

L'eau, et Le Recours à la Réutilisation des Eaux Usées Traitées

Introduction

Sur les 6,67 milliards d'habitants actuels de la planète (PNUD, 2007), 26% n'accèdent pas à une eau de qualité suffisante, et 50% ne disposent pas d'un système adéquat d'assainissement (PNUD, 2006). Chaque jour, 20 000 personnes, des enfants surtout, meurent de maladies liées à l'eau, l'équivalent d'un Nagasaki ou d'un Hiroshima (entre 2002 et 2020, 135 millions de personnes meurent de maladies transmises par l'eau¹).

La pression de la démographie joue aussi un rôle important : la population mondiale a presque quadruplé : en 1900, nous étions 2 milliards, nous serons 9 milliards en 2050².

De l'agriculture irriguée, de l'industrie et de l'urbanisation, les besoins en eau doublent tous les vingt ans et bien entendu, sur un volume total de 140 millions de kilomètres cubes d'eau, 97% se trouvent dans les océans et l'eau douce ne représente que 3%³.

La quantité d'eau disponible par habitant n'est pas suffisante, pour cela on parle toujours de stress hydrique. L'eau est devenue un facteur limitant le développement dans plusieurs pays. Selon le Water Resources Industry, 250 millions d'individus dans 26 pays se trouvent en pénurie d'eau et 400 millions vivent en stress hydrique, on parle de pénurie lorsque la valeur des ressources renouvelables de l'eau par habitant et par an est inférieure à 1000 mètres cubes, alors que le stress est défini si cette valeur est entre 1000 et 1700 mètres cubes/hab/année.

A cet effet, L'agriculture, l'industrie et la démographie sont les principales pressions sur l'eau. Cette dernière va accroître les besoins de la population tant en

¹ ROUISSAT Bouchrit, « La Gestion Des Ressources en Eau en Algérie : Situation, Défis et Apport de L'approche Systémique », p 3

² ONEMA , L'eau Dans le Monde, Les Agences de L'eau, , p.1

³ BENZARIA Mohammed(2008), Approche Méthodologique Pour Les Projets De Réutilisation Des Eaux Usées En Irrigation, Université Du QUÉBEC à MONTRÉAL, p.10

nourriture qu'en besoins essentiels. L'ensemble de ces pressions sont une menace pour l'eau. *L'eau est en danger*¹ (Conf. Dublin, 1992).

Dans ce chapitre, nous allons mettre en exergue la notion de *L'EAU*, l'inégale répartition de l'eau à travers le monde, qu'est ce que le stress hydrique en Algérie et quel est le problème de l'eau ?

Enfin nous parlerons des eaux usées et des voies de réutilisation des eaux usées traitées.

I.1 Une Ressource Indispensable : L'eau

I.1.1 Cycle Naturel de L'eau²

Le cycle de l'eau joue un rôle essentiel dans l'histoire de notre planète. Ce processus dû aux interactions entre l'eau, le relief, l'atmosphère, les radiations solaires, fait passer l'eau de l'état liquide à l'état gazeux (vapeur) et à l'état solide (neige et glace), de manière permanente.

Ces différents états sont reliés en permanence les uns aux autres par le réseau créé par les fleuves, les rivières, les nappes d'eau souterraines, les nuages, les précipitations, les courants aériens chargés de particules d'humidité, l'évaporation. La principale masse d'eau, la mer, alimente l'ensemble de ce cycle et reçoit, par le biais des précipitations et des fleuves, l'eau qui s'est évaporée de sa surface. Le cycle de l'eau joue donc un rôle fondamental dans l'histoire géophysique, géologique et biologique de la Terre.

Les principaux transferts d'eau s'effectuent entre continents et océans :

- l'évaporation de l'eau océanique est la source d'eau douce principale de la planète.
- l'eau transportée à l'état de vapeur d'eau par les vents se condense et se précipite sur l'océan (les 4/5) et sur les continents (1/5).
- une partie des précipitations au niveau des continents retourne dans l'atmosphère par évapotranspiration, l'autre partie ruisselle.

¹ HUGONIN Patricia (2011), Introduction Aux Thématiques De L'eau, ISE, UNIGE, p.6

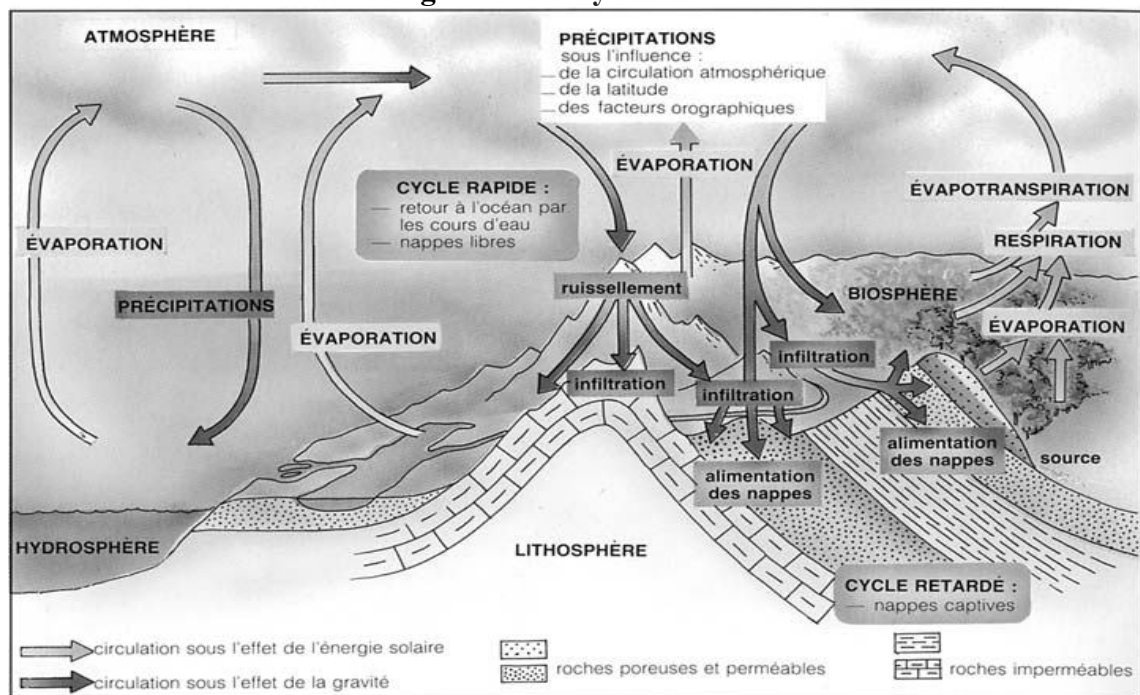
² BENZARIA Mohammed(2008), Approche Méthodologique Pour Les Projets De Réutilisation Des Eaux Usées En Irrigation, Université Du QUÉBEC à MONTRÉAL, p.1

• l'eau est immobilisée dans les réservoirs souterrains et dans les glaciers et calottes glaciaires ; elle peut être ainsi pendant un temps exclue du cycle de l'eau.

L'évaporation des lacs, rivières et mers, ainsi que l'évapotranspiration des plantes —→ Forment les nuages (vapeur d'eau) qui se condensent (l'eau redevient liquide —→ Et la pluie tombe —→ L'eau de pluie ruisselle jusqu'aux lacs, rivières et mers —→ Une partie des précipitations (pluie, neige) s'infiltre dans les sols pour devenir de l'eau souterraine. Celle-ci est puisée au moyen de puits. Parfois très vieille, elle peut être restée au même endroit pendant des milliers d'années¹. (Figure 1)

Le temps de renouvellement de l'eau est différent en fonction de sa nature, l'eau atmosphérique se renouvelle en 8 jours, tandis qu'il faut 10 à 20 jours pour les cours d'eau, 20 ans pour les lacs voire plus de 1000 ans pour les eaux souterraines et les océans².

Figure 1 : Le Cycle De L'eau



Source : BENZARIA Mohammed , MARS 2008

¹ LACROIX Édith et PELLETIER Maryse (2012), Québécoise Pour une Gestion Responsable de L'eau, p.3

² L'eau : enjeux, dynamique et solution, p.10

Alors on peut dire que l'eau est la seule molécule à être présente sous trois états sur la terre : solide, liquide et gazeux. L'eau peut changer d'état sans intervention humaine. Ces changements dépendent essentiellement de la température et de la pression mais aussi des composés chimiques présents dans l'atmosphère, donc de la pollution atmosphérique.¹

I.1.2 Qualité de L'eau, Enjeu Prioritaire

En plus de l'aspect quantitatif de la ressource d'eau, qui pose un problème crucial pour le développement et le bien être des gens, l'aspect qualitatif complique aussi davantage la problématique de l'eau. Cet aspect résulte en bonne partie de la pollution des eaux par les rejets des eaux domestiques, industrielles ou agricoles.

Dans les pays riches et développés, et pour faire face à ces problèmes de qualité de l'eau qui dégradent l'environnement, de vastes programmes pour collecter les eaux usées ont été mis en place suivis par l'implantation des stations de traitement pour éviter des rejets bruts dans le milieu naturel.

On peut prendre par exemple les Romains qui avaient déjà des systèmes d'évacuation perfectionnés. Le premier réseau moderne apparaît en Allemagne en 1843. En 1960, seulement 12% des Français sont reliés au tout-à-l'égout.

L'assainissement existe donc depuis longtemps dans les pays développés, et a pris beaucoup de temps pour se réaliser rapidement au vingtième siècle avec le développement scientifique et technique. Par exemple le Québec a réalisé l'essentiel de ses infrastructures d'assainissement des eaux durant ces 30 dernières années. Tandis que dans les pays en développement, le retard est alors installé, et pour le combler il faut beaucoup de temps, beaucoup d'argent et surtout beaucoup de volonté.

Il y a donc un déficit d'infrastructure en matière d'assainissement et les rejets des eaux usées dans le milieu naturel aggravent la crise d'eau. En effet ces rejets

¹HUGONIN Patricia (2011), Introduction Aux Thématiques De L'eau, ISE, UNIGE

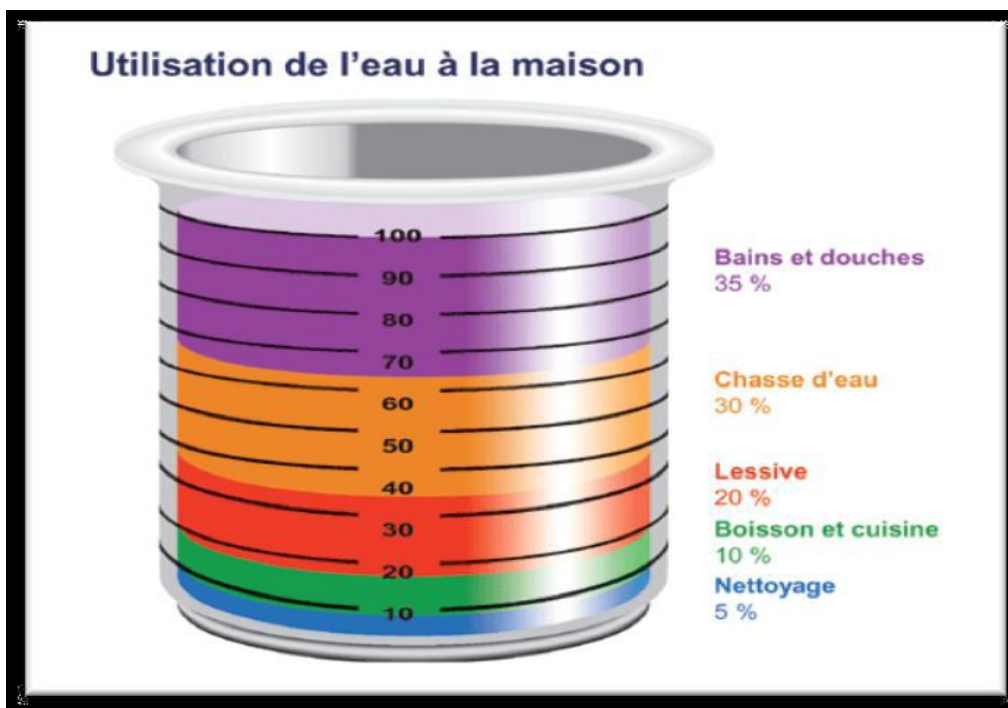
polluent les nappes, les cours d'eau et les lacs et diminuent donc le potentiel des ressources exploitables.

Beaucoup de problèmes liés à la quantité et à la qualité de l'eau se répercutent d'une manière dramatique sur les populations. Les maladies transmises par l'eau et le non salubrité causent la mort d'environ 34 000 personnes par jour dans le monde¹.

I.1.3 Les Usages de L'eau

L'eau est utilisée spécialement par l'être humain. Les plus grandes quantités sont décernées à l'agriculture, la production industrielle : Plus de 90% des réserves d'eau douce de la planète servent à l'agriculture et à l'industrie. ²La production d'énergie, et bien sur son usage domestique (dans la salle de bain près de 65% de la consommation d'eau).

Figure 2 : Utilisation de L'eau à la Maison



¹ BENZARIA Mohammed(2008), Approche Méthodologique Pour Les Projets De Réutilisation Des Eaux Usées En Irrigation, Université Du QUÉBEC à MONTRÉAL, p 4

² LACROIX Édith et PELLETIER Maryse (2012), Québécoise Pour une Gestion Responsable de L'eau p.5

La consommation d'eau dans la production industrielle¹ est d'autant plus élevée que le pays est développé et industrialisé. Globalement, l'usage industriel représente 22 % de l'ensemble des prélèvements d'eau douce. Cependant, une grande disparité existe entre les pays développés qui utilisent 59 % de leurs ressources hydriques pour l'industrie, alors que dans les pays sous-développés, le secteur industriel ne consomme que 8 % des volumes d'eau globaux.

En France par exemple, la consommation d'eau concerne quatre secteurs d'activités (Chimie, fibre synthétique, papier et métallurgie) qui totalisent à eux seuls les 2/3 de la consommation industrielle (Tableau 1).

Tableau 1: Quantités Moyennes D'eau Nécessaires à la Fabrication de 1 kg de Produit

Matière	Quantité D'eau en Litre
Acier	300-660
Papier	500-800
Sucre	300-400
Ciment	35-50
Carton	60-400
Savon	1-35
Matière plastique	1-2

Le secteur de l'industrie est le plus grand pollueur et consommateur d'eau, ses effets se manifestent à long terme. La transformation d'une tonne d'aluminium nécessite 1600 m³ d'eau, celle exigée pour la fabrication d'une tonne d'engrais azotés est de 600 m³ d'eau. Ces volumes d'eau lessivent de grandes quantités de matières polluantes.

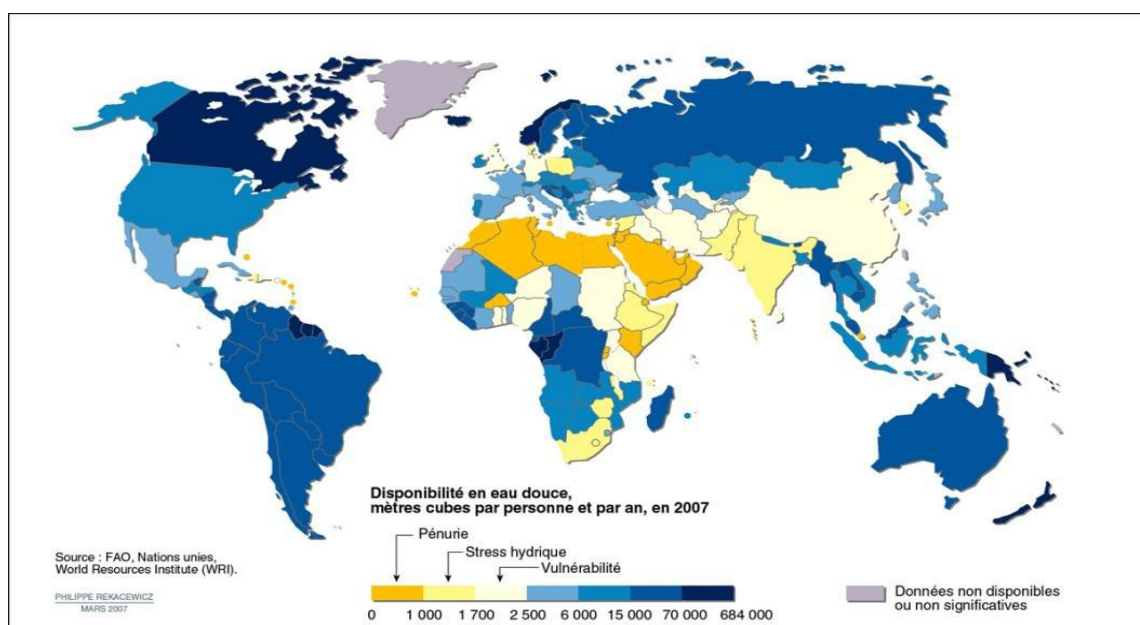
¹ CHAREB-YSSAAD Ismahane, Gestion Intégrée et Economie de L'eau, Université Aboubekr Belkaid Tlemcen, p.7

Les usages de l'eau varient avec la structure économique des pays. On note par exemple une prédominance des usages agricoles en Italie et en Espagne, tandis qu'en Belgique et aux Pays-Bas¹ au moins la moitié de la ressource est utilisée par l'industrie. En France, sur l'ensemble de ces prélèvements hors énergie, 33% sont destinés à la consommation domestique, 31% à l'agriculture et 27% à l'industrie.

I.1.4 L'inégale Répartition de L'eau

Les réserves d'eau dont dispose la planète semblent suffisantes pour répondre à l'ensemble des besoins. Cependant, elles sont inégalement réparties à la surface du globe. d'un point de vue géographique² (Figure 3) : 9 pays concentrent 60% des ressources en eau douce, dont le Brésil qui a lui seul en possède 12%. La Chine reçoit 7% des précipitations qui abritent 21% de la population du globe, alors que l'Amazonie qui compte 0.3% de la population mondiale reçoit 15% des pluies.

Figure 3-Disponibilité en Eau Douce³



Source : Patricia HUGONIN, 2011

¹ Salon International de L'eau(2013), Innovation et Solutions Pour une Gestion Durable de la Ressource, France p 11

² HUGONIN Patricia (2011), Introduction Aux Thématiques De L'eau, ISE, UNIGE, p.4

³ HUGONIN Patricia (2011), Op-Cit, p.5

On estime que¹ (Brésil, Russie, Chine, Canada, Indonésie, États-Unis, Inde, Colombie et Congo) se partagent 60 % des ressources mondiales en eau douce, alors qu'en même temps le manque d'eau touche 1,1 milliard de personnes.

Ces pays présentent des caractéristiques relativement spécifiques, notamment : ils sont localisés dans des zones tropicales ou équatoriales, ils bénéficient d'une pluviométrie très intense, et ils sont souvent traversés par de grands fleuves et/ou possèdent de nombreux lacs.

D'autres pays ne disposent pas de ressources en eau abondantes. Il s'agit notamment des zones arides et semi-arides : déserts africains, Maghreb, zones arides de l'Ouest australien, Sud Ouest des États-Unis, Proche et Moyen Orient, etc. Ces zones représentent plus du tiers de la surface des continents et n'ont accès qu'à seulement 2% du volume annuel utilisable.

D'une région à l'autre, les inégalités sont très marquées. L'Asie, par exemple, concentre près de 60% de la population mondiale, mais ne dispose que de 30% des ressources mondiales disponibles en eau douce². La Chine³ aussi, qui représente 21% de la population mondiale n'a que peu d'eau douce : elle comptabilise uniquement 7 % des ressources mondiales en eau ; cette eau est inégalement répartie sur son territoire, Le Nord possède 80% des ressources en eau et 55% de la population, tandis que le Sud dispose de moins de 15% pour 45% de la population. Et certaines provinces du Nord disposent de moins de 500m³ d'eau/habitan/an.

A titre comparatif 1 européen consomme 150 litres/jour et dans les pays en voie de développement 1 habitant consomme 10 litres/jour.

Les pays industrialisés consomment en moyenne 10 fois plus d'eau douce que les pays en voie de développement.

¹ ONEMA, Les Agences de L'eau, Etablissements Publics du Ministère en Charge du Développement Durable, p.2

² SYLLA Ibrahima(2011), Rumeurs et Frayeurs Autour de L'eau dans le Monde, Les Systèmes D'information Géographique Participatifs (SIG-P) dans la Gestion des Ressources Naturelles et la Sécurité alimentaire en Afrique, p.2

³ HUGONIN Patricia (2011), Op.cit., p.7

I.1.5 L'eau et le Stress Hydrique

Selon¹ le Rapport Mondial sur le Développement Humain 2007/2008 publié par le PNUD, l'Egypte, le Liban, le Soudan et les pays d'Afrique du Nord pourraient être les plus touchés par le changement climatique, qui pourrait conduire à des inondations dans certaines régions, à la pénurie d'eau, donc à la sécheresse et la désertification dans d'autres.

Par exemple, dans la région de Kordofan, au Soudan, une augmentation de la température de 1,5 °C entre 2030 et 2060 réduirait la moyenne des précipitations de 5%, provoquant une baisse générale de la production agricole et une diminution de la production de maïs par exemple de 70% par rapport aux niveaux actuels.

Une augmentation de 1,2 °C d'ici 2020 réduirait l'eau disponible au Liban de 15% et, dans certaines régions du Maroc, de plus de 10%.

De plus, d'après le rapport de l'AFED² (2010), la consommation en eau de plusieurs pays Arabes a augmenté d'environ 50% entre 1985 et 2000, alors que la population aussi dans ces pays a augmenté de 40% durant la même période.

• La Croissance Démographique et L'eau

La population mondiale était de 2 milliards de personnes en 1900. Elle a plus que triplé en un siècle et a atteint en 2008 les 6,5 milliards d'individus. Elle devrait atteindre 9 milliards de personnes en 2050. Pendant que la population mondiale triplait, la consommation d'eau douce était multipliée par six³. Cette croissance de nos besoins en eau s'explique :

- dans les pays du Nord par l'amélioration des conditions de vie et du confort domestique (sanitaires, hygiène, lavages...).

- dans les pays du Sud par l'urbanisation galopante, l'augmentation de l'activité industrielle et les besoins en eau toujours plus grands pour l'irrigation.

¹ Séminaire International « La Réutilisation Des Eaux Usées Traitées Dans La Région Arabe Golden(2011), Edité par : GEB-Environnement.com, Publié au Maroc, p.20

²GEB-Environnement.com (2011), Op-cit p.24

³ Les Enjeux de L'eau dans le Monde, Chapitre 4, Eau Seine, Normandie, p85

D'un autre côté, la quantité d'eau douce renouvelable et disponible est passée, par habitant, de 17 000 m³ en 1950 à 7500 m³ en 1995 et devrait tomber à 5100 m³ en 2025. Dès 2030, la demande en eau pourrait dépasser l'offre.¹

50 pays, soit plus de 750 millions d'habitants, disposent d'une quantité d'eau inférieure à 1700 m³ par an et par habitant, alors que le seuil d'alerte des besoins en eau par habitant se situe à environ 2000 m³ par habitant et par an.

Parmi ces pays, 26 reçoivent moins de 1000 m³ par an et par habitant et sont en situation de pénurie : le Mexique, les pays de la côte ouest de l'Amérique du Sud (Pérou, Chili), ceux de l'Afrique Saharienne, de l'Afrique de l'est et de l'Afrique australe, le Proche et le Moyen-Orient, l'Asie centrale, l'Iran, le Pakistan, l'Inde de l'Ouest.

• la Notion de Stress Hydrique

L'Unesco a mis en place la notion de « Water Stress Index » : on retient comme indicateur de menace le rapport entre la quantité d'eau douce consommée et la quantité d'eau disponible. Plus ce rapport est élevé, plus la menace est importante² :

- si le rapport est inférieur à 10 %, la situation est satisfaisante.
- entre 10 et 20 %, des efforts de gestion et des investissements sont nécessaires : c'est le cas de la France, de la Grande-Bretagne, du Portugal.
- entre 20 % et 40 %, les efforts et les investissements doivent être plus importants et des arbitrages doivent être rendus entre les utilisateurs (eau des villes et eau des campagnes) : c'est le cas de plusieurs pays d'Europe occidentale : l'Espagne, l'Italie, la Belgique, le Luxembourg, l'Allemagne.
- au-delà de 40 %, l'eau devient rare et le pays concerné est obligé de recourir à l'importation, au traitement des eaux usées..., l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient, l'Asie centrale, une partie de l'Europe de l'Est, le Mexique sont concernés. (Tableau 2) on situe les pays arabes dans cette zone de stress hydrique.

¹ Les Enjeux de L'eau Dans le Monde ,Op-Cit, p85

² Les Enjeux de L'eau Dans le Monde ,Op-Cit, p 86

Tableau 2 : Etat Hydrique des Pays Arabes¹

Disponibilité en eau douce (m3/personne/an)			
PENURIE 0-1000	STRESS 1000 – 1700	VULNERABILITE 1700 - 2500	2500 – 6000
Algérie Arabie Saoudite Bahreïn Djibouti EAU Egypte Jordanie Koweït Libye Maroc* Oman Palestine Qatar Tunisie Yémen	Comores Liban Somalie Syrie	Irak Soudan	Mauritanie

SOURCE: Séminaire International Sur La Réutilisation Des Eaux Usées Traitées Dans La Région Arabe (Maroc en 2011)

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce stress hydrique:²

- Les retards accumulés dans les décennies 1980 et 1990 pour ajuster l'offre à la demande en eau.
- La baisse de la pluviométrie depuis trois décennies, avec un pic de sécheresse en 2001-2002.
- Le phénomène de désertification des sols qui accentue la menace de sécheresse, en particulier dans l'Ouest Algérien. Cette situation pourrait être amplifiée par les effets du changement climatique qui sont susceptibles d'être plus prononcés dans le bassin méditerranéen que dans d'autres régions du monde.

¹ SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR LA REUTILISATION DES EAUX USEES TRAITEES DANS LA REGION ARABE Golden, Edité par : GEB-Environnement.com, Publié au Maroc en 2011

² Morgan Mozas & Alexis Ghosn(2013) , Chefs de projet d'Ipemed, État des lieux du secteur de l'eau en Algérie, p .3

La carte ci-dessous (figure 4) présente l'état actuel du stress hydrique dans le monde.¹

Figure 4 : Représentation du Stress Hydrique Dans le Monde



source : adapté de Catherine Boutin(), Alain Héduit(**), Jean-Michel Helmer((2009)*

En 2000, la moyenne annuelle mondiale des ressources en eau renouvelables par habitant était estimée à 6 600 m³ mais qu'à l'horizon 2025, ce nombre devrait dramatiquement chuter à 4 800 m³. Pour pallier à ces fortes disparités, de nombreux pays ont orienté leurs recherches vers des programmes de réutilisation des eaux et on note une multiplication importante de projets. Ces dix dernières années, le volume des eaux usées réutilisées a augmenté de 10 à 29 % par an, en Europe, aux Etats-Unis et en Chine, et jusqu'à 41 % en Australie. Ces résultats ne doivent pas faire oublier que seulement 5 % des eaux usées traitées sont réutilisées, soit un volume de 7,1 km³ par an, à comparer avec les 10 000 à 14 000 km³ par an d'eau douce renouvelable et facilement accessible

¹ BOUTIN Catherine, HEDUIT Alain, HELMER Jean-Michel, (2009), Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT) Rapport final, (Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2008), p.10