potable depuis 1962 a permis d'atteindre des résultats très satisfaisants que nous reprenons dans le tableau ci-dessous:

¹ MOZAS Morgan & GHOSN Alexis, « État des lieux du secteur de l'eau en Algérie », Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen, Octobre 2013, P 3.

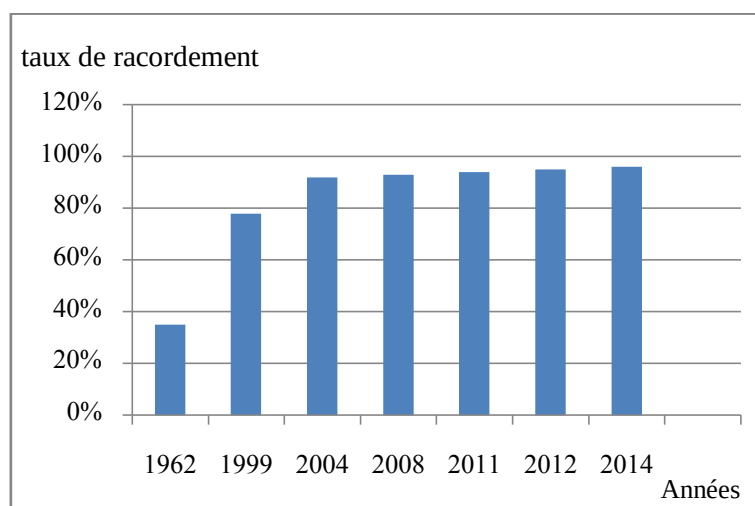
Tableau VI.1 : Alimentation en eau potables, Évolution des indicateurs 1962-2014.

Indicateurs		1962	1999	2004	2008	2011	2012	2014	
Taux de raccordement		35%	78 %	92%	93%	94 %	94 %	96 %	National
								98%	Chefs lieux
Dotation moyenne en eau (l/j/h)		/	123	150	165	170	175	175	National
								196	Chefs lieux
Production d'eau (milliards de m³/an)		/	1.25	1.5	/	2.9	3.1	3.6	
Linéaire des réseaux (Km)		/	50000	/	/	102000	105000	112000	
Fréquence de distribution	Quotidien	/	45 %	/	70%	73 %	75 %	75 %	
	1 jour sur 2	/	30%	/	/	17 %	17 %	16 %	
	1 jour sur 3 et plus		25 %	/	/	10 %	10 %	9 %	

(/) Données non disponibles.

(Source : MRE, Alger, 2014 corrigé).

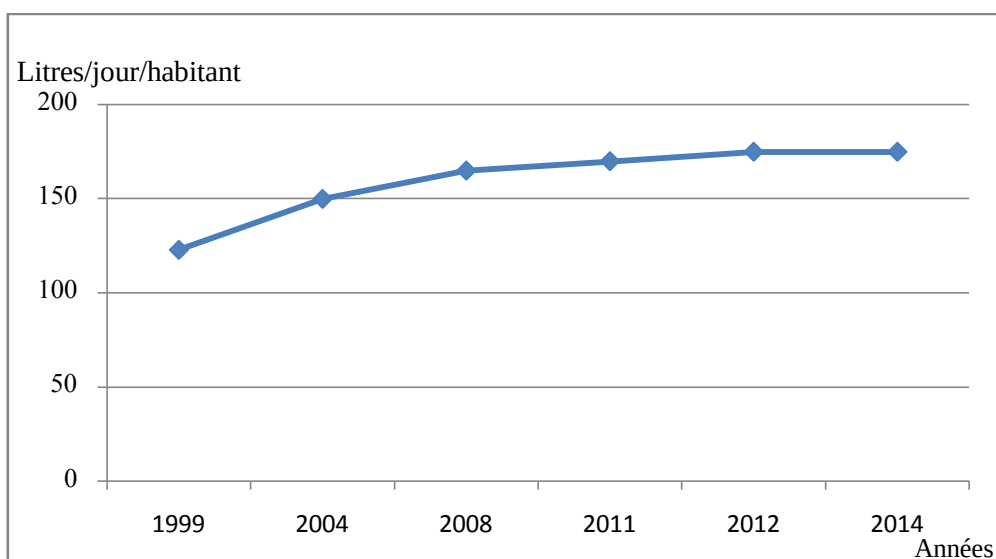
Figure VI.2 : Évolution du taux de raccordement national.



(Source : graphe établit pat l'auteur selon les données du MRE 1962-2014).

Concernant le taux de raccordement des foyers à l'eau potable du réseau, le constat est que le taux national a atteint 95% en 2014, alors qu'il n'était que de 93% en 2008, de 92% en 2004, de 78% en 1999 et de seulement 35% en 1962 (correspondant à 9 millions d'habitants). Au niveau des chefs lieux de wilaya, le taux de raccordement a atteint 97% en 2014 (Schéma ci-dessus).

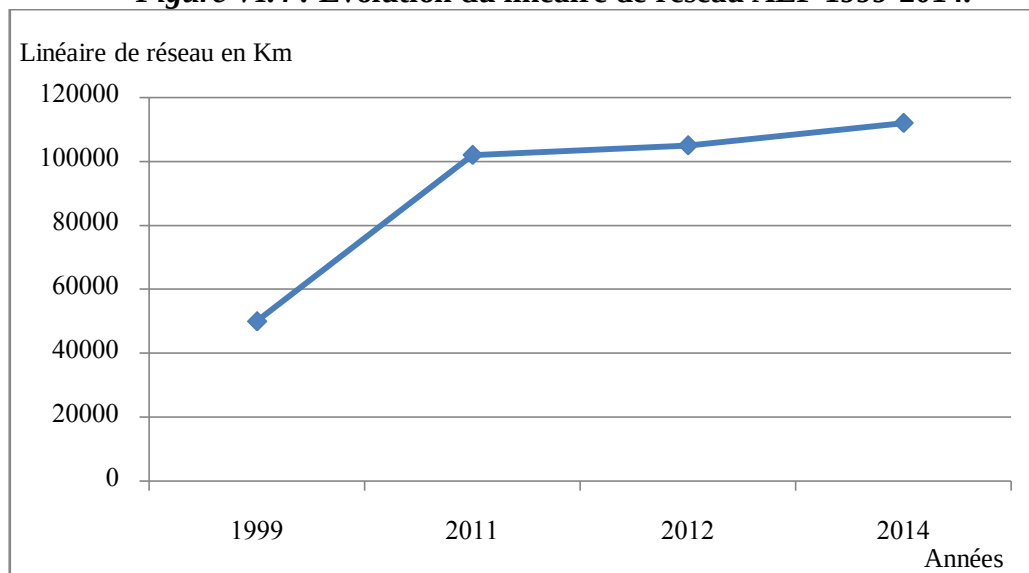
Figure VI.3 : Évolution des dotations en eau potable 1999-2014.



(Source : graphe établie par l'auteur selon les sources du MRE, 1999-2014).

La dotation moyenne par habitant en eau potable atteint actuellement **175 l/J/hab (2014)**, alors qu'elle n'était que de 170 l/j/ h en 2011, de 165 litres/J/hab en 2008, de 150 l/j/hab en 2004 et de 123 l/J/hab en 1999. Au niveau des chefs lieux de wilaya, les dotations journalières atteignaient **196** litres par jours et par habitants en **2014**.

Figure VI.4 : Évolution du linéaire de réseau AEP 1999-2014.



(Source : graphe établie par l'auteur selon les sources du MRE, 1999-2014).

En reprenant l'évolution du linéaire de raccordement, il est à constater que ce dernier a plus que doubler en l'espace d'une décennie. En effet, celui-ci est passé de 50000 Km de réseau en 1999 à 112000 km en 2014. L'évolution des dotations journalières n'a pas suivi le même rythme de croissance puisqu'elle n'a atteint que 175 L /j/H en 2014 conte 123 l/j/h en 1999, et malgré un

taux de raccordement se rapprochant des 100% en 2014, les dotations journalières restent encore bien en dessous du seuil de pauvreté en matière de ressources hydrique fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³ par jour et par habitant.

2.2 L'irrigation :

De part les potentialités que renferme le pays en matière agricole et en raison de la nécessité primordiale d'assurer la couverture des besoins nationaux en produits alimentaires, l'agriculture occupe une importance de premier plan. Cette situation est essentiellement due à la mise en œuvre du Plan national de développement agricole (PNDA)¹. Le PNDA a été lancé en 2000 avec pour objectifs la sécurité alimentaire, le développement rural et la préservation des ressources naturelles.

L'agriculture est une activité de base qui doit faire face à une demande importante et sans cesse croissante des produits agricoles, eu égard à :

- Une croissance importante de la population ;
- une amélioration des habitudes de consommation ;
- une amélioration de la situation économique de l'algérien en général.

Selon les données de la Banque Mondiale, les terres agricoles en Algérie représentent **17,4%** de la superficie totale du pays². Le rapport Efficience des systèmes d'irrigation en Algérie³ estime que la superficie irriguée est de l'ordre de **985 200 ha** soit environ 10% de la Surface Agricole Utile (SAU), en très grande partie localisée dans le Nord du pays. On y distingue les Grands Périmètres d'Irrigation (GPI) gérés par les offices régionaux ou de la wilaya (OPI) et les irrigations de Petite et Moyenne Hydraulique (PMH) gérées directement par les agriculteurs. Les GPI sont alimentés en eau à partir de barrages et forages profonds investis par l'État mais ne représentent qu'une faible surface agricole. Ceci s'explique en grande partie par la vétusté de ces réseaux d'irrigation et des problèmes de maintenance et de gestion. Un bon nombre de ces superficies en théorie équipées n'ont pas été réellement irriguées et les besoins en irrigation sont très loin d'être assurés.

L'Algérie se situe dans l'une des régions du monde les plus déficitaires en eau et cette pauvreté en potentialités hydrauliques implique de fait la nécessité de fournir un complément

¹ Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Alger, 2014.

² <http://donnees.banquemondiale.org/pays/algerie>. Consulté le : 07/11/2014.

³ <http://terangaweb.com/reformer-lagriculture-en-algerie/>. Consulté le : 07/11/2014.

d'irrigation pour cultiver et atteindre des rendements de production satisfaisants d'où le recours aux eaux usées épurées.

2.2.1 La gestion et l'exploitation des grands périmètres d'irrigation (GPI) dont la superficie équipée est de l'ordre de 230.000 ha :

Jusqu'à 2005 les périmètres irrigués ont été gérés par des offices des périmètres d'irrigation (OPI) ayant un statut d'EPIC et dont les ressources financières proviennent des ventes d'eau¹. Il existait deux catégories d'OPI :

- **Les OPI à compétence régionale** sont au nombre de **05** (El Tarf, Mitidja, Cheliff, Habra et Sig-Oued R'igh). Elles sont placées sous la tutelle du ministre chargé de l'hydraulique agricole et gèrent **154.000 ha** (2005).
- **Les OPI à compétence locale** sont au nombre de **04** (Bechar, M'sila, Bouira et Tlemcen). Elles sont placées sous la tutelle des walis, gèrent **17.300 ha**.

À partir de 2005 et à ce jour, la gestion des grands périmètres relevant de la compétence des OPI régionaux est confiée à l'office national de l'irrigation et de drainage (ONID).

2.2.2 La gestion et l'exploitation des infrastructures de PMH :

Les infrastructures de petite et moyenne irrigation s'étendent sur une superficie de **1.000.000 ha (2012)**, sont gérées quelque fois par l'administration en liaison avec les usagers ou par les usagers regroupés en association d'irrigants et dans la plus part des cas individuellement par les usagers.

2.2.3 Évolution des indicateurs du secteur 1962-2014 :

Pour comprendre l'importance qu'occupe l'agriculture dans la politique nationale, il est nécessaire d'avoir une connaissance de l'évolution des superficies irriguées pour mesurer la pression qu'elle peut exercer sur la demande en eau en Algérie. Les données correspondant à cette évolution sont résumées dans les deux tableaux ci-dessous.

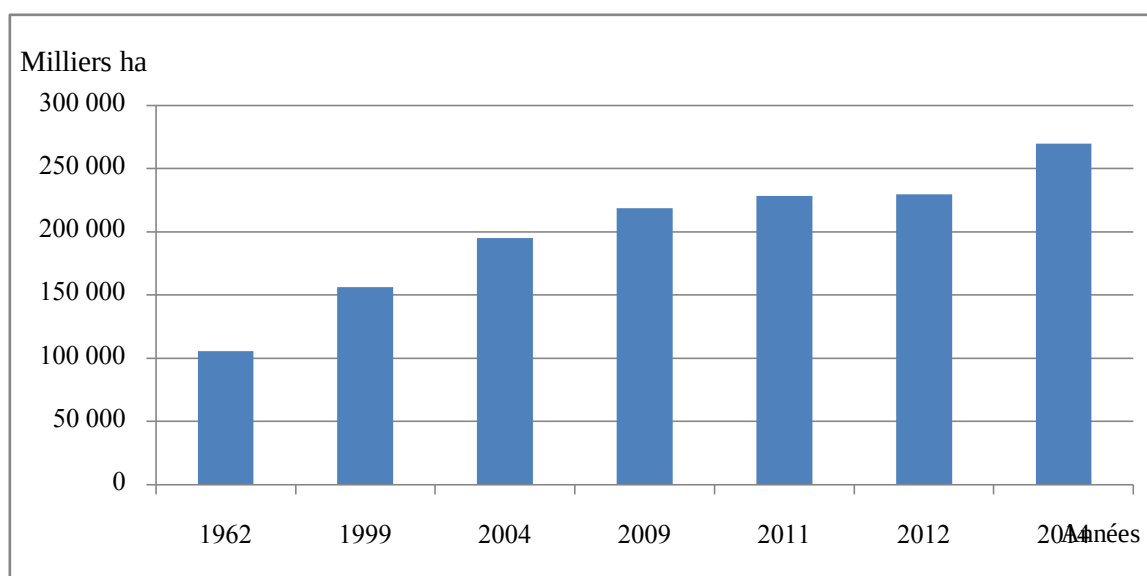
¹ MRE, Alger, 2014.

Tableau VI.222: Superficie équipée des grands périmètres d'irrigation.

Année	1962	1999	2004	2009	2011	2012	2014
Nombre de périmètre	7	15	17	24	28	29	36
Superficie équipée (ha)	105 500	156 250	195 400	219 052	228 787	229 907	270 000

(Source : MRE, Alger, 2014).

Figure VI.5 : Évolution des superficies irriguées de 1962-2014.



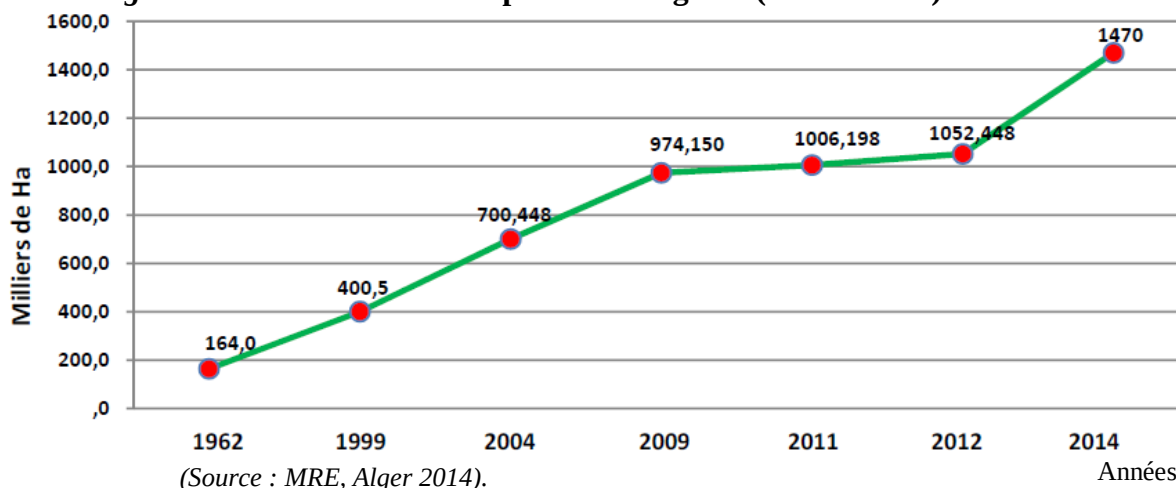
(Source : graphique établi par l'auteur selon les données du MRE, 2014).

Tableau VI.3 : Superficie irriguée (PMH + GPI) 1962-2014.

Années	Type	1962	1999	2004	2009	2011	2012	Objectif fin 2014
Superficie irriguée (ha)	PMH	120 000	350 000	652 860	920 950	923 841	955 138	1 200 000
	GPI	44 000	50 500	47 588	53 200	82 357	97 310	270 000
TOTAL		164 000	400 500	700 448	974 150	1 006 198	1 052 448	1 470 000

(Source : MRE, Alger, 2014).

Figure VI.6 : Évolution des superficies irriguées (PMH + GPI) 1962-2014.



L'illustration de l'évolution des superficies irriguées dans le tableau VI.3, démontre l'importance qu'occupe l'agriculture dans la nouvelle politique de l'eau en Algérie. Celle-ci est appuyée par le Plan national de développement agricole lancé en 2000.

Ces chiffres grandissant traduisent par conséquent l'augmentation des besoins en irrigation et la pression que peut exercer l'irrigation sur la demande en eau sur un secteur déjà en difficultés. C'est dans cette optique qu'un plan d'action ONA/ONID est en cours d'études, pour définir les possibilités réelles d'une éventuelle réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation des grands périmètres d'irrigation (GPI) au niveau des cinq bassins hydrographique à l'échelle nationale¹.

Par ailleurs, l'irrigation de la PMH a bénéficié d'une campagne d'irrigation mixte. Les forages sont les premières sources de l'irrigation avec 535 280 ha de superficie irriguée en 2013, suivie de près par les puits (346 716 de superficie irriguée). Les autres ressources sont indiquées dans le tableau qui suit :

¹ ONA, MRE, 2014.

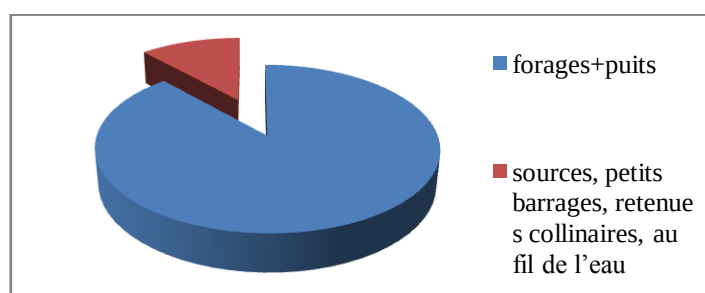
Tableau VI.4 : Campagne d'irrigation de la PMH.

Natures de la ressource	2009		2010		2011		2012		2013	
	Nombre	Superficie (ha)	Nombre	Superficie (ha)	Nombre	Superficie (ha)	Nombre	Superficie (ha)	Nombre	Superficie (ha)
Petits barrages	96	4 019	91	5 194	86	5 938	141	9 325	140	11 172
Retenues collinaires	273	6 090	296	8 416	309	7 663	294	6 407	281	6 205
Forages	57 826	445 322	60 044	457 207	62 967	486 806	65 967	487 872	66 810	535 280
Puits	133 333	293 253	140 326	301 356	144 050	316 198	140 343	11 667	147 310	346 716
Au fil de l'eau	9 936	68 012	11 690	66 822	9 247	75 637	11 677	77 157	12 145	59 949
Sources	6 288	75 509	6 029	76 434	5 939	19 043	5 892	20 640	6 139	19 349
Autres	934	18 748	953	24 078	1 115	12 558	1 146	22 158	1 156	19 035
Total	920 953		939 507		923 843		955 138		1 017 062	

(Source : MRE, Alger, 2014).

Les données du précédent tableau reflètent l'importance de la part des recours aux eaux sous-terraines dans l'irrigation depuis 2009. En effet, et si l'on prenait par exemple l'année **2013**, les ressources sous-terraines destinées à l'irrigation totalisaient un volume de **881 996 ha** de terres irriguées (forages+puits), soit **86,72%** du volume total, contre seulement **116 031 ha** de surfaces irriguées par les autres ressources superficielles (sources, petits barrages, retenues collinaires, au fil de l'eau), soit **11,4%** sur un total de **1 017 062 ha**. Les autres ressources ne représentent que **1.88%** et n'interviennent qu'à hauteur de **19 035 ha** de terres irriguées (schéma ci-dessous).

Figure VI.7 : Part des différentes ressources en eau dans l'irrigation en 2013.



(Source : graphe établie par l'auteur selon les sources du MRE, 1999-2014).

La pression croissance sur les ressources en eau d'ici 2025 devra tenir compte de la nécessité d'étendre les surfaces irriguées¹, d'alimenter en eau une population plus nombreuse et de répondre aux besoins potentiels en eau du secteur énergétique. Le recours à la réutilisation des eaux usées épurées (REUE) est une solution pleine de promesses pour augmenter les dotations en eaux pour l'irrigation et préserver les ressources sous-terraines.

La nouvelle politique de l'eau mise en place par l'Algérie porte à s'interroger sur la poursuite des efforts dans la durée et sur l'inscription de ces projets dans le long terme pour relever les défis économiques, environnementaux et sociaux auxquels aspire le pays. À long terme, le développement économique en algérie passe par une articulation des politiques hydraulique, agricole et énergétique. Les défis sociaux (accès à l'eau potable en quantité et en qualité suffisantes, tarification sociale, partage de l'eau entre les territoires, etc.) et environnementaux (renouvellement des nappes souterraines, limitation des émissions de CO₂, réduction des rejets polluants, sauvegarde des écosystèmes, etc.,) sont les deux indicateurs d'un développement pérenne² et leur prise en compte lors de l'élaboration de tout projet dans le secteur de l'eau devrait être acquise.

3. La gestion intégrée de l'eau en Algérie :

¹ MOZAS Morgan & GHOSN Alexis, « État des lieux du secteur de l'eau en Algérie », Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen (IPMED), Octobre 2013, P 6.

² Idem.

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

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

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

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

3.1 Le nouveau découpage par bassins hydrographique et la création de l'Agence nationale de Gestion Intégrée de l'Eau (AGIRE):

La création en 1996 de l'échelon régional avec les Agences de bassins hydrographiques (ABH) et les Comités de bassin marque le passage d'une gestion sectorielle compartimentée à une gestion concertée au niveau des régions hydrographiques. La relative faiblesse des moyens financiers a jusqu'à présent constitué une contrainte pour l'exercice plein et entier des missions des ABH. Néanmoins, avec la création en 2011 de l'Agence nationale de gestion intégrée des ressources en eau (AGIRE), les ABH deviennent des démembrements de ladite agence avec les

mêmes prérogatives et la possibilité de mutualiser les moyens financiers générés par les recettes des redevances d'économie et de protection des ressources en eau ainsi que de l'expertise en matière de gestion intégrée des ressources en eau¹.

Cinq régions de bassins hydrographiques et cinq comités de bassins ont été définis. Des agences de bassin sont donc créées avec une mise en place progressive de dispositifs et d'outils réglementaires pour la gestion quantitative et qualitative de l'eau. Le statut de ces agences de bassins hydrographiques est : établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC).

La concertation est assurée par un comité de bassin composé à parts égales, de représentants de l'administration, des élus locaux, et des usagers. Il peut discuter de toutes les questions d'eau au sein du bassin hydrographique.

L'orientation progressive vers une gestion intégrée des ressources en eau au cours des années 2000 a renforcé le rôle des Agences de bassins hydrographiques (ABH). Elles sont chargées, entre autres, de mettre en place des « *actions d'information et de sensibilisation des usagers domestiques, industriels et agricoles en vue de promouvoir l'utilisation rationnelle et la protection des ressources en eau* »². À ce titre, des classes d'eau, séminaires et colloques sont organisés et des brochures sont publiées en vue de toucher en priorité les jeunes générations. Le rôle des ABH mériterait d'être renforcé dans ce domaine afin de leur donner des attributions claires et fortes sur ce sujet.

Le système de gestion intégrée, qui s'articule et s'appuie sur les agences régionales et nationales, a pour rôle de penser ensemble les différents aspects du secteur de l'eau (qualité et quantité, prélèvement et rejet, approvisionnement et protection).

Il est à noter qu'un fond national de gestion intégrée des ressources en eau a été créé et ses recettes proviennent entre autres des taxes prélevées à savoir la taxe d'économie d'eau et la taxe de qualité d'eau (8% pour le nord et 4% pour le Sud pour les usagers raccordés à un réseau d'eau potable). Cette organisation répond à des normes internationales afin de promouvoir la gestion des ressources en eau, la collecte de l'information, et l'information des usagers.

¹ MRE, Alger, 2014.

² MOZAS Morgan & GHOSN Alexis, « État des lieux du secteur de l'eau en Algérie », Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen (IPMED), Octobre 2013, P 14.

3.2 La gestion de l'eau : une approche tournée actuellement vers l'offre

L'importance croissance démographique qu'a connue le pays, l'amélioration des habitudes de consommation et de la situation économique de l'algérien en général se sont traduits par une augmentation de la demande en eau douce en Algérie (tableau VI.5).

Tableau VI.5 : Besoins en eau 2010 – 2020.

Indicateurs	1999	2015*	2020*
Besoins en eau (milliards de m ³ /an)	2 829	3 300	3 600

* Source : Plan National de l'Eau (PNE)

(Source : MRE, Alger 2014).

Pour répondre à une demande croissante, d'importants efforts ont été entrepris par l'Algérie depuis le début de la décennie 2000 afin de mobiliser de nouvelles ressources en eau. Cela c'est traduit par des investissements massifs pour augmenter le parc de barrages et de retenues collinaires, le développement de champ de captage, un recours accru au dessalement de l'eau de mer et à la réutilisation des eaux usées. Cette politique de l'offre a permis de dégager des ressources supplémentaires en eau : l'Algérie a vu sa capacité de stockage des eaux de surface doubler depuis le début des années 2000¹.

Tableau VI.6 : Évolution des barrages et leur capacité de mobilisation 1999-2019.

Indicateurs	1999	2012	Objectifs fin 2014	Objectifs 2019
Nombre de barrages	41	71	73	90
Capacité de mobilisation des ressources superficielles	4,2 milliards de m ³	7,4 milliards de m ³	7,7 milliards de m ³	90 milliards de m ³

(Source, MRE, Alger, 2014).

¹ Ministère des ressources en eau, Alger, 2014.

Tableau VI.7 : Évolution des indicateurs d'eau potable 1999-2019.

Indicateurs	1999	2012	Objectifs fin 2014	Objectifs 2019
Volume d'eau potable produit	4,2 milliards m ³	7,4 milliards m ³	7,7 milliards m ³	8,7 milliards m ³
Linéaire national des réseaux AEP	50 000 Km	105 000 Km	112 000 Km	122 000 Km
Taux de raccordement aux réseaux AEP	78%	95%	98%	99%
Dotation quotidienne par habitant	123 L	175 L	180 L	185 L
Fréquence de distribution d'eau pour les 1541 chefs lieux de communes du pays				
- Quotidien	45%	75%	80%	88%
- 1 jour sur 2	30%	16%	13%	8%
- 1 jour sur 3 et plus	25%	9%	7%	4%

(Source, MRE, Alger, 2014).

Tableau VI.8 : Évolution des indicateurs d'assainissement et d'épuration 1999-2019.

Indicateurs	1999	2012	Objectifs fin 2014	Objectifs 2019
Volume d'eaux usées rejetées	600 millions m ³ /an	1,2 milliards m ³ /an	1,5 milliards m ³ /an	2 milliards m ³ /an
Nombre de stations d'épuration	28 (Dont 12 opérationnelles)	65	72	132
Capacité nationales de traitement des eaux usées	90 millions m ³ /an	800 millions m ³ /an	900 millions m ³ /an	1,3 milliards m ³ /an
Linéaire national du réseau d'assainissement	21 000 Km	43 000 Km	45 000 Km	50 000 Km
Taux national de raccordement à l'égout	72%	87%	89%	93%

(Source, MRE, Alger, 2014).

Tableau VI.9 : Évolution des indicateurs de l'irrigation 1999-2019.

Indicateurs	1999	2012	Objectifs fin 2014	Objectifs 2019
Grands périmètres irrigués	157 000 hectares	228 000 hectares	250 000 hectares	462 000 hectares
Petite et moyenne hydraulique	350 000 hectares	1 006 200 hectares	1 100 000 hectares	1 674 000 hectares
Retenues collinaires	304	463	520	740

(Source, MRE, Alger, 2014).

Actuellement, l'Algérie compte 65 barrages **en exploitation**¹ et mobilise 4659,73 millions de m³ d'eau (en date du : 28/09/2014) et compte une capacité théorique de stockage de 7,7 milliards de m³/an (tableau VI.6). Concernant les grands périmètres irrigués, l'Algérie mobilise en 2014 : 1 100 000 m³ via la petite et moyenne hydraulique (tableau VI.9).

Avec un taux de raccordement aux réseaux de l'alimentation en eau potable de 98%, 80% des algériens reçoivent l'eau quotidiennement (tableau VI.7) et la dotation quotidienne par habitant a atteint les 175 L selon le MRE.

En matière d'assainissement, le volume d'eau rejeté en 2014 était de 1,5 milliards de m³. Le taux de raccordement à l'égout a atteint 89% avec un linéaire de réseau 45 000 Km pour une capacité de traitement des eaux usées de 900 millions de m³ (tableau VI.8).

Continuer à produire de l'eau coûte que coûte représente une solution dépourvue de bon sens compte tenu de la constante croissance de la demande en eau. L'approche en termes d'offre est une approche quantitative qui permet de mettre en valeur les ressources mobilisables des ressources en eau. Cette approche prône l'équité sociale.

Une **approche en termes de demande** est d'ordre qualitatif. Elle va de paire avec la mise en valeur de nouvelles ressources et prône une maîtrise plus stricte de la demande, car elle considère que dans un pays comme l'Algérie, la sécheresse est une donnée irrémédiable. Le prix basé sur le coût marginal permet de faire supporter toutes les charges par tous les consommateurs. Cette approche prône l'efficacité économique².

Afin de réduire le déficit croissant de mobilisation de ressources en eau, les autorités algériennes ont privilégié une politique de l'offre. Peu d'actions ont été conduites pour agir sur l'évolution de la demande en eau, c'est-à-dire les comportements des usagers. Si cet aspect se révèle crucial afin de réduire les pressions sur la demande en eau, il doit s'articuler avec une vraie politique de réduction des fuites et des gaspillages car selon plusieurs experts du secteur de l'hydraulique en Algérie, le taux de pertes et de gaspillage est estimé entre 30 et 40%. Les trois leviers qui visent à influencer sur la consommation des ressources en eau sont les programmes de sensibilisation et l'éducation au développement durable, les politiques de tarification et la transition vers des équipements plus économes en eau. Ces trois leviers devraient davantage être actionnés pour répondre aux enjeux de l'eau en Algérie.

3.3 Le prix des services de l'eau en Algérie, un outil de gestion durable :

¹ MRE, Alger, 2014.

² Abdel Aziz SALEM, 2001, Op. Cité, P 365.

En Algérie, l'avènement d'une tarification tenant compte du coût du m³ d'eau s'est imposé bien avant les réformes structurelles. En effet, c'est à partir du décret n°77-73 du 23 Avril 1977 créant le ministère de l'hydraulique, de la mise en valeur des terres et de l'environnement, ainsi que le recours à la Banque Mondiale ayant pour objectif notamment l'accroissement des ressources hydrauliques du grand Alger que cette dernière attira l'attention des pouvoirs publics sur la nécessité de mettre en place une tarification incitant les usagers à rationaliser l'allocation de la ressource¹.

Sur le plan institutionnel, deux lois vont définir le nouveau cadre réglementaire : La loi n°83-03 du 5 Février 1983 relative à la protection de l'eau, et la loi n°83-17 du 16 Juillet 1983 portant le code des eaux. Depuis, le code des eaux a été modifié et permet notamment la concession d'installation d'eau potable et/ou d'assainissement à des opérateurs privés. Leurs missions principales sont² :

- L'élaboration et actualisation du cadastre hydraulique ;
- La sensibilisation à l'économie de l'eau et à la lutte contre la pollution;

Le décret 05-13 du 9 janvier 2005 détermine les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents³. Il faudrait tenir compte du fait que le prix du mètre cube d'eau diffère selon la consommation relevée. En effet, le mètre cube d'eau payé par une famille économe sera beaucoup moins cher que celui payé par une famille qui consomme beaucoup d'eau. Les tarifs de l'eau potable font l'objet de barèmes spécifiques à chaque zone tarifaire territoriale. Ils sont calculés sur la base du coût du service public d'alimentation en eau potable et de sa répartition entre les différentes catégories d'usagers et tranches de consommation d'eau. Les catégories d'usagers comprennent : **les ménages** (catégorie I), les **administrations, les artisans et les services du secteur tertiaire** (catégorie II) et les **unités industrielles et touristiques** (catégorie III).

Il existe cinq zones tarifaires en Algérie : Alger (Alger, Blida, Médéa, Tipaza, Boumerdès, Tizi-Ouzou, Bouira, Bordj Bou Arréridj, M'Sila, Béjaïa et Sétif), Oran (Oran, Aïn-Témouchent, Tlemcen, Mostaganem, Mascara, Sidi Bel Abbès, Saïda, Naâma et El Bayadh), Constantine (Constantine, Jijel, Mila, Batna, Khenchela, Biskra, Annaba, El Tarf, Skikda, Sou Ahras, Guelma, Tebessa et Oum El Bouaghi), Chlef (Chlef, Aïn-Defla, Relizane, Tiaret, Tissemsilt et Djelfa),

¹ AIT HABOUCHE A. et LOUKIL L., « Prix et économie de l'eau : La tarification de l'eau en Algérie est-elle rationnelle ? », in Série MAGHTECH Eau et technologie au Maghreb, PUBLISUD, France, 2001, P 175.

² Ahmed KETTAB, Septembre 2000, Op. Cité, P26.

³ ADE, Alger, 2014.

Ouargla (Ouargla, El Oued, Illizi, Laghouat, Ghardaïa, Béchar, Tindouf, Adrar et Tamanrasset)
(voir le tableau ici-bas).

Tableau VI.10 : Les Zone tarifaires territoriales.

Zone tarifaire territoriale	Tarif de base en DA
Alger, Oran, Constantine	6.30
Chlef	6.10
Ouargla	5.80

(Source, ADE, Alger, 2014).

Le barème de tarifs applicables aux différentes catégories d’usagers et tranches de consommation trimestrielle, est inspiré de l’Article 11 de la dite loi, et est déterminé en multipliant le tarif de base par les coefficients tarifaire figurant au tableau ci-dessus:

Tableau VI.11 : Le barème de tarifs applicables aux différentes catégories d’usagers et tranches de consommation trimestrielle.

Catégories d'usagers	Tranches de consommation par trimestre	Coefficients multiplicateurs	Tarifs applicables (unité: tarif de base DA/m³)
Catégorie I: Les ménages			
1 ^{ère} tranche	jusqu'à 25 m ³ /trim	1.0	1.0 unité
2 ^{ème} tranche	de 26 à 55 m ³ /trim	3.25	3.25 unités
3 ^{ème} tranche	de 56 à 82 m ³ /trim	5.5	5.5 unités
4 ^{ème} tranche	supérieur à 82m ³ /trimestre	6.5	6.5 unités
Catégorie II: Les administrations, les artisans et les services du secteur tertiaire.			
Les administrations	Uniforme	5.5	5.5 unités
Les artisans et les services du secteur tertiaire	Uniforme	5.5	5.5 unités
Catégorie III: les unités industrielles et touristiques			
les unités industrielles et touristiques	Uniforme	6.5	6.5

(Source : ADE, Alger, 2014).

Les tarifs de l’assainissement font, à leur tour, l’objet de barèmes spécifiques à chaque zone tarifaire territoriale, dans l’Article 15. Ils sont calculés sur la base du coût du service public

d'assainissement et de sa répartition entre les différentes catégories d'utilisateurs et tranches de consommation d'eau correspondant aux volumes d'eau fournis aux utilisateurs du service public d'alimentation en eau potable. Ils sont résumés dans le tableau qui suit :

Tableau VI.12 : Les tarifs de l'assainissement relatifs à chaque zone tarifaire.

Zone tarifaire territoriale	Tarif de base (DA/m³)
Alger, Oran, Constantine	2,35
Chlef	2,20
Ouargla	2,10

(Source : ADE, Alger, 2014).

La redevance due au titre de l'assainissement est une composante de la facture d'eau établie par l'Algérienne des Eaux (et, pour la wilaya d'Alger, la SEAAL, ou Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger).

La redevance d'économie d'eau est perçue auprès de chaque usager raccordé à un réseau collectif d'eau potable, industrielle ou agricole. Elle est fixée à : **4 %** du montant de la facture d'eau potable, industrielle ou agricole pour les wilayas du nord du pays et à **2 %** du montant de la facture d'eau potable, industrielle ou agricole pour les Wilayas du sud du pays (Laghouat, Ghardaia, El oued, Tindouf, Bechar, Illizi, Tamanrasset, Adrar, Biskra et Ouargla).

La redevance de gestion des installations publiques de production, de transport et de distribution d'eau potable appliquée sur chaque mètre cube d'eau consommée, est fixée quant à elle à **3 DA / m³** pour toutes les zones tarifaire. En fin, la taxe sur la valeur ajoutée est applicable à hauteur de 7%.

Le mode actuel de tarification et de financement du cycle urbain de l'eau ne recouvre pas le coût total de l'eau et ne permet pas de respecter le principe de gestion durable de la ressource¹. Les difficultés financières rencontrées par la majorité des établissements de production et de distribution d'eau ont amené en 2005 les pouvoirs publics à augmenter nominalement le prix de l'eau, en 1998 (3,6 DA/m³) et en 2005 (6,3 DA/m³). Il faut souligner que pour préserver les ménages à faibles revenus, l'augmentation pour la tranche I de la catégorie I n'a été que de 20% alors que pour les autres tranches et catégories, elle a été de 60%.

¹ BOUKHARI. S; DJEBBAR Y; et ABIDA H., « Prix des services de l'eau en Algérie, un outil de gestion durable », in 4^{ème} conférence internationale sur Les Ressources en Eau dans le Bassin Méditerranéen, l'hôtel Aurassi-Alger, 22-23 Mars 2008.

Une tarification équitable de l'eau semble être un moyen efficace pour inciter les usagers à adapter leur consommation à leurs besoins. Les décrets de 2005 et 2007 soulignent que la nouvelle tarification de l'eau est désormais axée autour du principe de couverture des coûts réels du service de l'eau par les redevances payées par les usagers. En réalité, cette exigence est difficilement appliquée et le ministère des Ressources en eau tarde à réévaluer dans ce sens les bases tarifaires, à la fois pour les usages domestique et industriel, mais aussi pour l'usage agricole (fixées aujourd'hui à 2,5 centimes d'euro le m³). Le manque d'acceptabilité sociale par les usagers d'une hausse des tarifs de l'accès au service de l'eau explique en partie cette situation. Plusieurs spécialistes reconnaissent qu'une eau cédée à 10 % de son prix n'engendre pas un usage rationnel de la ressource. Si dans l'inconscient collectif il est souvent admis « que l'eau est un don du ciel », la mobilisation, le stockage, le transfert, la production d'eau potable et la distribution de l'eau nécessitent pourtant d'importants engagements financiers.

3.4 La redevance fond national de gestion intégrée des ressources en eau :

La loi de finances 2010 institue en son article 50, une redevance d'économie d'eau, au titre de la participation des usagers et utilisateurs de l'eau aux programmes de protection quantitative des ressources en eau¹. Elle est régie par les dispositions suivantes :

Au titre de la disposition 1, la redevance d'économie d'eau est fixée² à :

- 4 % du montant de la facture d'eau potable, industrielle ou agricole pour les wilayas du Nord du pays;
- 2 % du montant de la facture d'eau potable, industrielle ou agricole pour les wilayas suivantes du Sud du pays : Laghouat, Ghardaïa, El Oued, Tindouf, Bechar, Illizi, Tamanrasset, Adrar, Biskra et Ouargla.

Au titre de la disposition (2) ci-dessus, la redevance d'économie d'eau est fixée³ à :

- 4 % du montant facturé au titre de la redevance de prélèvement d'eau pour les wilayas du Nord du pays ;
- 2 % du montant facturé au titre de la redevance de prélèvement d'eau pour les wilayas suivantes du Sud du pays : Laghouat, Ghardaïa, El Oued, Tindouf, Bechar, Illizi, Tamanrasset, Adrar, Biskra et Ouargla.

¹ Article 50 de la Loi de finances 2010 (voir JORADP comportant la loi de finances pour 2010, n° 78 du 31 décembre 2009,) modifiant les dispositions de l'article 173 de l'ordonnance n° 95-27 du 30 décembre 1995 portant loi de finances pour 1996.

² Décret n° 05-13 du 9 janvier 2005 déterminant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents.

³ Décret n° 05-13 du 9 janvier 2005 déterminant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents.

La redevance d'économie d'eau est perçue auprès de chaque usager raccordé à un réseau collectif d'eau potable, industrielle ou agricole et géré selon le cas par les établissements publics concessionnaires ou par les délégataires de gestion des services publics de l'eau ; Les régies ou services communaux de gestion des services publics de l'eau ; Les personnes morales concessionnaires de la gestion des périmètres d'irrigation¹. Les agences de bassins hydrographiques, chacune sur son territoire de compétence, auprès de toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui dispose et exploite, dans le domaine public hydraulique, des installations de prélèvement d'eau, fixes ou temporaires pour son propre usage, quelle que soit l'origine de la ressource².

¹ Décret exécutif n° 08-54 du 9 février 2008 (in JORADP n° 8 du 13 février 2008) portant charges-type pour la gestion par concession du service public d'alimentation en eau potable et du règlement de service y afférent.

² « Redevances Fonds national de gestion intégrée des ressources en eau », MRE, Alger, 2014, P2.

4. Le développement durable pour une gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie :

Pour répondre à des exigences internationales de plus en plus drastiques en matière de protection de l'environnement et accéder aux marchés mondiaux, les entreprises algériennes, publiques ou privées, se sont retrouvées face un nouveau challenge : en plus de la qualité du produit destiné à la consommation, les entreprises doivent concilier leurs activités avec la protection de l'environnement dans une optique de développement durable. Les différentes agences et offices nationales dans le secteur de l'eau en Algérie ne s'en sont pas vus épargnés.

Résultante de l'important programme de développement engagé par l'État, l'Algérie a connu une croissance aux retombées positives sur le plan socio-économique. Cependant, cette croissance a engendré des effets néfastes sur l'environnement. Les ressources hydriques, n'ayant pas fait l'objet d'une prise en charge suffisante, s'en retrouvent particulièrement menacées. La pollution risque, de ce fait, de constituer une des causes essentielles de la pénurie d'eau, dans un pays déjà caractérisé par un climat semi-aride, si une politique plus constante en matière de protection de la ressource hydrique n'était pas engagée.

Cette politique de protection repose essentiellement sur le renforcement de l'assainissement¹ qui s'impose comme un impératif incontournable pour contenir les risques de pollution par le biais de la protection des milieux. Elle s'appuie particulièrement sur la préservation des ressources existantes, la valorisation des eaux usées épurées, et participe à travers la protection de la santé des citoyens, au développement économique durable.

4.1 Le Système de Management Environnemental et l'ONA:

Le secteur de l'eau en Algérie se trouve confronté à une mondialisation porteuse de grandes potentialités et d'immenses opportunités en recherches et développement. Des menaces et défis planent aussi sur ce secteur en raison des nouvelles variables représentées par : **la pénurie en eau, de la sécurité énergétique et des enjeux environnementaux.**

Le concept de management environnemental a connu ces jours au début des années 1990. Ce concept apparaît dans un premier temps comme un moyen pour les entreprises de répondre aux pressions et sollicitations diverses qui s'exercent sur elles dans le domaine de l'environnement. Le Management Environnemental devient donc un outil de travail et un facteur d'amélioration des

¹ « 2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014, P4.

performances. Depuis l'introduction de la norme **ISO 14001**, de nombreuses entreprises ont trouvé en celle-ci un fil conducteur et une méthodologie pour la mise en œuvre du Système de Management Environnemental¹.

Le management environnemental est un engagement volontaire visant la mise en place d'une organisation apte à identifier et à maîtriser les risques d'impacts sur l'environnement. L'objectif recherché est l'amélioration de l'intégration de l'entreprise dans son environnement en respectant ses spécificités et en évitant toute dégradation irréversible de l'environnement, respectant ainsi un des points clés du concept du développement durable².

Introduit en 2007 à travers la certification **ISO 14001**, le système de management de l'environnement, a révolutionné les différents processus existants³. Le secteur de l'eau en Algérie se retrouve confronté l'obligation de protection de l'environnement et de la santé du citoyen par la réduction l'empreinte écologique.

Suite à l'audit externe réalisé par le bureau international accrédité TÜV Rheinland en décembre 2007, l'ONA s'est vu attribuée le certification ISO selon le référentiel ISO 14001. Cette distinction à la fois nationale et africaine est une première dans le domaine de la gestion et de l'exploitation des systèmes d'assainissement⁴.

La démarche du management de l'environnement repose sur une exigence clef : l'amélioration continue des pratiques environnementales afin de mesurer la performance des systèmes de management ainsi installés⁵. C'est dans cette optique que l'ONA a opté pour une extension annuelle et progressive du système aux différents sites placés sous sa compétence territoriale. Une démarche qui vise la génération des bonnes pratiques à tous les systèmes d'assainissement gérés par l'Office.

Limitée au départ à 3 sites pilotes, la démarche de management de l'environnement de l'ONA s'est progressivement étendue en 2008 au système d'assainissement de Chenoua à travers la certification des stations d'épuration, des stations de relevage CRF ainsi que la station de relevage R02. En 2009, le programme environnemental a couvert 5 systèmes d'assainissement. En 2010, le

¹ BARACCHINI P., « Guide à la mise en place du management environnemental en entreprise selon ISO 14001 ». Troisième édition : Presse polytechniques et universitaires Romandes, 2007.

² « Manuel Environnemental », Office National de l'Assainissement, Juin 2012, P 30.

³ « 2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014, P 32.

⁴ « Manuel Environnemental », Office National de l'Assainissement, Juin 2012, P11.

⁵ « 2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014, P 33.

périmètre c'est élargit par l'introduction du management environnemental au système d'assainissement de la ville de sidi Bel Abbes et à la lagune naturelle de Beni Fouda¹.

Depuis 2007, le périmètre de certification de l'office a été sujet à des extensions dans le cadre de l'amélioration continue qui constitue l'exigence la plus importante parmi les 17 recommandations que compte la norme ISO 14001. L'amélioration continue est ainsi évaluée sur la base de la performance environnementale du SME dans les sites et ce, selon les cibles et objectifs fixés dans la lutte contre les différents types de pollution et la préservation des ressources naturelles. Sur les 11 Systèmes certifiés et à travers les programmes environnementaux spécifiques à chaque système, l'ONA a réalisé des performances dans de nombreux domaines.

Trois ans après la mise en place du SME au sein de l'ONA, la performance et l'écocoefficacité sont désormais observables à travers différents indicateurs de performance environnementale². La mise en place de ce système a permis à l'ONA d'élaborer des dispositifs de gestion de ses impacts environnementaux, développés par les compétences internes de l'office grâce auxquelles ce système est devenu une référence parmi les entreprises publiques nationales.

La certification du SME ne constitue pas une fin en soi, mais une simple procédure principalement axée sur la reconnaissance de la conformité des pratiques de l'assainissement à différents niveaux par rapport aux exigences de la norme ISO 14001.

Cependant, l'intérêt de cette démarche est bel est bien la reconnaissance des impacts environnementaux significatifs de l'entreprise sur l'environnement et la mise en place de dispositifs de gestion.

La problématique du SME en interne, constitue en la mise en place de façon durable des éléments de développement et d'amélioration continue à travers des pistes d'amélioration. En externe par contre, l'indisponibilité d'organismes de soutien quant à la prise en charge de certains aspects environnementaux tels que le traitement des déchets spéciaux reste un problème de taille que rencontre les entreprises certifiées.

L'Office National de l'Assainissement a été sélectionné dans le premier programme d'accompagnement des entreprises algériennes à la mise en place du Système de Management de l'Environnement (SME) lancé par le bureau international allemand GTZ. À cet effet, l'ONA est le premier opérateur à l'échelle nationale et maghrébine dans le secteur de l'eau et de l'assainissement à avoir introduit un système de management de l'environnement dans l'ensemble de ses activités.

¹ MRE, Alger, 2014.

² « 2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014, P 35.

L'avancée technologique et techniques des pratiques environnementales notamment en matière d'optimisation des ressources et de lutte contre les nuisances ont motivé l'intégration de nouvelles formes de production propres, notamment dans les systèmes d'assainissement et ce , suite à des accords de partenariat sectoriels avec des établissements de recherche dans le cadre du Plan National de la Recherche Scientifique¹.

4.2 Le Schéma National d'Aménagement du Territoire :

Le développement durable de l'Algérie dépend largement de sa capacité à s'adapter et à innover dans un contexte globalisé, et de sa flexibilité face aux contraintes **de démographie grandissante, d'énergies limitées et d'aridité du climat.**

Pour se faire, un pad en avant a été réalisé dans le domaine par la mise en œuvre du « *schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) 2025* »² dont les quatre lignes directrices sont : La durabilité des ressources, la création des dynamiques de rééquilibrage du territoire, la création de conditions d'attractivité et de compétitivité des territoires et l'équité sociale et territoriale. Ce se traduit comme suite :

1. La durabilité des ressources : constitue une question fondamentale. Elle consiste à³ :

- Assurer une distribution quotidienne de l'eau à la population en vue de satisfaire une des besoins grandissant;
- Assurer une équité régionale par les transferts territoriaux et interrégionaux pour un rééquilibrage territorial;
- Établir un arbitrage équitable entre usagers et secteurs selon les choix politiques avec comme priorité;
- Assurer une eau de qualité par un meilleur traitement de l'eau potable et le recours à l'épuration;
- Le renouvellement de la gestion de l'eau par l'économie de l'eau et l'optimisation de son usage;
- La conservation des sols et la lutte contre la désertification;
- La protection et la valorisation des écosystèmes (littoral, montagne, oasis,...);
- La prévision des risques majeurs (séismes, inondations, risque climatique, pollutions,...);
- La sauve garde et la valorisation du patrimoine culturel.

¹ MRE, Alger, 2014.

² « *Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT) 2025* », Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du tourisme, Alger, 2008.

³ SNAT, 2008, P 4-6.

2. Créer des dynamiques de rééquilibrage du territoire : Le territoire national connaît d'importants déséquilibres entre ses grandes composantes territoriales mais également au sein de son système urbain et entre les villes et les campagnes. Le rétablissement des équilibres passe par cinq actions fondamentales¹:

- Le freinage de la littoralisation et l'équilibrage du littoral qui constitue une question fondamentale;
- Rattraper les retards structurels des hauts plateaux et conforter leur attractivité;
- Le développement du sud du pays;
- La délocalisation des activités et la déconcentration administrative appuyé un dispositif incitatif à la délocalisation et des mesures d'accompagnement;
- Un système urbain profondément renouvelé et renforcé pour assurer le maillage et la cohérence d'un territoire plus équilibré, compétitif et équitable.

3. L'équité sociale et territoriale : il s'agit d'assurer le rattrapage des territoires à handicap et d'anticiper la mise à niveau des zones qui peuvent se voir distancées par la compétitivité. De tels objectifs sont atteints par² :

- La régénération urbaine, la qualité de l'urbanisme, L'aménagement des espaces verts;
- La sécurité et la qualité des services publics;
- Le développement des activités et de l'emploi par la promotion des systèmes productif;
- Le rattrapage et la prévention des phénomènes d'exclusion et de marginalisation des villes;
- La mise en place d'une autorité d'agglomération adossée à des instruments de régulation.

4. Créer des conditions d'attractivité et de compétitivité des territoires : Les technologies et les investissements nationaux constituent un axe fort dans la politique d'aménagement du territoire dont l'action est organisée autour de³ :

- La modernisation et le maillage des infrastructures des travaux publics, de transport par autoroute et par rail, de plateformes logistiques et de communication;
- La métropolisation : faire des 4 grandes villes du pays (Alger, Oran, Annaba et Constantine) des vecteurs de compétitivité;

¹ SNAT, 2008, P 6-7.

² SNAT, 2008, P 7-8.

³ SNAT, 2008, P 8-10.

- Constituer un levier de desserrement des pressions autour des grandes villes par des villes nouvelles et des pôles de compétitivité et d'excellence.

Le SNAT présente l'image souhaitée de l'Algérie future, en s'appuyant sur les trois piliers du développement durable du territoire national : **l'économique, le social, et l'environnement**¹. Il apporte des réponses concrètes aux grands enjeux et défis majeurs du territoire national dans un contexte de mondialisation. Il constitue aussi une grande opportunité pour la concertation, la participation, l'écoute, le partenariat et l'appropriation de l'Algérie future.

Le SNAT 2025 est un instrument de planification stratégique du développement économique et social futur du territoire national. Il fixe les orientations fondamentales en matière d'organisation, de préservation et de développement durable du territoire.

Les grands chantiers d'aménagement du territoire retenus dans le SNAT 2025 sont mis en œuvre à travers des **Programmes d'Action Territoriaux**. Ces programmes sont engagés, sous différentes formes, dans le cadre du programme du Plan de Soutien à la croissance économique 2005-2009 et seront renforcés et accélérés dans le programme du gouvernement².

Le SNAT 2025 est mis en œuvre sur deux phases³ :

- Une première phase (2007-2015), durant laquelle la politique d'aménagement du territoire restera principalement marquée par l'action volontaire de l'état.
- Une deuxième phase partenariale (2015-2025), où l'état, ayant mis en place les investissements structurants, jouera un rôle de régulateur et d'arbitre laissant les opportunités d'actions importantes à une gamme plus grande d'acteurs.

Les actions engagées dans le cadre de la mise en œuvre du SNAT seront poursuivies et consolidées à travers le parachèvement des instruments d'aménagement du territoire en cours, et le renforcement des capacités institutionnelles et organisationnelles par la formation des ressources humaines nécessaires à l'encadrement, à la conduite et à l'amélioration des performances en ingénierie territoriale.

¹ Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du tourisme, Alger, 2014.

² SNAT, 2008, P 13.

³ Idem, P 13-16.

La stratégie nationale d'aménagement du territoire qu'a engagé le pays en ce début du troisième millénaire, puise ses fondements dans la volonté et les orientations politiques appelant à inscrire les actions dans ce domaine dans une démarche basée sur la participation citoyenne et le partage des responsabilités entre les différents acteurs institutionnels, privés et associatifs à tous les niveaux.

4.3 L'éducation à l'environnement et au développement durable en Algérie :

La littérature dans le domaine rapporte que l'éducation à l'environnement et au développement durable (EEDD) en Algérie est une initiative relativement récente¹. La mise en œuvre de l'EEDD est passée par une phase expérimentale (2002-2005), une phase d'extension (2005-2006) et une phase de généralisation de l'éducation environnementale (2006-2007).

Lors de la création du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement en 2000, un grand débat a été lancé à l'échelle nationale dans l'objectif de sensibiliser et d'informer le grand public sur la gravité de la situation Environnementale en Algérie.

Un plan National d'actions pour l'Environnement et le développement durable a été élaboré (PNAEDD). Parmi les thèmes abordés par ce plan, l'éducation environnementale par : **l'introduction de l'éducation environnementale dans le milieu scolaire et éducation des nouvelles générations à la protection de l'environnement**².

C'est suite aux recommandations des différentes conférences internationales organisées par l'UNESCO en collaboration avec le programme des nations unies pour l'Environnement (PNUE) sur l'éducation à l'Environnement, particulièrement celle de Tbilissi (EX-URSS) en 1977, de Rio de Janeiro en 1992 et aux recommandations de la Commission Nationale Algérienne de la réforme du système éducatif, qu'un protocole d'accord entre le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et le Ministère de l'Education Nationale, a été signé en Avril 2002.

Ce protocole d'accord vise l'élaboration et la mise en œuvre d'un programme de renforcement de l'éducation environnementale dans le Cours scolaire et la création d'activités complémentaires à travers les clubs verts des établissements d'enseignement.

¹ Différentes sources des : ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du tourisme et du ministère de l'éducation nationale, Alger, 2014.

² Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du tourisme, Alger, 2014.

Sur le plan institutionnel une commission interministérielle (Education Nationale - Aménagement du territoire et Environnement) a été créée en vue d'assurer les missions de coordination, de mise en œuvre et de suivi de ce programme.

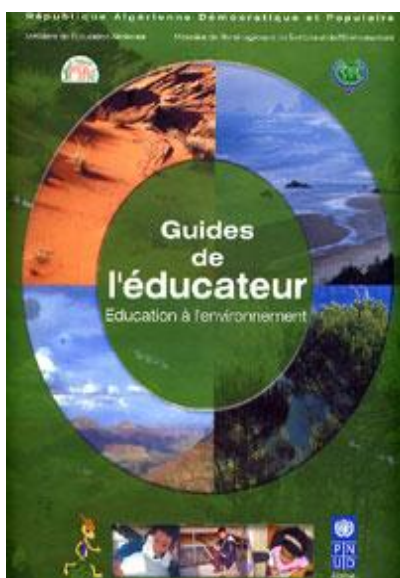
Des comités pédagogiques conjoints ont été mis en place pour la conception d'outils pédagogiques qui constituent les supports didactiques à l'Education Environnementale.

4.3.1 Les outils pédagogiques de l'éducation environnementale en Algérie :

Des outils pédagogiques ont été élaborés et mis à dispositions des formateurs et élèves dans le but d'inculquer une éducation environnementale. Ils sont constitués de : un guide de l'éducateur, une mallette du club vert et un livre d'exercices de l'élève.

- 1- Le guide de l'éducateur :** C'est un ensemble de guides présenté sous forme d'un classeur destiné aux trois niveaux de l'éducation nationale (primaire, Moyen et Secondaire) et représentés dans les figures : VI.1 et VI.2. Il comprend : une partie introductive (définition des concepts et enjeux de l'EEDD), une partie descriptive (état des lieux), une partie méthodologique (démarche à suivre) et une partie suggestive où sont proposées des fiches techniques thématiques (déchets, feu, séisme etc...).

Figure VI.8 : Guide de l'éducateur.



(Source : MATE 2014)

Figure VI.9 : Supports pédagogiques.



(Source : MATE 2014)

- 2- La mallette du club vert scolaire :** C'est un outil pédagogique constitué de guide de l'animateur (figure VI.3 et VI.4), de fiches (figure VI.5) et de supports pédagogiques (figure VI.4) permettant d'articuler les élèves d'un établissement autour d'un enseignant-

animateur pour construire des projets et des activités complémentaires au programme pédagogique afin d'aborder les problèmes Environnementaux et d'envisager les solutions concrètes.

Figure VI.10 : Mallette du club vert



(Source : MATE, 2014)

Figure VI.11 : Support pédagogiques.



(Source : MATE, 2014)

Figure VI.12 : Fiches pédagogiques.



(Source : MATE, 2014)

3- Le livre d'exercices de l'élève : C'est un complément en vue de mieux s'approprier les connaissances acquises en classe et ce, à travers des exercices sur des thèmes environnementaux (forêts, déchets feu... etc.) faisant appel à une méthodologie adaptée.

4.3.2 Les étapes de la mise en œuvre de L'EEDD dans le milieu scolaire :

La mise en œuvre de l'EEDD en Algérie est passée par :

- 1- **une phase expérimentale (2002-2005)** impliquant 507 établissements de 23 Wilaya (230 établissements primaires, 115 moyens et 161 secondaires)¹ ;
- 2- **une phase d'extension (2005-2006)** caractérisée par la dotation en outils pédagogiques de 912 établissements scolaire de 48 Wilaya ;
- 3- **et une phase de généralisation de l'éducation environnementale (2006-2007).**

Dans le processus d'introduction de l'Éducation Environnementale en milieu scolaire, l'année 2007-2008 sera celle de la généralisation, par la formation des encadreurs et la dotation en outils pédagogiques de tous les établissements scolaires sur le territoire national.

Ces mesures visent à renforcer les capacités pédagogiques du personnel et à mettre à disposition des enseignants et des apprenants les instruments didactiques nécessaires pour aborder pleinement la complexité des problèmes Environnementaux et envisager des solutions concrètes.

L'éducation des jeunes générations en classe, dans les clubs verts et à travers des manifestations extrascolaires sont des actions fondamentales pour une préservation sûre et pérenne de l'Environnement. Elle s'inscrit dans le présent et le futur, elle est l'avenir Environnemental de l'Algérie.

En matière de protection des ressources hydriques et pour conforter une approche en termes de demande, l'éducation à l'environnement et au développement durable des générations futures permet de leur apprendre les gestes simples du quotidien et les reflexes nécessaires pour économiser l'eau et préserver les ressources naturelles.

L'EEDD représente une démarche nécessaire et indissociable pour une gestion intégrée et durables des différentes ressources naturelles en Algérie car, celle-ci ne peut perdurer dans le temps que par l'implication de tout les acteurs de l'eau, à savoir ici: les élèves qui représentent les futures ménages donc les consommateurs et usagers de l'eau de demain.

Les actions engagées dans le cadre de l'EEDD doivent êtres soutenue dans le temps et confortées par des mises à jour des supports et pédagogies en prenant en considération les innovations dans le domaine.

¹ Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du tourisme, Alger, 2014.

Dans une approche de management environnemental, et pour gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie, différents secteurs doivent conjuguer leurs efforts pour des perspectives d'avenir communes. Les secteurs de : **l'eau, de l'environnement, de l'éducation nationale et des énergies** doivent élaborer des stratégies à intérêts communs basées sur :

- L'implication et le partage des responsabilités entre les différents acteurs institutionnels;
- Le développement de visions et d'objectifs de développement durable communs ;
- La participation citoyenne ;
- Encourager les mouvements associatifs, étatiques ou privés, de protection et de préservation des ressources à tous les niveaux ;
- L'élaboration conjointe de programmes d'EEDD visant à transmettre des valeurs communes ;
- Former des formateurs dans le domaine de l'EEDD dans les différents secteurs cité ci-haut et développer ou conforter les activités de formation et de réflexion sur l'évolution de ces pratiques ;
- Engager des campagnes de communication et de sensibilisation au développement durable.
- Des innovations participatives doivent être engagées en faisant appel à une boîte à idées nourries par des groupes de créativité, des forums ou des réseaux sociaux.
- Combiner et développer des actions conjointes entre les secteurs de : **l'eau et des énergies et des mines** pour le développement des énergies renouvelables et leur réalisation concrète.

Cependant, le développement durable n'est pas seulement un concept. C'est surtout un processus qui évolue continuellement en fonction des acteurs et des contextes. Il requiert dans tous les cas que les considérations sociales, culturelles, économiques et écologiques, dans le temps et dans l'espace, soient intégrées simultanément dans les réflexions et les prises de décisions. Cela

implique un changement structurant à long terme des systèmes socioéconomiques, ainsi que des changements de comportements individuels et collectifs

Passer par une démarche de management environnemental suscite une amélioration continue des pratiques en vue de minimiser les impacts environnementaux de l'homme et de ses activités, respecter les exigences légales et se conformer aux normes internationales. La participation des acteurs de la société civile (État, Associations, Collectivités locales, entreprises,...) aux réflexions sur le développement durable et sur l'éducation au développement durable, consiste un enjeu de première importance. De ce travail collectif, pourrons émerger des outils et des dispositifs particulièrement adaptés aux actions de terrains.

Conclusion :

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. Le 1^{er} axe : **Le développement de l'infrastructure hydraulique** dans le cadre des programmes nationaux de relance et de soutien à la croissance économique (mobilisation des eaux conventionnelles et non conventionnelles, alimentation en eau potable, industrielle, agricole et l'assainissement) et le 2^{ème} axe : **Les réformes institutionnelles** dans le cadre de la démarche nationale de renforcement de la gouvernance.

Bien que l'Algérie dispose de ressources en eau relativement importantes, sa gestion reste complexe, d'une part à cause des utilisations intenses et diverses de l'eau potable, de l'irrigation et l'industrie, et d'autre part par les déficits imprévisibles en pluviométrie et par l'importance de l'évaporation. Les acteurs de l'eau sont nombreux et agissent de manière très centralisée, la plupart d'entre eux dépendant d'ailleurs du MRE. Les Agences de Bassins Hydrographiques et les Comités de Bassins Hydrographiques ont été créés pour rationaliser la gestion de l'eau tant sur les aspects quantitatifs que qualitatifs.

Dans le domaine de la mobilisation et de la distribution de l'eau potable, d'épuration des eaux usées, du dessalement des eaux de mer et, la protection des ressources, du management environnemental et du développement durable, les efforts entrepris, par l'Algérie, durant la décennie en cours ont permis d'enregistrer des améliorations notables. Tous les efforts engagés, tant sur le plan des investissements, que sur le plan institutionnel et organisationnel, s'articulent autour du développement durable de cette ressource.

La réutilisation des eaux usées épurées afin de subvenir aux besoins en eau croissants du secteur agricole a longtemps été entravée en raison de la vétusté des stations d'épuration du pays. Dans la nouvelle politique de l'eau, elle est devenue un axe prioritaire et des investissements ont été consentis dans la réhabilitation des anciennes stations et dans la construction de nouvelles. Etant donnée la situation de *stress hydrique*, l'Algérie a vu dans cette opportunité un moyen de réduire ou du moins de préserver les ressources en eaux traditionnelles tout en accroissant la production agricole. 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.).

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 dans l'environnement entraîneront des coûts différée non négligeables dans le traitement de l'eau potable.

En matière du développement durable et tracée dans le « Plan National de l'Eau », la REUE consiste à promouvoir l'usage des eaux usées urbaines épurées pour la satisfaction des besoins en eau agricole, industrielle et municipale, ce qui permettra d'atténuer la demande en eau potable et de protéger la ressource hydrique conventionnelle existante, plus particulièrement les eaux souterraines surexploitées. L'intérêt que représente cette valorisation consiste en l'économie de l'eau conventionnelle et la Sécurité Alimentaire du pays. L'objectif Secondaire de cette stratégie, est le stockage souterrain par «Recharge Artificielle des Aquifères».

Cependant, le développement durable n'est pas seulement un concept. C'est surtout un processus qui évolue continuellement en fonction des acteurs et des contextes. Il requiert dans tout les cas que les considérations sociales, culturelles, économiques et écologiques, dans le temps et dans l'espace, soient intégrées simultanément dans les réflexions et les prises de décisions. Cela implique un changement structurant à long terme des systèmes socioéconomiques, ainsi que des changements de comportements individuels et collectifs. L'éducation au développement durable joue un rôle important dans cette démarche.

Discussion

Discussion :

Ce travail de recherche a mis en évidence les résultats suivants:

- 1- L'Algérie couvre une superficie de près de 2,4 millions de km² et possède plus de 1200 km de côtes (ce qui laisse présager d'énormes possibilités de dessalement). Sa position géographique, en zone de transition, et son climat aride et semi-aride, en fait un espace très vulnérable ;
- 2- Le pays est touchée par le changement climatique, car durant le XX^{ème} siècle, le Maghreb a connu un réchauffement estimé à + 1°C avec une tendance accentuée au cours des 30 dernières années ;
- 3- Au 1^{er} janvier 2014, la population résidente totale en Algérie a atteint 38,7 millions d'habitants avec un taux d'accroissement annuel de 1,72 %. Près de 70 % de la population est concentrée à proximité du littoral, de même que les industries, grandes consommatrices d'eau, comme les hôtels et les zones industrielles ;
- 4- L'Algérie compte aujourd'hui 65 barrages en exploitation (d'une capacité de stockage de 7,4 milliards de m³), 14 en cours de réalisation pour une capacité globale à terme de 8,4 milliards de m³. À cela s'ajoute **163** petits barrages et **400** retenues collinaires destinés à des fins agricoles. Par ailleurs, le phénomène d'envasement des barrages se pose avec acuité et constitue un problème majeur;
- 5- Les statistiques actuelles du MRE montrent que les prélèvements en eau sous terraine représentent 1,6 hm³ par forages et 85 hm³ par foggaras et représentent le 1/3 des ressources renouvelables. Celles-ci sont estimées à 5 hm³.
- 6- Afin de pallier aux disparités géographiques, un programme de transferts régionaux qui vise à assurer une meilleure équité entre les territoires pour l'accès à l'eau a été progressivement mis en œuvre. Ces grands transferts sont au nombre de sept;
- 7- L'Algérie fait partie des 30 pays qui ont mobilisé le plus d'eau dans le monde ces dernières années, mais elle n'arrive toujours pas à satisfaire la demande, en constante croissance ;
- 8- Le pays s'est engagé dans un large programme de dessalement d'eau de mer, imposé par sa situation de stress hydrique. Ainsi, 9 stations de dessalement d'eau de mer sont en service et 4 autres, en cours de réalisation pour une capacité globale de 2,3 millions de m³ par jour (La production actuelle est de **514.65 hm³ / an**, desservant ainsi plus de **6 millions habitants**). En

plus des grandes stations, l'Algérie possède 21 stations monoblocs d'une capacité globale de **57 500 m³/j (20,9 hm³/an)** pour desservir **247 406** habitants ;

9- En outre, le parc de 165 stations d'épuration des eaux usées permet la récupération de quelque 900 millions de m³/j d'eaux usées. Une partie est destinée à des fins agricoles ;

10- En **2014**, la dotation moyenne par habitant en eau potable n'atteignait que **175 l/J/hab**. Elle est de **196 l/J/hab** au niveau des chefs lieux de wilaya.

Pour répondre à une demande croissante (estimé à 3300 milliards de m³ pour 2015), d'importants efforts ont été entrepris par l'Algérie depuis le début de la décennie 2000 afin de mobiliser de nouvelles ressources en eau. Cela c'est traduit par des investissements massifs pour augmenter le parc de barrages et de retenues collinaires, le développement de champ de captage, un recours accru au dessalement de l'eau de mer et à la réutilisation des eaux usées. Cette politique de l'offre a permis de dégager des ressources supplémentaires en eau, et l'état a vu sa capacité de stockage des eaux de surface doubler depuis le début des années 2000 ;

Ainsi, en raison de sa situation géographique, de l'aridité de son climat, de la pression démographique et en dépit des efforts consentis pour la mobilisation de l'eau (construction de barrages, transferts, épuration...), l'Algérie continue à trouver un soulagement hydrique en ayant recours à la production d'eaux non conventionnelles privilégiant de la sorte une approche en termes d'offre. De cette façon, **la première hypothèse de cette recherche est confirmée.**

De grandes quantités d'énergie sont nécessaires au puisage et au pompage de l'eau sur de longues distances. Aussi, les orientations de la nouvelle politique hydraulique en Algérie sont marquées par un important recours à la production d'eaux non conventionnelles, par dessalement d'eau de mer et épuration des eaux usées. Ces technologies sont fortement consommatrices en énergies. Dans un monde où le problème de sécurité énergétique grandit, et où le souci de l'environnement prend de l'ampleur, la politique hydraulique algérienne devient soumise, en plus des différents problèmes évoqués précédemment, à la nouvelle variable énergétique.

La dépendance en énergie pour la mobilisation de l'eau est particulièrement forte dans les pays à climat arides où le niveau des prélèvements est très important. Le pompage et le transfert, mais aussi le dessalement et l'épuration génèrent une dépendance extrêmement forte à l'énergie électrique, qui croît à mesure que les besoins s'amplifient.

L'étude de la situation énergétique du pays a révélé les résultats suivants :

- 1- La consommation nationale d'électricité primaire s'élevait en **2013** à **83 Kilo tonne équivalent pétrole**. Les besoins énergétiques de l'Algérie sont satisfaits, presque exclusivement, par les hydrocarbures, notamment par le gaz naturel. Il n'est fait appel aux autres formes d'énergies que lorsque celui-ci ne peut être utilisé (zones reculées);
- 2- Bien que dotée de ressources d'hydrocarbures, l'Algérie devra faire face à la réalité d'épuisement des ressources fossiles. Les prévisions de la British Petroleum Review estiment ces réserves à 50 ans ;
- 3- La part de production d'électricité par les énergies renouvelable est très faible dans le bilan énergétique national. Elle ne représente que 2,1% (1,3% par les centrales hybrides et 0,8% par l'énergie hydraulique);
- 4- Le pays dispose d'un capital inépuisable en énergies renouvelables (éolienne, solaire, biomasse, hydraulique, biogaz et géothermie). Le solaire représente plus de **2 200 KWh/m²/an** : c'est le potentiel algérien le plus important en énergies renouvelables ;
- 5- Les énergies renouvelables se placent au cœur des politiques énergétique et économique menées par le pays : d'ici 2030, il prévoit qu'environ 40% de la production d'électricité destinée à la consommation nationale sera d'origine renouvelable ;
- 6- La volonté de l'état à promouvoir les énergies renouvelables se traduit par :
 - Une politique nationale de promotion et de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique encadrée par des lois et des textes réglementaires. Elle s'appuie aussi sur un ensemble d'organismes et d'entreprises économiques (CDER, UDES, UDTs) ;
 - Un programme national de développement des énergies renouvelables comprenant : l'installation de chauffe-eau solaires, le pompage à l'aide de l'énergie solaire ou éolienne, une vingtaine de villages solaires (Tamanrasset, Illizi, Tindouf et Adrar),... Près de 2000 kits solaires photovoltaïques sont installés pour l'éclairage et 200 pompes fonctionnant avec l'énergie solaire dans les zones les plus reculées du pays (Illizi, Tamanrasset, Adrar) ;
 - Quelques projets pilotes ont vu le jour notamment en solaire photovoltaïque et éoliens, à savoir : la centrale hybride de Hassi R'Mel, la ferme éolienne d'Adrar et la centrale photovoltaïque de Ghardaïa ;

7- Les seules expériences en matière d'utilisation des énergies renouvelables enregistrées, à se jour pour, dans le secteur de l'eau se résument à : l'unité expérimentale de Hassi-Khebi (Wilaya de Tindouf) (alimentée par un générateur solaire), la STEP de N'Goussa (dans la wilaya d'Ouargla et alimentés exclusivement par l'énergie solaire) et quelques pompes d'eau dans des communautés rurales et sahariennes (à l'aide de l'éolien et du solaire).

La demande croissante en énergie électrique et la situation tendue que connaît ce secteur, le caractère 'épuisable' des ressources fossiles et les défis environnementaux liés à leurs utilisations (pollution de l'air, pollution de l'eau, augmentation du gaz à effet de serre, accumulations des déchets indésirables,...) exposera, inévitablement, le secteur de l'eau à une problématique énergétique. Pour s'en débarrasser, l'Algérie devra d'abord orienter ses objectifs politiques et ses pratiques vers un usage toujours plus rationnel de l'eau pour limiter sa consommation, donc son recours aux énergies (une approche en termes de demande). Ensuite, associer toutes formes d'énergies renouvelables aux technologies de l'eau (en raison du potentiel en énergies renouvelables que renferme le pays). **Ces résultats confirment la seconde hypothèse de notre recherche.**

Le réchauffement climatique, les problèmes environnementaux et la question d'épuisement des ressources fossiles rendent incontournables le développement des énergies renouvelables. La croissance impressionnante du marché mondial des énergies éolienne, solaire ou tirée de la biomasse et le développement de ces secteurs en Algérie offre des alternatives sûres de développement durable pour le secteur de l'eau. La recherche et développement s'en trouve également stimulée. Le changement climatique est source de risques énormes, mais peut aussi représenter des opportunités commerciales, liées à l'émergence d'une nouvelle demande en énergie renouvelable notamment pour les besoins de pompage, de transfert, de dessalement et d'épuration.

Prévenir des dommages causés à l'environnement, préserver les ressources naturelles et s'orienter vers une économie à faible émission de carbone constitue un défi pour toute la société algérienne. Ce défi offre également des débouchés aux entreprises qui commercialisent des produits et services écologiques ou exercent dans le domaine des énergies renouvelables ou des technologies propres. L'Algérie se doit de défendre ses intérêts nationaux dans le cadre du développement durable en tant que producteur d'énergie propres de sources renouvelables.

L'actualité nous rappelle que l'environnement est une entité précieuse et fragile qui peut être facilement dégradé par une activité humaine non contrôlée et une consommation excessive des ressources. Ces impacts ont engendré, au sein de la société civile, une prise de conscience grandissante sur la nécessité de protéger l'environnement.

À cet effet, l'Algérie doit gérer efficacement et équitablement les ressources en eau sous le triple effet de la croissance démographique, du réchauffement climatique et du nouveau défi énergétique. Dans ce contexte délicat, **la gestion intégrée des ressources en eau** favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres, et des ressources connexes en vue de maximiser de manière équitable le bien être économique et social en résultant sans pour autant compromettre la pérennité des écosystèmes.

L'étude de la gestion de l'eau, de sa politique ainsi que l'approche du développement durable en Algérie a révélés les résultats suivants :

- 1- La gestion de l'eau est passée par différentes phases et transité par plusieurs ministères. L'administration de l'eau se trouve aujourd'hui articulée et organisée autour de sept administrations avec des missions différentes (ANRH, ANBT, ADE, ONA, ONID, INPE, AGIRE) ;
- 2- Le début des années 2000 correspondant à l'avènement de la nouvelle politique de l'eau en Algérie. Elle s'accompagne d'important efforts financiers servant à combler les retards accumulés durant de longues décennies et qui se traduisent, entre autres, par un recours accru au dessalement d'eau de mer et à la réutilisation des eaux usées.;
- 3- Outre l'accroissement et la sécurisation des ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles, cette nouvelle politique vise l'amélioration de l'accès à l'eau et à l'assainissement et soutien la stratégie de sécurité alimentaire ;
- 4- Malgré un important dispositif de textes juridiques présents en Algérie, le secteur de l'eau connaît toujours un vide juridique qui porte atteinte à l'efficacité du secteur. Ce vide concerne les textes relatifs au foncier, la charte d'aménagement, la prévention et la prévision,... ;
- 5- L'accès durable à l'eau est devenu une préoccupation majeure en Algérie. D'importants financements publics ont été alloués au secteur de l'eau pour mener à bien les réformes structurelles lancées en 2001-2002 ;
- 6- La concurrence entre les différents usagers de l'eau (eaux domestique, industrielle et agricoles) et les interactions énergétiques et alimentaires ont incité les autorités publiques à passer d'une politique sectorielle à **une politique intégrée de l'eau** ;
- 7- Celle-ci se traduit par :

- Le nouveau découpage par cinq bassins hydrographiques et la création de l'Agence nationale de Gestion Intégrée de l'Eau (AGIRE) ;
- L'instrumentalisation du prix des services de l'eau comme un outil de gestion durable (hors il ne recouvre pas le coût total de l'eau et ne permet pas de respecter le principe de gestion durable de la ressource) ;
- La création de la redevance d'économie d'eau nommée: 'fond national de gestion intégrée des ressources en eau' ;

8- La volonté politique du pays à promouvoir le développement durable se traduit par:

- La création du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement en 2000 et l'élaboration d'un plan National d'actions pour l'Environnement et le développement durable a été élaboré (PNAEDD) ;
- La mise en place d'un système de management environnemental et l'introduction de la norme **ISO 14001** ;
- L'attribution du certificat ISO selon le référentiel ISO 14001 à l'ONA. Cette distinction à la fois nationale et africaine est une première dans le domaine de la gestion et de l'exploitation des systèmes d'assainissement ;
- Le renforcement de l'assainissement et la valorisation des eaux usées épurées pour les besoins d'agriculture (tracé dans le Plan National de l'Eau) ;
- L'adoption d'un « **schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) 2025** » dont les quatre lignes directrices sont : La durabilité des ressources, la création des dynamiques de rééquilibrage du territoire, la création de conditions d'attractivité et de compétitivité des territoires et l'équité sociale et territoriale. Les grands chantiers d'aménagement du territoire retenus dans le SNAT 2025 sont mis en œuvre à travers des **Programmes d'Action Territoriaux** ;
- Parmi les thèmes abordés par le PNAEDD, l'introduction de **l'éducation environnementale** dans le milieu scolaire et l'éducation des nouvelles générations à la protection de l'environnement;

Pour résumer ces derniers points, l'Algérie est passée d'une politique sectorielle à **une politique intégrée de l'eau**. Celle-ci s'articule autour d'un découpage par bassins hydrographique et trouve appui sur différents instruments et outils. Cette étude a confirmé aussi la volonté qu'emploie l'Algérie, depuis quelques années, à établir une politique de protection de l'environnement. Le pays favorise l'approche du développement durable par, entre autres, l'introduction d'un système de management environnementale, l'attribution du certificat ISO 14001

à l'ONA et la promotion d'actions éducatives en faveur de l'EEDD. Le pays offre aussi un terrain fertile pour le développement des énergies renouvelables nécessaires pour les technologies de l'eau. Hors, en dépit des ressources élevées et de la volonté du pays de les exploiter, les énergies renouvelables demeurent faibles dans les bilans énergétiques et leur intervention dans le secteur de l'eau reste marginale. **De la sorte, la troisième hypothèse de notre recherche est confirmée.**

La nouvelle politique algérienne de l'eau porte à s'interroger sur la poursuite des efforts dans la durée et sur l'inscription de ces projets sur le long terme pour relever les défis économiques, énergétiques, environnementaux et sociaux auxquels aspire le pays. À long terme, le développement économique en algérie passe par une articulation des politiques hydraulique, agricole et énergétique. Les défis sociaux (accès à l'eau potable en quantité et en qualité suffisantes, partage de l'eau entre les territoires, etc.), environnementaux (renouvellement des nappes souterraines, réduction des émissions de CO₂ et des rejets polluants, sauvegarde des écosystèmes, valorisation de eaux usées épurées,...) et énergétiques (promotion des énergies renouvelables, assurer un rendement énergétique, préserver les ressources fossiles, ...) sont les indicateurs d'un développement pérenne et leur prise en compte lors de l'élaboration de tout projet dans le secteur de l'eau devrait être acquise.

Le management environnemental est un engagement volontaire visant la mise en place d'une organisation apte à identifier et à maîtriser les risques d'impacts sur l'environnement. Dans cette approche, et pour une gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie, différents secteurs doivent conjuguer leurs efforts pour des perspectives d'avenir communes. Les secteurs de : **l'eau, de l'environnement, de l'éducation nationale et des énergies** doivent élaborer des stratégies à intérêts communs.

Les actions engagées dans le cadre de l'EEDD doivent être soutenues dans le temps et confortées par des mises à jour des supports et pédagogies en prenant en considération les innovations dans le domaine.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le territoire algérien couvre une superficie de près de 2,4 millions de Km². Rappelons que son potentiel en ressources hydrique est estimé en moyenne à 18 milliards de m³/an dont 12,5 milliards m³ dans le Nord et 5,5 milliards de m³ dans le Sud. Avec une disponibilité moyenne en eau par habitant s'élevant à **175 l/J/hab**, l'Algérie continue à connaître une situation de stress hydrique. La baisse de la pluviométrie et les cycles de sécheresse n'arrangent pas la situation, car le pays est soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude, et présente un climat de type méditerranéen extra tropical tempéré. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des hauts plains et supérieur à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien.

L'Algérie est ainsi caractérisée par un profond déséquilibre entre les besoins en eau potable et les disponibilités, elle se trouve ainsi face à une situation critique accentuée par différents facteurs dont : l'aridité du climat, la forte croissance démographique et les besoins croissants en eau, les changements climatiques, la pollution, et l'augmentation des coûts de l'énergie.

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

Face à cette situation critique, l'état s'est engagé dans un vaste programme de mobilisation des ressources en eau pour satisfaire la demande et mettre fin à la problématique du stress hydrique. Outre les ressources existantes, barrages et forages, l'état a développé des efforts considérables dans **l'exploitation des ressources non conventionnelles**. Ainsi ont été développées les options relatives au dessalement d'eau de mer pour l'AEP et la production d'eau d'irrigation grâce à l'épuration des eaux usées.

La production d'eau non conventionnelle pour répondre au manque nécessite la consommation d'énergies souvent fossiles. Hors aujourd'hui, et plus que jamais, les besoins en énergie, comme en eau, de l'humanité sont colossaux et en constante augmentation. La question de l'énergie domine tous les problèmes se rapportant à l'environnement et au développement car il apparaît plus clairement que nos choix en matières de consommation, de production et d'énergie ont

des impacts sur l'écosystème et sur le fonctionnement général de la planète. Du niveau global au niveau local, l'action de l'homme est aujourd'hui visible par sa modification du cours de la nature.

Protéger et préserver l'environnement passe par l'économie et la rationalité d'utilisation des ressources. Économiser l'eau et limiter son gaspillage requièrent des pratiques et approches différentes de celles en termes de l'offre (c'est-à-dire produire de l'eau coûte que coûte afin de satisfaire la demande). Cette bonne pratique permet de différer sa mobilisation, sa production ou encore son traitement, mais encore cela permettra de limiter la consommation d'énergie nécessaire à la gestion du secteur de l'eau.

Pour aborder la question de la gestion de l'eau, qui présente par nature de multiples facettes, la plupart des pays introduisent désormais, au niveau national et au niveau du bassin, **une approche intégrée de la gestion des ressources en eau**. Cette approche contribue à la gestion et à l'aménagement durable et adapté des ressources en eau, en prenant en compte les divers intérêts : sociaux, économiques et environnementaux¹. Elle reconnaît les nombreux groupes d'intérêts divergents, les secteurs économiques qui utilisent et polluent l'eau, ainsi que les besoins de l'environnement. Cette approche permet la coordination de la gestion des ressources en eau pour l'ensemble des secteurs et groupes d'intérêt et met l'accent sur la participation des acteurs à tous les niveaux dans l'élaboration des textes juridiques, et privilégie la bonne gouvernance et les dispositions institutionnelles et réglementaires efficaces de façon à promouvoir des décisions plus équitables et viables. Un ensemble d'outils, tels que les évaluations sociales et environnementales, les instruments économiques et les systèmes d'information et de suivi soutiennent ce processus.

Parvenir à un développement durable est une responsabilité collective des citoyens. Toute action visant à protéger l'environnement doit passer par l'adoption de pratiques améliorées de production et de consommation durables de l'eau. La **production de l'eau par l'usage de technologies plus propre** (faisant appel aux énergies renouvelables), ainsi que d'autres **stratégies préventives** tel que la prévention de la pollution et **l'éducation à l'environnement et au développement durable** sont des actions à entreprendre et à privilégier pour une gestion intégrée et durable de l'eau. Elles nécessitent de la part de l'état l'élaboration, le soutien, le suivi et la mise en œuvre de mesures appropriées.

Mais à l'appel à la bonne gestion locale et nationale doit répondre l'émergence d'une gouvernance mondiale de l'eau, susceptible de créer les conditions de formulation de solutions opérantes à même de limiter les tensions autour de cette ressource vitale et précieuse qu'est l'eau.

¹ « Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin », publié par Global Water & le Réseau International des Organismes de Bassin, 2009, P10.

La communauté internationale se mobilise déjà depuis de nombreuses années, en ordre relativement dispersé et sous des formes variées, pour formuler des principes, proposer des cadres juridiques, des réponses diplomatiques, déployer une assistance technique et financière. Peu à peu, un droit à l'eau et un droit de l'eau émergent, qu'il convient de conforter.

Il ne peut y avoir de gouvernance efficiente sans prise en compte de cette réalité de l'inégalité d'accès à l'eau pour assurer dans de bonnes conditions sa simple fonction vitale, qui se superpose trop nettement à la carte mondiale du sous-développement. Le cantonnement dans des sphères séparées des problématiques d'accès à l'eau, de qualité des eaux et de gestion des eaux transfrontalières doit être dépassé. Ce dépassement ne peut intervenir sans replacer le politique au cœur des débats sur l'eau. Il existe des solutions techniques, financières, économiques mais les solutions politiques sont difficiles à prendre et restent même pour partie à inventer.

Au niveau local, il est nécessaire d'envisager des solutions alternatives, complémentaires et nouvelles de planifications, d'aménagement, de sensibilisation et de gestion intégrée des ressources en eau pour en maîtriser la demande. Ces stratégies doivent être fondées sur des outils modernes d'investigation, de prévision et de gestion et tenir compte des nouvelles conditions hydro climatiques, socio-économique et énergétique pour une gestion intégrée et durable de l'eau.

Le système de management environnemental promu par l'état est un engagement volontaire visant la mise en place d'une organisation apte à identifier et à maîtriser les risques d'impacts sur l'environnement. Dans cette approche, et pour une gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie, différents secteurs doivent conjuguer leurs efforts pour des perspectives d'avenir communes. Les secteurs de : **l'eau, de l'environnement, de l'éducation nationale et des énergies** doivent élaborer des stratégies à intérêts communs. Les actions engagées dans le cadre de l'EEDD doivent être soutenues dans le temps et confortées par des mises à jour des supports et pédagogies en prenant en considération les innovations dans le domaine.

Cependant, le développement durable pour l'eau n'est pas seulement un concept. C'est surtout un processus qui évolue continuellement en fonction des acteurs et des contextes. Il requiert que les considérations sociales, culturelles, économiques et écologiques, dans le temps et dans l'espace, soient intégrées simultanément dans les réflexions et les prises de décisions. Cela implique un changement structurant à long terme des systèmes socioéconomiques, ainsi que des changements de comportements individuels et collectifs. **L'éducation au développement durable** devient une des conditions de succès dans cette démarche pour promouvoir une gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie.

Ainsi, la croissance démographique et les contraintes climatiques continueront d'exercer une pression sur la demande en eau atteignant déjà ses limites de renouvellement en Algérie, et que le recours croissant aux eaux non conventionnelles -pour augmenter les dotations en eau, d'un côté, et limiter les rejets d'eau usées dans la nature, de l'autre- sera tributaire d'une énergie produite par des ressources souvent fossiles (comme le gaz naturel pour la production d'électricité), limitées et polluantes. L'Algérie devra, dorénavant, intégrer dans sa politique de gestion de l'eau le volet énergétique et la problématique environnementale tout en associant énergies renouvelables et développement durable pour une gestion intégrée et durable de l'eau dans le pays. De la sorte, la principale hypothèse de cette recherche a été confirmée par la confirmation des trois hypothèses secondaires.

Bibliographie

Ouvrages:

- «Manuel de Gestion Intégré des Ressources en Eau par Bassin », publié par Global Water & le Réseau International des Organismes de Bassin, 2009.
- «Manuel osmose inverse », European Technical Center, Octobre 2005. (document interne à l'Hôpital Militaire Régional Universitaire d'Oran (HMRUO)).
- AIT-AMARA Hamid & ARROJO Pedro & BARON Catherine & BOUGHERRA Larbi & CHÉFIF Abdallah & GRAS Alain & QUILLERMA & LACOSTE-DUJARDIN Camille & LAHLOU Mehdi & TAROT Camille, « Imaginaire de l'eau, imaginaire du monde, dix regards sur l'eau et sa symbiose dans les sociétés humaines », Édition la dispute, Paris, 2007.
- AMRAOUI L., ADAMA SARR M. et SOTO D., « Analyse rétrospective de l'évolution climatique récente en Afrique du Nord-Ouest », *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, vol. V, 2011.
- ANDREASSIAN V. & MARGAT J., « Allons-nous manquer d'eau? », Édition LE POMMIER, Paris, 2005.
- ARRUS R., « L'eau en Algérie. De l'impérialisme au développement (1830-1962) », Alger, OPU, 1985
- BAER Anne, « *Pas assez d'eau pour tous ?* », in Revue Mensuelle N°5 intitulée « *L'enjeu de l'eau* », 1997, Editions MARINOOR, Alger.
- BAER Anne, « *Pas assez d'eau pour tous?* », in Revue internationale des sciences sociales, UNESCO, Erès, Juin 1996, n°148.
- BARACCHINI P., « Guide a la mise en place du management environnemental en entreprise selon ISO 14001 ». Troisième édition : Presse polytechniques et universitaires Romandes, 2007.
- BARRÉ Bertrand, « Atlas des énergies, quels choix pour quels développement? », Édition autrement, Paris, 2007.
- BAUMONT Samuel & CAMARD Jean-Philippe & LEFRANC Agnès & FRANCONI Antoine, Etude intitulée « Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France », ORS Ile-de-France, 2002.
- BOBIN J.L & HUFFER E. & NIFENECKER H., « L'énergie de demain Techniques Environnement Économie », EDP Sciences, France, 2005.
- BOUZIANI Mustapha, « L'eau dans tous ses états », Edition Dar El Gharb, Algérie, 2006.
- BOUZIANI Mustapha, « L'eau de la pénurie aux maladies », Édition Dar El Gharb, Algérie, 2000.

- BOUZIANI Mustapha, « Lexique de l'eau en santé publique », Édition Dar El Gharb, Algérie, 2009.
- BOVAR Odile, DEMOTES-MAINARD Magali, DORMOY Cécile, GASNIER Laurent, MARCUS Vincent, PANIER Isabelle, TREGOUËT Bruno, « *Les indicateurs de développement durable* », Dossier in l'économie française, édition 2008.
- BRAUCH H.G. « Energy and water in the Mediterranean with a special focus on North Africa: (1950-2050) ». UNISCI Papers, 11-12-1997.
- CHAUMONT M. et PAQUIN C., « Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie septentrionale ». Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 1971.
- COMELLA Cyril et GUERRÉE Henri, « La distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales », Éditions EYROLLES, Paris, 1974.
- COSTERMANS Dominique « Le développement durable expliqué aux enfants », Édition Luc Pire, France, 2003.
- DE BACKER Paul, « Le management vert », 2^e Édition, DUNOD, Paris, 1998.
- DIOP Salif & REKACEWICZ Philippe, « Atlas Mondial de l'eau », Édition Autrement, Collection Atlas/Monde/PN UE, Paris, 2003.
- DJAIT H., TAIBI M., DOUIB A., MRABET M.A., « Historique de la Tunisie : Le moyen âge », Société tunisienne de diffusion.
- DJEFLAT Abdelkader, « *Eau et technologie : nouveaux défis pour le Maghreb* », in Série MAGHTECH Eau et technologie au Maghreb, PUBLISUD, France, 2001.
- DOMENACH Hervé et PICOUET Michel, « Populations et environnement », Presse Universitaire de France, Avril 2000.
- DONET-GRIVET Suzanne, « Géopolitique de l'eau », Édition Ellipses, Paris, 2011.
- DUBIEF J., « Le climat du Sahara ». *Mem. Inst. Rech Sahar*, Alger, 2 tomes, 1950-1963.
- DURAND-DASTES François, « *Les grands barrages : grandes catastrophes* », in Festival International de géographie de Saint-Dié des Vosges, Géographie de l'innovation : de l'économie au technologique, du social au culturel, 6 Octobre 2001.
- FALKENMARK M. and WIDSTRADND, « Population and water resources A delicate balance », Population bulletin Washington D-C population reference bureau, 1992.
- GALLAND Franck, « L'eau. Géopolitique, enjeux, stratégies », CNRS Éditions, 2008.

- GEORGES Didier et LIRRICO Xavier, « Automatique pour la gestion des ressources en eaux », Édition Lavoisier, Paris, 2002.
- GEORGES Didier et LIRRICO Xavier, « Automatique pour la gestion des ressources en eau », Édition Lavoisier, Paris, 2002.
- HASSANI Ali, « L'eau, la symbolique, le contexte universel », Édition Dar El Gharb, Algérie, 2006.
- HASSOUN Claire & GENTNER Pauline, « Accès à l'énergie et à l'eau dans les pays en développement », Facts & Figures ENEA Consulting, Février 2010.
- JELLALI M. & JEBALI A., « Water resource development in the Maghreb Countries», in Rogers, P. & Lydon P. (eds) Water in the Arab world perspectives and prognoses, Harvard University Press.
- KETTAB Ahmed, « *Les ressources en eau en Algérie* », in the Conference on Desalination Strategies in South Mediterranean Countries, cooperation between Mediterranean Countries of Europe and the Southern Rim of the Mediterranean, Tunis, Septembre 2000.
- LAGADEC Patrick, « Le risque technologique majeur », Edition Seuil, 1982.
- LAIMÉ Marc, « Le dossier de l'eau: pénurie, pollution, corruption », Édition du seuil, 2003.
- LASSERRE Frédéric & DESCROIX Luc, « Eaux et territoires, Tension, coopération et géopolitique de l'eau », 3^e édition, Collection Géographie contemporaine, Édition Presses de l'Université du Québec, 2011, P 193.
- Le Larousse Encyclopédique, 2003.
- LEVEQUE Christian & SCIAMA Yves, « Développement durable avenir incertain », Édition DUNOD, Paris, 2005.
- LHOTE Pierre-André, « L'eau en Israël », Dossier de service de coopération & d'action culturelles pour la science & la technologie, Ambassade de France en Israël, Octobre 2005.
- MAUREL Alain, « Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce », Édition Lavoisier, France, 2006.
- MAUREL Alain, « Dessalement de l'eau de mer, énergie nucléaire, énergies renouvelables », in ATELIER PLAN BLEU/MEDITER : EAU, ÉNERGIE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE EN MÉDITERRANÉE, Carthage TUNISIE, lundi 17 décembre 2007.
- MOHAMMEDI K., « *Possibilité de production d'eau douce à partir de l'humidité atmosphérique* », in 2^{ème} Colloque national Climat environnement, Oran Algérie, 24-25 Décembre 1995.

- MOSTEFA-KARA Kamel, « La menace climatique en Algérie et en Afrique : les inéluctables solutions », Édition DAHLAB, Algérie, 2008.
- MOZAS Morgan & GHOSN Alexis, « État des lieux du secteur de l'eau en Algérie », Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen (IPMED), Octobre 2013.
- OLIVAUX Yann, « La nature de l'eau », Collection Résurgence, Marco Pietteur Édition, Embourg, Belgique, Octobre 2007.
- Ouvrage collectif, « L'énergie de demain : techniques, environnement, économie », EDP science, France, 2005.
- PENNEQUIN Gilles & MOCILNIKAR Antoine-Tristan, « L'atlas du développement durable », Groupe Eyrolles, Édition d'Organisation, 2011.
- PERELLA Ricardo, « Le manifeste de l'eau : Pour un contrat mondial », Édition Labor, Belgique, 1998.
- Pierre-André LHOTE, « L'eau en Israël », Dossier de service de coopération & d'action culturelles pour la science & la technologie, Ambassade de France en Israël, Octobre 2005.
- REMINI Boualem, « La problématique de l'eau en Algérie », in Collection hydraulique et transport, Algérie, 2005.
- ROUX Jean-Claude, « Les secrets de la terre, l'eau source de vie » Edition BRGM, Orléans, 1995.
- SACCONIER Franco, « Que d'énergie! », TUNZA, Vol 4 N° 2. 16/05/2012.
- Schilling Et Al, 1977 par Jancovici J.M, « *Quelques réflexions sur la transition énergétique* », 2013.
- SEBBAR A., BADRI W., FOUGRACH H., HSAIN M. et SALOUI A., « Étude de la variabilité du régime pluviométrique au Maroc septentrional (1935-2004) », *Sécheresse*, vol. 22, n° 3, 2011.
- SELTZER P., « Le climat de l'Algérie ». Institut de Météorologie et de Physiques, Édition Globe, Alger, 1946.
- Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Oran (SEOR), Oran, Octobre 2014.
- TAITHE Alexandre, « Eau, agriculture, énergie: une imbrication croissante, Vers une sécurité hydrique étendue », Fondation pour la recherche stratégique, note n°11/09, octobre 2009.
- VAILLANT J-R., « Perfectionnement et nouveauté pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles », Éditions EYROLLES, Paris, 1974.
- VALIRON François, « gestion des eaux alimentation en eau,-assainissement, Presse de l'école nationale des ponts et chaussées», Tome 2, 2^{ème} édition revue et corrigée, Paris, 1989.

- VALIRON François, « Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement », Tome1: Eau dans la ville Alimentation en eau, TECHNIQUE & DOCUMENTATION, Paris, 1994.
- VEYRET Yvette & JALTA Jacqueline, « Développement durable tous les enjeux en 12 leçons », Édition autrement, Paris, 2011.
- WALISIEWICZ Marek, « Les énergies renouvelables », 2^e Édition, PEARSON Éducation, Paris, France, 2007.

Articles et revues :

- « Bilan énergétique national de l'année 2013 », Ministère de l'Énergie, Alger, 2014.
- « Le dessalement de l'eau de mer pour contrer la pénurie d'eau en Algérie », CDER, juillet 2012.
- « 2001-2011 Rétrospective d'une décennie de progrès », Office National de l'Assainissement, Alger, 2014.
- « Bilatéral », La revue de la chambre Algéro-Allemande de commerce et d'industrie, 25^{eme} édition, Algérie, Octobre 2012.
- « Bulletin des énergies renouvelables », CDER, Alger, N°20, 2011.
- « CRESCENDO », Revue des relations économiques et commerciales Italo-algérienne de l'Ambassade d'Italie et de l'institut italien pour le commerce extérieur, Numéro 7, Alger, Décembre 2009 – Mars 2010.
- « Énergie & Mines », Revue périodique du secteur de l'Énergie et des Mines N°12, Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, Novembre 2010.
- « Engineering News », Bulletin semestriel de la CEEG, N°5, Mai 2011.
- « Engineering News », Bulletin semestriel de la CEEG, N°6, Avril 2012.
- « Entreprises et Industrie », Magazine de la Commission européenne, ISSN 1831-1245, Septembre 2014.
- « Guide des énergies renouvelables », Ministère de l'Énergie et des Mines, Alger, 2007.
- « HYDROPLUS », Environnement magazine, Victoires Édition, Hors-série pays arabes, Mai 2010.
- « La Lettre Vernimmen », n° 46, mars 2006.
- « Le triptyque des industries vertes », Revue Produire Propre du Centre national des Technologies de Production Propre, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, N°12, Juin 2014.

- « Manuel Environnemental », Office National de l'Assainissement, Juin 2012.
- « Produire plus propre », Centre National des Technologies de Production plus Propre, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, N°08, Mai-Juin 2011.
- « Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique », Ministère de l'Énergie et des Mines, Mars 2011.
- « Redevances Fonds national de gestion intégrée des ressources en eau », MRE, Alger, 2014.
- « Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT) 2025 », Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du tourisme, Alger, 2008.
- « World Energy Outlook 2007 », INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), France, 2007.
- « Améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau pour faire face aux crises et pénuries d'eau en Méditerranée », Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales, Décembre 2007.
- « Énergie : les territoires sur la voie de la transition », La revue durable, N°38, Juin-Juillet-Aout 2010.
- « Enjeux et politique de l'environnement », Les Cahiers Français n°306, Édition la documentation Française, Janvier-Février 2002.
- « Faire face aux crises et pénuries d'eau en Méditerranée », Les Notes du Plan Bleu, N°4, Octobre 2006.
- « Guide de l'environnement de l'Algérie », Environment Directory of Algeria, Édition Symbiose, 2001.
- « L'eau en Algérie : le grand défi de demain », Projet de rapport du conseil national économique et social, 15^{ème} session plénière, Mai 2000.
- « L'eau et l'industrie », Agence de l'eau Artois Picardie, Septembre 2004.
- « L'eau, une priorité majeure dans la politique nationale de développement », Symbiose, N°28, Avril Mai Juin 2007.
- « L'énergie », in le livret énergie : Des sources naturelles aux enjeux de la production, Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), France, 2002, ISSN 1637-5408.
- « L'enjeu de l'eau », Ouvrage collectif, in Revue Mensuelle N°5, Editions MARINOOR, Alger, 1997.
- « La production d'électricité d'origine hydraulique », EDF, Note d'information Octobre 2011.
- « La Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable relatif à la gestion intégrée des ressources et demandes en eau », Plan Bleu PNUE, Décembre 2007.

- «Le dessalement de l'eau de mer », in Le magazine de la chronique scientifique, Recherche & développement, N°4 Juillet – Août 2005.
- «Mémento de l'hydrogène », Association Française pour l'hydrogène et les piles à combustible, Fiche 2.4, Avril 2013.
- «Vers une économie verte Pour un développement durable et une éradication de la pauvreté », Synthèse à l'intention des décideurs, Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), 2011.
- AIT HABOUCHE A. & LOUKIL L., « *Prix et économie de l'eau : la tarification de l'eau en Algérie est-elle rationnelle ?* », in Série MAGHTECH Eau et technologie au Maghreb, PUBLISUD, France, 2001.
- AMYAY M., NOUACEUR Z., TRIBAK A., OBDA K.H. et TAOUS A., « *Caractérisation des événements pluviométriques extrêmes dans le moyen Atlas marocain et ses marges* ». In : *Actes du XXV^{ème} colloque international de climatologie*, Grenoble, 2012.
- Article 50 de la Loi de finances 2010 (voir JORADP comportant la loi de finances pour 2010, n° 78 du 31 décembre 2009,) modifiant les dispositions de l'article 173 de l'ordonnance n° 95-27 du 30 décembre 1995 portant loi de finances pour 1996.
- Association Française pour l'hydrogène et les piles à combustible (AFHP), « *Mémento de l'hydrogène* », Fiche 2.4, 2013.
- Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à Combustible (AFHYPAC), « *Le pétrole : une énergie incontournable* », Mémento de l'Hydrogène. FICHE 2.3, Mars 2013.
- AZZOUG Samir, « *L'Algérie subit aussi les conséquences du réchauffement climatique* », Porte parole du continent africain au sommet de Copenhague, dans La Tribune, le 14 - 12 – 2009.
- BEL R., « *L'usine de dessalement de l'eau de mer d'El Hamma (Alger) : Un projet qui divise les spécialistes* », in Article du journal EL WATAN, Samedi 23 Février 2008.
- BENBLIDIA Mohammed, « *Étude sur l'économie d'eau chez le consommateur ; étude de cas : Espagne, France, Maroc, Tunisie* », Institut Méditerranéen de l'Eau (IME), 2001.
- BIED Marc & MAKKAOUI Raoudha & PETIT Olivier & REQUIER Mélanie, « *La gouvernance des ressources en eau dans les pays en développement : enjeux nationaux et globaux* », in Mondes en Développement N°135, 2006.
- BITSCH Vincent, « *Les refroidisseurs "hybrides" permettent des économies d'eau* », Article extrait de la revue CFP (Chaud Froid Plomberie) n° 677 le mensuel du concepteur et de l'entreprise, France, Mars2005.
- Bloomberg New Energy Finance, «*Result Book* », London, 2010.

- BOUBOU Naima & MALIKI Samir, « *Innovation technologique et gestion de l'eau en Algérie : La maîtrise de la demande* », In Revue MECAS, Édition Ibn Khaldoun, Tlemcen, N°5 Décembre 2009.
- BOUBOU-BOUZIANI Naima, « *Le déficit énergétique : l'autre aspect de la problématique de gestion de l'eau.* », In Revue COST, N°15, Oran, Janvier 2015.
- BOUBOU-BOUZIANI Naima, « *Problématique de gestion de l'eau et déficit énergétique* », In Revue LJEE, N°24&25, Blida, Juin-Décembre 2014.
- BOUKHARI S., DJEBBAR Y., ABIDA H., « *Juste prix de l'eau potable pour une gestion durable des ressources en eau en Algérie* », in Colloque international sur la gestion des ressources en eau, Tipaza, Algérie, 27&28 Janvier 2009.
- BOUKHARI. S; DJEBBAR Y; et ABIDA H., « *Prix des services de l'eau en Algérie, un outil de gestion durable* », in 4^{ème} conférence internationale sur Les Ressources en Eau dans le Bassin Méditerranéen, l'hôtel Aurassi-Alger, 22-23 Mars 2008.
- BOUSBOULA Aïssa, « *Pas de sites pour de grands barrages en Algérie* », lundi 6 mai 2013, <http://www.maghrebemergent.com/politiques-ubli:09/2014.ques/algerie/item/23749-pas-de-site-pour-de-grands-barrages-en-algerie.html>. Consulté le: 27/09/2014.
- BOYÉ Henri, « *Eau, énergie, dessalement et changement climatique en Méditerranée* », Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, France, Plan Bleu, Août 2008.
- BRAUCH H.G. « *Energy and water in the Mediterranean with a special focus on North Africa: (1950-2050)* ». UNISCI Papers 11-12 1997.
- BROMLEY D.W, « *Environment and economy. Property Rights and public Cambridge* », MA, Basic Blackwell, 1991.
- CAREY John & Sarah R. S, « *Comment agir face au réchauffement climatique?* », In Problèmes économiques : l'économie de l'environnement, N° 2863, Édition la documentation Françaises, Mercredi 24 Novembre 2004.
- Cedigaz, Conférence de presse à Rueil-Malmaison. France. Le 18/12/2012.
- Charte de la Commission Internationale des grands Barrages (CIGB) sur les barrages et l'environnement.
- CHERFI Souhila, « *L'AVENIR ENERGETIQUE DE L'ALGERIE : Quelles seraient les perspectives de Consommation, de production et d'exportation du pétrole et du gaz, en Algérie, à l'horizon 2020-2030 ?* », In Recherches économiques et managériales, Faculté des Sciences Economiques et commerciale et des Sciences de Gestion Université Mohamed Khider – Biskra, N°7, Juin 2010.

- CHRISTENSEN JH., HEWITSON B., BUSUIJAC A., CHEN A., GAO X., HELD I., JONES R., KOLLI R.K., KWON W.T., LAPRISE R., MAGAÑA RUEDA V., MEARS L., MENÉNDEZ C.G., J. RÄISÄNEN J., RINKE A., SARR A. et WHETTON P. «*Chapter 11: Regional climate projections*», In : *Climate change 2007: the physical sciences basis, contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, S. SOLOMON, D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K.B. AVERYT, TIGNOR M et H.L. MILLER édit., Edition Cambridge University Press, Cambridge, New York, 2007.
- Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale, 1988.
- Communication du Ministère Algérien des ressources en eau, Genève, Janvier 2011.
- Conseil National Économique et Social, Projet de rapport « L'eau en Algérie; le grand défi de demain », 15^{ème} session plénière, Mai 2000.
- D'après le Centre Hadley du service météorologique du Royaume-Uni, in OMM (Organisation mondiale météorologique), « Déclaration de l'OMM sur l'état du climat mondial en 2008 », 2009.
- Décret exécutif n° 08-54 du 9 février 2008 (in JORADP n° 8 du 13 février 2008) portant charges-type pour la gestion par concession du service public d'alimentation en eau potable et du règlement de service y afférent.
- Décret n° 05-13 du 9 janvier 2005 déterminant les règles de tarification des services publics d'alimentation en eau potable et d'assainissement ainsi que les tarifs y afférents.
- DELÉAGE Jean-Paul, « EAU (notions de base) », *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. Consulté le : 26 août 2014. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/eau-notions-de-base/>.
- DELÉAGE Jean-Paul, « EAU (Ressources et utilisations) notions de base », in 'L'eau en France', Dossier documentaire 1, Documents rassemblés par DAURIAC JM., 2014, P3.
- Document : Agence de l'eau Seine Normandie, France, 2009.
- Documents : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d'Oran, 2014.
- Documents : Compagnie de l'Engineering de l'Électricité et du Gaz (CEEG), Octobre 2014.
- Documents : Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du tourisme, Alger, 2014.
- Documents : Ministère des ressources en eau, Alger, 2008-2014.
- DOUGUÉDROIT A., « *Le climat du bassin méditerranéen* ». In : *Le climat, l'eau et les hommes*, ouvrage en l'honneur de Jean MOUNIER, Presses Universitaires de Rennes, 1997.

- DUPLESSY J.C., « État des connaissances et incertitudes sur le changement climatique induit par les activités humaines », *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, Paris, Sciences de la Terre et des planètes, vol. 333, 2001.
- EL ANDALOUSSI El Habib, « *Infrastructures et développement énergétique durable en Méditerranée : perspectives 2025* », Plan Bleu, 2010.
- Étude de la banque mondiale sur le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres au proche orient (Jordanie, Palestine, Israël), *L'enjeu de l'eau*, Algérie, 1997.
- Étude de la Banque Mondiale sur le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres au proche orient (Jordanie, Palestine, Israël) 1997.
- FAO, « Situation des forêts du monde », 2011.
- FERKAOUI A, « *La géothermie, une énergie d'avenir* », Bulletin des énergies renouvelables, N°4, Décembre 2003.
- GARNIER Cécile, « Énergies et réchauffement climatique : quelles incidences? », *La DOC par l'image*, N°174, Édition Nathan, Novembre 2008.
- GOLDEMBERG José & LUCON Oswaldo, « *Choix d'énergies renouvelables dans les pays en développements* », In Magazine : Making It -l'industrie pour le changement-, N°1, Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), Décembre 2009.
- HAMIDAT M., « Il faut que la formation soit au diapason des objectifs », Portail Algérien des ENERGIES RENOUVELABLES, Algérie, mardi 18 novembre 2014.
- HIAB M., « *Impact socio économique de l'alimentation discontinue irrationnelle de la ville algérienne (ville test Tlemcen)* », in Séminaire national Bechar, Algérie, 2003.
- International Energy Agency (IEA), « *World Energy Outlook 2009* », France, 2009.
- International Energy Agency (IEA), « *World Energy Outlook 2013* », France, 2013.
- KHELFAOUI Fayçal & ZOUINI Derradji, « *Gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin versant du Saf-Saf (wilaya de Skikda, nord-est algérien)* », in Revue 'Nature et Technologie'. N ° 03, Juin 2010, P 50.
- Le code algérien de l'eau.
- LEROUX M., « *Les échanges méridiens commandent les changements climatiques* », in Séminaire de travail "Évolution du climat", Académie des sciences, Paris, 2007.
- Loi de Finance 2000, Décret exécutif n° 2000-116 du 29 Mai 2000, Arrêté Interministériel du 17/09/2000, Arrêté Interministériel du 06 Juillet 2005.

- LOWDERMILK W.L, « Les travaux de petites hydrauliques en Afrique du nord à l'époque Romaine », in la Tunisie agricole 43^{ème} année, Mars 1942.
- MAILHES Laetitia, « *Penser l'économie verte : les problèmes d'environnement quels places pour l'économiste?* », In l'économie verte, Les cahiers Français N° 355, Édition la documentation Française, Mars-Avril 2010.
- MEKIDECHE Mustapha, « *Énergies renouvelables, quels bouquet énergétique pour l'Algérie* », In NOOR, Revue trimestrielle du Groupe SONELGAZ, N°7, Algérie, Décembre 2008
- MILANO Marianna, « Face aux changement globaux, les demandes en eau toujours satisfaites en Méditerranée à l'horizon 2025 ? », in Notes du Plan Bleu, Décembre 2012.
- MRE, « Exposé sur l'expérience de l'Algérie en matière de promotion des ressources en eau non conventionnelles », In Séminaire Murcie Espagne, Janvier 2012.
- NOUACEUR Z., « *Évaluation des changements climatiques au Maghreb. Étude du cas des régions du quart nord-est algérien* », In : *Risques et changements climatiques*, Actes du XXIII^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie (Rennes), 2010.
- Office National de l'Assainissement (ONA), Ministère des Ressources en Eau, Alger, 2014
- OULARBI, D. AOUCHER, « *Réflexion sur la problématique de la dotation unitaire en eau potable appliquée en Algérie* », in Colloque international sur la gestion des ressources en eau, Tipaza, Algérie, 27&28 Janvier 2009,
- ROYER Jean-Loup & BEN LANNET ALLAL Houda, « *Les besoins en énergie pour l'eau en Méditerranée* », In Atelier Plan Bleu / MEDITEP Eau, énergie et changement climatique en Méditerranée, Carthage, 17 décembre 2007.
- SAINT-JUST Aurélia, « *Dessalement de l'eau de mer et crise de l'eau* », Centre d'Étude Supérieures de la Marine MR1AE 2, Décembre 2011.
- SALEM Abdel Aziz, « L'eau et l'environnement en Algérie », in Géographie et environnement bulletin de l'association de géographie et d'aménagement du territoire, N°10, Edition Dar El Gharb, Septembre 2002.
- SALEM Abdel Aziz, « *Pour une gestion intégrée de l'eau au littoral en Algérie* », in Bulletin de l'association de géographie et d'aménagement du territoire : Géographie et Aménagement, Edition Dar El Gharb, Septembre 2002.
- SALOMON J., « *Le dessalement de l'eau de mer est-il une voie d'avenir?* », Revista de Geografia e Ordenamento do Território, n° 1 (Junho). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território. 2012.
- SEBBAR A., HSAINE M., FOUGHRACH H. et BADRI W., « *Étude des variations climatiques de la région centre du Maroc* », In : *Les climats régionaux : observation et modélisation*, Actes

du XXV^{ème} Colloque de l'Association Internationale de Climatologie (Grenoble), Édition S. BIGOT et S. ROME., 2012.

- SMITH Corinne, « *L'eau menacée par la crise climatique* », in Revue l'écologiste : Dossier la crise de l'eau, n°19, Vol 7 - n°2, Édition de The Ecologist, Juin-Juillet-Aout 2006.
- Société de l'Eau et de l'assainissement d'Oran (SEOR), 2014.
- TERRA Messaoud, « *L'alimentation en eau potable, infrastructures et gestion* », in 3^{ème} colloque international sur la gestion des ressources en eau, Tipaza, 27-28 Janvier 2009.

Rapports et thèses :

- « *L'eau en Algérie : le grand défi de demain* », Projet de rapport du conseil national économique et social, 15^{ème} session plénière, Mai 2000.
- « Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau », Unesco, 2012.
- « *Campagne d'Afrique en 1830* », un officier du corps expéditionnaire Français, archives de la Bibliothèque National de Paris, France, 1830.
- « *Évaluation des besoins en matière de renforcement des capacité nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie bilans des expertises* », Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité, TOME VII, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Alger, 2003.
- « *Guide des dispositifs d'appui à l'entrepreneuriat vert* », Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Juillet 2012.
- « *Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT) 2025* », Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du tourisme, Alger, 2008.
- « *Gestion intégrée des ressources en eau et assainissement liquide-Tendances et alternatives-* », Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise", Programme d'Actions Prioritaires Centre d'Activités Régionales, Avril 2005.
- « *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency* », PNUE/SEFI, Paris, 2010.
- « *Meeting Trade and Development Challenges in an Era of High and Volatile Energy Prices: Oil and Gas in LDCs and African Countries* », CNUCED, 2006.
- « *Policy Brief: Achieving Energy Security in Developing Countries* », GNESD, 2010.
- « *Recommendations on Future Financing Options for Enhancing the Development, Deployment, Diffusion and Transfer of Technologies under the Convention* », CCNUCC, 2009.

- «Revealing the face of water scarcity», D. SECKLER, International water management institute, Sri Lanka, 2003.
- «*Une approche de l'eau et de la sécurité alimentaire et basée sur les services écosystémiques* », Programme des Nations-Unies pour l'environnement (Pnue) et l'Institut international de gestion de l'eau (Iwmi), août 2011.
- «*World Energy Outlook 2009: Executive Summary*», Agence Internationale de l'Énergie (AIE), 2009.
- **Agence Française de Développement, AFD, Mai 2014.**
- AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRIQUES, « *Carte pluviométrique de l'Algérie* », 1993.
- BOUBOU Naima, « *Les nouvelles technologies dans le secteur de l'eau* », Thèse de magister en sciences de gestion, École Nationale Supérieure d'Enseignement Technologique, Oran, 2009.
- BOUBOU Naima, « *Problématique de gestion de l'eau en Algérie : Cas de la wilaya de Tlemcen* », Mémoire de fin d'étude pour l'obtention d'une licence en Sciences de gestion (Management), Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, 2005.
- BOUZIDI Belkacem, « *Le pompage de l'eau par énergie solaire photovoltaïque : Vecteur pour le développement des régions sahariennes* », Division Energie Solaire Photovoltaïque, CDER, Algérie.
- DJELLOULI Y., « *Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes* ». Thèse Doctorat en Sciences, USTHB., Alger, 1990.
- Document : Agence de l'eau Seine Normandie, France, 2009.
- Office National des Statistiques, ONS, 2012
- Rapport d'information N° 4070 déposé en application de l'article 145 du Règlement par la Commission des Affaires Étrangères de France en conclusion des travaux d'une mission d'information constituée le 5 octobre 2010 sur « *La géopolitique de l'eau* ». 13 décembre 2011.
- Rapport du Programme pour l'environnement des Nations Unies, 2007.
- Rapport du Sommet mondial pour le développement durable, Publication des Nations Unies, Johannesburg (Afrique du Sud), 26 Août – 4 Septembre 2002.
- Rapport FAO 1998.
- Rapport mondial sur le développement humain (RDH) : Au-delà de la pénurie : pouvoir, pauvreté et crise mondiale de l'eau, 2006.

- Rapport Unesco presse, 2006.
- Rapport: « Renewables 2005 - Global status report », financé par le *Renewable Energy and Policy Network for the 21st Century*, 2013.
- SALEM Abdel Aziz, « *Les aspects institutionnels et financiers pour une nouvelle gestion de l'eau en Algérie : Analyse sur les acteurs, la demande et la tarification de l'eau* », thèse de doctorat d'état en sciences économiques. 21/02/2001.
- SVENSMARK H. & FRIIS-CHRISTENSEN E., « *Reply to Lokwood and Fröhlich-The persistent role of the sun in climate forcing* ». Edition Danish National Space Center, Rapport Scientifique, 2007.
- TOUATI Bouzid, « *Les barrages et la politique hydraulique en Algérie : état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable* », Thèse de doctorat d'Etat en Aménagement du Territoire, UNIVERSITE MENTOURI – CONSTANTINE, Faculté des sciences de la terre de la géographie et de l'aménagement du territoire, Département de l'aménagement du territoire, 2010, P 90.
- TRIKI Zakaria, « *Études, Analyses et Optimisation de la Consommation Énergétique des Unités de Dessalement pour les Sites Isolés* », THÈSE pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Spécialité : Génie Climatique, Université Constantine 1-Faculté des Sciences de la Technologie- Département de Génie Climatique, 6/10/2014.
- UNEP Finance Initiative, « *Climate Change and the Financial Services Industry* », www.unep.org, 2002.
- XOPLAKI E., « *Climate variability over the Mediterranean* ». Thèse de Doctorat de l'Université de Berne (Suisse), 2002.

Liens internet :

- <http://beuvry.unblog.fr/2010/03/25/repartition-de-leau-sur-terre/>.25/11/2013.
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Consommation_d%27%C3%A9nergie_mondiale_en_2010_%28kg_%C3%A9quivalent_p%C3%A9trole_par_habitant%29.svg. Consulté le : 31/05/2014.
- <http://donnees.banquemondiale.org/pays/algerie>. Consulté le : 07/11/2014.
- <http://eduterre.ens-lyon.fr/eduterre-usages/hydro/cycleau/modeliser>. Consulté le : 25/11/2013.
- http://eduterre.ens-lyon.fr/eduterre-usages/ressources_gge/appli_5eme. Consulté le : 25/11/2013.
- http://forums.france2.fr/france2/Environnement/airwater-humidite-fournir-sujet_3270_1.htm. Consulté le : 25/11/2013.

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Barrage_de_Monteynard_p1390473.jpg, Consulté le : 18/05/2014.
- http://lapsuske.brubel.net/IMG/pdf/demande_mondiale_energie_reserves.pdf. Consulté le 11/06/2014.
- <http://portail.cder.dz/spip.php?article1173>, Consulté le : 28/12/2014.
- http://portail.cder.dz/spip.php?article4098&id_article=4098#clevermail. Consulté le : 13/07/2014.
- <http://portail.cder.dz/spip.php?article4105>. Consulté le : 13/07/2014.
- <http://portail.cder.dz/spip.php?article4109>. Consulté le : 13/07/2014.
- <http://terangaweb.com/reformer-lagriculture-en-algerie/>. Consulté le : 07/11/2014.
- http://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/charbon_combustible.php4. Consulté le: 07/06/2014.
- <http://www.algerie1.com/actualite/algerie-84-barrages-et-une-capacite-de-stockage-deau-de-89-milliards-de-m3-en-2014/>. Consulté le 28/09/2014.
- <http://www.algerie360.com/algerie/l%E2%80%99algerie-se-met-hors-de-danger-par-94-barrages-et-des-ressources-hydriques-considerables-apres-le-petrole-restera-l%E2%80%99eau/>. Consulté le : 12/11/2014.
- <http://www.astrosurf.com/luxorion/eau-monde.htm>. Consulté le : 25/11/2013.
- <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/7774-les-grands-principes-de-la-teledetection.php>, consulté le : 17/05/2014.
- <http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/dossiers-pays/algerie/presentation-de-l-algerie/article/geographie-et-histoire-8296>. Consulté le: 26/09/2014.
- <http://www.economie-d-eau.com/>. Consulté le : 26/08/2014.
- <http://www.el-mouradia.dz/francais/algerie/geographie/geographie.htm>. Consulté le: 26/09/2014.
- <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/Algeria/Algerie.htm>. Consulté le: 25/09/2014.
- <http://www.geographie.ens.fr/IMG/file/kergomard/Teledetection/CTeledetection.pdf>, consulté le : 17/05/2014.
- <http://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiel-agricole/article-le-dessalement-de-l-eau-de-mer---techniques-et-enjeux-1261.htm#presentation>. Consulté le : 17/05/2014.

- <http://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiel-agricole/article-le-dessalement-de-l-eau-de-mer---techniques-et-enjeux-1261.htm#presentation>, Consulté le 18/05/2014.
- http://www.iisd.org/sd/default_fr.aspx. Consulté le: 29/08/2014.
- <http://www.larousse.fr/encyclopedie/cartes/Alg%C3%A9rie/1306004>. Consulté le: 26/09/2014.
- <http://www.les-crises.fr/climat-8-analyse-rechauffement/#!prettyPhoto>. Consulté le : 01/09/2014.
- <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/developpement/definition.htm>. Consulté le: 29/08/2014.
- <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/territoire/geomatique/geomatique-teledetection-bandes.jsp>. Consulté le : 31/03/2014.
- <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/territoire/geomatique/geomatique-teledetection-captage.jsp>. Consulté le : 31/03/2014.
- <http://www.mtaterre.fr/dossier-mois/archives/chap/843/La-biomasse%2C-c-est-quoi>. Consulté le: 11/06/2014.
- https://www.google.dz/search?q=%C3%A9conomie+d%27eau+potable&tbm=isch&imgil=SguWm2mHTm6rM%253A%253BSFvR7H6sIa7HtM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.ville.daveluyville.qc.ca%25252Fprogramme-d-economie-d-eau-potable.php&source=iu&usg=__UtCI5N-Lo_EIBZDf4EFUjnnoJsk%3D&sa=X&ei=lrb8U-PsLYuK4gTW74GQDA&ved=0CB8Q9QEwAQ&biw=1280&bih=677#facrc=_&imgdii=BNHUJVMQF8KVJM%3A%3BW2z6sajXmGWQbM%3BBNHUJVMQF8KVJM%3A&imgrc=BNHUJVMQF8KVJM%253A%3B1diSu7LJN9jDcM%3Bhttp%253A%252F%252Fcache.20minutes.fr%252Fimg%252Fphotos%252F20mn%252F2010-03%252F2010-03-28%252Farticle_Dossier-Eau-10-graph-repartition.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.tinkuy.fr%252Fconseil%252Feconomie-d-eau-faut-il-repenser-nos-installations-quelques-precautions-pour-les-astuces%3B590%3B462. Consulté le : 26/08/2014.
- https://www.google.dz/search?q=IWMI+Water+Scarcity+Studio&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=GIT6U630AcbWaKj2gqgN&ved=0CAYQ_AUoAQ&biw=1280&bih=677#facrc=_&imgdii=_&imgrc=9RyNaeLYa_3wUM%253A%3BKb2WywsTnR0oeM%3Bhttp%253A%252F%252F2F2.bp.blogspot.com%252F_Tt4-_9A8f3Q%252FS5liUastGCI%252FAAAAAAAAAAHA%252FNgMLPdA21dI%252FS400%252FIWMI%252BMap%252Bof%252BWater%252BScarcity.gif%3Bhttp%253A%252F%252Fgreentwentythings.blogspot.com%252F2010_03_01_archive.html%3B400%3B263. Consulté le : 25/08/2014.

Plan détaillé

Plan détaillé :

Résumé.....	iv
Liste des figures.....	v
Liste des tableaux.....	ix
Liste des abréviations.....	xii
Introduction générale.....	1

Chapitre I :

L'eau : entre réalité, enjeu et perspective

Introduction.....	11
1. L'eau : définitions, typologies et usages	13
3.1 Définition	13
3.2 Typologie	14
3.2.1 Les eaux conventionnelles	15
3.2.1.1 Les ressources hydriques conventionnelles renouvelables.....	15
3.2.1.2 Les ressources hydriques conventionnelles non renouvelables	15
3.2.2 Les eaux non conventionnelles	16
3.2.2.1 Le recyclage de l'eau: L'opération d'épuration.....	16
3.2.2.2 Les eaux à salinité élevée et les eaux saumâtres	17
3.2.2.3 La stimulation de la pluviométrie : technique de semence de nuages	20
3.2.2.4 L'extraction de l'eau à partir de l'humidité de l'air	21
3.3 Fonctions ou Usages de l'eau	22
3.3.1 La révolution hydrologique (le petit cycle de l'eau).....	22
3.3.2 Les usages de l'eau de l'homme modern.....	23
3.3.2.1 L'usage agricole.....	23
3.3.2.2 L'usage dans l'industrie	25
3.3.2.3 L'usage domestique	27
4. Potentiel, répartition et besoins en eau douce	29
4.1 Le cycle de l'eau.....	29
4.1.1 Les eaux de surfaces	31
4.1.2 Les eaux souterraines	31
4.2 Répartition de l'eau sur la planète.....	35
4.3 Besoins en eau douce	38

5. L'eau face à la pénurie	43
5.1 La crise de l'eau est mondiale	43
5.1.1 Caractériser la crise de l'eau	45
5.1.2 La surconsommation mondiale de l'eau	46
5.2 La crise de l'eau au Maghreb et en Algérie.....	49
5.2.1 La crise de l'eau au Maghreb	50
5.2.2 En Algérie	53
5.2.2.1 Les ressources superficielles	55
5.2.2.2 Les ressources souterraines	57
5.2.2.3 La pluviométrie en Algérie	60
Conclusion	62

Chapitre II :

Les technologies de l'eau : un défi énergétique

Introduction	64
1. Les technologies de l'eau : une réponse aux problèmes de pénuries	66
2.1 La prospection	67
2.1.1 Pour les eaux de surface	68
2.1.2 Pour les eaux souterraines	70
2.2 La production	72
2.2.1 Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres.....	73
2.2.1.1 Les premiers procédés de dessalement	75
2.2.1.2 La technique du dessalement	78
2.2.1.3 Paramètres de choix	80
2.2.1.4 Les enjeux de cette technologie	81
2.2.1.5 Inconvénients et critiques de cette méthode.....	82
2.2.2 Le recyclage des eaux usées	83
2.2.3 La stimulation de la pluviométrie	84
2.2.4 La production de l'eau douce à partir de l'humidité atmosphérique	84
2.3 Le stockage	85
2.3.1 Les différents types de barrages	87
2.3.1.1 Les barrages en maçonnerie ou en béton	87
2.3.1.2 Les barrages en matériaux meubles ou semi-arides	88

2.3.2 Les grands barrages, une innovation technique; entre avantages et risques.....	89
2.4 Le transfert ou le transport	91
2.4.1 Le transfert terrestre	91
2.4.1.1 Les aqueducs	91
2.4.1.2 L'utilisation de containers « Médusa » tractés par des remorqueurs ...	92
2.4.1.3 Emploi de tankers pétroliers hors service	92
2.5 Le recyclage des eaux usées	93
2. Le défi énergétique de l'eau	96
2.1 Énergies et énergies renouvelables: définition et typologie.....	97
2.1.1 Définition et mesure d'énergies	97
2.1.2 Les types d'énergies	99
2.1.2.1 Les énergies fossiles.....	99
2.1.2.2 Les énergies renouvelables	104
2.1.2.3 L'énergie nucléaire	110
2.2 L'eau et l'énergie	113
2.2.1 Les besoins en énergie pour l'eau.....	113
2.2.2 Développement économique, eau et énergie	116
2.3 Le défi énergétique.....	118
Conclusion	123

Chapitre III :

Eau, enjeux environnementaux et développement durable

Introduction.....	126
1. Eau : enjeu environnemental et développement durable	128
3.1 Les enjeux environnementaux de l'eau	129
3.1.1 La croissance démographique	130
3.1.2 La pollution atmosphérique et le réchauffement climatique : Le climat, une nouvelle variables économique.....	134
3.2 L'eau face au défi du développement durable	138
3.2.1 Le Développement Durable: Définitions et objectifs.....	138
3.2.2 Quelques indicateurs du développement durable	141
2. Gestion de la demande: Produire, consommer et vivre autrement	145
2.1 Réduction en quantité de la demande en eau	149

2.1.1 Dans l'industrie	150
2.1.2 Dans l'agriculture	152
2.1.3 L'usage domestique.....	156
2.2 Action sur la demande en qualité	160
2.3 Les mesures incitatives : le juste prix de l'eau.....	160
3. De la gestion intégrée à la gestion durable de l'eau	165
3.1 La gestion intégrée de l'eau	166
3.1.1 La Gestion intégrée par bassin	167
3.1.1.1 Définition, évolution et finalité	167
3.1.1.2 Géopolitique et gestion durable de l'eau	169
3.1.2 Orientations et conditions pour une gestion intégrée de l'eau	170
3.2 La gouvernance de l'eau	171
3.3 Eau et coopération technologique.....	175
Conclusion	177

Chapitre IV :

L'hydraulique en Algérie, entre réalisations et acquis

Introduction.....	180
1. Présentation du contexte géo-démographique de l'étude.....	182
1.1 Caractéristiques naturelle de l'Algérie.....	183
1.1.1 Le cadre géographique de l'Algérie.....	184
1.1.2 Le climat en Algérie.....	184
1.2 L'évolution démographique.....	187
1.3 La menace climatique en Algérie.....	190
2. La genèse de l'hydraulique en Algérie.....	193
2.1 L'hydraulique avant l'époque française.....	193
2.1.1 L'hydraulique en Algérie dans l'antiquité	193
2.1.2 La période Romaine.....	194
2.1.3 La conquête Arabe.....	195
2.1.4 La période Turque.....	196
2.2 Les acquis de l'époque de colonisation française.....	196
2.2.1 La nouvelle politique hydraulique coloniale	197
2.2.2 Les limites de la petite, moyenne et de la grande hydraulique agricole.....	199
2.3 L'hydraulique de l'Algérie indépendante.....	199

3. Réalisations et performances hydrauliques de l'Algérie actuelle, en matière de mobilisations de production et de traitement d'eau	201
3.4 Promotion des ressources en eau conventionnelles en Algérie	202
3.4.1 Les barrages en Algérie	203
3.4.2 Les puits et forages	214
3.5 Le développement des ressources en eau non conventionnelles	216
3.5.1 Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres en Algérie	216
3.5.2 La déminéralisation des eaux saumâtres	220
3.5.3 La dépollution de l'eau : Les Stations d'épuration	223
3.6 Le programme des transferts en Algérie	227
3.6.1 L'aménagement d'El Taref	228
3.6.2 Le système de Beni Haroun	228
3.6.3 Complexe hydraulique Sétî-Hodna	229
3.6.4 Le transfert de Tichi Haf-Béjaia	230
3.6.5 Le transfert Taksbt-Alger	231
3.6.6 Transfert de Koudiat Acerdoune-Hauts plateaux	232
3.6.7 Le Système MAO	233
Conclusion	234

Chapitre V :

Le défi énergétique en Algérie : réalités et perspectives

Introduction	237
1. L'énergie en Algérie	239
4.2 La situation de l'énergie électrique en Algérie	240
4.3 Le Bilan énergétique	246
4.4 Les hydrocarbures	250
4.4.1 Le pétrole	251
4.4.2 Le gaz	252
2. Potentiel des énergies renouvelables en Algérie	256
2.1 L'énergie solaire	257
2.2 L'éolien	260
2.3 Le biogaz	261
2.4 L'énergie hydraulique	262

2.5 La biomasse.....	263
2.6 La géothermie.....	265
3. Politique, programme et développement des énergies renouvelables en Algérie.....	268
3.1 Politique Nationale de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.....	268
3.1.1 Le programme algérien d'efficacité énergétique.....	270
3.1.2 Le programme national de développement des énergies renouvelables.....	271
3.1.2.1 Cadre juridique et mesures incitatives.....	272
3.1.2.2 Fons National de Maîtrise de l'Énergie (FNME).....	273
3.2 Le développement des énergies renouvelables en Algérie.....	274
3.2.1 Phases du programme de développement des énergies renouvelables en Algérie.....	276
3.2.2 Bilan des réalisations en énergies renouvelables.....	278
3.2.2.1 Ferme éolienne d'Adrar.....	282
3.2.2.2 Centrale photovoltaïque de Ghardaïa.....	283
3.2.2.3 Centrale hybride de Hassi R'Mel.....	284
4. Les énergies renouvelables et l'eau en Algérie.....	287
4.1 Les énergies renouvelables dans les STEP.....	289
4.2 Les énergies renouvelables dans le DEM.....	291
4.3 Le pompage de l'eau et le solaire	293
Conclusion.....	295

Chapitre VI :

La gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie

Introduction.....	299
1. La politique de l'eau en Algérie.....	301
1.1 La stratégie de l'eau en Algérie.....	302
1.1.1 L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH).....	304
1.1.2 L'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT).....	305
1.1.3 L'Algérienne Des Eaux (ADE).....	306
1.1.4 L'Office Nationale de l'Assainissement (ONA).....	307
1.1.5 L'Office National de l'Irrigation et de Drainage (ONID)	309
1.1.6 L'Institut National de Perfectionnement de l'Équipement (INPE).....	311
1.1.7 L'Agence nationale de Gestion Intégrée de l'Eau (AGIRE).....	312

1.2 La promotion des ressources non conventionnelles.....	315
1.2.1 Le programme de dessalement d'eau de mer.....	315
1.2.2 La valorisation des eaux usées épurées et la valorisation des déchets.....	317
1.2.2.1 La réutilisation des eaux épurées (REUE).....	317
1.2.2.2 La valorisation des déchets de l'opération d'épuration: les boues et le biogaz.....	319
1.2.3 Le cadre juridique et institutionnel de promotion des ressources en eau non conventionnelles	320
1.2.4 Le vide juridique de certaines dispositions relatives à l'eau.....	322
2. L'alimentation en eau potable et l'irrigation.....	324
2.1 L'alimentation en eau potable.....	324
2.2 L'irrigation.....	327
2.2.1 La gestion et l'exploitation des grands périmètres d'irrigation (GPI).....	328
2.2.2 La gestion et l'exploitation des infrastructures de PMH.....	328
2.2.3 Évolution des indicateurs du secteur 1962-2014.....	328
3. La gestion intégrée de l'eau en Algérie.....	333
3.1 Le nouveau découpage par bassins hydrographique et la création de l'Agence nationale de Gestion Intégrée de l'Eau (AGIRE).....	333
3.2 La gestion de l'eau : une approche tournée actuellement vers l'offre	335
5.3 Le prix des services de l'eau en Algérie, un outil de gestion durable.....	338
5.4 La redevance fond national de gestion intégrée des ressources en eau.....	341
4. Le développement durable pour une gestion intégrée et durable de l'eau en Algérie...	343
4.1 Le Système de Management Environnemental et l'ONA.....	343
4.2 Le Schéma National d'Aménagement du Territoire.....	346
4.3 L'éducation à l'environnement et au développement durable en Algérie.....	249
4.3.1 Les outils pédagogiques de l'éducation environnementale en Algérie	350
4.3.2 Les étapes de la mise en œuvre de L'EEDD dans le milieu scolaire	353
Conclusion	356
Discussion.....	359
Conclusion générale.....	367
Bibliographie	369